

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

**AS DUAS FACES DAS TÉCNICAS DE  
GESTÃO: APRENDIZAGEM E INOVAÇÃO  
EVIDÊNCIAS DE EMPRESA DO SETOR  
SIDERÚRGICO NO BRASIL (1984 A 2008)**

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

**SIDNEY SOUSA LOURO**  
Rio de Janeiro, 15 de Maio de 2008

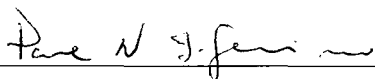
**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS**  
**ESCOLA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E PESQUISA**  
**CURSO DE MESTRADO EXECUTIVO EM GESTÃO EMPRESARIAL**

**TÍTULO**

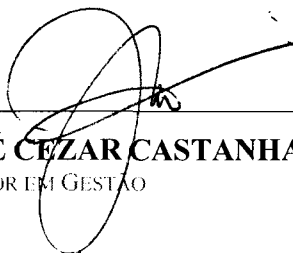
AS DUAS FACES DAS TÉCNICAS DE GESTÃO: APRENDIZAGEM E INOVAÇÃO –  
EVIDÊNCIAS EM NÍVEL DE EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO NO BRASIL (1984 A  
2008)

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR:**  
**SIDNEI SOUSA LOURO**

APROVADO EM \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
PELA COMISSÃO EXAMINADORA



**PAULO N. FIGUEIREDO**  
PH.D EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO



**JOSÉ CEZAR CASTANHAR**  
DOUTOR EM GESTÃO



**UMBERTO RAMOS DE ANDRADE**  
PH.D EM CIÊNCIAS DOS MATERIAIS

## DEDICATÓRIA

---

Diversas são as motivações e as fontes de inspiração que levam uma pessoa a produzir trabalhos acadêmicos como uma dissertação de mestrado. No entanto, nenhuma delas nos dá a noção exata de quão gratificante é chegar ao fim da jornada e, muito menos, dos níveis de dedicação e abdicação necessários ao alcance desta meta.

Hoje, de posse de uma visão clara acerca de todos estes aspectos, sinto-me extremamente orgulhoso e feliz em poder dedicar esta conquista a algumas pessoas que, ao longo de minha vida, foram e são muito especiais.

Aos meus queridos pais, Ironildes e Maria Lúcia, pela minha existência, pelo amor e carinho a mim dedicados, pelo exemplo de vida e pela correção de princípios e valores com que me educaram.

À minha esposa Gilmara, amada, cúmplice, companheira e amiga, e aos meus lindos e maravilhosos filhos, João Pedro e Gabriel, pelo seu amor, apoio e compreensão incondicionais, mesmo diante de tantos momentos de ausência e privação de convívio.

Ao meu amigo e sócio, Joselito, que me desnudou a essência do que é ser um verdadeiro Educador, além de me ter aberto os olhos à ciência da Administração.

À Diretoria do Instituto Vianna Júnior, em especial aos amigos Jacqueline, Cyro (*in memorian*) e Leopoldo, que me permitiram tornar realidade este sonho tão distante.

A todos estes, por este e por diversos outros motivos, devo minha eterna gratidão e amizade.

## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor Paulo Negreiros Figueiredo, pela orientação, críticas construtivas e incansável busca pela qualidade e perfeição. Não fosse por sua perseverança, apoio e paciência, por vezes além do que lhe seria imputável à sua condição de orientador, certamente não teria logrado êxito nesta tarefa.

À direção, aos funcionários e, principalmente, aos professores da Fundação Getúlio Vargas, em especial do curso de Mestrado Executivo em Gestão Empresarial que, através dos diversos *processos e mecanismos de aprendizagem* disponibilizados, influenciaram decisivamente a minha *trajetória de acumulação de capacidades* ao longo deste curso.

Aos colegas e amigos desta turma tão especial, pelos bons momentos de convívio, pelo apoio na superação das dificuldades e pela sua amizade. Em especial, ao amigo Carlos Albert, que fez desta experiência acadêmica uma grande experiência de vida.

Aos meus amigos e familiares, pela cumplicidade e companheirismo durante esta árdua jornada e, em especial, à minha irmã, Cirléa, e ao meu cunhado e amigo, Marcus, pela acolhida calorosa e pelos inúmeros momentos agradáveis que me propiciaram em sua casa, no Rio de Janeiro, ao longo destes tantos meses de estudo.

A ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, pela viabilização desta dissertação. Em especial, a todos aqueles que dedicaram seu tempo e atenção durante a realização da pesquisa, mesmo em momentos atribulados de sua rotina diária.

À Diretoria e a toda a equipe do Vianna Júnior e da Manchester, que souberam compreender os momentos em que precisei me ausentar de minhas responsabilidades profissionais.

A todos aqueles que, pela limitação de espaço ou por um lapso de memória, não tenham sido citados e que, direta ou indiretamente, contribuíram para a consecução deste projeto.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos.



## RESUMO

---

Ao longo dos últimos 20 anos tem havido uma profusão de estudos que examinam, no âmbito de empresas, a contribuição dos mecanismos de aprendizagem e da adoção de técnicas de gestão para o processo de acumulação tecnológica. No entanto, ainda são escassos os estudos que examinem, de maneira conjunta e sob uma perspectiva dinâmica, o relacionamento entre a adoção de técnicas de gestão, mecanismos de aprendizagem e trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas. Mais que isto, faltam estudos que examinem o duplo papel das técnicas de gestão, ora como parte do estoque de capacidades tecnológicas, ora como um processo de aprendizagem tecnológica em si.

Esta dissertação objetiva oferecer uma contribuição para preencher esta lacuna neste campo de estudo. O enfoque desta dissertação deriva de observações empíricas, realizadas em empresas, e inspira-se no clássico estudo *Innovation and Learning: the two faces of R&D*, de Cohen e Levinthal (1989). Assim a dissertação baseia-se em um estudo de caso individual, realizado em uma empresa do setor siderúrgico no Brasil, no período de 1984 a 2008, examinando estas questões à luz de modelos analíticos disponíveis na literatura internacional.

Neste sentido, adotou-se o entendimento de capacidade tecnológica como o conjunto de recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas, sendo construída e acumulada de forma gradual, a partir do engajamento em processos de aprendizagem e da coordenação de bases de conhecimentos acumulados em diferentes dimensões, simbioticamente relacionadas. As métricas utilizadas identificam tipos e níveis de capacidade tecnológica para diferentes funções e identifica quatro tipos de processos de aprendizagem tecnológica e os avalia em termos de suas características-chave.

Tomando-se por base evidências empíricas qualitativas e quantitativas, colhidas em primeira mão, a base de trabalho de campo, este estudo verificou que:

1. A empresa acumulou níveis inovativos de capacidades tecnológicas em todas as funções examinadas, sendo o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) nas funções *Engenharia de Projetos* (de forma incompleta) e *Equipamentos* e o nível *Intermediário Avançado* (Nível 6) nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*.
2. Os mecanismos de aprendizagem subjacentes à acumulação destes níveis de capacidade tecnológica apresentaram resultados relevantes em termos de suas características-chave, principalmente no que diz respeito à variedade e intensidade: de 24 mecanismos em 1984 para um total de 59 em 2008, com uma variação de 145,8%, e com 56 dos 59 mecanismos (94,92%) utilizados atualmente de forma sistemática.
3. O período compreendido entre os anos de 1990 e 2004, no qual foram implementadas as técnicas de gestão estudadas, exceto o Plano de Sugestões, se caracteriza por apresentar a maior taxa de acumulação de capacidades tecnológicas e por dar início à utilização da quase totalidade dos 35 novos mecanismos de aprendizagem incorporados pela empresa após o início de suas operações (1984).

E que as técnicas de gestão estudadas:

1. Colaboraram para o processo de aprendizagem tecnológica da AMBJF, principalmente pela necessidade de se: (i) incorporar novos mecanismos de aprendizagem que lhe permitissem acumular, antecipadamente, a base de conhecimentos necessária à implementação das técnicas de gestão estudadas; (ii) coordenar um número maior de

mecanismos que dessem o adequado suporte ao aumento da complexidade de seu *Sistema de Gestão Integrada* (SGI).

2. Ampliaram, por si, o estoque de capacidades tecnológicas da empresa, mais especificamente em sua dimensão organizacional, a partir da acumulação de conhecimento em procedimentos, instruções de trabalho, manuais, processos e fluxos de gestão e de produção, dentre outros.

Desta forma, os resultados aqui encontrados confirmam que a adoção e a implementação das técnicas de gestão estudadas contribuíram com e influenciaram o processo de aprendizagem tecnológica e a trajetória de acumulação tecnológica da empresa, ao mesmo tempo, exercendo, portanto, um duplo papel na organização.

Esta conclusão nos leva a um melhor entendimento do tema e pode contribuir para a compreensão de ações políticas e gerenciais que possam acelerar a acumulação de capacidades tecnológicas, entendendo a relevância das técnicas de gestão menos em termos de sua “mera” adoção e mais do seu processo de implementação.

## ABSTRACT

---

All over the last 20 years there has been a profusion of studies that examine, at the level of enterprises, the contribution of the mechanisms of learning and adoption of management techniques to the process of technological accumulation. However, there are still few studies that examine, on a joint and in a dynamic perspective, the relationship between the adoption of management techniques, mechanisms and learning trajectories of accumulation of technological capabilities. More than that, there is a lack of studies to examine the dual role of management techniques, sometimes as part of the stock of technological capabilities, or as a process of technological learning in itself.

This task aims to offer a contribution to fill this gap in this field of study. The focus of this task derives from empirical observations, made at the level of enterprises, and is inspired by the classic study *Innovation and Learning: the two faces of R&D*, Cohen and Levinthal (1989). So, this task is based on an individual case study, conducted in a steel company in the sector in Brazil, from 1984 to 2008, examining these issues in light of analytical models available in the international literature.

In this effect, the view of technology as a set of resources to generate and manage technological change was adopted, being built and accumulated gradually from the engagement in learning processes and coordination of bases of knowledge accumulated in different dimensions, symbiotic relation. The metrics used identify types and levels of technological capacity to different functions and identify four types of processes of technological learning and evaluate in terms of its key features.

Based on qualitative and quantitative empirical evidences, obtained first-hand and based on fieldwork, this task found that:

1. The company accumulated levels of innovative technological capabilities in all the functions examined, the *Innovative Intermediate* level (Level 5) functions in *Project Engineering* (incomplete) and *Equipment* and the *Advanced Intermediate* level (Level 6) for the functions of *Production Processes and Organization* and *Products*.
2. The learning mechanisms underlying to the accumulation of those levels of technological capacity showed relevant results in terms of its key features, especially to the variety and intensity: of 24 mechanisms in 1984 to a total of 59 in 2008, with a variation of 145, 8%, and with 56 of the 59 mechanisms (94.92%) are currently used in a systematic manner.
3. The period between the years 1990 and 2004, which were implemented the management techniques studied (except the *Plano de Sugestões*), is characterized by having a higher rate of accumulation of technological capabilities and by initiating the use of almost all the 35 new learning mechanisms built by the company after it began its operations (1984).

And that the management techniques studied:

1. Contributed to the process of technological learning of AMBJF, mainly by the needs to: (i) incorporate new learning mechanisms enabling it to collect in advance, the knowledge base necessary to implement management techniques studied, (ii) coordinate a greater number of the appropriate mechanisms that would support the increased complexity of its *Sistema de Gestão Integrada* (SGI).

2. Expanded, in itself, the stock of the company's technological capabilities, specifically in its organization, from the accumulation of knowledge in procedures, work instructions, manuals, processes and flows of management and production, among others.

Thus, the results found by this task confirm that the adoption and implementation of management techniques studied contributed to and influence the process of technological learning and accumulation of technological trajectory of the company, while exercising, therefore, a dual role in the organization.

This conclusion leads us to a better understanding of the theme and can contribute to the understanding of policy and management actions that might accelerate the accumulation of technological capabilities, understanding the relevance of management techniques less in terms of its “mere” adoption and more of their the implementation process.

## SUMÁRIO

---

Dedicatória.....	II
Agradecimentos .....	III
Resumo .....	IV
Abstract.....	VI
Sumário.....	VIII
Lista de tabelas.....	XII
Lista de figuras.....	XIV
Lista de boxes .....	XVI
Lista de abreviaturas .....	XVII
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação do tema .....	1
1.2 Questões de pesquisa.....	4
1.3 Estrutura da dissertação.....	4
<b>PARTE I: BASES EMPÍRICAS E ANALÍTICAS.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES NA LITERATURA E MOTIVAÇÕES PARA O</b>	
<b>ESTUDO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Estudos pioneiros sobre capacidades tecnológicas .....	7
2.2 Literatura sobre empresas na fronteira tecnológica .....	8
2.3 Literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica .....	11
2.3.1 <i>Perspectiva técnica</i> .....	13
2.3.2 <i>Perspectiva de organização da produção</i> .....	14
2.3.3 <i>Uma perspectiva mais ampla</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 3: MODELO DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO.....</b>	<b>20</b>
3.1 Modelo de análise da dissertação .....	20
3.2 Definições dos componentes do modelo de análise.....	21
3.3 Acumulação de capacidade tecnológica.....	23
3.3.1 <i>Indicadores convencionais – por que não utilizá-los apenas?</i> .....	24

3.3.2	<i>Modelo descritivo da acumulação de capacidades tecnológicas</i> .....	25
3.4	Processos de aprendizagem tecnológica subjacentes.....	29
3.4.1	<i>Modelo analítico e descritivo</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 4: DESENHO E MÉTODOS DA PESQUISA.....</b>		<b>35</b>
4.1	Elementos-chaves do desenho da dissertação .....	35
4.1.1	<i>Questões de pesquisa</i> .....	35
4.1.2	<i>Escolha da estratégia de pesquisa</i> .....	35
4.1.3	<i>Combinações de critérios quantitativos e qualitativos</i> .....	36
4.1.4	<i>Crerios de seleção da empresa</i> .....	36
4.2	Coleta de dados .....	36
4.3	Procedimentos de análise das evidências empíricas .....	39
4.3.1	<i>Índice agregado de capacidade tecnológica</i> .....	40
<b>CAPÍTULO 5: CONTEXTO EMPÍRICO DA DISSERTAÇÃO .....</b>		<b>44</b>
5.1	O processo siderúrgico e suas classificações .....	44
5.2	A siderurgia no Brasil .....	48
5.3	Grandes marcos da trajetória da empresa.....	57
5.4	Configuração produtiva e organizacional atual da empresa .....	63
<b>PARTE II: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS.....</b>		<b>67</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONTEXTO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE</b>		
<b>GESTÃO NA EMPRESA ESTUDADA.....</b>		<b>68</b>
6.1	Resumo dos eventos e resultados relativos à adoção das técnicas de gestão estudadas .....	69
6.2	Fase A: início, estabilização e paralisação das operações.....	70
6.3	Fase B: fusões, incorporações e expansão da operação .....	79
<b>CAPÍTULO 7: MECANISMOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA</b>		
<b>UTILIZADOS.....</b>		<b>91</b>
7.1	Mecanismos de aquisição de saber externo utilizados .....	91
7.1.1	<i>Assistência técnica</i> .....	92
7.1.2	<i>Participação ou apresentação de trabalhos em conferências e eventos afins</i> .....	93
7.1.3	<i>Importação de expertise</i> .....	93
7.1.4	<i>Importação de saber</i> .....	94

7.1.5	<i>Infra-estrutura educacional na comunidade</i> .....	95
7.1.6	<i>Interação com fornecedores e clientes</i> .....	96
7.1.7	<i>Interações com a comunidade</i> .....	97
7.1.8	<i>Treinamento externo, no Brasil e no exterior</i> .....	98
7.2	Mecanismos de aquisição de saber interno utilizados.....	101
7.2.1	<i>Aprimoramentos contínuos</i> .....	102
7.3	Mecanismos de socialização do saber utilizados .....	103
7.3.1	<i>Formação de equipes</i> .....	104
7.3.2	<i>Interação com as controladoras e coligadas</i> .....	105
7.3.3	<i>Oferta de assistência técnica e treinamento</i> .....	106
7.3.4	<i>Solução conjunta de problemas</i> .....	108
7.3.5	<i>Treinamento interno</i> .....	109
7.4	Mecanismos de codificação do saber utilizados .....	111
7.4.1	<i>Comunicação interna estruturada</i> .....	112
7.4.2	<i>Elaboração de manuais, apostilas, guias e cartilhas</i> .....	113
7.4.3	<i>Práticas de padronização</i> .....	113
7.4.4	<i>Práticas de preservação e desenvolvimento do capital intelectual</i> .....	114
7.4.5	<i>Seminários internos</i> .....	115

## **CAPÍTULO 8: TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES**

### **TECNOLÓGICAS.....116**

8.1	Direção de acumulação de capacidade tecnológica .....	116
8.1.1	<i>Acumulação de capacidades tecnológicas na função engenharia de projetos</i> .....	118
8.1.2	<i>Acumulação de capacidades tecnológicas na função Processos e Organização da Produção</i> .....	122
8.1.3	<i>Acumulação de capacidades tecnológicas na função Produtos</i> .....	135
8.1.4	<i>Acumulação de capacidades tecnológicas na função Equipamentos</i> ....	147
8.2	Níveis atuais de capacidade tecnológica .....	154

## **PARTE III: ANÁLISES E CONCLUSÕES..... 157**

### **CAPÍTULO 9: ANÁLISES E DISCUSSÕES..... 158**

9.1	Adoção de técnicas de gestão <i>versus</i> aprendizagem tecnológica.....	158
9.1.1	<i>Adoção e implementação das técnicas de gestão estudadas</i> .....	158
9.1.2	<i>Evolução da variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados</i> .....	161

9.1.3	<i>Utilização dos mecanismos de aprendizagem tecnológica pelas técnicas de gestão estudadas.....</i>	<i>164</i>
9.2	Acumulação de capacidade tecnológica <i>versus</i> práticas de gestão adotadas e mecanismos de aprendizagem tecnológica usados.....	168
9.2.1	<i>Tempo de acumulação do Nível Operacional Básico ao nível máximo.....</i>	<i>170</i>
9.2.2	<i>Tempo de permanência em cada nível de capacidade tecnológica.....</i>	<i>175</i>

## **CAPÍTULO 10: CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 180**

10.1	Questões da dissertação.....	181
10.2	Contribuições ou influências da adoção e da implementação das técnicas de gestão estudadas sobre o processo de aprendizagem tecnológica da AMBJF.....	181
10.3	contribuições ou influências da adoção e da implementação das técnicas de gestão estudadas sobre o desenvolvimento de capacidades tecnológicas pela AMBJF .....	184
10.4	Outros aspectos a serem considerados em relação aos tópicos discutidos nesta dissertação.....	187
10.5	Sugestões e contribuições para a gestão da AMBJF e de outras empresas.....	188
10.6	Recomendações para dissertações futuras .....	189

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 191**



## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 3.1 – Capacidades tecnológicas em empresas siderúrgicas em países emergentes: modelo ilustrativo .....	28
Tabela 3.2 – Principais características dos processos de aprendizagem em empresas em países emergentes: modelo ilustrativo .....	34
Tabela 4.1 – Fontes de informações e evidências e técnicas utilizadas.....	37
Tabela 4.2 – Número de entrevistados por nível funcional .....	38
Tabela 4.3 – Índices de capacidade tecnológica, por função e agregado .....	41
Tabela 4.4 – Níveis intermediários de capacidade tecnológica .....	42
Tabela 4.5 – Índices de capacidade tecnológica construídos para análise da trajetória da AMBJF no período de 1984 a 2008.....	42
Tabela 4.6 – Cálculo do índice agregado de capacidade tecnológica em 1998.....	43
Tabela 6.1 – Eventos e resultados relativos às técnicas de gestão estudadas .....	69
Tabela 6.2 – Fases características da empresa e técnicas de gestão adotadas .....	70
Tabela 6.3 – Plano de Sugestões (1987 a 1995) .....	73
Tabela 6.4 – Plano de Sugestões (1996 a 2008) .....	79
Tabela 6.5 – Exemplos de projetos e resultados do Seis Sigma.....	86
Tabela 6.6 – Conclusão da implementação das técnicas de gestão estudadas.....	90
Tabela 7.1 – Mecanismos de aquisição de saber externo utilizados (1984 a 2008) .....	92
Tabela 7.2 – Mecanismos de aquisição de saber interno utilizados (1984 a 2008).....	101
Tabela 7.3 – Mecanismos de socialização do saber utilizados (1984 a 2008) .....	104
Tabela 7.4 – Mecanismos de codificação do saber utilizados (1984 a 2008).....	112
Tabela 8.1 – Evolução dos indicadores operacionais da Aciaria de 1984 a 1993 .....	125
Tabela 8.2 – Adaptações secundárias relevantes nos equipamentos (1990 a 1994).....	148
Tabela 8.3 – Atividades desempenhadas nos níveis <i>Inovativo Básico</i> e <i>Inovativo Intermediário</i> incompleto, no biênio 1997 e 1998 .....	151
Tabela 8.4 – Tipos e níveis atuais de capacidade tecnológica da AMBJF por função tecnológica .....	154
Tabela 9.1 – Ano de adoção e de conclusão da implementação das técnicas de gestão do <i>Sistema de Gestão Integrada</i> .....	159
Tabela 9.2 – Número de mecanismos utilizados no período de 1984 a 2008, por tipo de processo de aprendizagem tecnológica.....	161
Tabela 9.3 – Número de mecanismos utilizados atualmente, por tipo de processo de aprendizagem tecnológica.....	161
Tabela 9.4 – Mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pelas TGs.....	164
Tabela 9.5 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pelas técnicas de gestão.....	167

Tabela 9.6 – Evolução anual do nível de capacidade tecnológica, por função específica, no período de 1984 a 2008.....	168
Tabela 9.7 – Ano em que a AMBJF ingressou em cada nível de capacidade tecnológica, por função tecnológica .....	170
Tabela 9.8 – Tempo de acumulação do nível <i>Operacional Básico</i> (Nível 1) aos níveis máximos de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos).....	171
Tabela 9.9 – Análise comparativa do tempo (em anos) de acumulação de capacidades tecnológicas, em cada função tecnológica, com outras empresas da Indústria Siderúrgica .....	174
Tabela 9.10 – Tempo de permanência em cada nível de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos) .....	175

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Modelo analítico da dissertação.....	21
Figura 3.2 – Dimensões da capacidade tecnológica.....	23
Figura 5.1 – Fluxo simplificado do processo de produção siderúrgico .....	46
Figura 5.2 – Processo produtivo simplificado da AMBJF .....	64
Figura 5.3 – Estrutura organizacional da AMBJF.....	66
Figura 5.4 – Estrutura organizacional da ArcelorMittal Brasil.....	66
Figura 6.1 – Modelo de planejamento de <i>benchmarking</i> da AMBJF .....	84
Figura 7.1 – Fluxograma do processo de certificação do Programa de Certificação Operacional.....	100
Figura 8.1 – Níveis de capacidade tecnológica na AMBJF, por função e agregado, no período de 1984 a 2008.....	117
Figura 8.2 – Níveis de capacidade tecnológica em <i>Engenharia de Projetos</i> e agregado, no período de 1984 a 2008.....	122
Figura 8.3 – Representação esquemática do tratamento térmico .....	132
Figura 8.4 – Níveis de capacidade tecnológica em <i>Processos e Organização da Produção</i> e agregado, no período de 1984 a 2008 .....	135
Figura 8.5 – Fluxo de distribuição do aço antes do <i>Belgo Pronto</i> .....	141
Figura 8.6 – Fluxo de distribuição do aço com o <i>Belgo Pronto</i> .....	142
Figura 8.7 – Distribuição geográfica da rede de credenciadas do sistema <i>Belgo Pronto</i> no final de 2008 .....	142
Figura 8.8 – Vergalhão de núcleo quadrado .....	144
Figura 8.9 – Vergalhão de núcleo octogonal.....	144
Figura 8.10 – Representação esquemática do vergalhão termicamente tratado.....	146
Figura 8.11 – Níveis de capacidade tecnológica em <i>Produtos</i> e agregado, no período de 1984 a 2008.....	147
Figura 8.12 – Níveis de capacidade tecnológica em <i>Equipamentos</i> e agregado, no período de 1984 a 2008.....	153
Figura 8.13 – Níveis atuais de capacidade tecnológica da AMBJF por função tecnológica.....	155
Figura 9.1 – Número de técnicas de gestão do SIG, consideradas a partir da adoção .	160
Figura 9.2 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada ano (1984 a 2008).....	162
Figura 9.3 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada ano (1984 a 2008), por tipo de processo.....	162
Figura 9.4 – Adoção das técnicas de gestão do SGI <i>versus</i> variedade dos mecanismos de aprendizagem tecnológica .....	163

Figura 9.5 –	Tempo de acumulação do nível <i>Operacional Básico</i> aos níveis máximos de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos).....	172
Figura 9.6 –	Tempo de permanência em cada nível de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos) .....	176
Figura 9.7 –	Número de alterações de nível de capacidade tecnológica em cada função tecnológica por período de tempo (em anos).....	179

## LISTA DE BOXES

---

Boxe 6.1 –	Filosofia de treinamento .....	70
Boxe 8.1 –	Licenciamento de produção e comercialização .....	119
Boxe 8.2 –	Desengargalamento da máquina de lingotamento contínuo .....	120
Boxe 8.3 –	Implantação do Stelmor: planejamento detalhado .....	121
Boxe 8.4 –	Racionalização da produção do CA-60 .....	124
Boxe 8.5 –	Progresso e avanço tecnológico .....	127
Boxe 8.6 –	Belgo SAP: descentralização operacional e consolidação corporativa ...	130
Boxe 8.7 –	Tratamento térmico coloca a Belgo na dianteira do mercado .....	132
Boxe 8.8 –	Injeção de finos de carvão nos altos-fornos .....	134
Boxe 8.9 –	Organizações e clientes: a nova revolução .....	139
Boxe 8.10 –	<i>Belgo Pronto</i> aumenta a produtividade na construção .....	141
Boxe 8.11 –	Belgo-Mineira lança o vergalhão de núcleo quadrado .....	143
Boxe 8.12 –	O desafio de ser cada vez melhor e mais competitivo .....	146
Boxe 8.13 –	BMP realiza reforma no forno de reaquecimento de tarugos .....	150
Boxe 8.14 –	Ousadia e criatividade são matérias-primas inteligentes .....	152
Boxe 8.15 –	Santo de casa faz milagre .....	153

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

AC	Aprimoramento Contínuo
ABM	Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMBJF	ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora
ASPG	Análise e Solução de Problemas em Grupo
ASQC	<i>American Society for Quality Control</i>
BMP	Belgo-Mineira Participações Indústria e Comércio Ltda.
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPF	Baixo Ponto de Fluidez
BS	<i>British Standards</i>
BSC	<i>Balanced Score Card</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CEDAC	<i>Cause and Effect Diagram with Addittional Cards</i> Diagrama de Causa e Efeito com a Adição de Cartões
CEP	Controle Estatístico do Processo
CGQT	Controle e Gestão da Qualidade Total
CI	<i>Continuous Improvement</i>
CQ	Controle da Qualidade
CQT	Controle da Qualidade Total
CSBM	Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEA	Forno Elétrico a Arco
FMS	<i>Flexible Manufacturing System</i>
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade
GQT	Gestão da Qualidade Total
IBQN	Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear
IBS	Instituto Brasileiro de Siderurgia
ILAFA	Instituto Latino Americano de Ferro e Aço
ISO	<i>International Standard Organization</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MEG/FNQ	Modelo de Excelência na Gestão, da Fundação Nacional da Qualidade
MLC	Máquina de Lingotamento Contínuo
MRP	<i>Materials Requirement Planning</i>
MSJ	Mendes Júnior Siderurgia

NPD	Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Planos Nacionais de Desenvolvimento (1972-4 e 1975-9); e Programa Nacional de Desestatização (1991-3)
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Specification</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PNM	Planejamento das Necessidades de Material
SA	<i>Social Accountability</i>
SGI	Sistema de Gestão Integrada
SMJ	Siderúrgica Mendes Júnior
TPM	<i>Total Productivity Maintenance</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

---

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Esta dissertação examina, em uma empresa em processo de acumulação tecnológica, a contribuição da adoção de técnicas de gestão para os processos de aprendizagem tecnológica e para a acumulação de capacidade tecnológica, avaliando, mais especificamente, técnicas de gestão relacionadas ao Controle e Gestão da Qualidade Total (CGQT) – ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e Modelo de Excelência da Gestão – e ao Aprimoramento Contínuo (AC) – Plano de Sugestões, Gestão à Vista, CEDAC, 5S<sup>1</sup> e Seis Sigma.

Esta análise foi feita a partir de um estudo de caso individual, realizado na ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), empresa que atua no setor de siderurgia e trefilaria. Para isto, foi adotada uma perspectiva longitudinal, no período compreendido entre 1984 e 2008, considerando os fatos ocorridos após o início efetivo de sua operação. As informações qualitativas e quantitativas que deram sustentação empírica ao estudo foram coletadas em primeira mão, por meio de pesquisa de campo envolvendo entrevistas, encontros informais, questionários e estudo de documentos.

No escopo do presente estudo, o conceito de *técnica de gestão* é entendido como o conjunto de modelos, métodos, técnicas e instrumentos que visam ao aprimoramento de competências gerenciais, à melhoria de processos e à otimização dos resultados organizacionais<sup>2</sup>; *aprendizagem tecnológica* diz respeito aos vários *processos* pelos quais as pessoas e, por meio delas, as organizações adquirem aptidões e conhecimentos técnicos (Bell, 1984); e, por fim, *capacidade tecnológica*, que se constitui no elemento central desta dissertação, é entendida aqui nos termos de Bell e Pavitt (1993, 1995), referindo-se ao conjunto de recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas, estando

---

<sup>1</sup> Técnica japonesa de organização e gerenciamento do espaço de trabalho.

<sup>2</sup> [http://www.ebape.fgv.br/academico/asp/dsp\\_linha\\_pesquisa.asp](http://www.ebape.fgv.br/academico/asp/dsp_linha_pesquisa.asp)



acumulados e incorporados aos indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência) e aos sistemas organizacionais (normas, procedimentos, instruções de trabalho, diretrizes, etc.).

Estes dois últimos conceitos têm suas raízes na Teoria Evolucionista ou “neoschumpeteriana”, que se preocupou em examinar o papel da mudança tecnológica no desenvolvimento industrial e econômico de países e empresas. A partir dela, desenvolveram-se abordagens mais dinâmicas, preocupadas em examinar, no contexto de economias emergentes, as mudanças da capacidade tecnológica das empresas ao longo do tempo (Katz, 1976; Maxwell, 1981; Dahlman e Fonseca, 1978; e vários outros citados por Katz, 1987 *apud* Vedovello e Figueiredo, 2006) e os processos de aprendizagem que lhe são subjacentes (Dahlman e Westphal, 1982; Katz, 1986 e 1987; Lall, 1987; e outros citados por Vera-Cruz, 2000 *apud* Fonseca, 2008), além de outras correntes não citadas.

Agrupada no que chamamos literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica, esta literatura analisa a construção e acumulação gradual de capacidades tecnológicas, a partir do engajamento em processos de aprendizagem tecnológica e da coordenação de bases de conhecimentos acumulados em, pelo menos, quatro diferentes dimensões simbioticamente relacionadas: (a) sistemas técnico-físicos; (b) pessoas; (c) sistema (tecido) organizacional; e (d) produtos e serviços (Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1993 e 1995; e Figueiredo, 2005).

Verifica-se, entretanto, uma tendência ao negligenciamento da dimensão organizacional da capacidade tecnológica (Figueiredo, 2004). O que se observa com maior frequência é a adoção de perspectivas limitadas de capacidades tecnológicas, com uma valorização concentrada no sistema físico e do capital humano, por exemplo, em detrimento do sistema (tecido) organizacional (capital organizacional).

Alguns poucos estudos basearam-se nos princípios das técnicas do modelo japonês de organização da produção, relativas ao Gerenciamento e Controle da Qualidade Total, ao Aprimoramento Contínuo (Humphrey, 1993, 1995; Kaplinsky, 1994; Bessant e Kaplinsky, 1995), abordando o contexto de suas práticas organizacionais, gerenciais e institucionais. Outros, como Hoffman (1989), Meyer-Stamer *et alii* (1991) e Mody *et alii* (1992), focalizaram a adoção de técnicas como *Just in Time* (JIT), Controle e Gestão da Qualidade Total (CGQT), *Materials Requirement Planning* (MRP), *Computer Aided Design* (CAD) e

*Computer Aided Manufacturing* (CAM), abordando aspectos relacionados às suas dimensões organizacional e social, bem como às práticas organizacionais.

Estes estudos têm como limitações o fato de terem adotado uma perspectiva restrita da composição da capacidade tecnológica, mais relacionada com os recursos humanos (Tremblay, 1994); de terem tratado as práticas organizacionais como técnicas dadas, quase nunca se referindo a conhecimentos ou mecanismos de aprendizagem; de não terem adotado um enfoque de longo prazo, que lhes permitisse uma avaliação do processo de implementação, nos termos de Leonard-Barton (1988) e Voss (1988), e se, de fato, a sua utilização foi bem ou mal sucedida (Castro, 2002; Figueiredo, 2003b).

Logo, ainda são escassos os estudos que examinem, de maneira conjunta e numa perspectiva dinâmica, o relacionamento entre adoção de técnicas de gestão, processos e mecanismos de aprendizagem e trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas, no contexto de empresas em processo de acumulação tecnológica e utilizando-se de um modelo analítico apropriado. Mais que isto, faltam estudos que examinem o duplo papel das técnicas de gestão, como parte do estoque de capacidades tecnológicas e como um processo de aprendizagem tecnológica em si.

Tendo o seu enfoque derivado de uma observação empírica, que verificou este fenômeno dentro de empresas, e influenciado pelo clássico estudo *Innovation and Learning: the two faces of R&D*, de Cohen e Levinthal (1989), este é exatamente o ponto no qual se posiciona esta dissertação.

Adicionalmente aos trabalhos citados anteriormente, por meio de um estudo de caso individual e de um modelo analítico baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2003b), adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995), esta dissertação visa agregar evidências empíricas de um setor relevante para o desenvolvimento tecnológico de empresas e países, inclusive com possibilidade de comparações em relação a estudos prévios em empresas do mesmo setor, colaborando para o entendimento dos padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas e gerando recomendações práticas aos gestores de empresas públicas e privadas.

Mais especificamente, a partir das questões de pesquisa apresentadas a seguir, investiga como e até que ponto a adoção de um conjunto de técnicas de gestão, por uma empresa do setor siderúrgico brasileiro, ao longo de sua existência, influenciou seus processos de aprendizagem tecnológica e a sua trajetória de acumulação de capacidade tecnológica.

## 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Esta dissertação tem como objetivo examinar as seguintes questões:

- 1) Como e até que ponto a adoção e a implementação de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008, contribuiu com ou influenciou seu processo de aprendizagem tecnológica?
- 2) Como e até que ponto a adoção e a implementação destas técnicas de gestão contribuiu com ou influenciou, ao mesmo tempo, a acumulação de capacidades tecnológicas, para atividades de produção e de inovação, pela empresa estudada, no período examinado (1984 a 2008)?

## 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além deste capítulo introdutório, esta dissertação está estruturada em 9 (nove) capítulos.

### **Capítulo 2** – Antecedentes na literatura e motivações para o estudo

Este capítulo apresenta a revisão de alguns dos principais estudos antecedentes na literatura empírica sobre acumulação de capacidades tecnológicas relacionados com esta dissertação, além das principais motivações que levaram à 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, bem como os principais conceitos utilizados ao longo da dissertação.

### **Capítulo 4** – Desenho e métodos da pesquisa

Neste capítulo são apresentados os principais elementos do desenho e da estratégia e os métodos utilizados nesta dissertação. Além de apresentar as questões da dissertação, serão detalhados os procedimentos de coleta dos dados e o processo de análise das evidências empíricas.

**Capítulo 5** – Contexto empírico da dissertação

Este capítulo objetiva oferecer informações relevantes acerca do contexto empírico no qual se desenvolve o presente estudo, com ênfase para os aspectos relativos à evolução da Indústria Siderúrgica, em âmbito nacional, sob a ótica da inovação, objetivando evidenciar a sua importância para o desenvolvimento de empresas, setores e países. Apresenta, ainda, os principais marcos históricos da empresa estudada, desde a sua fundação.

**Capítulo 6** – Contexto de implementação das técnicas de gestão estudadas

Aqui, serão apresentadas informações relevantes referentes ao contexto societário, econômico e gerencial da empresa estudada, com ênfase para as técnicas de gestão estudadas, expondo cronologicamente o processo de escolha, implementação e evolução destas ao longo do tempo.

**Capítulo 7** – Mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados

Este capítulo visa apresentar as evidências relativas à utilização dos mecanismos de aprendizagem tecnológica subjacentes ao processo de acumulação de capacidades tecnológicas.

**Capítulo 8** – Trajetória de desenvolvimento de capacidades tecnológicas

Neste capítulo serão descritas as evidências relativas à acumulação de capacidade tecnológica, detalhando-as para cada uma das funções tecnológicas previstas na métrica apresentada no Capítulo 3.

**Capítulo 9** – Análises e discussões

Este capítulo apresenta uma análise das evidências empíricas apresentadas nos Capítulos 6, 7 e 8, buscando examinar *como e até que ponto* a adoção das técnicas de gestão estudadas na AMBJF influenciaram o processo de aprendizagem tecnológica e a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da empresa no período em análise.

**Capítulo 10** – Conclusões e recomendações

Neste capítulo serão apresentados os resultados finais do estudo, eventuais recomendações práticas para os gestores de empresas, tanto do setor de siderurgia quanto de outros, bem como sugestões de pesquisa para futuras dissertações.

# **PARTE I:**

## **BASES EMPÍRICAS E ANALÍTICAS**

---

A primeira parte desta dissertação tem o objetivo de estabelecer as bases empíricas e analíticas a partir das quais serão estruturadas as exposições e fundamentadas as análises relativas às variáveis objeto do presente estudo, mais especificamente no que diz respeito à acumulação de capacidades tecnológicas e aos mecanismos de aprendizagem tecnológica que lhe são subjacentes. Além disto, serão apresentados os elementos relativos ao desenho e aos métodos de pesquisa, bem como informações acerca do contexto empírico do setor de atuação e da empresa objeto desta investigação.

No Capítulo 2, será feita uma a revisão de alguns dos principais estudos antecedentes na literatura empírica sobre acumulação de capacidades tecnológicas relacionados com esta dissertação, bem como a exposição das principais motivações que levaram à sua realização.

Em seguida, o Capítulo 3 apresenta os modelos analíticos à luz dos quais as evidências empíricas desta dissertação serão examinadas, bem como os principais conceitos utilizados.

O Capítulo 4 apresenta os principais elementos do desenho e da estratégia de pesquisa, além de apresentar as questões da dissertação e detalhar os procedimentos de coleta dos dados e o processo de análise das evidências empíricas.

Por fim, o Capítulo 5 oferece informações relevantes acerca do contexto empírico no qual se desenvolve o presente estudo, com ênfase para os aspectos relativos à evolução da Indústria Siderúrgica, em âmbito nacional, objetivando evidenciar a sua importância para o desenvolvimento de empresas, setores e países, além de apresentar, ainda, os principais marcos históricos da empresa estudada, desde a sua fundação.

## **CAPÍTULO 2:**

### **ANTECEDENTES NA LITERATURA E MOTIVAÇÕES PARA O ESTUDO**

---

O elemento central desta dissertação é a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas de uma empresa em processo de acumulação tecnológica, examinando, num enfoque de longo prazo, as implicações do processo de adoção de *técnicas de gestão* para os processos de *aprendizagem tecnológica* e para a trajetória de acumulação de *capacidades tecnológicas*, numa perspectiva mais ampla de suas dimensões. Desta forma, se apóia na literatura relacionada à acumulação de capacidades tecnológicas, buscando agregar evidências empíricas de um setor relevante para o desenvolvimento tecnológico de empresas e países, colaborar para o entendimento dos padrões de desenvolvimento de capacidades tecnológicas e gerar recomendações práticas aos gestores de empresas públicas e privadas.

Este capítulo objetiva fazer uma breve revisão de estudos relacionados aos temas abordados, tendo como principal propósito examinar seus méritos e limitações, bem como posicioná-la em termos da corrente teórica que os sustenta. Serão revistos estudos que discutem a importância da acumulação de capacidades tecnológicas, bem como da adequada utilização de estratégias de aprendizagem, tanto no contexto de fronteira tecnológica quanto de países em desenvolvimento. Adicionalmente, serão revistos alguns estudos que examinam capacidades tecnológicas e fontes de conhecimento em empresas siderúrgicas no Brasil e no mundo e, por fim, outros que abordam mais especificamente a dimensão organizacional da capacidade tecnológica.

### **2.1 ESTUDOS PIONEIROS SOBRE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

Os benefícios da capacidade tecnológica inovadora para o desenvolvimento econômico de indústrias e países tenham sido observados, desde a Revolução Industrial, por Adam Smith, Alexis de Tocqueville e Karl Marx. No entanto, segundo Vedovello e Figueiredo (2006), foi J. Schumpeter quem nos ensinou que inovação não se restringe a produtos e processos, mas envolve novas formas de gestão, novas abordagens ao mercado e novos insumos de produção.

Colaborando para a busca de explicações e orientações cientificamente embasadas, desde os anos 1950 diversos pesquisadores analisaram as diferenças entre empresas, que operam no mesmo setor industrial e sob condições macro-econômicas idênticas, em termos de capacidade tecnológica e performance técnico-econômica como a “perspectiva baseada em recursos” (Penrose, 1959; Hollander, 1965; Rumelt, 1974), a “teoria evolucionista” (Freeman, 1974, 1982; Rosenberg, 1976; Rothwell, 1977; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1985, 1988a, 1988b; Dierickx e Cool, 1989; Pavitt, 1984, 1991) e a abordagem das “capacidades dinâmicas” (Teece et alii, 1990; Teece e Pisano, 1994), conforme Ben (2005).

Desde então, as questões relacionadas com a acumulação de capacidades tecnológicas e as estratégias de aprendizagem subjacentes têm sido abordadas em duas correntes predominantes, agrupadas no que se poderia chamar de *Literatura sobre Empresas na Fronteira Tecnológica* e *Literatura sobre Empresas em Processo de Acumulação Tecnológica*, com abordagens e perspectivas conceituais e empíricas distintas, conforme se verifica nas Seções 2.2 e 2.3 a seguir.

## **2.2 LITERATURA SOBRE EMPRESAS NA FRONTEIRA TECNOLÓGICA**

A literatura sobre empresas na fronteira tecnológica é caracteriza pelo estudo do conhecimento, da capacidade específica e do aprendizado como fatores chaves para a sustentação, o aprofundamento e a renovação das capacidades tecnológicas essenciais à criação e à manutenção das competências que, em um contexto de mudança permanente, distinguem uma empresa e a permitem estabelecer vantagens competitivas sustentáveis (Dutrénit, 2006; Figueiredo, 2006c).

Esta corrente de estudos ganhou força a partir da metade da década de 1980, em consequência das pesquisas sobre o sucesso competitivo das empresas japonesas, quando os estudos industriais passaram a dar atenção às mudanças verificadas na organização da produção, tidas como importante fonte de vantagem competitiva (Imai, 1987; Womack et alii, 1990; Schroeder e Robinson, 1991, Bessant et alii, 1994; Bessant e Caffyn, 1997; Caffyn, 1997; Bessant, 1998; Collinson, 1999). Segundo Figueiredo (2003b), outro subconjunto de estudos procurava mostrar a importância, para o melhoramento das

atividades industriais, das práticas administrativas, da integração funcional, da cultura gerencial e das atividades intergrupais (Ettlie, 1988; Bessant, 1991). No entanto, tais estudos não examinaram a acumulação de capacidades ao longo do tempo e, nem tão pouco, a sua relação com as estratégias de aprendizagem.

Paralelamente, inicia-se um debate sobre o processo de implementação de novas tecnologias e seus impactos para as organizações usuárias. O enfoque da “adaptação mútua” (Leonard-Barton, 1988) concentrou-se nas mudanças verificadas tanto na tecnologia quanto na organização sem, contudo, abordar a questão da geração dos recursos necessários a estas mudanças. Voss (1988), a partir do estudo de tecnologias de processo (CAD/CAM, MRP e FMS), afirma que o processo de implementação pode definir o sucesso ou o fracasso da adoção destas tecnologias. Esta questão, que parece de fundamental importância para as empresas em processo de acumulação tecnológica, não foi abordada nos estudos da perspectiva da organização da produção (vide Seção 2.3.2).

A partir da abordagem baseada nos recursos específicos da firma (Penrose, 1959), diversos estudos publicados durante a década de 1990 ampliaram esta estrutura conceitual para as competências dinâmicas (Teece et alii, 1990) e estratégicas (Leonard-Barton, 1998), entendidas como fontes geradoras de vantagem competitiva (Hamel e Prahalad, 1994; Clark e Fujimoto, 1991; Iansiti e Clark, 1994; Pisano, 1997, *apud* Castro 2002), e que explicariam as diferenças de performance entre empresas e as trajetórias que as mesmas poderiam seguir (Pavitt, 1991). No entanto, estas perspectivas se limitam a mostrar como as empresas tornam-se competitivas através do fortalecimento de competências existentes, sem explorar como tais competências são criadas e ampliadas (Castro, 2002).

Alinhados, por exemplo, com Nelson (1991), que adota uma abordagem conceitual segundo a qual as competências dinâmicas de uma empresa são definidas principalmente por suas competências em pesquisa e desenvolvimento (P&D), alguns estudos associam a vantagem competitiva das empresas à capacitação tecnológica adquirida por meio destas competências e das atividades delas resultantes (por exemplo, Cohen e Levinthal, 1990; Mitchell e Hamilton, 1988; Miyazaki, 1993; Coombs, 1996). Segundo Figueiredo (2003b), outros estudos trataram do risco de se entender as atividades inovadoras como sendo restritas aos laboratórios de P&D, afirmando que tais atividades se tornaram uma incumbência de toda a empresa, envolvendo produção, comercialização, administração,



compras e outras funções (por exemplo, Bessant, 1997; Bessant e Caffyn, 1997; Tidd et alii, 1997).

No que diz respeito aos processos e práticas subjacentes à criação de capacidades tecnológicas nas empresas, a literatura sobre empresas na fronteira tecnológica focaliza, em particular, processos que visam à aquisição e à conversão de conhecimentos no nível organizacional. Neste sentido, Figueiredo (2003b) cita uma série de autores (Leonard-Barton, 1990, 1992b, 1995; Clark e Fujimoto, 1991; Garvin, 1993; Miyazaki, 1993; Iansiti e Clark, 1994; Nonaka e Takeuchi, 1995; Coombs, 1996; Huber, 1996a, 1996b; Iansiti e West, 1997; Leonard e Sensiper, 1998) que abordam:

- A importação e assimilação de saber externo a partir da utilização de meios como: concorrentes, fornecedores, clientes, vendedores, consultores, acordos ou contratos de transferência de tecnologia via empresas, laboratórios nacionais, palestras de especialistas, contratação de especialistas, re-incorporação de aposentados, “sentinelas” tecnológicas e indivíduos que sejam capazes de pesquisar, interpretar e disseminar conhecimentos externos na empresa, combater a mentalidade do “não se inventou aqui”.
- Os processos de aquisição interna de conhecimentos, com destaque para: a importância da P&D, atividades manufatureiras cotidianas ou a experimentação no nível da planta, grupos de implementação, resolução de problemas cotidianos.
- A conversão da aprendizagem individual em aprendizagem organizacional, a partir de: relatórios, rotatividade de pessoal, formação e treinamento, práticas de padronização, etc.
- A socialização do saber, a partir do compartilhamento de experiências, do treinamento no emprego, *brainstorming* e reuniões.
- Utilização de mecanismos de codificação do saber, tais como a padronização dos métodos de produção e a documentação sistemática.
- A importância da interação dos mecanismos de aprendizagem externa e interna.

- As práticas de integração do saber interno, focalizando atividades relacionadas à solução de problemas ou a integração de equipes para o desenvolvimento de produtos.

No entanto, segundo Figueiredo (2003b), a literatura sobre empresas na fronteira tecnológica, de um modo geral, não se preocupa em explicar como, com que rapidez e por que estas empresas desenvolveram e acumularam suas capacidades tecnológicas, oferecendo uma abordagem restrita de suas atividades tecnológicas. Em contrapartida, demonstra uma preocupação bastante significativa com as dimensões organizacionais e gerenciais da capacidade tecnológica destas empresas, em termos de melhorias de processos e produtos e da capacidade de introduzir inovações que lhes permitam criar e manter vantagens competitivas.

## **2.3 LITERATURA SOBRE EMPRESAS EM PROCESSO DE ACUMULAÇÃO TECNOLÓGICA**

A partir da segunda metade dos anos 1970 e da primeira dos anos 1980, um novo foco de pesquisas empíricas e teóricas sobre inovação e evolução das indústrias emergiu. A maioria destas pesquisas desenvolveu a mensagem original de Schumpeter sobre inovação, evolução das indústrias e transformações estruturais, em várias direções. Vários estudos de casos sobre inovação e evolução industrial foram desenvolvidos para vários segmentos. Um considerável progresso foi obtido sobre diversos aspectos (Malerba, 2006 *apud* Fonseca, 2008).

A Teoria Evolucionista, ou “neo-schumpeteriana”, contribuiu de forma significativa para este progresso. Preocupada em examinar o papel da mudança tecnológica no desenvolvimento industrial e econômico de países e empresas, seus desdobramentos propiciaram o desenvolvimento de abordagens mais dinâmicas, para as quais a performance econômica associa-se intimamente à capacitação tecnológica, fruto da coordenação de bases de conhecimentos acumulados nas dimensões tácita, de sistemas, de produtos/serviços e gerencial (Vedovello e Figueiredo, 2006).

No entanto, questões relacionadas às causas das assimetrias entre países desenvolvidos e em desenvolvimento permaneciam fundamentadas pela Teoria da Dependência, desenvolvida pelos trabalhos de Prebisch (1950) e Singer (1950). Prevalecia a idéia de que

embora tenha havido substancial crescimento na produção industrial, em função da política de substituição de importações, as atividades inovadoras eram discretas e representavam casos isolados (Bell, 2006).

Desafiando a Teoria da Dependência, a partir de 1975, Jorge Katz liderou, na América Latina, um programa cuja grande contribuição foi colocar o tempo como elemento central em uma análise fundamentalmente histórica. Abandonou-se, então, a perspectiva estática de escolha de um conjunto de técnicas, em detrimento de uma perspectiva dinâmica, onde a taxa de mudança de variáveis-chaves e o processo de construção – ou falha – das capacidades tecnológicas inovadoras são muito mais importantes do que o nível tecnológico em um dado momento (Bell, 2006; Figueiredo, 2007b).

Sob influência intelectual desta perspectiva dinâmica, emergiram várias correntes de pesquisa preocupadas em examinar as mudanças da capacidade tecnológica das empresas ao longo do tempo (Katz, 1976; Maxwell, 1981; Dahlman e Fonseca, 1978; e vários outros citados por Katz, 1987 *apud* Vedovello e Figueiredo, 2006) e os processos internos de aprendizado como responsáveis pela aquisição de capacidades tecnológicas (Dahlman e Westphal, 1982; Katz, 1986 e 1987; Lall, 1987; e outros citados por Vera-Cruz, 2000 *apud* Fonseca, 2008).

Entretanto, a maioria destes trabalhos é baseada em análises de dados agregados e, muito embora possam ter contribuído para o entendimento de alguns aspectos relacionados com as atividades inovadoras, a utilização deste tipo de dado não permite a real compreensão dos padrões de desenvolvimento das capacidades tecnológicas em regiões, setores e, principalmente, empresas, especialmente naquelas inseridas num contexto de acumulação tecnológica (Fonseca, 2008).

De um modo geral, além de estarem distantes dos principais centros tecnológicos e mercados consumidores, estas empresas não possuem sequer a capacidade tecnológica básica ou o conhecimento mínimo necessário ao início de suas operações (Hobday, 1995 *apud* Figueiredo, 2003b). Logo, para habilitarem-se a conduzir seus processos e atividades inovadoras de forma independente, tornando-se competitivas e viabilizando seu deslocamento para a fronteira tecnológica, precisam construir as suas próprias

competências, a partir do engajamento em um processo de acumulação de capacidades tecnológicas (Figueiredo, 2006a).

A literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica analisa exatamente esta construção e acumulação gradual de capacidades tecnológicas, a partir da aquisição de tecnologias e do engajamento em processos de aprendizagem tecnológica (Figueiredo, 2006b), conforme as diferentes perspectivas citadas a seguir.

### **2.3.1 PERSPECTIVA TÉCNICA**

Diversas siderúrgicas latino americanas tiveram que buscar alternativas para, com recursos próprios, expandirem sistematicamente a sua capacidade produtiva e melhorar sua performance, procurando alternativas de reação a fatores externos (excesso de demanda, carência de matéria-prima, ausência ou inconsistência de políticas governamentais, etc.) e internos (limitação de recursos financeiros, protelação de investimentos, obsolescência de equipamentos, etc.).

Alguns destes casos serviram de base para estudos sobre acumulação de capacidades tecnológicas, sob uma perspectiva técnica, avaliando o impacto desta capacidade na busca de tais expansões e melhorias. Dentre eles, cito: Maxwell (1981), num estudo sobre a trajetória do desenvolvimento tecnológico das duas usinas da companhia argentina Acindar, de 1943 a 1978; Dahlman e Fonseca (1978), que estudaram as Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais – Usiminas (Brasil), de 1956 a 1976; Pérez e Pérez y Peniche (1987), em um estudo de caso sobre o desenvolvimento tecnológico na Alto Hornos de Mexico S.A. – Ahmsa (México), de 1940 a 1977; Puerta (1979, apud Maxwell 1982), sobre a companhia colombiana Acerías Paz del Rio, de 1947 a 1956; Gianella (s.d., apud Maxwell, 1982), em seu estudo sobre a Siderúrgica de Chimbote, posteriormente Siderperu, de 1956 a 1967. Nestes casos, parece ter havido uma opção pela acumulação incremental de capacidade, ao invés de investir em novos equipamentos ou assistência técnica externa (Castro, 2002).

Todos esses estudos mostraram que os melhoramentos introduzidos nas usinas foram consequência de um intenso e criativo esforço inovador interno, de cuja intensidade se originavam os diferentes padrões de desempenho. Em contrapartida, alguns estudos apontam que a ausência de esforços no sentido de melhorar a performance através de

mudanças técnicas implicaram em resultados de desempenho operacional pobres, tal como o de empresas têxteis tanzanianas (Mlawa, 1996 apud Castro, 2002) e de uma usina de galvanização na Tailândia (Bell et alii, 1982 *apud* Figueiredo, 2003b).

Maxwell (1982) realiza uma análise comparativa sobre estudos de caso de usinas siderúrgicas latino-americanas. No entanto, seu trabalho ainda se ressentia de limitações devido às diferentes metodologias adotadas em cada estudo e à falta de um modelo para comparar as trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas e os processos de aprendizagem dessas empresas (Figueiredo, 2003b).

Bell (1984) analisa os mecanismos de aprendizagem subjacentes à acumulação de capacidade tecnológica nessas indústrias e em outras indústrias latino-americanas, estabelecendo distinção entre diversos tipos de aprendizagem, que poderiam ocorrer por intermédio da prática, da mudança, do *feedback* de desempenho, do treinamento, da pesquisa e da contratação.

O mérito desse conjunto de estudos é ter revelado a importância do engajamento da empresa no processo de geração de conhecimentos técnicos para a criação de competência tecnológica própria (Katz, 1987), no mínimo, como condição necessária para uma efetiva evolução técnica, sobretudo no longo prazo (Bell, 1984). Como limitações, pode-se citar o fato de adotarem uma perspectiva restrita da composição da capacidade tecnológica, de não fornecerem análises comparativas de suas trajetórias de acumulação e de se concentrarem apenas na aquisição de conhecimentos (Figueiredo, 2003b).

### **2.3.2 PERSPECTIVA DE ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO**

As décadas de 1960 e 1970 foram marcadas por um mercado em expansão, protegido e subsidiado, o que incentivava as empresas a serem relativamente ineficientes. Em consequência disto, o modo pelo qual algumas empresas organizavam seus sistemas de produção impedia seus trabalhadores de adquirirem maior qualificação (Fleury, 1985 apud Castro 2002).

A partir do final da década de 1980, como consequência da abertura do mercado e do final da política de substituição de importações, as indústrias situadas no contexto de economias em desenvolvimento, em particular da América Latina, começaram a enfrentar pressões

exercidas pela concorrência internacional, sendo levadas a uma profunda reestruturação industrial (Figueiredo, 2003b).

As mudanças na organização da produção, baseadas nesses novos conceitos, passaram então a ser estudadas como parte do processo de reestruturação (Humphrey, 1995) e em consequência do novo conjunto de estudos sobre empresas na fronteira tecnológica. Neste sentido, Figueiredo (2003b) cita estudos como Humphrey (1993, 1995), Kaplinsky (1994) e Bessant e Kaplinsky (1995) que, baseando-se nos princípios das técnicas do modelo japonês de organização da produção, como *Just in Time* (JIT), Controle da Qualidade Total (*Total Quality Control* – TQC), Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* – TQM) e Aprimoramento Contínuo (*Continuous Improvement* – CI), abordaram o contexto de suas práticas operacionais (produção puxada, rastreamento de falhas, sistema integrado de produção, controle estatístico de processo, redução de estoques, células de produção, círculos de controle de qualidade, etc.), gerenciais (sistema descentralizado de decisão, redução dos níveis hierárquicos, rotatividade de funções, trabalho em equipe, integração da produção com as funções da manutenção e controle da qualidade, etc.) e institucionais (critérios de remuneração e avaliação).

Outro subconjunto de estudos, também citados por Figueiredo (2003b), focalizou a adoção de sistemas como o JIT e o TQC/M e de técnicas como o Planejamento das Necessidades de Material (*Materials Requirement Planning* – PNM) em Sistemas de Desenho Computadorizado (*Computer Aided Design* – CAD) e de Manufatura Computadorizada (*Computer Aided Manufacturing* – CAM), abordando aspectos relacionados à dimensão organizacional (Hoffman, 1989) e social (Meyer-Stamer et alii, 1991), bem como às práticas organizacionais, tal como o *benchmarking* (Mody et alii, 1992).

O mérito deste conjunto de estudos reside no fato de terem examinado, no contexto de acumulação tecnológica, a difusão destas técnicas de organização da produção, a necessidade de uma adaptação dinâmica às circunstâncias locais e de uma integração com a gestão estratégica da empresa, bem como de terem inspirado pesquisas sobre as dimensões organizacionais da capacidade tecnológica e sobre os fatores que influenciam a implementação dessas técnicas.

No entanto, além de terem adotado uma perspectiva restrita da composição da capacidade tecnológica, mais relacionada com os recursos humanos (Tremblay, 1994), estes estudos trataram as práticas organizacionais como técnicas dadas, quase nunca se referindo a conhecimentos ou mecanismos de aprendizagem e não adotaram um enfoque de longo prazo que lhes permitisse uma avaliação do processo de implementação (nos termos de Leonard-Barton, 1988 e Voss, 1988) e se, de fato, a sua utilização foi bem ou mal sucedida (Castro, 2002; Figueiredo, 2003b).

### **2.3.3 UMA PERSPECTIVA MAIS AMPLA**

A partir do início dos anos 1990, a literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica adotou uma perspectiva mais ampla que a dos trabalhos realizados nas décadas de 1970 e 1980, dando maior atenção às dimensões organizacionais e gerenciais da capacidade tecnológica, aos mecanismos de aprendizagem, às características das empresas e às conseqüências para o desempenho.

A partir de análises comparativas feitas em empresas da indústria eletrônica tailandesa e da siderúrgica brasileira, respectivamente, Tiralap e Piccinini identificaram que as diferenças de performance verificadas entre elas eram originadas pela importância dada à mudança tecnológica por seus donos ou administradores, pelo entendimento ou não de que isto dependia das aptidões e conhecimentos dos empregados (Tiralap, 1990) e pela forma como estas empresas canalizavam e utilizavam os fluxos interativos de conhecimentos (Piccinini, 1993), em resumo, pela forma e pela intensidade com que investiam no aporte de conhecimentos voltados para o desenvolvimento tecnológico (Castro, 2002). No entanto, estes autores não pesquisaram a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica e a criação e o funcionamento dos processos e mecanismos que permitiram a acumulação destes conhecimentos ao longo do tempo (Figueiredo, 2003b).

Certas características da empresa que influenciam o seu comportamento em termos de acumulação de capacidades tecnológicas e, conseqüentemente, de melhoria de performance, foram objeto de análise em outro grupo de estudos que, segundo Castro (2002) e Figueiredo (2003b), abordou fatores como o papel da liderança corporativa na criação de capacidade tecnológica, a partir do compromisso com práticas de aquisição de saber (Girvan e Marcelle, 1990); controle acionário, orientação mercadológica, porte e tempo de existência (Mukdapitak, 1994); e programas de treinamento e aperfeiçoamento

técnico, esquemas cooperativos de aquisição de conhecimentos, cultura gerencial aberta ao saber externo, além de transferência de conhecimentos, aptidões, atitudes e métodos do pessoal estrangeiro para o pessoal local (Scott-Kemmis, 1988).

No que diz respeito às limitações destes estudos, em Girvan e Marcelle (1990) podemos destacar o fato de não terem considerado as possíveis influências negativas da liderança na criação de capacidade tecnológica e de não terem analisado a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica ou os processos de conversão do saber. No caso de Scott-Kemmis (1988), Tremblay (1994) sinaliza a ausência de uma análise sistemática das dimensões organizacionais e gerenciais da capacidade tecnológica das empresas estudadas, bem como de uma análise temporal das mudanças de performance.

Tentando superar tais limitações, Tremblay (1994), numa amostra de fábricas de papel indianas e canadenses, fez uma análise comparativa das dimensões organizacionais da capacidade tecnológica (motivação e compromisso com a mudança, liderança, relações cooperativas, processo de tomada de decisões, controle e canal de comunicação, fluxo de informações, interação/influência, tipo de hierarquia, folga organizacional e atitude gerencial), associadas ao desempenho ao longo do tempo (Figueiredo, 2003b). Mesmo tendo a limitação de não reconstituir a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica seguida por aquelas empresas, nem examinar os processos de aprendizagem que lhe são subjacentes (Figueiredo, 2003b), este estudo auxiliou no entendimento da necessidade de se tratar as atividades de acumulação de competência também no nível corporativo, e não apenas no nível individual (Castro, 2002).

Alguns estudos procuraram, ainda, avaliar e descrever a influência de outros fatores no desenvolvimento de capacidades tecnológicas, de um modo geral, sem preocupar em descrever as relações existentes entre aquelas trajetórias e os processos de aprendizagem que lhes são subjacentes.

Dentre estes estudos, Castro (2002) e Figueiredo (2003b) citam: Lall (1987), que avaliou a influência da política governamental num conjunto de indústrias indianas (cimento, aço, têxteis); Hobday (1995) que deu especial atenção aos mecanismos e esquemas organizacionais inter-empresariais (por exemplo, sub-contratação, *joint-ventures*, licenciamento, treinamento no exterior) utilizados por uma amostra de indústrias



eletrônicas do leste asiático; Hwang (1998), que examinou os diferentes aspectos do desenvolvimento da competência organizacional na indústria eletrônica coreana, mas não analisou os processos internos de aquisição e conversão de conhecimentos; Ariffin e Bell (1996) e Ariffin (2001), que estudaram os diferentes tipos de vinculação para troca de conhecimentos entre subsidiária e matriz.

Estes autores citam ainda: Kim (1995, 1997a), que prestou importante contribuição no que diz respeito a uma abordagem intra-empresarial mais aprofundada; Kim (1997b), que aborda a influência das condições externas, tal como a efetividade ou não de um sistema nacional de inovação; Dutrénit (2000), que contradiz Kim (1997b) ao reforçar a importância dos processos de aprendizagem intra-empresariais, destaca os entraves à criação de uma base cognitiva coerente, tais como a limitação de esforços de conversão do conhecimento, a baixa coordenação das diferentes estratégias de aprendizagem adotadas, a limitada integração do saber através das fronteiras organizacionais e a instabilidade do processo de geração de conhecimentos; e Ariffin (2001), que identificou o tempo e o nível de conhecimento necessários para acelerar a taxa de acumulação de capacidades tecnológicas por empresas em processo de acumulação tecnológica.

Por sua vez, Ferigotti e Figueiredo (2005) verificam a associação entre o aumento do número de diferentes processos e mecanismos de aquisição e conversão de conhecimentos e a taxa de acumulação de capacidades tecnológicas na subsidiária brasileira de uma empresa de eletrodomésticos; e Tacla e Figueiredo (2006), em um estudo realizado na filial brasileira de uma empresa escandinava de bens de capital, com especial atenção aos processos intra-empresariais de aprendizagem, verificaram uma correlação positiva entre o aumento e a coordenação sistemática dos processos de aquisição e conversão do conhecimento e a taxa de acumulação de capacidade tecnológica, sugerindo que uma maior variedade de mecanismos de aprendizagem contribuiu para o aumento da base potencial sobre a qual as interações entre processos e mecanismos de aprendizagem podem ocorrer (Figueiredo, 2007b).

No entanto, a maioria destes estudos se preocupa em descrever as taxas de acumulação de capacidades tecnológicas e não as relações entre estas trajetórias e os processos de aprendizagem que lhes são subjacentes (Figueiredo, 2003b).

Em resumo, esta dissertação examina, por meio de um estudo de caso individual e de um modelo analítico baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2003b), adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995), a contribuição do processo de adoção de técnicas de gestão para os processos de aprendizagem tecnológica e para a acumulação de capacidade tecnológica de uma empresa do setor siderúrgico brasileiro. Logo, considerando-se a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas como elemento central da análise, o fato de a empresa estar inserida no contexto de acumulação tecnológica e de atuar no setor de siderurgia, tomaremos por base a literatura anteriormente exposta para buscar dar respostas às seguintes questões:

- 1) Como e até que ponto a adoção e a implementação de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008, contribuiu com ou influenciou seu processo de aprendizagem tecnológica?
- 2) Como e até que ponto a adoção e a implementação destas técnicas de gestão contribuiu com ou influenciou, ao mesmo tempo, a acumulação de capacidades tecnológicas, para atividades de produção e de inovação, pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008?

Ao procurar dar respostas a estas questões, o presente trabalho pretende contribuir para o preenchimento de uma importante lacuna da *Literatura sobre Empresas em Processo de Acumulação Tecnológica*, na medida em que, adicionalmente aos estudos aqui citados, visa acrescentar evidências empíricas ao debate sobre a importância de uma perspectiva mais ampla das capacidades tecnológicas, mais especificamente no que tange à sua dimensão organizacional e as implicações decorrentes da adoção de técnicas de gestão.

### **CAPÍTULO 3:**

## **MODELO DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO**

---

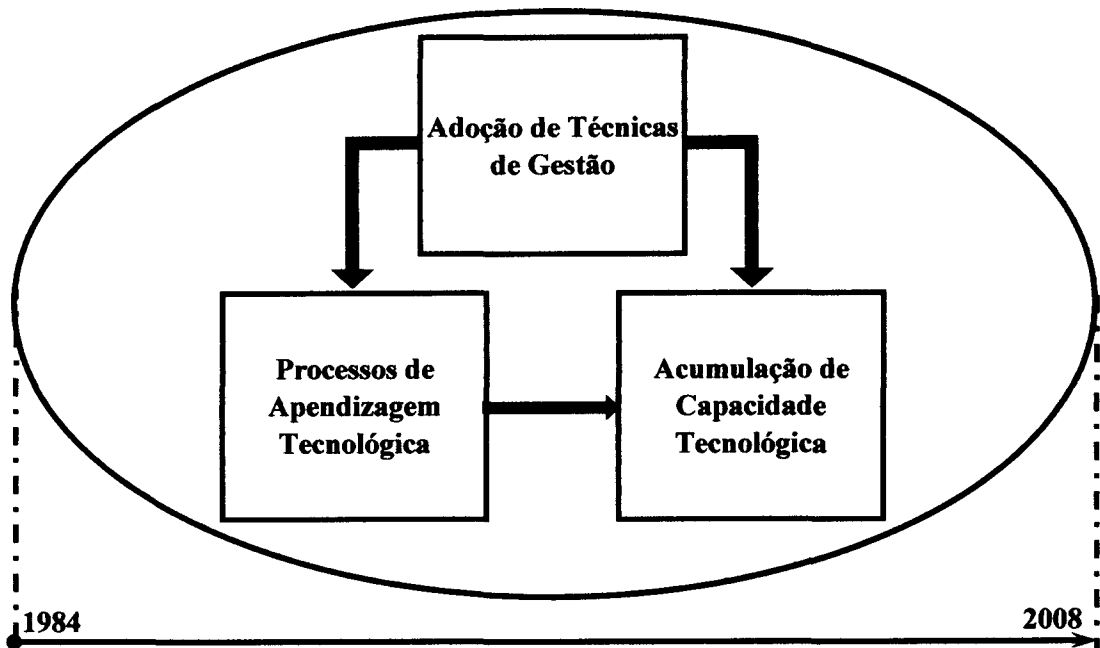
Neste capítulo serão apresentados os modelos analíticos à luz dos quais as evidências empíricas desta dissertação serão examinadas, bem como os principais conceitos utilizados ao longo da dissertação. Na Seção 3.1 será apresentado o modelo analítico utilizado para o exame das relações entre as variáveis do presente estudo: técnicas de gestão, processos e mecanismos de aprendizagem e capacidades tecnológicas. Nas Seções 3.2 e 3.3 são apresentados o conceito de capacidade tecnológica e o modelo para exame de seu processo de acumulação. A Seção 3.4 apresenta o conceito de aprendizagem tecnológica e o modelo de análise dos processos e mecanismos a partir dos quais ela acontece.

### **3.1 MODELO DE ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO**

Não obstante reconheça-se que diferentes fatores na empresa podem influenciar os processos de aprendizagem e, por sua vez, as trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas (Figueiredo, 2003b), esta dissertação tem por objetivo examinar como a aprendizagem tecnológica e a acumulação de capacidades tecnológicas foram influenciadas pela adoção de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008.

Tal relação, representada na Figura 3.1, constitui o modelo analítico deste estudo que, em essência, no âmbito de empresas em processo de acumulação tecnológica, tem o interesse de examinar *como e até que ponto* a adoção de técnicas de gestão contribui para os processos de aprendizagem e, ao mesmo tempo, *como e até que ponto* isto se refletiu no acúmulo de capacidades tecnológicas.

A avaliação das conseqüências da acumulação de capacidades tecnológicas para a performance técnico-econômica da empresa não compõem o escopo do presente estudo. No entanto, de uma maneira superficial e não sistemática, serão apresentados, ao longo do Capítulo 8, indicadores que dão conta de algumas das principais melhorias alcançadas nessa dimensão.

**Figura 3.1 – Modelo analítico da dissertação**

*Fonte:* Adaptado de Figueiredo (2003b)

Nas seções seguintes serão, então, apresentados em detalhes os conceitos e os modelos utilizados no presente estudo com vistas ao exame dos processos de aprendizagem e de acumulação de capacidades tecnológicas.

### **3.2 DEFINIÇÕES DOS COMPONENTES DO MODELO DE ANÁLISE**

Segundo Figueiredo (2003b), a definição de capacidade tecnológica é abordada na literatura sob diversas formas, principalmente no que diz respeito ao contexto de países em desenvolvimento, tais como: atividades inventivas (Katz, 1976), aptidões e conhecimentos (Bell, 1982; Scott-Kemmis, 1988), esforços tecnológicos internos (Lall (1982, 1987), domínio tecnológico (Dahlman e Westphal, 1982) e aptidão para usar efetivamente o conhecimento tecnológico (Westphal et alii, 1984). No entanto, está sempre associada aos esforços internos de adaptação e aperfeiçoamento de tecnologias importadas, ligados a aprimoramentos em termos de processos e organização da produção, produtos, equipamentos e projetos técnicos.

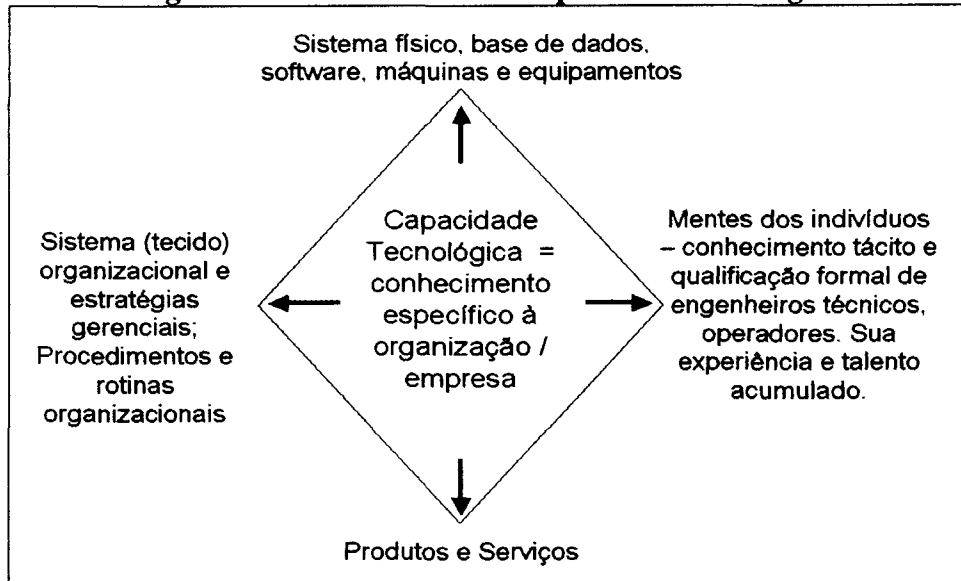
Tomando por base os conceitos acima, Bell e Pavitt (1993, 1995) formularam uma definição mais ampla, segundo a qual a capacidade tecnológica diz respeito ao conjunto de recursos que se acumulam e incorporam nos indivíduos (aptidões, conhecimentos e

experiência) e nos sistemas organizacionais e que são necessários para gerar e gerir a mudança tecnológica nos processos organizacionais e produtivos, nos produtos, nos equipamentos e na engenharia de projetos, com conseqüente impacto na performance técnico-econômica de empresas, setores, regiões e países.

O sentido deste conceito é suficientemente amplo para atender ao objetivo de descrever as trajetórias de acumulação de capacidade tecnológica, levando em conta tanto a sua dimensão técnica quanto organizacional. Além disto, está incorporado às características das empresas de países emergentes, já tendo sido, inclusive, utilizado em estudos anteriores, tais como Ariffin (2000) e Figueiredo (2003b). Por conta disto, o presente estudo o tomará por base.

Adicionalmente, conforme Lall (1992), Bell e Pavitt (1993 e 1995) e Figueiredo (2001), compartilho o entendimento de que as capacidades tecnológicas de uma empresa ou de um setor industrial estão acumuladas em pelo menos quatro dimensões, entre as quais existe uma relação inseparável, conforme descrito abaixo e representado na Figura 3.2.

- (a) Sistemas técnico-físicos – referem-se à maquinaria e equipamentos, sistemas baseados em tecnologia de informação, plantas de manufatura;
- (b) Pessoas – também chamada de capital humano, esta dimensão refere-se ao conhecimento tácito, às experiências, habilidades de gerentes, engenheiros, técnicos e operadores, que são adquiridos ao longo do tempo, mas também abrangem a sua qualificação formal;
- (c) Sistema (tecido) organizacional – também chamada de capital organizacional, refere-se ao conhecimento acumulado nas rotinas organizacionais e gerenciais das empresas, nos procedimentos, nas instruções, na documentação, nas técnicas de gestão, nos processos e fluxos de produção de produtos e serviços e nos modos de realizar certas atividades nas organizações; e
- (d) Produtos e serviços – refere-se à parte mais visível da capacidade tecnológica, refletindo conhecimento tácito das pessoas e da organização e dos seus sistemas físicos e organizacionais, ou seja, este componente contém os demais componentes.

**Figura 3.2 – Dimensões da capacidade tecnológica**

Fonte: Figueiredo (2005)

### 3.3 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

A literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica tem como ponto de partida a proposição de que o caminho que leva as empresas inseridas neste contexto a se deslocarem de sua infância para a maturidade industrial, tornando-se e mantendo-se aptas a competir no mercado mundial, passa pela acumulação de capacidade tecnológica (Bell et alii, 1984 apud Figueiredo, 2003b).

Enquanto em empresas na fronteira tecnológica as capacidades tecnológicas já foram adquiridas, as organizações posicionadas em países emergentes, como o Brasil, de um modo geral têm o desafio de construí-las e acumulá-las para alcançar estes concorrentes, devendo para tal engajar-se em um processo de aprendizagem tecnológica (Figueiredo, 2006).

Para avaliar os níveis de acumulação destas capacidades tecnológicas por parte das empresas, existem diversos indicadores e modelos, desde os convencionais indicadores de P&D e de patentes, até modelos mais compreensivos, que permitem uma desagregação das capacidades tecnológicas por níveis de capacidades e por funções tecnológicas.

### **3.3.1 INDICADORES CONVENCIONAIS – POR QUE NÃO UTILIZÁ-LOS APENAS?**

Segundo Figueiredo (2004, apud Andrade, 2007), os indicadores relativos à P&D e patentes têm sido extensivamente usados para medir a capacidade tecnológica de empresas, setores industriais e países. Isso normalmente envolve a avaliação de capacidades tecnológicas através de pessoal alocado em laboratórios de P&D, gastos em P&D e da quantidade de patentes registradas nos Estados Unidos como parâmetro para inovações internacionalmente reconhecidas.

Há uma vasta literatura internacional concernente ao contexto de empresas e países tecnologicamente avançados que mede capacidade tecnológica de firmas, indústrias e países, à base, por exemplo, de gastos em P&D (Mansfield et al., 1979), qualificações formais de indivíduos (Pack, 1987; Jacobsson e Oskarsson, 1995), investimentos em pessoal alocado em laboratórios de P&D (Wortman, 1990) e estatísticas de patentes (Patel, 1995). Adicionalmente, o Manual de Oslo (OECD, 1997) que, embora tenha avançado em relação ao padrão de medida anterior definido pelo Manual Frascati, adota como critério-chave a medição de atividades tecnológicas por meio de estatísticas de P&D (Andrade, 2007).

Ainda segundo Figueiredo (2004), estudos baseados nestas métricas tradicionais são meritórios ao apresentarem uma perspectiva agregada das atividades tecnológicas em empresas. Vários deles têm suas raízes na literatura internacional sobre fatores determinantes das atividades inovadoras no âmbito de empresas (por exemplo, Cohen e Levinthal, 1989 e 1990; Kumar e Siddharthan, 1997). Porém, como argumentado em Lall (1992), Bell e Pavitt (1993, 1995), Dutrénit (2000), Ariffin (2000) e Figueiredo (2001, 2003a, 2003b), há situações em que algumas dessas medidas têm suas próprias limitações e são menos relevantes pelas seguintes razões:

- (i) indicadores relativos às atividades de P&D e de patentes são relevantes em setores industriais de países desenvolvidos (Estados Unidos, Japão, Alemanha, entre outros), onde alguns setores possuem níveis avançados de P&D e produção intensa de patentes. A aplicação desses indicadores para empresas em economias emergentes que, em geral, não possuem níveis sofisticados de capacidade tecnológica inovadora para conduzir atividades de P&D e gerar patentes não apresenta nenhuma relevância;

- (ii) a utilização de estatísticas de patentes internacionais, particularmente patentes nos Estados Unidos, geralmente aceitas como uma medida superior de capacidade tecnológica, é limitante e tendenciosa para empresas e economias emergentes que não exportem para os Estados Unidos;
- (iii) laboratórios de P&D formais são raros em empresas que operam em economias emergentes, como por exemplo, na América Latina, Ásia, África do Sul ou alguns países do Leste Europeu. Entretanto, atividades tecnológicas inovadoras e complexas são conduzidas através dos departamentos de engenharia, de qualidade e de manutenção, os quais detém grande parte das capacidades tecnológicas inovadoras das empresas;
- (iv) outro problema com os estudos baseados em estatísticas de indicadores convencionais é que eles examinam a capacidade tecnológica em um ponto no tempo (*snap-shot studies*). Essa abordagem estática não permite esclarecer como empresas desenvolveram progressivamente níveis mais profundos de capacidade tecnológica;
- (v) os altos níveis de agregação normalmente empregados nos estudos convencionais podem esconder as realidades das capacidades de inovação de setores industriais específicos (Metcalf, 2005).

### **3.3.2 MODELO DESCRITIVO DA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

Segundo Figueiredo (2004), além das limitações assinaladas na seção anterior, os indicadores convencionais tendem a negligenciar as atividades de imitação, cópia, adaptação, experimentação, adoção de novos produtos e processos e novos arranjos organizacionais que são parte do processo inovador (Dosi, 1988; Lall, 1992).

Estas atividades são essenciais para o entendimento do processo de desenvolvimento tecnológico em economias em desenvolvimento (Bell e Pavitt, 1993, 1995; Dutrénit, 2000; Ariffin, 2000; Figueiredo, 2001). Ou seja, há diversos graus de inovação – de básica à complexa – que não são captados pelos estudos à base de indicadores convencionais. Além



disso, é fundamental examinar os diferentes estágios percorridos pelas empresas, para entender a dinâmica da inovação nas empresas e nos setores industriais.

O modelo utilizado nessa dissertação foi adaptado de Figueiredo (2003b), o qual tomou como base o modelo proposto por Bell e Pavitt (1995) que, por sua vez, o adaptaram de Lall (1992). Foi empiricamente adaptado para auxiliar a explicação de diferenças entre empresas de aço em termos da maneira e taxa (velocidade) de acumulação de capacidade tecnológica. Em outras palavras, o modelo proposto permite identificar e medir a acumulação de capacidade tecnológica baseado em atividades que a empresa é capaz de fazer ao longo do tempo. Além disso, é possível também fazer a distinção entre as capacidades de produção, ou seja, as capacidades para usar ou operar certa tecnologia, e capacidades inovadoras, isto é, capacidade de adaptar ou desenvolver novos processos de produção, produtos, equipamentos e tecnologias.

Assim, a estrutura proposta por Bell e Pavitt é particularmente própria para descrever a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas de firmas em processo de acumulação tecnológica, pois permite identificar detalhadamente os níveis ou graus (linhas da estrutura matricial) de capacidade tecnológica para suas diferentes funções (colunas da estrutura matricial), conforme visto em Ariffin (2000) e Figueiredo (2001). Ou seja, esta estrutura proporciona a base para a descrição da trajetória de desenvolvimento tecnológico a partir dos níveis de rotina básica, até os níveis inovadores, com diferentes graus de complexidade e escopo para as várias funções tecnológicas.

Esse modelo permite ainda examinar a velocidade ou taxa de acumulação, isto é, o número de anos que uma empresa ou setor industrial leva para alcançar certo nível de capacidade para funções tecnológicas específicas. Também é possível identificar quanto tempo certa empresa ou conjunto de empresas permaneceu estacionada em certo nível de capacidade tecnológica.

A identificação e o exame da progressão através dos diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico são fundamentais para entender-se a dinâmica industrial de economias e regiões em desenvolvimento (Katz, 1987; Lall, 1992; Bell e Pavitt, 1993, 1995). Exemplos de medições de velocidade de acumulação de capacidade tecnológica

aparecem em Figueiredo (2001, 2002, 2003a), enquanto que um método e sua aplicação empírica sistemática na indústria eletroeletrônica são desenvolvidos em Ariffin (2000).

Portanto, o modelo utilizado nesta dissertação para mensurar as capacidades tecnológicas da empresa objeto do presente estudo baseia-se nas estruturas utilizadas por Figueiredo (2002, 2003b) e Tacla e Figueiredo (2006), conforme apresentado na Tabela 3.1 a seguir, dispondo as funções tecnológicas (*Engenharia de Projetos; Processos e organização da produção; Produtos e Equipamentos*) em colunas e os níveis de capacidade tecnológica (*Operacional Básico, Intermediário e Avançado; Inovativo Básico, Intermediário e Avançado; e Fronteira Tecnológica*) nas linhas.

Além disso, nos termos de Bell e Pavitt (1995), adaptado de Lall (1992), estes níveis são ainda desagregados em capacidades tecnológicas de produção e inovadoras em cada uma das diferentes funções tecnológicas. Segundo Figueiredo (2003b), as capacidades de produção dizem respeito às aptidões necessárias para *usar* a tecnologia, os conhecimentos e os mecanismos organizacionais, e as capacidades inovadoras dizem respeito às aptidões necessárias para *modificar* tecnologias, os conhecimentos, a experiência e os mecanismos organizacionais.

Em cada uma das células, originadas a partir da interseção entre as funções tecnológicas e os níveis de complexidade, são descritas as atividades tipicamente exercidas por empresas do setor, que se enquadram neste nível. Além disso, necessário se faz esclarecer que o seqüenciamento didático dos níveis de capacidade tecnológica no modelo não pode ser entendido como uma proposição de linearidade da trajetória de acumulação. Por exemplo, empresas podem adquirir capacidades do nível 4, sem ter necessariamente que passar pelo nível 3, como destacam Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000) e Figueiredo (2003b).

Este modelo foi escolhido por já ter sido utilizado com sucesso por outros pesquisadores para traçar trajetórias de acumulação de competência tecnológica (por exemplo, Lall, 1987; Ariffin e Bell, 1996 *apud* Figueiredo 2003b), inclusive em companhias siderúrgicas brasileiras (Figueiredo, 2003b), dispensando, inclusive, a necessidade de adaptações.

**Tabela 3.1 – Capacidades tecnológicas em empresas siderúrgicas em países emergentes: modelo ilustrativo**

Níveis de Capacidade Tecnológica	Funções tecnológicas e atividades afins			
	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
<b>Capacidade Tecnológica Inovadora: capacidade para gerar inovação no nível da fronteira tecnológica</b>				
<b>(7) Fronteira Tecnológica</b>	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 primeira classe. Desenho e desenvolvimento de novos processos via <i>E</i> e P&D.	Desenho e desenvolvimento de aços novos de primeira classe. Desenho de produto original via <i>E</i> e P&D.	Desenho e produção de equipamento de primeira classe. P&D para novos equipamentos e componentes.
<b>(6) Inovativo Avançado</b>	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 processos.	Integração de sistemas operacionais automatizados com sistemas de controle organizacionais (ERP). Inovação de processos com base em pesquisa e engenharia. Certificação para desenvolvimento de produto e gestão por processo (ex. SGI).	Agregar valor a aços desenvolvidos internamente. Desenho e desenvolvimento de aços não-originais ultracomplexos e de alto valor (por exemplo, placas com ultra-alto/baixo teor de carbono, revestidas ou sanduíches). Participar de projetos de desenho e desenvolvimento de produtos empreendidos por usuários. Sistemas complexos de distribuição <i>JIT</i> .	<i>E</i> contínua, básica e detalhada de equipamentos e produção de todas as usinas e instalações ou componentes para outras indústrias. Assistência técnica contínua (por exemplo, para reforma do <i>AF</i> ) a outras companhias.
<b>(5) Inovativo Intermediário</b>	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. Commissionamento, partida e treinamento sob assistência (parcial) externa.	Aprimoramento contínuo de processos. Projetar modelos de sistemas dinâmicos automatizados. Integração de controle automatizado de processos e <i>PCP</i> . “Expansão da capacidade” rotinizada. Sistemas logísticos para entrega <i>JIT</i> .	Aprimoramento contínuo das especificações próprias. Desenho não original, desenvolvimento, produção e comercialização de aços complexos e de alto valor, sem assistência técnica. Certificado de desenvolvimento de produtos (ISO 9001). Participação em projetos mundiais (por exemplo, Ulsab).	<i>E</i> contínua, básica e detalhada de equipamentos e produção de instalações individuais. Manutenção preventiva.
<b>(4) Inovativo Básico</b>	Engenharia de detalhamento de instalações (mecânica, elétrica, civil, etc.). Expansões tecnicamente assistidas. Estudos de viabilidade para novas unidades e para desgargalamento 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.	“Expansão da capacidade” sistemática. Manipular parâmetros básicos dos processos (por exemplo, redução). Novas técnicas organizacionais (por exemplo, <i>CGQT</i> , <i>ZD</i> , <i>JIT</i> ).	Aprimoramento sistemático das especificações dadas. “Engenharia reversa” sistemática. Projetar e desenvolver aços não-originais com assistência técnica. Desenvolver especificações próprias. Licenciar tecnologia de novos produtos.	Reforma de equipamento pesado ( <i>AF</i> ) sem assistência técnica. <i>E</i> reversa detalhada e básica. Produção de equipamento pesado.
<b>Capacidade Tecnológica de Produção: capacidade para usar tecnologias e sistemas de produção existentes</b>				
<b>(3) Operacional Avançado</b>	Estudos de viabilidade para expansões tecnicamente assistidos. Engenharia para sistemas auxiliares de tecnologia simples. Elaboração de especificações para aquisição de equipamentos padronizados.	Adaptações secundárias e intermitentes nos processos, desestrangulamento e “expansão da capacidade”. Estudos sistemáticos de novos sistemas de controle de processos.	Adaptações secundárias nas especificações dadas. Criar padrões próprios para os aços: dimensões, formato, qualidade da superfície e propriedades mecânicas. Estudos sistemáticos das características dos novos aços.	Adaptações secundárias nos equipamentos para ajustá-los à organização da produção local de matérias-primas. Manutenção própria.
<b>(2) Operacional Intermediário</b>	Serviços rotineiros de engenharia na planta existente. Engenharia de detalhamento de sistemas mecânicos simples. Dimensionamento e seleção de equipamentos auxiliares. Commissionamento e partida com assistência técnica.	Estabilidade do <i>AF</i> e da aciaria. Maior coordenação da planta. Certificado de <i>CQ</i> para processos rotineiros (ISO 9002, QS 9000).	Aprimorar a replicação de aços seguindo especificações dadas ou próprias. Certificado internacional de <i>CQ</i> para produtos rotineiros (ISO 9002, QS 9000).	Fabricação e substituição rotineiras de componentes (por exemplo, cilindros) com certificação internacional (ISO 9002).
<b>(1) Operacional Básico</b>	Engenharia conceitual e básica adquirida de fontes externas. Engenharia de detalhamento para instalação de equipamentos isolados e máquinas simples.	Coordenação da produção rotineira em toda a planta. Absorver a capacidade projetada da planta. <i>PCP</i> e <i>CQ</i> básicos.	Replicar aços seguindo especificações aceitas. <i>CQ</i> rotineiro. Suprir mercados exportadores.	Substituição rotineira de componentes. Participar nas instalações e testes de desempenho.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2002, 2003b), Tacla e Figueiredo (2006), Fonseca (2008) e Amann e Figueiredo (2009).

Notas: *AF* = alto-forno; *E* = engenharia; *JIT* = *Just in time*; *PCP* = planejamento e controle da produção; *CQ* = controle da qualidade; *CGQT* = controle e gestão da qualidade total; *Ulsab* = ultra light steel auto body; *ZD* = zero defeito; *ERP* = *enterprise resource planning*; *SGI* = sistema de gestão integrada (ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, SA 8800, MEG/FNQ)

### 3.4 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA SUBJACENTES

Quando se avalia a forma pela qual as empresas adquirem e desenvolvem suas capacidades tecnológicas, em um contexto de acumulação tecnológica, normalmente predomina o emprego de duas teorias de análise:

- *Teoria da Acumulação*, que enfatiza a oferta de investimentos em capital físico e capital humano como suficientes, uma vez que as empresas otimizarão tais recursos a partir do acesso simétrico à informação e ao conhecimento (Chenery *et alii*, 1986 *apud* Figueiredo, 2006a);
- *Teoria da Assimilação* que, apesar de reconhecer a importância destes investimentos, enfatiza o papel da acumulação de conhecimento, via processos de aprendizagem, para a implementação de estratégias de inovação voltadas para a aceleração do crescimento (Dosi, 1988; Lall, 1990, 1992; Nelson, 1992; Bell e Pavitt, 1993, 1995, *apud* Figueiredo, 2006a).

Considerando a robustez analítica e empírica da *Teoria da Assimilação* (Figueiredo, 2006a), a utilizaremos no presente estudo, tendo como ponto de partida o conceito de aprendizagem tecnológica como dizendo respeito aos vários *processos* pelos quais as pessoas e, por meio delas, as organizações adquirem aptidões e conhecimentos técnicos (Bell, 1984). Ou seja, os processos pelos quais a aprendizagem individual (conhecimentos tácitos) se converte em aprendizagem organizacional e que permitem à empresa acumular capacidade tecnológica ao longo do tempo e transformá-la em sistemas físicos, processos de produção, procedimentos, rotinas, produtos e serviços (Figueiredo 2003b).

Portanto, a aprendizagem tecnológica deve ser compreendida como o processo que capacita uma empresa a acumular suas próprias capacidades tecnológicas, que serão responsáveis pelo aprimoramento de seu desempenho técnico e econômico, bem como pela acumulação de suas capacidades inovadoras, permitindo que estas empresas se tornem competitivas e possam transpor o *gap* existente entre elas e aquelas situadas na fronteira tecnológica (Andrade, 2007).

### 3.4.1 MODELO ANALÍTICO E DESCRITIVO

O modelo analítico adotado para descrever os processos de aprendizagem utilizados pela empresa objeto do presente estudo será o desenvolvido por Figueiredo (2003b) que, combinando as perspectivas da aprendizagem organizacional e da empresa geradora de saber e tomando por base os conceitos de mecanismos de aprendizagem (Garvin, 1993) e de atividades geradoras de saber (Leonard-Barton, 1995) e dois componentes do modelo desenvolvido por Nonaka e Takeuchi (1997), desagrega a aprendizagem organizacional em processos de aquisição e conversão do saber. Os primeiros são ainda desagregados em processos externos e internos de aquisição do saber, e os segundos em processos de socialização e codificação do saber.

As definições teóricas e operacionais apresentadas por Figueiredo (2003b), Miranda (2004) e Castro (2002), são as listadas abaixo e na Tabela 3.2 a seguir.

- i. **Processos de aquisição de conhecimentos externos:** são os processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimentos tácitos ou codificados vindos de fontes externas à empresa. Podem ser enquadrados nesta categoria: consultoria, assistência técnica, transferência de conhecimento (de clientes, fornecedores, parceiros ou outras empresas), projetos compartilhados, parcerias com instituições de ensino e pesquisa, cursos e treinamentos externos, contratação de profissionais recém formados ou especialistas ou experientes, dentre outros.
- ii. **Processos de aquisição de conhecimentos internos:** são os processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimentos tácitos exercendo diferentes atividades na empresa. Dentre outras, podemos citar: processos de *learning by doing*, resolução de problemas do dia-a-dia, melhoria contínua em processos, treinamentos, atividades de P&D, experimentações e prototipagens.
- iii. **Processos de socialização de conhecimentos:** são os processos pelos quais os indivíduos compartilham seu saber tácito (modelos mentais e aptidões técnicas) com os demais indivíduos da empresa. Segundo Qualquer mecanismo, formal ou informal, que permita a interação entre as pessoas de uma organização e a transferência de conhecimentos pode ser considerado como sendo de socialização do saber. Por exemplo: reuniões de grupos de trabalho, solução compartilhada de



problemas, rodízio de funções, observação de atividades, de técnicas informais compartilhadas, *on the job training* e *coaching*.

- iv. **Processos de codificação de conhecimentos:** são os processos pelos quais o saber tácito individual ou parte dele é transformado em conhecimento explícito. Dentre outros exemplos, podemos citar: práticas de padronização; documentação de técnicas, processos, procedimentos e problemas solucionados; elaboração e utilização de manuais; *softwares*, palestras e seminários internos.

Os processos de socialização e de codificação de conhecimentos são cruciais para a conversão da aprendizagem individual em aprendizagem organizacional (Figueiredo, 2003b), sendo a codificação uma etapa fundamental para a disseminação e a solidificação do saber dentro da empresa (Miranda, 2004).

Figueiredo (2003b), argumenta ainda que os processos de aprendizagem devem ser analisados também em função de suas principais características, que foram definidas a partir da literatura sobre empresas em processo de acumulação tecnológica e da literatura de empresas na fronteira tecnológica como sendo:

- i. **Variedade:** está relacionada à diversidade de tipos distintos de mecanismos que se verifica em cada um dos processos de aquisição (interna e externa) e de conversão (socialização e codificação) do saber. Quanto maior a variedade de mecanismos utilizados pela empresa, maior a garantia de que não só os indivíduos adquiram um nível adequado de conhecimentos, mas também de que estes sejam incorporados no plano organizacional.
- ii. **Intensidade:** diz respeito à frequência de criação, utilização e aperfeiçoamento dos processos de aprendizagem ao longo do tempo. Quanto maior a intensidade de utilização de um mecanismo de aprendizagem, maior o volume de conhecimento que se adquire através dele. Além disto, processos de aprendizagem utilizados esporadicamente provavelmente não levarão a uma efetiva aquisição de conhecimentos nem à sua incorporação no plano organizacional.

- iii. **Funcionamento:** é o modo como os processos de aprendizagem operam ao longo do tempo. Dado que diversidade (variedade) e frequência (intensidade), por si só, não garantem que os processos de aquisição e conversão do saber gerem os resultados esperados, esta variável busca avaliar a eficácia com que são organizados e operacionalizados os mecanismos de aprendizagem, o que é fundamental para a criação de competências pelas empresas.
- iv. **Interação:** trata do modo como os diferentes processos de aprendizagem se influenciam mutuamente. Quanto maior o nível de interação dentro e entre os diversos processos de aquisição e conversão do saber, melhor a capacidade de criação de competências por parte das empresas.

Segundo Figueiredo (2004), com base nestas quatro características, diferentes processos de aprendizagem podem gerar na empresa sistemas de aprendizagem eficazes ou ineficazes, com conseqüências práticas, positivas ou negativas, para a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica e, logo, para o índice de melhoramento do desempenho operacional ao longo do tempo. Nesse sentido, a maneira e a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas estão fortemente associadas à gestão de vários mecanismos de aprendizagem nas empresas ao longo do tempo.

No entanto, falta nas empresas uma organização para integrar esses elementos e transformar o conhecimento tácito em novos produtos e práticas de produção, fazendo com que, a despeito da presença de máquinas avançadas e de engenheiros e técnicos altamente qualificados, muitas empresas não consigam obter inovação em produtos e serviços e nem melhorar seu desempenho técnico (Figueiredo, 2005).

O que vemos acontecer com maior frequência é, na realidade, a adoção de perspectivas limitadas de capacidades tecnológicas, com uma valorização concentrada no sistema físico e do capital humano, por exemplo, em detrimento do sistema (tecido) organizacional (capital organizacional).

E, segundo Figueiredo (2005), a adoção de perspectivas limitadas de capacidades tecnológicas (como sistema físico ou capital humano) pode ter implicações negativas para a implementação de estratégias de inovação industrial, uma vez que, ao enfocarem apenas

os elementos mais visíveis das capacidades tecnológicas (oferta de capital e de sistemas físicos), sem considerar o desenvolvimento do capital organizacional, empresas e países podem ser conduzidos a resultados insignificantes em termos de inovação e produtividade.

Isso parece refletir, de um lado, uma percepção limitada sobre o que vem a ser capacidade tecnológica e, de outro, a ausência ou inadequação de esforços para aprimorar o tecido organizacional e gerencial no qual as capacidades tecnológicas da empresa são acumuladas (Figueiredo, 2005).

É neste ponto que o presente estudo pretende se posicionar, buscando examinar o papel de questões relacionadas à dimensão organizacional na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas de uma empresa do setor siderúrgico brasileiro, avaliando, mais especificamente, como e até que ponto a adoção de técnicas de gestão pelas empresas pode, ou não, influenciar o seu processo de aprendizagem tecnológica e a sua trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.



**Tabela 3.2 – Principais características dos processos de aprendizagem em empresas em países emergentes: modelo ilustrativo**

<b>Processos de Aprendizagem</b>	<b>Variedade Ausente-Presente (limitada-razoável-ampla)</b>	<b>Intensidade Esporádica-intermitente-contínua</b>	<b>Funcionamento Deficiente-razoável-bom-excelente</b>	<b>Interação Deficiente-razoável-forte</b>
Aquisição de saber externo	Ausência/presença de processos para adquirir saber no país ou no exterior (p. ex., importação de saber externo, treinamento no exterior). Variedade ampla pode trazer diferentes saberes para a empresa.	O modo como a empresa utiliza tais processos pode ser contínuo (p. ex., treinamento anual no exterior para engenheiros e operadores), intermitente ou mesmo esporádico (suspendendo-se o treinamento no exterior).	O modo como um processo é criado (p.ex., critérios para treinar indivíduos no exterior) e o modo como ele funciona ao longo do tempo podem aumentar ou diminuir a variedade e a intensidade. Sequência: “aprender antes de fazer”.	O modo como um processo influencia outros processos de aquisição de saber externo ou interno (treinamento no exterior, “aprendizagem através da prática”) ou outros processos de conversão do saber.
Aquisição de saber interno	Ausência/presença de processos para adquirir saber exercendo atividades internas (p. ex., “extensão da capacidade”, experimentação na planta). Podem ser atividades operacionais rotineiras ou inovadoras (p.ex., desenvolvimento de produtos).	O modo como a empresa utiliza os diferentes processos de aquisição de saber interno pode influenciar a compreensão que os indivíduos venham a ter dos princípios inerentes à tecnologia.	O modo como um processo é criado (p. ex., centros de pesquisa) e o modo como ele funciona ao longo do tempo afetam a variedade e a intensidade. Sequência: “aprender antes de fazer”.	A aquisição de saber interno pode ser induzida pelo processo de aquisição de saber externo (p.ex., melhoramentos na planta induzidos pelo treinamento no exterior). Isso pode desencadear processos de conversão do saber.
Socialização do Saber	Ausência/presença de diferentes processos pelos quais os indivíduos compartilham seu saber tácito (p. ex., reuniões, solução conjunta de problemas, <i>OJT</i> ).	O modo como os processos (p.ex., <i>OJT</i> supervisionado) continuam ao longo dos anos. A intensidade contínua da socialização do saber pode levar à codificação do saber.	O modo como são criados os mecanismos de socialização do saber (p. ex., treinamento interno) e o modo como eles funcionam ao longo do tempo afetam a variedade e a intensidade do processo de conversão do saber.	Reunir diferentes saberes tácitos num sistema viável (p.ex., vinculando saberes). A socialização pode ser influenciada pelos processos de aquisição de saber externo ou interno.
Codificação do saber	Ausência/presença de diferentes processos e mecanismos para codificar o saber tácito (p. ex., documentação sistemática, seminários internos, etc.).	O modo como os processos (p.ex., padronização das operações) são repetidamente executados. Codificação ausente ou intermitente pode limitar a aprendizagem organizacional.	O modo como é criada a codificação do saber e o modo como ela funciona ao longo do tempo afetam todo o processo de conversão do saber, bem como sua variedade e intensidade.	O modo como a codificação do saber é influenciada pelos processos de aquisição do saber (p.ex., treinamento no exterior) ou por outros processos de socialização do saber (p.ex., formação de equipes).

Fonte: Figueiredo (2003b)

## **CAPÍTULO 4:**

### **DESENHO E MÉTODOS DA PESQUISA**

---

O propósito deste capítulo é apresentar os principais elementos do desenho e da estratégia de pesquisa, bem como os métodos utilizados nesta dissertação. A Seção 4.1 apresenta os elementos chaves do desenho da dissertação, tais como as questões, a estratégia e os métodos de pesquisa e os critérios de seleção da empresa. Na Seção 4.2 serão apresentados as fontes e as técnicas utilizadas no processo de coleta de dados. Por fim, na Seção 4.3 serão discutidos os procedimentos de análise das evidências empíricas.

## **4.1 ELEMENTOS-CHAVES DO DESENHO DA DISSERTAÇÃO**

### **4.1.1 QUESTÕES DE PESQUISA**

Esta dissertação busca examinar as seguintes questões:

- 1) Como e até que ponto a adoção e a implementação de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008, contribuiu com ou influenciou seu processo de aprendizagem tecnológica?
- 2) Como e até que ponto a adoção e a implementação destas técnicas de gestão contribuiu com ou influenciou, ao mesmo tempo, a acumulação de capacidades tecnológicas, para atividades de produção e de inovação, pela empresa estudada, no período examinado (1984 a 2008)?

### **4.1.2 ESCOLHA DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA**

Para analisar a relação entre estas variáveis, é necessária uma estratégia 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 e que, associadas a dados quantitativos, permitam o estabelecimento ou o reforço da relação causal entre as variáveis de interesse. Tais condicionantes nos conduzem à escolha da estratégia do *estudo de caso*, segundo a tipologia adotada por Yin (2005).

A metodologia do estudo de caso 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).

#### **4.1.3 COMBINAÇÕES DE CRITÉRIOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS**

Esta dissertação, embora basicamente qualitativa, envolve também dados quantitativos. Na verdade, a escolha dos métodos quantitativos e qualitativos não poder ser encarada como reciprocamente excludente. Podem-se colher no mesmo estudo tanto informações qualitativas quanto quantitativas (Patton, 1990). O método qualitativo permitirá abordar as questões relativas ao percurso tecnológico e aos processos de aprendizagem através da história da empresa e o método quantitativo tornará mais consistente o diagnóstico dessas questões.

#### **4.1.4 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DA EMPRESA**

A compreensão de um fenômeno crítico pode estar amarrada a uma boa seleção dos casos (Patton, 1990; Yin, 2005). Diferentemente da amostragem probabilística, a lógica e a eficácia da amostragem intencional são selecionar casos ricos em dados para um estudo detalhado (Patton, 1990). “Os casos ricos em informação são aqueles com que podemos aprender bastante a respeito das questões que mais interessam aos propósitos da pesquisa” (Patton, 1990:69).

Por conta disto, dentre as opções disponíveis, foi então selecionada a ArcelorMittal Brasil – Unidade Juiz de Fora (AMBJF), fundamentalmente pela constatação de que era possível abordar os mecanismos de aprendizagem e identificar a trajetória tecnológica desde o início das suas operações fabris no Brasil até os dias atuais; e por sua relevância frente ao tema no período de análise estudado (Patton, 1990 *apud* Tacla e Figueiredo, 2006).

### **4.2 COLETA DE DADOS**

Este estudo se baseia principalmente em evidências empíricas colhidas em diferentes áreas e seções da empresa, tendo sido as fontes de informação condicionadas pela metodologia da pesquisa. Assim, desde logo se descartou a coleta de dados baseada somente em



questionários fechados, por não ser este instrumento apropriado ao tipo de informação necessário ao esclarecimento das questões levantadas pela pesquisa.

As informações e dados foram coletados de fonte primária, mais especificamente funcionários ativos de diversos níveis funcionais, documentos e instalações da empresa, a partir de técnicas variadas, tais como: pesquisa documental; entrevistas semi-estruturadas ou informais, individuais ou coletivas; e observações diretas no local. A Tabela 4.1 apresenta o detalhamento técnicas utilizadas para cada uma das fontes de dados.

**Tabela 4.1 – Fontes de informações e evidências e técnicas utilizadas**

Fonte	Técnicas utilizadas	Detalhes
Funcionários	Entrevistas formais	Envolvem encontros planejados com determinados profissionais, em suas respectivas áreas, com ou sem a participação de responsáveis por acompanhar os pesquisadores durante a visita.
	Entrevistas informais	Envolvem encontros não planejados com indivíduos (encontros fortuitos), com ou sem a participação de responsáveis por acompanhar os pesquisadores durante a visita.
Instalações	Visitas às áreas	Envolvem visitas realizadas às áreas administrativas, técnicas e de produção, com ou sem a participação de responsáveis por acompanhar os pesquisadores durante a visita, com vistas a esclarecer dúvidas, aprofundar entendimentos e a obter evidências dos relatos e das informações obtidas durante as entrevistas.
Documentos	Análise documental	Este material foi concentrado na forma de relatórios técnicos setoriais; apresentações (internas e externas); jornais internos; relatórios, vídeos, cd-rom's e sites institucionais; publicações externas sobre a empresa, também com vistas a esclarecer dúvidas, aprofundar entendimentos e a obter evidências dos relatos e das informações obtidas durante as entrevistas.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2006) e Andrade (2007)

A pesquisa de campo foi conduzida de forma interativa, por meio de entrevistas entre o pesquisador e os pesquisados, bem como de visitas às áreas administrativas, técnicas e de produção. Essas entrevistas e visitas visavam a identificar e conhecer melhor as técnicas de gestão adotadas e os mecanismos de aquisição e conversão do conhecimento utilizados pela empresa, bem como identificar evidências relativas à acumulação de capacidade tecnológica.

O questionário usado nas entrevistas foi aberto, não estruturado, pois esse formato permite uma maior liberdade entre entrevistador e entrevistado, além de permitir o tratamento das informações obtidas, que podem ser agrupadas em classes, tabuladas e analisadas estatisticamente, quando necessário.

Foram realizadas entrevistas com gerentes, especialistas, analistas e técnicos da empresa. Cada entrevista teve duração de aproximadamente uma hora e trinta minutos. Durante as entrevistas, as declarações foram simultaneamente transcritas com o auxílio de um microcomputador portátil, sendo criado um arquivo de registro para cada entrevista. A Tabela 4.2 apresenta um resumo quantitativo das entrevistas por nível funcional.

**Tabela 4.2 – Número de entrevistados por nível funcional**

Nível Funcional	Número de entrevistados
Gerentes	2
Especialistas/Analistas/Engenheiros	11
Técnicos	2

*Fonte:* Derivado da pesquisa de campo

Durante as entrevistas, para ilustrar as explicações, por vezes foram esboçados organogramas, estruturas e quadros explicativos, bem como foram exibidos gráficos, diagramas e apresentações que, quando autorizado, foram coletados. Após o término de cada entrevista, foram acrescentados às transcrições observações e comentários que não puderam ser anotados durante a entrevista.

Além do material coletado durante as entrevistas, a análise documental se baseou em diversos tipos de documentos internos, tais como: relatórios anuais, boletins, jornais, publicações institucionais histórico-comemorativas, publicações técnicas, normas e padrões, planos, programas, projetos, organogramas e informações oriundas de sistemas e planilhas de controle. Por fim, algumas informações foram também buscadas em publicações externas referentes à empresa, cujas matérias, de alguma forma, estavam relacionadas ao objeto da pesquisa.

Do material selecionado, foram extraídas informações quantitativas e qualitativas referentes a cada item pertinente à pesquisa, tendo como principais objetivos esclarecer dúvidas, aprofundar entendimentos e obter evidências dos relatos e das informações obtidas durante as entrevistas e, portanto, ajudar a estabelecer correlações entre as variáveis estudadas – adoção de técnicas de gestão, processos de aprendizagem tecnológica e acumulação de capacidade tecnológica.

### 4.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

A estrutura analítica do presente trabalho se baseia nas pesquisas realizadas por Figueiredo (2003b), que considera a construção de capacidades tecnológicas como uma variável dependente dos processos de aprendizagem adotados pelas empresas. Segundo ele, as empresas podem se desenvolver desde o nível mais elementar de capacitação tecnológica, quando possuem habilidades suficientes apenas para operar equipamentos, até os níveis mais avançados, estando habilitadas a mudar tecnologias e inovar. Adicionalmente, os processos de aprendizagem desempenham um papel fundamental, pois através deles as empresas podem acelerar a taxa de assimilação de conhecimentos necessários ao seu desenvolvimento tecnológico.

Para a identificação dos níveis de capacidade tecnológica acumulados pela empresa ao longo do tempo, foi utilizada a matriz de capacidades tecnológicas desenvolvida por Figueiredo (2003b:40) para as funções *engenharia de projetos, processos e organização da produção, produtos e equipamentos* (Tabela 3.1). Nesta matriz foram identificados os diferentes níveis tecnológicos que a empresa pode se encontrar, que varia desde o *Operacional Básico* até a *Fronteira Tecnológica*. Através dela tem-se uma referência das capacidades que a empresa acumulou e pode acumular durante sua trajetória tecnológica.

Para explicar a evolução observada em cada estágio da trajetória da empresa, foi utilizado o modelo ilustrativo de classificação dos processos e mecanismos de aprendizagem de Figueiredo (2003b:47). Este modelo (Tabela 3.2) permite identificar os processos e mecanismos de aquisição (externa e interna) e de conversão (socialização e codificação) de saber empregados na construção de capacidades tecnológicas.

Para cada um dos processos e mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa, foram analisadas também as suas *características-chave*, isto é, a variedade, a intensidade, o funcionamento e a interação com que estes mecanismos são conduzidos (Figueiredo (2001), conforme descrito na Seção 3.4.1.

A integração dos resultados observados quanto à evolução na variedade, na intensidade, no funcionamento e na interação dos processos de aprendizagem permite explicar como foram acumuladas as capacidades tecnológicas necessárias à geração de atividades inovadoras ao

longo do tempo e, conseqüentemente, a taxa com a qual estas capacidades foram desenvolvidas. Através desta estrutura analítica pode-se fazer comparações com diferentes unidades da mesma indústria, ou avaliar a empresa no tempo (objetivo deste trabalho), e verificar se a estratégia adotada no período considerado ajudou a criar e sustentar competências, ou se as mesmas foram, na verdade, enfraquecidas.

Para a construção da tabela de processos de aprendizagem foi realizado um levantamento de todas as atividades de aquisição e conversão de conhecimento utilizadas pela empresa. Algumas das atividades são formais, como os treinamentos externos, as assistências técnicas, etc., outras informais, que acontecem no dia-a-dia e fazem parte das rotinas organizacionais (Nelson e Winter, 1982), tais como experimentações, interações entre os funcionários e com clientes e fornecedores, entre outras.

#### **4.3.1 ÍNDICE AGREGADO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA**

De modo similar aos estudos desenvolvidos por Andrade (2007) e Fonseca (2008), adotou-se a elaboração de um índice agregado de capacidade tecnológica, com o objetivo de constituir uma perspectiva quantitativa dos níveis de capacidade tecnológica para a empresa pesquisada. Os índices representam uma importância relativa de cada função tecnológica, servindo de sugestão para aplicações futuras em estudos similares, tanto em termos de modelo teórico quanto de setor de atividade. Seguem os mesmos princípios das métricas representadas na Tabela 3.1, apresentando uma equivalência direta entre os índices de capacidade tecnológica, por função e agregado, e os respectivos níveis do modelo analítico.

Levando-se em conta os critérios adotados na criação dos índices para cada função, atribuiu-se, dentro de uma escala de 0 a 1, o peso 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 primeiros agrupamentos e leva em consideração o suporte dado pelas duas últimas às duas primeiras.

Para a obtenção do Nível Agregado de Capacidade Tecnológica, fez-se o somatório da multiplicação dos pesos acima citados pelo respectivo nível de capacidade tecnológica em cada função, num dado momento. Em outras palavras, num dado ano, o nível de



capacidade tecnológica (1 a 7) de cada função tecnológica foi multiplicado pelos seus respectivos índices e a soma destas quatro multiplicações atribuída ao Nível Agregado de Capacidade Tecnológica.

A Tabela 4.3 apresenta os índices correspondentes às capacidades tecnológicas por função tecnológica para a empresa em estudo, bem como o Nível Agregado de Capacidade Tecnológica resultante.

**Tabela 4.3 – Índices de capacidade tecnológica, por função e agregado**



Nível de Capacidade Tecnológica	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Nível Agregado de Capacidade Tecnológica
7	1,40	2,10	2,10	1,40	$1,4 + 2,1 + 2,1 + 0,8 = 7,00$
6	1,20	1,80	1,80	1,20	$1,2 + 1,8 + 1,8 + 0,8 = 6,00$
5	1,00	1,50	1,50	1,00	$1,0 + 1,5 + 1,5 + 1,0 = 5,00$
4	0,80	1,20	1,20	0,80	$0,8 + 1,2 + 1,2 + 0,8 = 4,00$
3	0,60	0,90	0,90	0,60	$0,6 + 0,9 + 0,9 + 0,6 = 3,00$
2	0,40	0,60	0,60	0,40	$0,4 + 0,6 + 0,6 + 0,4 = 2,00$
1	0,20	0,30	0,30	0,20	$0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,2 = 1,00$


Fonte: Adaptado de Andrade (2007) e Fonseca (2008), elaborado com base em Dutrénit (2002)

Nota: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

Em função de as empresas, muitas vezes, não conseguirem desenvolver todas as atividades tecnológicas equivalentes a cada um dos sete níveis de capacidade descritos na Tabela 3.1 para uma ou mais funções tecnológicas, foram também determinados níveis intermediários, com vistas a um maior refinamento acerca dos níveis de capacidade tecnológica alcançados pela AMBJF ao longo do período de análise. O procedimento de cálculo do nível agregado de capacidade tecnológica para estes casos foi o mesmo relatado anteriormente, ajustando-se apenas o nível de capacidade tecnológica daquela função na qual a empresa não tenha conseguido desempenhar adequadamente todas as atividades tecnológicas. Nestes casos, o nível de capacidade tecnológica atribuído àquela função foi o resultante da média aritmética simples entre o nível imediatamente anterior e o nível incompleto, gerando níveis intermediários de capacidade tecnológica, que variam de 0,5 a 6,5, conforme Tabela 4.4, numa escala diretamente equivalente à Tabela 3.1.



Tabela 4.4 – Níveis intermediários de capacidade tecnológica




Níveis de Capacidade Tecnológica	Níveis Intermediários de Capacidade Tecnológica
7	6,5
6	5,5
5	4,5
4	3,5
3	2,5
2	1,5
1	0,5

Fonte: Elaboração própria

Ao combinarmos as Tabelas 4.3 e 4.4, temos então os índices correspondentes às capacidades tecnológicas por função tecnológica, bem como o nível agregado de capacidade tecnológica resultante, tanto para os casos em que um determinado nível de capacidade tecnológica em uma dada função tenha sido atingido de maneira incompleta quanto completa, conforme Tabela 4.5 abaixo.

Tabela 4.5 – Índices de capacidade tecnológica construídos para análise da trajetória da AMBJF no período de 1984 a 2008



Nível de Capacidade Tecnológica		Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Nível Agregado de Capacidade Tecnológica
7	Completo	1,40	2,10	2,10	1,40	6,0
	Incompleto	1,30	1,95	1,95	1,30	5,5
6	Completo	1,20	1,80	1,80	1,20	6,0
	Incompleto	1,10	1,65	1,65	1,10	5,5
5	Completo	1,00	1,50	1,50	1,00	5,0
	Incompleto	0,90	1,35	1,35	0,90	4,5
4	Completo	0,80	1,20	1,20	0,80	4,0
	Incompleto	0,70	1,05	1,05	0,70	3,5
3	Completo	0,60	0,90	0,90	0,60	3,0
	Incompleto	0,50	0,75	0,75	0,50	2,5
2	Completo	0,40	0,60	0,60	0,40	2,0
	Incompleto	0,30	0,45	0,45	0,30	1,5
1	Completo	0,20	0,30	0,30	0,20	1,0

Fonte: Adaptado de Fonseca (2008)

Nota: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

Tomando-se por base estes critérios, o nível agregado de capacidade tecnológica atingido pela AMBJF, em 1998, por exemplo, foi calculado conforme se verifica na Tabela 4.6.

**Tabela 4.6 – Cálculo do índice agregado de capacidade tecnológica em 1998**

<b>Função Tecnológica</b>	<b>Níveis de Capacidade Tecnológica</b>	<b>Índices de Capacidade Tecnológica por Função (Base = Tabelas 4.3 e 4.4)</b>
<b>Engenharia de Projetos</b>	<b>4</b>	$4,0 \times 0,20 = 0,80$
<b>Processos e Organização da Produção</b>	<b>5</b>	$5,0 \times 0,30 = 1,50$
<b>Produtos</b>	<b>5,5</b>	$5,5 \times 0,30 = 1,65$
<b>Equipamentos</b>	<b>4,5</b>	$4,5 \times 0,20 = 0,90$
<b>Nível Agregado de Capacidade Tecnológica em 1998</b>		<b>4,85</b> ( $0,80 + 1,50 + 1,65 + 0,90$ )

*Fonte:* Adaptado de Andrade (2007) e Fonseca (2008), com base nos dados empíricos

Com base nos critérios acima, e baseado na trajetória do nível de capacidade tecnológica da AMBJF para cada uma das funções tecnológicas da Tabela 3.1, é possível construir a trajetória do nível agregado de capacidade tecnológica e proceder, em cada período e independentemente, a uma comparação com os níveis atingidos por cada função tecnológica. Com isso, é possível observar qual função obteve maior (ou menor) avanço em relação ao nível agregado e em que período de tempo isto ocorreu.

O exame destas trajetórias permite um melhor entendimento do processo de acumulação de capacidades tecnológicas 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 desta análise serão apresentados no Capítulo 8.

## **CAPÍTULO 5:**

### **CONTEXTO EMPÍRICO DA DISSERTAÇÃO**

---

Este capítulo tem o propósito de apresentar brevemente o contexto empírico no qual esta dissertação foi realizada, com ênfase para os aspectos relativos à evolução da Indústria Siderúrgica, em âmbito nacional, sob a ótica da inovação, objetivando evidenciar a sua importância para o desenvolvimento de empresas, setores e países. A Seção 5.1 apresenta informações sobre o processo e as classificações da indústria siderúrgica, no que diz respeito à composição e as etapas de produção, à classificação das usinas quanto ao processo produtivo e à classificação e ao uso dos produtos. A Seção 5.2 apresenta um breve histórico da siderurgia no Brasil, desde o seu surgimento até os dias atuais. E, por fim, a Seção 5.3 faz um breve relato dos principais marcos da história da empresa, desde a sua constituição até os dias atuais.

#### **5.1 O PROCESSO SIDERÚRGICO E SUAS CLASSIFICAÇÕES<sup>3</sup>**

Quando o homem conseguiu a quantidade necessária de calor para fundir o minério de ferro, encerrou a Idade do Bronze e deu início à Idade do Ferro. O fator custo teve importante papel nesta mudança.

A fronteira entre o ferro e o aço foi definida na Revolução Industrial, com a invenção de fornos que permitiam não só corrigir as impurezas do ferro, como adicionar-lhes propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do seu baixo custo o aço passou a representar cerca de 90% de todos os metais consumidos pela civilização industrial.

---

<sup>3</sup> Elaborado a partir de informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

### ***Composição e etapas do processo de produção***

Basicamente, o aço é uma liga de ferro e carbono. O ferro é encontrado em toda crosta terrestre, fortemente associado ao oxigênio e à sílica. O minério de ferro é um óxido de ferro, misturado com areia fina.

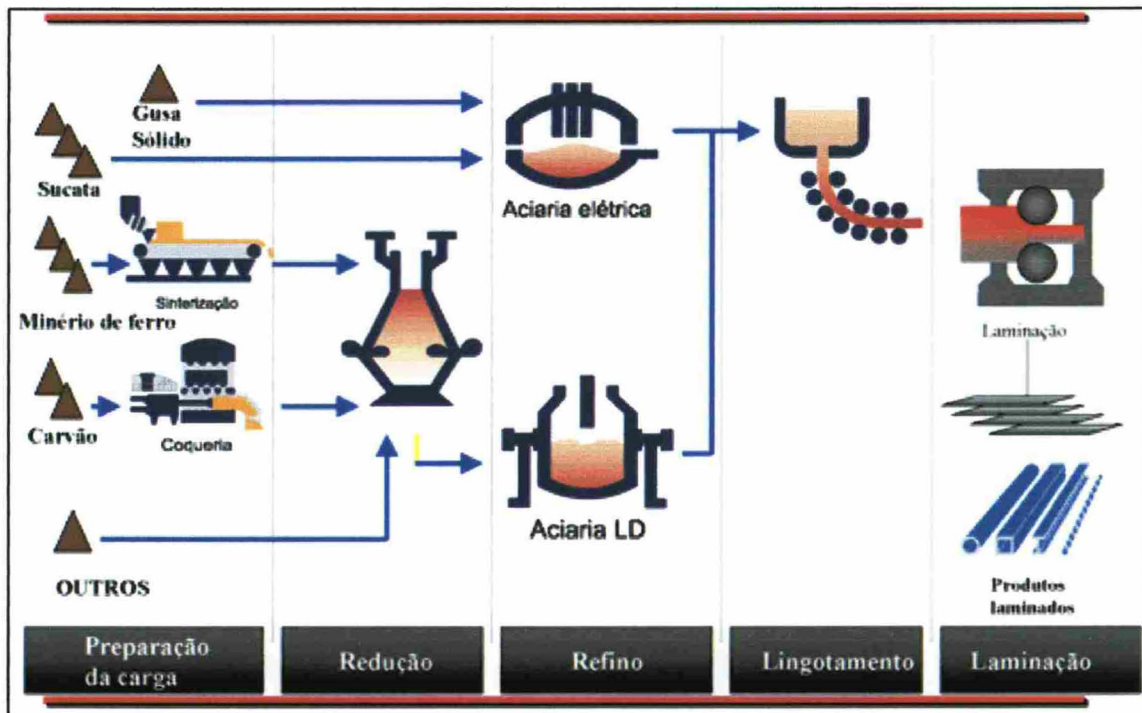
O carbono é também relativamente abundante na natureza e pode ser encontrado sob diversas formas. Na siderurgia, usa-se carvão mineral, e em alguns casos, o carvão vegetal, exercendo um duplo papel na fabricação do aço: como combustível, permite alcançar altas temperaturas (cerca de 1.500° Celsius) necessárias à fusão do minério e, como redutor, associa-se ao oxigênio que se desprende do minério com a alta temperatura, deixando livre o ferro.

O aço é produzido, basicamente, a partir de minério de ferro, carvão e cal e sua fabricação pode ser dividida em cinco etapas, descritas a seguir e ilustradas na Figura 5.1:

- **Preparação da carga:** antes de serem levados ao alto-forno, o minério e o carvão são previamente preparados para melhoria do rendimento e economia do processo. O minério é transformado em pelotas e o carvão é destilado, para obtenção do coque, dele se obtendo ainda subprodutos carboquímicos.
- **Redução:** o processo de remoção do oxigênio do ferro para ligar-se ao carbono chama-se redução e ocorre dentro de um equipamento chamado alto-forno. No processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Impurezas como calcário, sílica etc. formam a escória, que hoje é utilizada como matéria-prima para a fabricação de cimento.
- **Refino:** nesta etapa, o ferro gusa líquido ou sólido e sucata de ferro e aço são levados para a aciaria, em fornos a oxigênio ou elétricos, para serem transformados em aço fundido, mediante queima de impurezas e adições.
- **Lingotamento:** a maior parte do aço líquido é solidificada em lingotes ou em equipamentos de lingotamento contínuo para produzir semi-acabados, lingotes e blocos.

- **Laminação:** os semi-acabados, lingotes e blocos, são processados por equipamentos chamados laminadores e transformados em uma grande variedade de produtos siderúrgicos cuja nomenclatura depende de sua forma ou composição química, tais como: chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras, etc.

**Figura 5.1 – Fluxo simplificado do processo de produção siderúrgico**



Fonte: Site do Instituto Brasileiro de Siderurgia

### ***Classificação das usinas quanto ao processo produtivo***

As usinas de aço, segundo o seu processo produtivo, classificam-se em:

- **Integradas** - que operam as três fases básicas: redução, refino e laminação;
- **Semi-integradas** - que operam duas fases: refino e laminação. Estas usinas partem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica adquiridas de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação;
- **Não-integradas** - que operam apenas uma fase do processo: redução ou laminação. No primeiro caso estão os produtores de ferro gusa, os chamados guseiros, que têm como característica comum o emprego de carvão vegetal em altos-fornos para redução do minério. No segundo, estão os relaminadores, geralmente de placas e



tarugos, adquiridos de usinas integradas ou semi-integradas e os que relaminam material sucataado.

No mercado produtor operam ainda unidades de pequeno porte que se dedicam exclusivamente a produzir aço para fundições.

### ***Classificação e uso dos produtos siderúrgicos***

Os produtos siderúrgicos são classificados em função do tipo de aço utilizado no processo de fabricação e segundo a sua forma geométrica.

Segundo o tipo de aço utilizado, poder ser assim classificados em:

- **Aços carbono:** são aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas.
- **Aços ligados/especiais:** são aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas. Estes podem ser subdivididos em: a) aços construção mecânica, que são aços ao carbono e de baixa liga para forjaria, rolamentos, molas, eixos, peças usinadas, etc. e b) aços ferramenta, que são aços de alto carbono ou de alta liga, destinados à fabricação de ferramentas e matrizes, para trabalho a quente e a frio, inclusive aços rápidos.

Segundo a sua forma geométrica, os produtos siderúrgicos são classificados nos termos listados abaixo, classificação esta também utilizada para as usinas, conforme a preponderância destes tipos de produtos em suas linhas de produção.

- **Semi-acabados:** produtos oriundos de processo de lingotamento contínuo ou de laminação de desbaste, destinados a posterior processamento de laminação ou forjamento a quente, tais como placas, blocos e tarugos.
- **Produtos planos:** produtos siderúrgicos, resultado de processo de laminação, cuja largura é extremamente superior a espessura, e que são comercializados na forma de chapas e bobinas de aços carbono e especiais.

- **Produtos longos:** produtos siderúrgicos, resultantes de processo de laminação, cujas seções transversais têm formato poligonal e seu comprimento é extremamente superior à maior dimensão da seção, sendo ofertados em aço carbono e em aços especiais. Nesta categoria temos produtos como: perfis, barras, tubos, fio-máquina, vergalhões e trefilados.

Em função da infinidade de produtos ofertados pela indústria siderúrgica, ela acaba se fazendo presente direta e indiretamente em nosso dia-a-dia, oferecendo-nos soluções para diversos tipos de aplicações, tais como: utilidades domésticas, transporte, construção civil, embalagens e recipientes, energia, agricultura, bens de capital, dentre outras.

## 5.2 A SIDERURGIA NO BRASIL

### *O surgimento da siderurgia no Brasil*

Quando as terras brasileiras foram descobertas, as práticas mercantilistas imperavam na Europa. Os portugueses chegaram ao Brasil com a esperança da extração de metais como ouro, prata e bronze. No entanto, nenhum tipo de metal, nem mesmo ferro, foi encontrado em um primeiro momento. Os poucos ferreiros que vieram para o Brasil utilizavam o ferro originário da Europa para produzir os instrumentos usados na lavoura.

Em 1554, o padre jesuíta José de Anchieta relatou, em um informe ao rei de Portugal, a existência de depósitos de prata e minério de ferro no interior da capitania de São Vicente, atual estado de São Paulo.

Quem primeiro trabalhou na redução desse minério de ferro foi Afonso Sardinha. Em 1587, ele descobriu magnetita na atual região de Sorocaba, no interior de São Paulo, e iniciou a produção de ferro a partir da redução do minério. É a primeira fábrica de ferro que se tem notícia no Brasil.

Em 1590, ano em que Sardinha instalava a primeira fábrica de ferro, circulou a notícia oficial da descoberta de ouro em terras de São Paulo. Em 1597, Portugal enviou alguns mineiros para coletarem três tipos de metal que já se sabia existir no Brasil: ferro, ouro e prata. A partir dessa ordem, foi autorizada a construção de duas pequenas forjas nos

arredores de Ipanema, na região de Sorocaba, mantidas em atividade com sucesso razoável até 1629, quando foram definitivamente encerradas.

Após essa data, a siderurgia brasileira entrou em um período de estagnação e apenas no começo do século XIX essas forjas foram reativadas dando início oficialmente às atividades siderúrgicas no Brasil.

### ***O desenvolvimento a partir da descoberta do ouro***

Foi a descoberta de ouro no atual estado de Minas Gerais que desencadeou um novo estímulo à siderurgia. Fundições foram abertas para a construção de implementos de ferro utilizados no trabalho das minas.

Contudo, as mesmas práticas mercantilistas que impulsionaram a descoberta de metais em nossas terras fizeram com que a construção de uma indústria siderúrgica brasileira fosse reprimida. A colônia deveria ser explorada ao máximo e comercializar apenas ouro e produtos agrícolas. Portugal chegou a proibir a construção de novas fundições e ordenou a destruição das existentes.

Até que a corte portuguesa se estabelecesse definitivamente na colônia, a siderurgia brasileira ainda era composta, basicamente, por pequenas forjas rústicas com precários conjuntos de fornalhas, bigornas e foles que, mesmo sofrendo pressões e proibições constantes, sempre se mantiveram ativas. A agricultura, que havia sido o principal sustentáculo da economia do Brasil por mais de duzentos anos, voltava a assumir a importância de antes, assim que o período áureo da exploração de jazidas entrou em declínio.

A situação mudou com a ascensão de Dom João VI ao trono de Portugal. Em 1795, foi autorizada a construção de novas fundições. Em 1808, a família real portuguesa desembarcou fugitiva no Rio de Janeiro, temendo o avanço das tropas napoleônicas às terras lusitanas. Diversas indústrias siderúrgicas foram construídas a partir desse período.

Em 1815, ficou pronta a usina do Morro do Pilar, em Minas Gerais. Em 1815, a fábrica de Ipanema, nos arredores de Sorocaba, começa a produzir ferro forjado. Outras indústrias



foram abertas em Congonhas do Campo, Caeté e São Miguel de Piracicaba, todas em Minas Gerais.

Após esse início de século XIX promissor, houve um declínio na produção de ferro. A competição com os produtos importados da Inglaterra era desigual e travava o desenvolvimento da siderurgia brasileira. Além disso, havia escassez de mão-de-obra, já que a maioria dos trabalhadores era sugada pela lavoura do açúcar e, mais tarde, do café.

Mesmo assim, um marco importante para o posterior progresso da siderurgia brasileira data desse período: a fundação, em 1876, da Escola de Minas de Ouro Preto, que formaria importantes engenheiros de minas, metalurgistas e geólogos.

### ***Avanços decorrentes do surto de industrialização do início do século XX***

As primeiras décadas do século XX foram de avanços para a siderurgia brasileira, impulsionados pelo surto industrial verificado entre 1917 e 1930. O mais importante foi a criação na cidade de Sabará (MG), da Companhia Siderúrgica Mineira. Em 1921, a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira (CSBM) foi criada como resultado da associação da Companhia Siderúrgica Mineira com o consórcio industrial belgo-luxemburguês Acières Réunies de Bubach-Eich-dudelange (Arbed) que, em 1922, associou-se a capitais belgas e se transformou na Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira.

Os governos brasileiros dos primeiros 30 anos do século XX, mais preocupados com o café, davam pouca atenção ao crescimento da indústria nacional. A siderurgia era exceção: decretos governamentais concederam às empresas de ferro e aço diversos benefícios fiscais. Na ocasião, a produção brasileira era de apenas 36 mil toneladas anuais de gusa.

A década de 30 registrou um grande aumento na produção siderúrgica nacional, principalmente incentivada pelo crescimento da Belgo-Mineira que, em 1937, inaugurava a usina de Monlevade, com capacidade inicial de 50 mil toneladas anuais de lingotes de aço. Ainda em 1937, são constituídas a companhia siderúrgica de Barra Mansa e a Companhia Metalúrgica de Barbará. Apesar disso, o Brasil continuava muito dependente de aços importados.

### *A expansão da Era Vargas*

O cenário de permanente dependência brasileira de produtos siderúrgicos importados começou a mudar nos anos 40, com a ascensão de Getúlio Vargas à presidência do Brasil. Era uma das suas metas fazer com que a indústria de base brasileira crescesse e se nacionalizasse.

Um dos grandes exemplos desse esforço foi a inauguração, em 1946, no município de Volta Redonda (RJ), da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) que começou a produzir, então, coque metalúrgico. No mesmo ano, foram ativados os altos-fornos e a aciaria. As laminações entraram em atividade em 1948 e marcaram o início da autonomia brasileira na produção de ferro e aço. Erguida com financiamentos americanos e fundos do Governo, a gigante estatal do setor nascia para preencher um vazio econômico.

O ano de 1950, quando a usina já funcionava com todas as suas linhas, pode ser tomado como marco de um novo ciclo de crescimento da siderurgia brasileira. A produção nacional de aço bruto alcançava 788 mil toneladas e tinha início uma fase de crescimento continuado da produção de aço no País. Dez anos depois, a produção triplicava e passados mais dez anos, em 1970, eram entregues ao mercado 5,5 milhões de toneladas.

Na década de 70, o governo federal considerava extremamente prioritário o crescimento do setor siderúrgico, conforme se pode depreender dos dois Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND). O I PND (1972-4), e o II PND (1975-9) direcionavam às siderúrgicas e metalúrgicas 35% dos investimentos programados para o setor industrial.

A oferta estimulou a expansão da economia, que passou a fazer novas e crescentes exigências às usinas. Outra consequência foi o acentuado aumento das importações de aço. Foi este cenário que deu origem, em 1971, ao Plano Siderúrgico Nacional (PSN), com o objetivo de iniciar novo ciclo de expansão e quadruplicar a produção. Caberia responsabilidade maior por esta meta às empresas estatais, que então respondiam por cerca de 70% da produção nacional e detinha exclusividade nos produtos planos. Parte da produção era para ser exportada.

Em 1973, foi inaugurada, no país, a primeira usina integrada produtora de aço que utiliza o processo de redução direta de minérios de ferro a base de gás natural, a Usina Siderúrgica

da Bahia (Usiba). No mesmo ano foi criada a Siderurgia Brasileira S.A (Siderbrás). Dez anos depois, entrou em operação, em Vitória (ES), a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST). Em 1986, foi a vez da Açominas começar a funcionar em operação em Ouro Branco (MG).

Ao longo dos anos 80, a chamada década perdida, a crise da dívida externa provocou o declínio da demanda interna por aço. O resultante excesso de capacidade forçou as siderúrgicas a exportar com menor retorno, de forma a garantir a colocação no mercado internacional e a manutenção da produção. Os lucros e investimentos sofreram queda significativa, devido à menor disponibilidade de crédito externo e aos baixos preços, tanto externos como internos – estes causados pelo controle de preços, fruto da política governamental de combate à inflação.

De uma hora para outra, o Brasil passava de grande importador a exportador de aço, sem ter tradição no ramo. Mas a crise que atingia a siderurgia brasileira tinha amplitude mundial. Por toda parte, os mercados se fechavam com medidas restritivas às importações. Na época, começaram a freqüentar as páginas dos jornais termos como restrições voluntárias, sobretaxas antidumping, direitos compensatórios e salvaguardas.

A crise do Estado brasileiro impedia que se realizassem investimentos na modernização do parque industrial, distanciando-o cada vez mais dos padrões internacionais de qualidade, produtividade e competitividade. Os investimentos na siderurgia caíram significativamente, de uma média de US\$ 2,3 bilhões anuais em 1980-83 para cerca de US\$ 500 milhões em 1984-89. O setor siderúrgico nacional tinha produção muito pulverizada, mas atuava pelo princípio de auto-suficiência em todos os artigos siderúrgicos, a qualquer custo; desse modo, apresentava certa vulnerabilidade, pois já se iniciava a globalização do mercado.

O comportamento do mercado siderúrgico nacional no período 1974-89 caracterizou-se por um consumo interno que alternava fases de crescimento e redução, pelo acentuado avanço da produção siderúrgica, pela drástica redução das importações e pelo grande aumento das exportações.

No final da década de 1980, a siderurgia brasileira era caracterizada pela forte participação do Estado, que controlava aproximadamente 65% da capacidade produtiva total. Em 1989, a produção brasileira de aço atingiu 25 milhões de toneladas, representando 58% da produção latino-americana e 3,2% da mundial (que chegava a 780 milhões de toneladas), ocupando a sexta posição no ranking mundial de produção de aço bruto.

O parque siderúrgico nacional contava com 43 empresas estatais ou privadas, cinco delas integradas a coque, nove a carvão vegetal, duas integradas a redução direta e 27 semi-integradas, além de produtores independentes de ferro-gusa e carvão vegetal, que somam cerca de 120 altos-fornos. A instalação dessas unidades produtoras se concentrou principalmente no estado de Minas Gerais e no eixo Rio-São Paulo, devido à proximidade de regiões ricas em matérias-primas empregadas na fabricação do aço, ou de locais com grande potencial de consumo.

### ***Privatização e cenário atual***

No entanto, já era visível o esgotamento do modelo com forte presença do Estado na economia. Tornavam-se imperativas a abertura do mercado e a agilização da siderurgia, ramo que parecia entrar em processo de estagnação. Tanto no Brasil como no resto do mundo, se a participação estatal se mostrara fundamental desde o início, ela já não tinha condições de completar o ciclo de capacitação do setor, pois impunha, ela própria, entraves ao desenvolvimento.

O controle estatal, influenciado por decisões políticas, reduzia a liberdade e velocidade de resposta das empresas ante as exigências do mercado e as mudanças do ambiente. As siderúrgicas, protegidas por mercados fechados, tornavam-se lentas, desatualizadas ou até mesmo obsoletas, pouco racionalizadas e pouco eficientes. Com alto nível de endividamento, as siderúrgicas estatais realizavam baixos investimentos em pesquisa tecnológica e conservação ambiental e demonstravam menor velocidade na reformulação de processos produtivos e na conseqüente obtenção de ganhos de produtividade.

Ademais, essas empresas ficavam limitadas em sua autonomia de planejamento e estratégia e em sua atuação comercial. Tais limitações (que estavam na origem da lógica empresarial do acionista governo), associadas à excessiva interferência das políticas econômicas (controle de preços, combate à inflação, crédito restrito) e às interferências políticas (como

na indicação de administradores, por exemplo), criavam sérios entraves ao desenvolvimento das empresas.

Em 1988, iniciou-se um grande processo de privatização na siderurgia mundial, caracterizando uma nova etapa de constantes e profundas transformações no setor. A privatização da siderurgia brasileira também começou em 1988, com o Plano de Saneamento do Sistema Siderbrás, realizando-se privatizações de menor porte, pelo retorno ao setor privado de empresas que tinham sido estatizadas. Eram produtoras de aços longos, as quais foram absorvidas principalmente pela Gerdau e pela Villares.

Em 1990, a Siderbrás se viu extinta, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi designado para implementar o processo ampliado de privatização, agora definido como programa de governo. A Lei 8.031, de 12 de abril de 1990, criou o Programa Nacional de Desestatização (PND)<sup>4</sup>, o Fundo Nacional de Desestatização (FND) e a Comissão Diretora do Programa, indicando o BNDES como gestor.

No PND, implementado no período 1991-93, o valor das vendas à iniciativa privada atingiu cerca de US\$ 5,6 bilhões, chegando a US\$ 8,2 bilhões se considerados os valores apurados quando se incluem as dívidas transferidas. A produção siderúrgica privatizada foi de 19 milhões de toneladas/ano, representando 65% da capacidade total brasileira à época.

Como principais ganhos decorrentes da privatização, podemos citar: autonomia para planejamento e estratégia de atuação; melhorias de desempenho na área administrativa, financeira e tecnológica; gestões reorientadas para resultados; fortalecimento e internacionalização das empresas; redução de custos e elevação da produtividade e da qualidade; foco no cliente; acesso ao mercado de capitais; e definição de novos investimentos em modernização, meio ambiente, logística e infra-estrutura.

---

<sup>4</sup> Programa criado com o objetivo de reduzir a presença do Estado no setor produtivo, com forte impacto no setor siderúrgico, dentre outros.

As empresas se beneficiaram não só da capitalização de novos sócios empreendedores, como também do alongamento do perfil de endividamento, passando a contar com margens operacionais mais adequadas e, de modo geral, apresentando melhoria nos indicadores econômico-financeiros.

A privatização contribuiu ainda para fortalecer o mercado de capitais no país, mediante o aumento da oferta de valores mobiliários e a democratização da propriedade do capital das empresas. Em virtude da maior liquidez e do maior volume de negócios proporcionados pelas empresas siderúrgicas, em função de seus elevados patrimônios, o impacto da abertura de capital das empresas foi significativo.

Desse modo, a privatização possibilitou o início de nova etapa de desenvolvimento e fortalecimento do setor siderúrgico, imprescindível para consolidar a posição de destaque de nossa indústria no competitivo mercado internacional.

Paralelamente à privatização, iniciou-se a liberalização do setor, diminuindo o controle de preços do governo, e a abertura da economia. Reduziram-se as alíquotas de importação de tecnologia e produtos siderúrgicos, assim como as barreiras não-tarifárias.

Foi o término de um longo período em que o enfoque principal era o modelo de substituição de importações com reserva de mercado, no qual as empresas operavam em segmentos não-concorrentes. Isso gerava inconvenientes para os consumidores, em termos de preço e qualidade. A possibilidade de entrada de novos concorrentes no mercado ampliou a competição, propiciando a busca de novos padrões de eficiência administrativa, comercial e financeira.

A privatização foi ainda o estopim para a reestruturação da siderurgia brasileira, que pôde contar também nessa etapa com o apoio financeiro do BNDES. É importante ressaltar que, antes, a complexidade da rede de participações não só acarretava entraves internos, como também inibia a participação de investidores estrangeiros e afetava a competitividade da siderurgia brasileira. A reestruturação seguiu tendência mundial e levou a uma redução significativa do número de empresas, as quais buscavam adequação a um mercado globalizado e extremamente competitivo.

Até o final da década de 1980, o setor se compunha de mais de trinta empresas ou grupos. No início da década de 2000, apenas dez empresas eram responsáveis por 97% da produção brasileira, podendo ser reunidas em seis grupos principais: CSN, Usiminas/Cosipa, Acesita/Companhia Siderúrgica de Tubarão/Belgo-Mineira, Gerdau/Açominas, V&M e Villares.

A privatização trouxe ao setor expressivo afluxo de capitais, em composições acionárias da maior diversidade. Muitas empresas produtoras passaram a integrar grupos industriais ou financeiros cujos interesses na siderurgia se desdobraram para atividades correlatas, ou de apoio logístico, com o objetivo de alcançar economia de escala e competitividade.

Assim, a estrutura societária da siderurgia brasileira veio ajustando-se. Buscaram-se sinergias como: racionalização de custos e de capacidade produtiva; melhoria na posição de mercado; estratégia aprimorada para diversificação regional; e medidas para contornar barreiras comerciais.

Segundo dados do IBS, publicados em 2006, atualmente são 25 usinas, sendo 11 integradas e 14 semi-integradas, administradas por 8 grupos empresariais, com presença em 9 estados da federação. A capacidade total instalada é de 37 milhões de toneladas por ano de aço bruto e com uma produção atual de 30,9 milhões de toneladas de aço bruto e de 29,9 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos por ano. Ocupamos o 10º lugar no ranking mundial de produção e exportação. O consumo interno do setor é de 18,5 milhões de toneladas por ano, 95% atendido pela produção interna. O setor emprega um total de 111.557 pessoas, em próprios e terceirizados.

A previsão de investimentos no setor de 2005 a 2010 é de US\$ 12,5 bilhões, com projeção de alcançar a capacidade instalada de 49,7 milhões de toneladas no final desses cinco anos. Esse novo ciclo de investimentos está voltado para o aumento da capacidade de produção, a fim de atender ao crescimento da demanda interna que deve ser de mais de um milhão de toneladas por ano no mesmo período. Grupos produtores do exterior estudam a possibilidade de investir na construção de novas usinas no Brasil, sobretudo no Norte e no Nordeste, voltadas para a exportação de produtos semi-acabados.

Atualmente há um reconhecimento internacional da seriedade e da eficiência da indústria siderúrgica brasileira, por sua competitividade, sua estrutura de produção, o domínio tecnológico e o baixo custo de fabricação de seus produtos. O desenvolvimento das técnicas de operação e o gerenciamento das atividades em busca do domínio da produção são de fundamental importância nesse processo crescente. O aperfeiçoamento constante dos processos e o desenvolvimento de pesquisas destinadas à produção de aços especiais demonstram a grande preocupação com uma tecnologia de ponta e com a qualidade atingida pelos produtos da siderurgia nacional.

### **5.3 GRANDES MARCOS DA TRAJETÓRIA DA EMPRESA**

Esta seção objetiva relatar breve e sumariamente os principais marcos da história da empresa objeto do presente estudo, desde a sua constituição legal e início das operações, então como Siderúrgica Mendes Júnior, até os dias atuais, em que opera sob a razão social de ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF).

#### ***1976 a 1983: criação e instalação da Siderúrgica Mendes Júnior***

No período de 1981 a 1984, a produção industrial brasileira alcançou taxas negativas de crescimento, resultando em um decréscimo médio de 1,5% ao ano, no único período da história do Brasil em que, durante três anos seguidos, o crescimento industrial foi negativo ou nulo.

No que diz respeito especificamente ao setor siderúrgico, de 1970 a 1985, foi registrado um crescimento de 279,5%, perante uma variação do Produto Interno Bruto (PIB)<sup>5</sup> de apenas 147,4%, atingindo um patamar de produção de 21 milhões de toneladas/ano, numa produção mundial de 561 milhões de toneladas/ano. No entanto, apesar deste dado expressivo, o setor também enfrentava dificuldades por carência de investimentos e pela partidização política da gestão das estatais do setor que, por sua vez, afetava ainda mais a

---

<sup>5</sup> Soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um determinado período de tempo.



competência gerencial na direção das empresas, o que prejudicava sensivelmente a manutenção de alianças estratégicas com produtores japoneses (Marcovitch, 1990).

É neste contexto que tem início a história da Siderúrgica Mendes Júnior S.A., uma empresa especializada na produção de aços longos, com produtos direcionados à construção civil (vergalhões em rolo e em barra, pregos, arame recozido, tela soldada, treliça e perfis leves) e à indústria (fio-máquina e barras mecânicas).

Localizada no Distrito Industrial de Dias Tavares, em Juiz de Fora – MG, ela surge em 19 de outubro de 1976, quando a Construtora Mendes Júnior S.A. constitui uma sociedade anônima de capital autorizado, com sede em Juiz de Fora, tendo como sócios o Estado de Minas Gerais, a Siderurgia Brasileira S.A. – Siderbrás, a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora e a Sociedade Mineira de Participações Siderúrgicas S.A..

O Segundo Acordo de Acionistas, firmado em 19 de fevereiro de 1979, previa que o projeto seria implementado em estágios distintos, compreendendo o primeiro estágio a produção própria de 200.000 t/ano de aço líquido, a qual deveria ser complementada por semi-acabados (tarugos) fornecidos pela Siderbrás, através da Açominas, de modo a abastecer plenamente uma laminação com a capacidade instalada de 540.000 t/ano de produtos laminados, o que correspondia a cerca de 600.000 t/ano de aço líquido. Nos estágios seguintes, a usina deveria ser integrada, e a sua capacidade final, considerando as perspectivas de mercado da época, as condições da área destinada à sua implantação e o processo tecnológico adotado, estaria estimada em 2.000.000 t/ano de aço líquido, passando por um estágio intermediário em que a referida capacidade estaria estimada em 1.200.000 t/ano. Em 07 de novembro de 1979, o Estado de Minas Gerais promulga a Lei 7.589, aprovando o referido Acordo de Acionistas, naquilo que tangia ao primeiro estágio do projeto.

O investimento total previsto para o primeiro estágio do projeto foi de US\$ 482,2 milhões, divididos em US\$ 396,4 milhões em investimentos fixos e US\$ 85,8 milhões em despesas de engenharia, administração, juros durante a construção, despesas pré-operacionais e capital de giro referente ao primeiro semestre de operação. Deste montante total, caberia à própria Siderúrgica Mendes Júnior a integralização de US\$ 168,8 milhões, sendo os demais US\$ 313,4 milhões dos outros sócios.

Ainda na fase de elaboração do projeto original da Usina, a diretriz adotada foi a de buscar a máxima integração e o menor impacto possíveis, motivo pelo qual apenas 10% da área total disponível foi ocupada pelas edificações industriais, outros 30% foram destinados ao plantio de eucalipto e todo o restante teve mantida a sua configuração natural, distribuição esta que persiste até hoje. Além disto, contemplava ainda, em todas as áreas, sistemas de recirculação e reutilização de água, estações de tratamento de efluentes industriais e sanitários e diversos sistemas de controle das emissões atmosféricas.

### ***1984 a 1995: início das operações e colapso da produção***

O início das operações (*start up*) se deu no dia 27 de março de 1984, quando um grupo de 45 jovens, recrutados na região, e que nunca tinham visto de perto uma Aciaria Elétrica, liderados pelo engenheiro Lúcio Mendes Vale, colocou o Forno Elétrico a Arco em atividade (vide Boxe 6.1 e Seção 8.1.4). A partir daí, os esforços foram concentrados na estabilização e maior coordenação dos processos das áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria), conforme descrito no Capítulo 8, e na estruturação do sistema de gestão da empresa.

No início da década de 1990, a Açominas era a última siderúrgica estatal brasileira. Nesta época, as concepções da Açominas e da Siderúrgica Mendes Júnior (SMJ) acabaram por criar uma profunda interdependência entre as duas empresas. A Açominas vendia 25% da sua produção para a Siderúrgica Mendes Júnior, o que equivalia a 40% do volume de tarugos processados por esta última. Desta complementaridade entre as duas plantas siderúrgicas decorria, naturalmente, grandes sinergias operacionais, técnicas e administrativas, que agregavam significativo valor econômico ao conjunto das duas empresas.

Consciente desta realidade econômica fundamental, e nela baseado, o Grupo Mendes Júnior iniciou, a partir de 1991, contratou consultorias nacionais e internacionais e empenhou esforços de seus técnicos e dirigentes na elaboração um estudo minucioso visando sua participação no processo de privatização da Açominas. E, com base no projeto

decorrente deste estudo, em setembro de 1993 a SMJ liderou o consórcio de empresas<sup>6</sup> que venceu o leilão. Tendo concorrido com um consórcio formado por Usiminas, Belgo-Mineira e Gerdau e outro liderado pela Acesita, o grupo assegurou o controle acionário da empresa ao adquirir 70,6% de suas ações, com um ágio recorde de 190,67% sobre o preço mínimo, num negócio de US\$ 597.268 milhões.

No entanto, não só o processo de fusão administrativa e operacional das empresas não foi bem sucedido, como acabou levando, em 1994, à paralisação do fornecimento de tarugos da Açominas para a então Mendes Júnior Siderurgia (MJS). Esta situação trouxe sérias e graves consequências tanto para a empresa quanto para o Grupo Mendes Júnior. Com isto, a crise financeira que já se arrastava desde o início das operações da usina se agravou ainda mais, colocando em risco inclusive a sua estabilidade operacional.

Dentre as razões que levaram a empresa a esta situação, o então Diretor Superintendente da empresa, Delson de Miranda Tolentino, nos editoriais das edições de março e abril de 1995 do jornal interno da empresa<sup>7</sup>, destacou a os compromissos firmados e não cumpridos pelo Governo Federal (1 – provimento de financiamento com correção monetária limitada a 20% através do BNDES; 2 – fornecimento de cerca de 40% de matéria-prima (tarugo) através da Açominas a preços que viabilizassem o projeto; 3 – participação acionária através da Cedras) e o fato de o Governo de Minas Gerais ter deixado de integralizar a sua participação no capital, obrigando o Grupo Mendes Júnior a captar recursos onerosos junto a instituições financeiras. Na edição de abril, ele dá o seguinte depoimento sobre a crise:

“A pergunta que mais ouvimos no momento é: porque a Mendes Júnior Siderurgia, apesar de produzir com eficiência passa pela crise financeira atual? Se a pergunta é difícil, a resposta é aparentemente simples. Não basta produzir bem: é preciso ter baixo custo e vender bem. Não interessa bater todos os recordes, utilizando a matéria-prima mais cara, assim como não interessa vender a produção a preços que não remuneram adequadamente. [...] Em 1994,

---

<sup>6</sup> Grupo Mendes Júnior, Aços Villares, Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), Banco do Estado de Minas Gerais (BEMGE), Banco de Crédito Real (Credireal), Clube de Participação Acionária dos Empregados da Açominas, BCN e Banco Econômico.

alcançamos nosso maior número de recordes operacionais. Entretanto, nesse mesmo ano, também foi apurado o maior prejuízo financeiro. Apesar de termos excelentes resultados operacionais, superiores aos obtidos pelas melhores usinas siderúrgicas do mundo, em dez anos de operação a nossa empresa ainda não conseguiu alcançar o objetivo maior de qualquer empresa, que é a geração de lucro.”

Em função disto, o Grupo Mendes Júnior deu início, no final de 1994, à implantação de um vigoroso processo de reestruturação administrativa, financeira e operacional que previa, inclusive, a desmobilização de ativos, principalmente a alienação de sua participação acionária na Açominas e, eventualmente, na própria Mendes Júnior Siderurgia. Neste caso, a idéia era buscar a adesão de novos sócios e uma nova composição acionária.

No entanto, a crise financeira não só não foi revertida, como levou a empresa a experimentar, no início de 1995, um colapso em sua produção, levando o Grupo Mendes Júnior a solicitar a intervenção do estado de Minas Gerais. Na época, o então governador Eduardo Azeredo, convidou o Grupo Belgo-Mineira a apresentar uma proposta de arrendamento, um plano de ação para manter a usina, que estava operando com apenas 20% da sua capacidade instalada.

### ***1995 a 2008: arrendamento, fusões e consolidação***

Aprovado o plano, vencidos os trâmites legais e ultrapassadas as barreiras operacionais, no dia 1º de julho de 1995 o Grupo Belgo-Mineira assumiu, oficialmente, através da Belgo-Mineira Participações Indústria e Comércio Ltda. (BMP), a operação das instalações industriais da usina de Juiz de Fora. A operação se deu através de um contrato de arrendamento com opção de compra, com duração inicial de um ano. O plano previa a injeção de R\$ 20 milhões para a recomposição do capital de giro; o repasse, para o Grupo Mendes Júnior, de 95% da geração líquida de caixa que a empresa proporcionasse; e a renegociação da dívida de US\$ 1,26 bilhão, condição essencial para a futura aquisição da empresa.

---

<sup>7</sup> MJ Jornal – Ano III, nº 38 – Março de 1995 e MJ Jornal – Ano III, nº 39 – Abril de 1995

A filosofia de gestão adotada, aliada à versatilidade dos equipamentos disponíveis e ao padrão operacional até então desenvolvido, permitiu que com apenas 4 meses a Usina já estivesse operando normalmente, atendendo rapidamente aos pedidos. No início de 1996, a Usina já operava em um ritmo crescente, alcançando, em janeiro, 90% da capacidade na Aciaria, 75% na Laminação e 80% na Trefilaria, crescimento este que, ainda assim, foi limitado pela situação do mercado.

Em fevereiro de 2002, o Grupo Arbed, a quem estava ligado a CSBM, se funde, oficialmente, a outros dois grupos siderúrgicos europeus – Aceralia, da Espanha, e Usinor, da França – criando o Grupo Arcelor, que já nasceu com presença em mais de 60 países, produção de 46 milhões de toneladas de aço bruto e faturamento US\$ 30 bilhões por ano.

Posteriormente, a CSBM viria a ser escolhida como veículo societário da concentração das participações do Grupo Arcelor no país, com a criação, no dia 25 de dezembro de 2005<sup>8</sup>, da Arcelor Brasil, que tornou-se controladora única e integral da Belgo Siderurgia (empresa da qual fazia parte a usina de Juiz de Fora), Companhia Siderúrgica de Tubarão e Vega do Sul (empresa criada em 2004 pela Arcelor e CST, especializada em produtos planos para a indústria automobilística), passando a ser a base da plataforma de crescimento da Arcelor nas Américas e maior grupo siderúrgico da América Latina.

Em julho de 2006, o Grupo Arcelor foi comprado pela Mittal Steel, criando-se a ArcelorMittal, a maior empresa siderúrgica do mundo, com 320 mil empregados, operação em 61 países, capacidade de produção de 130 milhões de toneladas de aços planos, longos e inoxidáveis por ano, o que corresponde a 10% da produção mundial.

No Brasil, a operação da ArcelorMittal é controlada pela holding ArcelorMittal Brasil, da qual fazem parte a ArcelorMittal Aços Longos (a qual se vincula a unidade de Juiz de Fora) e as siderúrgicas ArcelorMittal Tubarão e ArcelorMittal Vega do Sul. No total, são 25 unidades industriais, que produzem e beneficiam todos os tipos de aço, com uma capacidade instalada de 11 milhões de toneladas de aços planos e longos por ano,

destacando-se como uma das maiores siderúrgicas da América Latina, ocupando posição de liderança na produção de fio-máquina, gerando cerca de 10.000 empregos e sendo vista como a plataforma de crescimento e o vetor de consolidação do Grupo ArcelorMittal nas Américas<sup>9</sup>.

A estratégia de crescimento e consolidação da liderança regional da ArcelorMittal Brasil se traduz na adoção de um modelo de negócios diversificado e integrado, pela apropriação da complementaridade existente entre as suas empresas controladas. Esse modelo de integração, que contempla o compartilhamento de serviços nas áreas-chaves do negócio (finanças, tributos, vendas, compras, tecnologia da informação, dentre outras), além da unificação de processos gerenciais administrativos, sustenta-se na excelência dos produtos, sistemas de gestão e relacionamentos comerciais das empresas controladas.

#### **5.4 CONFIGURAÇÃO PRODUTIVA E ORGANIZACIONAL ATUAL DA EMPRESA**

Com a criação da ArcelorMittal, a usina de Juiz de Fora passou a operar sob a razão social *ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF)*, atuando como uma unidade autônoma de produção da ArcelorMittal Aços Longos que, juntamente com as siderúrgicas ArcelorMittal Tubarão e ArcelorMittal Vega do Sul, compõem a holding ArcelorMittal Brasil.

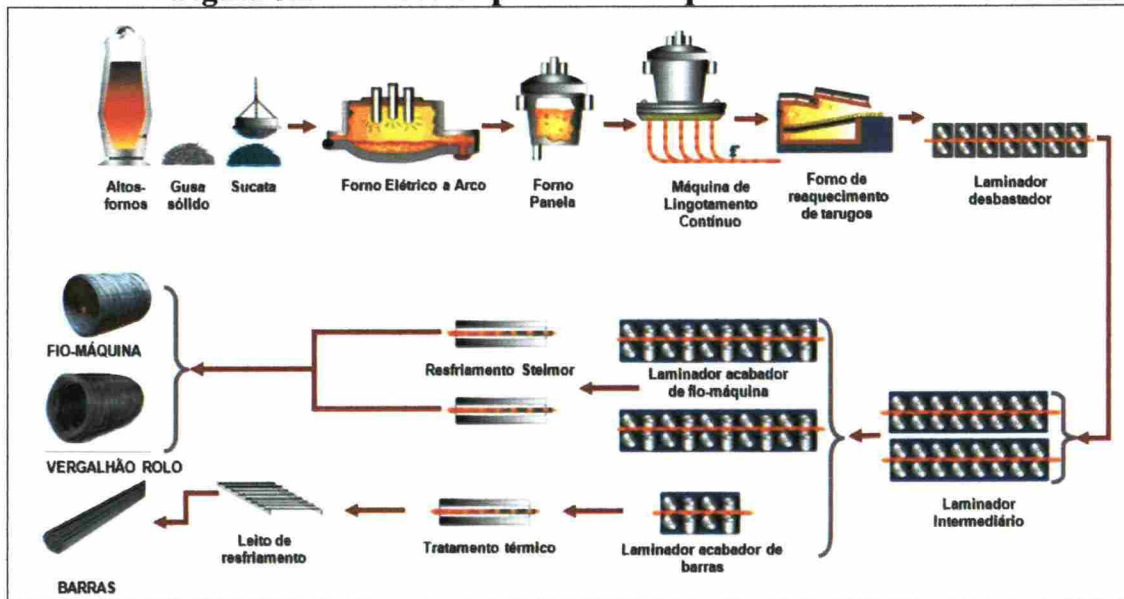
É uma indústria siderúrgica, com tecnologia à base de oxigênio e com processo de produção semi-integrado, que utiliza como insumos básicos o minério de ferro, o carvão vegetal e a sucata metálica. A sua capacidade atual de produção é de 1 milhão de toneladas/ano de aço bruto, de 1 milhão de toneladas/ano de laminados e de 300 mil toneladas/ano de trefilados, tendo seu processo produtivo estruturado conforme representado Figura 5.2.

---

<sup>3</sup> História da Belgo – 1921 a 2005

<sup>9</sup> Relatório Anual - 2005

**Figura 5.2 – Processo produtivo simplificado da AMBJF**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

O processo produtivo e os principais processos de apoio da AMBJF estão estruturados funcionalmente, tendo, dentre outras, as seguintes principais atribuições:

- **Altos-fornos:** com capacidade total de produção para 360.000 t/ano, são reatores metalúrgicos destinados à produção de ferro gusa, através da redução do minério de ferro e utilizando carvão vegetal como agente redutor;
- **Aciaria:** com capacidade para 1.000.000 t/ano, consiste na produção de aço a partir da reciclagem de sucata metálica e ferro gusa. Este processo compreende três etapas: fusão, refino e solidificação. A fusão ocorre por meio da ação de arco voltaico, da injeção de oxigênio e de gás natural. Em seguida, ocorre o refino secundário do aço no forno panela, onde a composição é corrigida através de ligas adicionadas. A solidificação é feita no lingotamento contínuo, onde o aço líquido sofre um processo gradual de resfriamento e conformação que dá origem aos tarugos com seção quadrada de 130mm e comprimento definido.
- **Laminação:** com capacidade também para 1.000.000 t/ano, consiste na conformação mecânica a quente com redução da área da seção transversal dos tarugos em diâmetros que variam de 5,50mm a 36,00mm, através da ação de cilindros e discos dos laminadores e cujas perdas oriundas da produção são integralmente recicladas na Aciaria.

No caso da Trefilaria, cabe ressaltar que se trata de uma unidade independente do grupo ArcelorMittal, subordinada à Gerência Geral de Trefilação (GGTR), que apenas compartilha a área industrial da unidade de Juiz de Fora. Neste sentido, as Trefilarias do Grupo ArcelorMittal se configuram, inclusive, como um importante cliente da empresa.

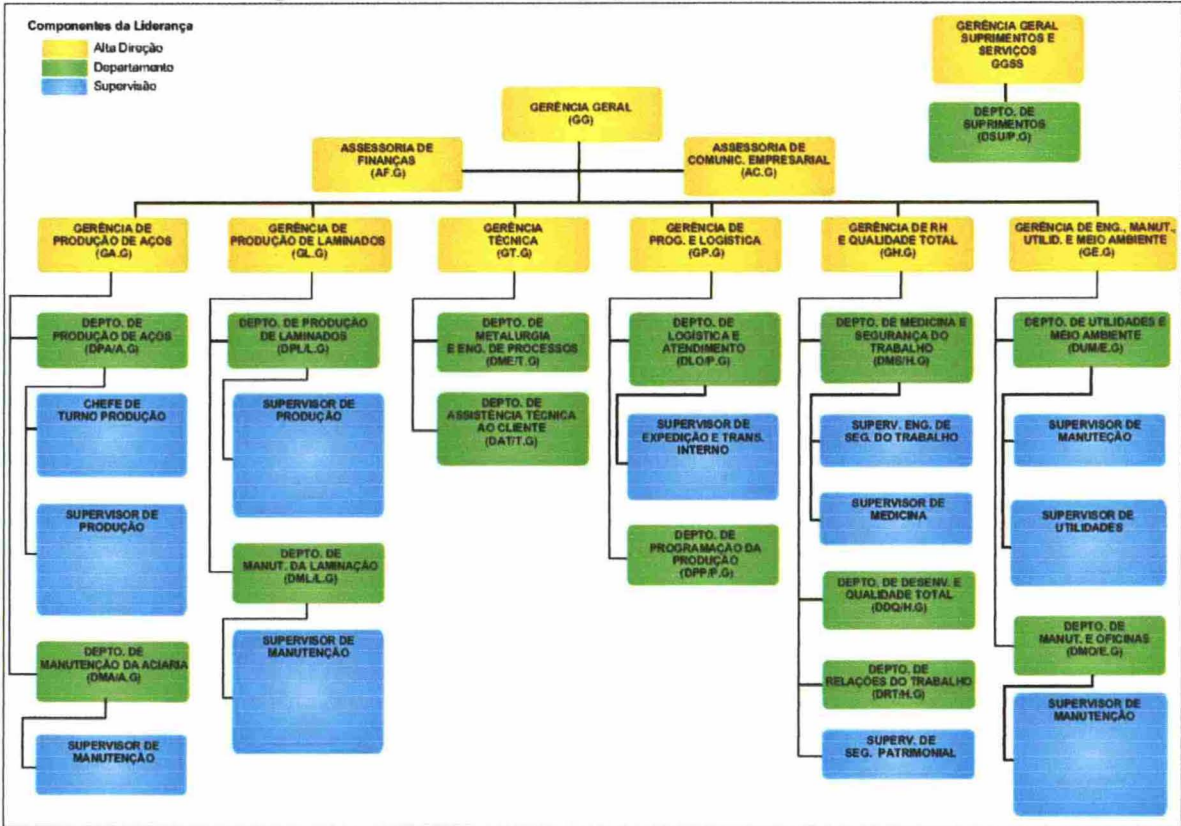
O suporte técnico e administrativo a estes processos se dá a partir da estrutura organizacional da AMBJF e da estrutura corporativa da ArcelorMittal Brasil, conforme representado nas Figuras 5.3 e 5.4, respectivamente, e detalhado abaixo:

- **Planejamento da Produção, Assistência Técnica, Logística e Atendimento:** desenvolvimento e especificação produtos, otimização da produção a partir do seqüenciamento das ordens de produção, movimentação interna de produtos, coordenação de veículos de abastecimento e escoamento, administração e controle das ordens de venda, geração de cargas e atendimento aos clientes.
- **Utilidades:** tratamento e recirculação de água, produção e distribuição de ar comprimido, controle de gases e tratamento de efluentes.
- **Suprimentos:** aquisição e estocagem de matérias-primas e insumos, seleção, avaliação e qualificação de fornecedores, gerência dos contratos de fornecimento e de prestação de serviços.
- **Financeiro:** planejamento, gestão e controle das atividades financeiras, contábeis e fiscais, cumprindo metas, diretrizes e previsões orçamentárias.
- **Engenharia, Manutenção e Meio Ambiente:** gestão ambiental, gerência de projetos de melhorias e investimentos sob responsabilidade da AMBJF e manutenções preventivas e preditivas a fim de manter a máxima disponibilidade dos equipamentos.
- **Recursos Humanos:** gestão da qualidade, desenvolvimento e capacitação da força de trabalho, relações trabalhistas e jurídicas, medicina e saúde ocupacional, segurança do trabalho, benefícios e segurança patrimonial.
- **Vendas/Marketing:** gestão da demanda de mercado, comercialização dos produtos e comunicação da marca, produtos e serviços no mercado.



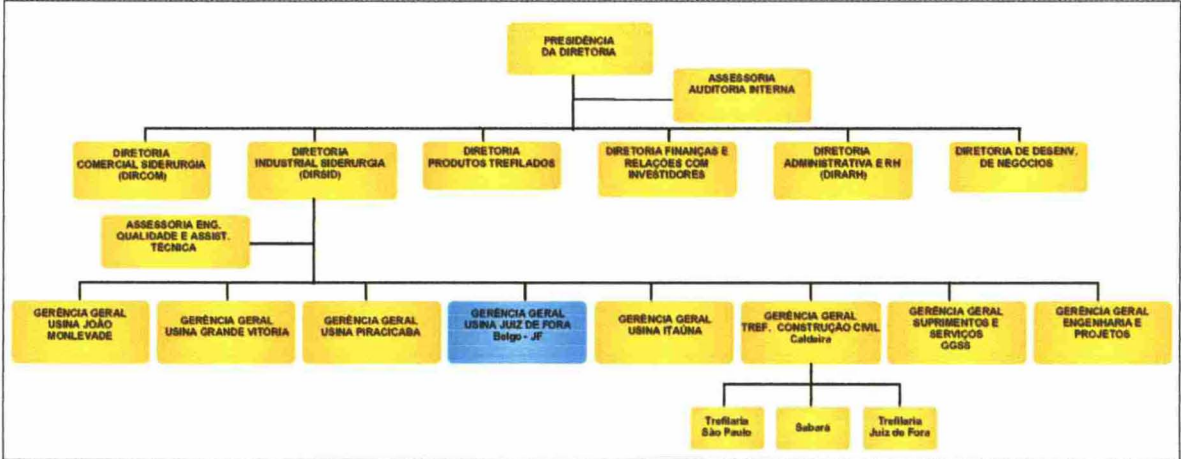
- **Tecnologia da Informação:** serviços referentes à tecnologia da informação, incluindo atualização e novos aplicativos e projetos.

Figura 5.3 – Estrutura organizacional da AMBJF



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Figura 5.4 – Estrutura organizacional da ArcelorMittal Brasil



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

## **PARTE II:**

# **EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS**

---

Na segunda parte desta dissertação trata-se de descrever as informações e os eventos relativos às variáveis analisadas no presente estudo. Mais especificamente, os capítulos empíricos desta parte descrevem: os eventos relativos à adoção e ao processo de implementação das técnicas de gestão estudadas; os processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados; e a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas seguida pela empresa. Esta descrição cobre todo o período de existência da empresa, compreendendo os anos de 1984 a 2008.

No Capítulo 6 serão apresentadas informações relevantes referentes ao contexto societário, econômico e gerencial da empresa estudada, com ênfase para as técnicas de gestão estudadas, expondo cronologicamente o processo de escolha, implementação e evolução destas ao longo do tempo.

O Capítulo 7 apresenta as evidências relativas à utilização de processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica subjacentes ao processo de acumulação de capacidades tecnológicas.

Por fim, o Capítulo 8 descreve as evidências relativas à trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, em cada uma das funções tecnológicas definidas na métrica utilizada no presente estudo e em nível agregado, conforme definido na Seção 4.3.1.

## **CAPÍTULO 6:**

### **CONTEXTO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO NA EMPRESA ESTUDADA**

---

Este capítulo tem o objetivo de fazer uma exposição cronológica dos eventos relacionados ao processo de adoção e implementação das técnicas de gestão componentes do *Sistema de Gestão Integrada* (SGI) da ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), simplesmente relatando o contexto e o processo de adoção e implementação destas técnicas ao longo do período de 1984 a 2008, dando informações e subsídios para as análises a serem realizadas no Capítulo 9, relativas à influência da adoção destas técnicas nos processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica e na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa estudada.

Mais especificamente, aborda as técnicas de gestão relacionadas ao Controle e Gestão da Qualidade Total (CGQT) – ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e Modelo de Excelência da Gestão – e ao Aprimoramento Contínuo (AC) – Plano de Sugestões, Gestão à Vista, CEDAC, 5S<sup>10</sup> e Seis Sigma.

O capítulo está organizado em 3 seções. Na Seção 6.1 é apresentado um resumo dos principais eventos e resultados relativos à adoção das técnicas de gestão estudadas, bem como são definidas as fases características da história da empresa. A Seção 6.2 trata da fase que compreende o início, a estabilização e a paralisação das operações, denominada Fase A, abrangendo o período de 1984 a 1995 e relatando os eventos ocorridos desde o início das operações até o arrendamento da unidade pelo Grupo Belgo-Mineira. A Seção 6.3, por sua vez, trata da Fase B, caracterizada pela expansão das operações e pela criação do grupo Arcelor e, posteriormente, ArcelorMittal, abrangendo o período de 1995 a 2008 e relatando os eventos ocorridos desde o arrendamento até os dias de hoje.

---

<sup>10</sup> Técnica japonesa de organização e gerenciamento do espaço de trabalho.

## 6.1 RESUMO DOS EVENTOS E RESULTADOS RELATIVOS À ADOÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO ESTUDADAS

De forma sintetizada, a Tabela 6.1 mostra a cronologia de adoção e conclusão do processo de implementação destas técnicas ao longo do período de 1984 a 2008, bem como os alguns eventos e resultados diretamente associados a elas.

**Tabela 6.1 – Eventos e resultados relativos às técnicas de gestão estudadas**

Ano	Técnicas de Gestão
1987	Criação do Plano de Sugestões
1992	Início da preparação para a ISO 9001 Criação dos Comitês da Qualidade
1993	Lançamento do Programa 5S no Laboratório de Eletrônica da área de Manutenção
1994	Certificação na ISO 9001, sendo a pioneira do setor na conquista desta certificação (ABS-QE)
1995	Lançamento do Prêmio Belgo-Mineira de Meio Ambiente
1996	Re-Criação do Comitê da Qualidade Início dos Programas Gestão à Vista e CEDAC Início da preparação para a ISO 14001
1997	Programa Gestão à Vista Programa CEDAC Disseminação do 5S para toda a empresa Certificação na ISO 14001 Re-certificação na ISO 9001 Início da preparação para a BS 8800
1998	Certificação na BS 8800 Criação do <i>Sistema de Gestão Integrada</i> (SGI)
1999	Início do Programa Seis Sigma
2000	Re-certificação na ISO 14001 Re-certificação na ISO 9001 Adoção dos Critérios de Excelência da Fundação Nacional da Qualidade – FNQ Programa Bem Melhor, com o objetivo integrar todas as ferramentas e programas da qualidade
2001	Re-certificação na BS 8800 Candidatura ao Prêmio Nacional da Qualidade Reestruturação do Comitê da Gestão, com 3 comitês permanentes e 3 grupos de trabalho
2002	Consolidação do Comitê da Gestão e criação de novos grupos de trabalho Candidatura ao Prêmio Nacional da Qualidade, passando para a etapa II
2003	Certificação na SA 8000, sendo a primeira siderúrgica do mundo a obtê-la Re-certificação na ISO 9001, com atualização para a versão 2000 Re-certificação na ISO 14001 Candidatura ao Prêmio Nacional da Qualidade, passando para a etapa III
2004	Prêmio Nacional da Qualidade Prêmio Mineiro da Qualidade Transição da BS 8800 para a OHSAS 18001
2006	Re-certificação na ISO 14001, OHSAS 18001 e SA 8000 Prêmio Ibero-Americano da Qualidade
2008	Re-certificação na OHSAS 18001, já na versão 2007 Re-certificação na ISO 9001 Re-certificação na ISO 14001 Política Ambiental Mundial ArcelorMittal Lançamento do Prêmio ArcelorMittal de Meio Ambiente

Fonte: Derivado da pesquisa de campo



No entanto, considerando o contexto societário e gerencial da AMBJF, os dados empíricos foram agrupados em 2 períodos temporais caracteristicamente distintos da história da empresa, com vistas a tornar mais significativas as análises do presente estudo.

A Tabela 6.2 mostra a duração destas fases e detalha os respectivos fatos e ocorrências marcantes que as caracterizam, tanto em termos gerais da organização quanto, mais especificamente, de seu *Sistema de Gestão Integrada* (SGI).

**Tabela 6.2 – Fases características da empresa e técnicas de gestão adotadas**

	<b>Fase A: Início, Estabilização e Paralisação das Operações</b>	<b>Fase B: Fusões, Incorporações e Expansão da Operação</b>
Período	1984 a 1995	1995 a 2008
Estrutura de Capital	Empresa de Capital Misto	Empresa Privada
Fatos Marcantes	1984 – Início das operações 1995 – Colapso da produção	1995 – Arrendamento pela Belgo-Mineira 2002 – Criação do Grupo Arcelor 2006 – Criação da ArcelorMittal
Técnicas de Gestão Adotadas	Plano de Sugestões ISO 9001	Gestão à Vista 5S BS 8800/OHSAS 18001 Modelo de Excelência da Gestão CEDAC ISO 14001 Seis Sigma SA 8000

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

## 6.2 FASE A: INÍCIO, ESTABILIZAÇÃO E PARALISAÇÃO DAS OPERAÇÕES

Com vistas a permitir o início das operações (*start up*), ainda na fase de obras e de instalação dos equipamentos iniciais, teve início um processo de recrutamento, seleção e treinamento de pessoal operacional (vide Boxe 6.1), técnico e administrativo, bem como de estruturação daquilo que seria o sistema de gestão da Siderúrgica Mendes Júnior.

### Boxe 6.1 – Filosofia de treinamento

O desafio de colocar uma Aciaria em funcionamento só pôde ser superado por causa da qualidade dos profissionais envolvidos no trabalho. Ao mesmo tempo em que eram instalados os primeiros equipamentos na área, investia-se na preparação das pessoas. Esta filosofia tornou-se um diferencial da Aciaria da MJS e é responsável por índices de desempenho cada vez melhores. Lúcio Mendes Vale acompanhou toda a montagem da Aciaria e foi um dos responsáveis pelo treinamento dos estagiários contratados para colocar o Forno Elétrico em atividade. Lúcio conta que fazia parte da pequena equipe que detinha o conhecimento e a experiência em siderurgia, “uma vez que os 45 jovens recrutados na região nunca tinham visto de perto uma Aciaria Elétrica. Mesmo assim, eles conseguiram realizar um excelente *start up*, se compararmos com os números obtidos em outras aciarias de mesmo porte”. Hoje, grande parte desses estagiários ocupa a posição de mestres, chefes de turnos e supervisores, o que comprova a excelência do trabalho de formação da equipe da Aciaria.

Fonte: MJ Jornal – Ano III, nº 29 – Março de 1994

Considerando a sua familiaridade com a planta e os equipamentos, foram contratados profissionais e executivos da Construtora Mendes Júnior, empresa do grupo e co-responsável pela elaboração e implementação do projeto da Usina. No entanto, embora a Mendes Júnior fosse a maior acionista, não houve uma imposição de sua cultura gerencial e, em consequência, todo um contingente de executivos, engenheiros, técnicos, especialistas, e analistas foi trazido de diversas empresas nacionais (Belgo-Mineira, Companhia Siderúrgica Nacional, Centrais Elétricas de Furnas, Usiminas, IBM, Fiat) e estrangeiras (Japão, principalmente), com atuação em atividades como construção civil, siderurgia, equipamentos e, ainda, setores comercial, financeiro, informática, O&M e administrativo.

Se, por um lado, esta política de recrutamento permitiu que a empresa “contratasse profissionais já gabaritados, que traziam consigo todo um cabedal de habilidades, experiências e conhecimentos que podiam ser imediatamente colocados à sua disposição<sup>11</sup>”, por outro, gerou a necessidade de um trabalho intenso de integração dos grupos, que tinham diferentes origens, vinham de atividades diversas e de diferentes culturas organizacionais. Este trabalho foi planejado e implementado por uma empresa de consultoria em Recursos Humanos, contratada especificamente para este fim, durante os quatro anos que antecederam o início das operações.

Adicionalmente, todas as áreas trabalhavam orientadas por uma diretriz primária de que “tudo fosse documentado e com procedimentos muito bem definidos, sendo a definição inicial e formalização de manuais apoiadas e embasadas na experiência dos profissionais que eram contratados”<sup>12</sup>.

Dentre outros fatores, a associação desta política de recrutamento, seleção e treinamento de pessoal com a diretriz da formalização dos procedimentos, dentre outros fatores, teve uma influência significativa na estruturação inicial do sistema de gestão da unidade, em

---

<sup>11</sup> Entrevista com um Analista da Qualidade.

<sup>12</sup> Entrevista com um Técnico de Recursos Humanos.

consequência da internalização e da sistematização de uma série de conceitos, técnicas, ferramentas e práticas então utilizadas por estas pessoas em suas empresas de origem.

A partir do início das operações (*start up*), que se deu em 27 de março de 1984, e nos anos que se seguiram, as ações pró-ativas da área de Recursos Humanos eram muito voltadas para a dimensão comportamental (gerência, supervisão, liderança). A dimensão técnica de Treinamento e Desenvolvimento era então tratada de forma muito reativa, muitas vezes cabendo ao setor de Recursos Humanos apenas viabilizar e operacionalizar os treinamentos. Destaca-se neste período a constante realização de missões técnicas internacionais de visitas a fornecedores (como a Danielli, na Itália, e a Morgan, nos EUA) e siderúrgicas (como, por exemplo, a Nippon Steel), bem como a participação de engenheiros e técnicos em diversos cursos (em instituições de renome como a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP) e seminários e congressos (como os da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM e do Instituto Latino Americano de Ferro e Aço – ILAFA).

Naquele que compõe um dos eixos estruturais das políticas de gestão da AMBJF, os aspectos e impactos ambientais resultantes da operação foram sempre tratados como sendo de interesse estratégico, em alguns casos superando aquilo que poderia ser considerado como requisito legal à época. Por conta disto, logo nos seus primeiros anos de operação, a empresa constituiu a sua Comissão do Meio Ambiente, que era responsável por gerenciar todas as questões ambientais inerentes à atividade da empresa, elaborando os projetos e coordenando a implementação das ações necessárias, tendo inclusive uma atuação ativa em termos de promoção e participação em feiras, eventos, internos (tal como, anualmente, a Semana de Meio Ambiente) e externos (UFJF, ABM, IBS, etc.), e em outras comissões externas relacionadas ao assunto.

No final da década de 1980, a empresa, através da área de Recursos Humanos, dava início a um trabalho de captação de novas técnicas, ferramentas e práticas de gestão, via empresas de consultoria e publicações especializadas, com vistas a trazê-las e adaptá-las à realidade da empresa. Esta busca lançaria as bases para a estruturação formal do *Sistema de Gestão Integrada* (SGI), reunindo todas as técnicas de gestão relativas à qualidade, saúde e segurança, meio ambiente e responsabilidade social.

Como uma de suas primeiras conseqüências concretas, em 1987 a AMBJF cria o Plano de Sugestões, tendo como principal objetivo incentivar a participação dos funcionários (individualmente ou em grupo) no desenvolvimento da empresa, a partir da apresentação de idéias de melhorias (sejam elas baseadas em inovações incrementais ou radicais) para os métodos, as condições de trabalho e os produtos<sup>13</sup>. As idéias apresentadas são classificadas em função do tema a que dizem respeito, nas categorias Técnica/Processos, Conservação de Energia, Ergonomia, Meio Ambiente e Segurança. Uma vez apresentadas, elas passam por etapas de análise primária, complementação de dados pelas áreas e de informações pelos autores, apreciação e aprovação pela comissão julgadora, divulgação dos resultados, premiação dos autores e estabelecimento de cronograma de implantação.

No período compreendido na Fase A, de 1987 a 1995, esta prática gerou um total de 3.261 idéias, das quais 618 foram aprovadas e premiadas, com uma taxa de aprovação de 19%, conforme detalhado na Tabela 6.3.

**Tabela 6.3 – Plano de Sugestões (1987 a 1995)**

<b>Ano</b>	<b>Recebidas</b>	<b>Aprovadas</b>	<b>Taxa de Aprovação</b>
1987	165	2	1,2%
1988	507	38	7,5%
1989	446	41	9,2%
1990	215	42	19,5%
1991	213	57	26,8%
1992	460	96	20,9%
1993	367	82	22,3%
1994	866	258	29,8%
1995	22	2	9,1%
<b>Total</b>	<b>3261</b>	<b>618</b>	<b>19,0%</b>

*Fonte:* Derivado da pesquisa de campo

No final da década de 1980 e início da década de 1990, a preocupação com a preservação do meio ambiente, muitas vezes afetada pelo volume de resíduos descartados e associada à carência de matérias-primas, vinha despertando o interesse do setor siderúrgico, através de seus pesquisadores e convênios, em criar alternativas viáveis para o reaproveitamento destes resíduos. Já à época, a AMBJF já desenvolvia, isoladamente ou em parceria com

<sup>13</sup> MJ Jornal – Ano 3, n° 30 – Abril de 1994.



outras instituições de ensino e pesquisa (Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Universidade Federal de Lavras – UFLA e Emater), pesquisas com o intuito de reduzir o índice de geração de resíduos em seus processos e de possibilitar a utilização dos mesmos como insumos para outros ramos de atividade, tais como a indústria de cimento, engenharia rodoviária e na agricultura.

Em consequência da visão de negócio que imperava na AMBJF à época e alinhado ao que depois seria formalizado através do Programa de Ação Empresarial (PAE), no início de 1992 foi dado início a uma série de ações coordenadas que tinham como objetivo a obtenção da certificação ISO 9001, a mais abrangente da série 9000 e vista, já à época, como uma porta de acesso aos mercados estrangeiros, maiores e mais ricos, porém mais exigentes em termos de qualidade.

A primeira ação estruturada neste sentido foi direcionada à preparação de um grupo de engenheiros para a certificação de Engenheiro da Qualidade (*Quality Engineer*), concedida pela *American Society for Quality Control – ASQC*, com reconhecimento em 43 países. No total, no período de janeiro de 1992 a março de 1993<sup>14</sup>, foram certificados 9 engenheiros, das diversas áreas da empresa

Com vistas a apoiar o processo de certificação, foi contratado um trabalho de consultoria junto ao Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear (IBQN) que, num período de aproximadamente 15 meses, desenvolveu atividades de sensibilização, diagnóstico, análise e treinamento<sup>15</sup>.

No que diz respeito à fase de treinamento, os cursos foram ministrados inicialmente pelos consultores e, posteriormente, por um grupo de funcionários da empresa, que receberam treinamentos complementares com vistas a estender os princípios e práticas da Qualidade Total a toda a empresa, sendo responsáveis pela colaboração em treinamentos e pela

---

<sup>14</sup> Jornal da SMJ – Ano 2, n° 16 – Março de 1993

<sup>15</sup> Jornal da SMJ – Ano 1, n° 9 – Agosto de 1992

formação de equipes de melhoria e otimização de processos, atuando como multiplicadores e facilitadores.

Como consequência deste trabalho, no segundo semestre de 1992 a AMBJF lançou o Programa de Desenvolvimento Empresarial (PDE), estruturado em 2 grandes eixos: o *Processo Empresarial* e o *Processo para a Qualidade*. No âmbito do *Processo Empresarial* estava previsto o *Plano para Ação Empresarial* (PAE)<sup>16</sup> que, no que diz respeito ao escopo do presente estudo, tinha como destaque os seguintes objetivos: a) enobrecimento do mix de vendas a partir do desenvolvimento de novos produtos; b) implantação da gestão participativa voltada para a qualidade e a norma ISO 9000; c) desenvolvimento e implantação dos sistemas de informatização e automação da usina; d) implantação da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); e) melhorias nos indicadores de eficiência operacional; f) consolidação e aprovação do Plano de Investimentos e do Plano de Melhorias; g) elaboração de um plano para desenvolvimento do meio ambiente; e h) venda de tecnologia para outras empresas.

O ano de 1992 foi também foi marcado pela participação ativa da AMBJF na I Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (ECO/92), pela sua adesão à Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável<sup>17</sup>, e pela aprovação de seu novo Plano Diretor de Meio Ambiente<sup>18</sup> (PDMA), que tinha por objetivo determinar diretrizes, filosofias e metas para o desenvolvimento da empresa com garantia de preservação ambiental, prevendo alguns investimentos que seriam realizados em seus processos produtivos, todos relacionados com a questão ambiental, mas principalmente, a proposta formal de “conscientização de todos para superar o desafio de desenvolver tecnologias limpas, ou seja, aliar maior produtividade, racionalização de custos, qualidade total e preservação do meio ambiente”.

---

<sup>16</sup> Jornal da SMJ – Ano 1, nº 5 – Abril de 1992.

<sup>17</sup> Documento elaborado pela Câmara de Comércio Internacional e que tinha como objetivo promover o desenvolvimento aliado à consciência ecológica, contendo 16 princípios básicos que se propunham a nortear a gestão ambiental em qualquer atividade

<sup>18</sup> Jornal da SMJ – Ano 1, nº 8 – Julho de 1992

Em paralelo ao trabalho do IBQN, a empresa desenvolveu também um trabalho de implantação de alguns programas, ações e técnicas que teriam a incumbência de auxiliar a empresa no processo de “busca da qualidade”, dentre as quais se destacam:

- *Auto-Controle*, programa que dava ao operador a responsabilidade pela qualidade do produto, a partir da oferta de estudos sobre o uso dos equipamentos de metrologia e sobre Controle Estatístico do Processo (CEP);
- *Total Productivity Maintenance (TPM)*, que pode ser entendido como a Manutenção Total do Sistema de Produção, com o objetivo de atingir a “quebra zero” ou “zero defeito”, passando toda a equipe e cada operador a ser responsável pela “sua” máquina, ou seja, deve conhecê-la profundamente, cuidar de sua manutenção e auxiliar na resolução de eventuais defeitos;
- *Análise e Solução de Problemas em Grupo (ASPG)*, uma metodologia criada e desenvolvida dentro da própria empresa, baseada fundamentalmente na participação criativa dos membros que compõem o grupo para a solução de problemas específicos de sua área;
- *Padronização de manuais*: programa que estabelecia normas de elaboração de todos os manuais existentes na empresa, transformando-os em uma documentação da qualidade, servindo às suas 3 funções básicas: servir de fonte de consulta para o funcionário que executa a tarefa, auxiliar as auditorias de qualidade e permitir auditorias externas por parte dos clientes e órgãos certificadores;
- *Inclusão de temas relacionados à qualidade e à certificação ISO 9000 nas pautas do Jornal da SMJ e do Seminário Tecnológico*, além da realização de diversos encontros (reuniões, grupos de discussão, palestras, seminários e cursos), com abordagens e discussões ajustadas a cada um dos níveis hierárquicos da empresa, onde estes temas eram discutidos.

Visando estruturar as ações relativas à implementação do programa, a partir da definição clara dos níveis e tipos de responsabilidades no processo, em outubro de 1992 foi dado início à implantação dos Comitês da Qualidade, sendo: o Comitê Diretor responsável pelo estabelecimento da política global, das diretrizes e da estratégia de implantação; o Comitê

Executivo por todo o planejamento para a implantação das práticas de qualidade total, promovendo estudos e propondo os programas, os objetivos e as metas; e os Comitês Operacionais, responsáveis pela implementação, em cada área, dos planos e programas estabelecidos.

Ao longo do ano de 1993, diversas ações foram tomadas no sentido de dar andamento à preparação da empresa para o processo de certificação da ISO 9001, dentre as quais se destacam:

- O desenvolvimento de uma metodologia própria de Análise e Melhoria de Processos (AMP);
- A elaboração, disseminação e distribuição da Política da Qualidade e do Manual da Qualidade, contendo todas as diretrizes para o funcionamento do Sistema de Qualidade AMBJF, além de definir atribuições e responsabilidades e relacionar e comentar todos os requisitos da ISO 9001 de acordo com a realidade da empresa;
- A realização de um programa de “Palestras ISO 9000”, onde todos os funcionários tinham oportunidade de conhecer os conceitos da norma e também o impacto de sua implantação no funcionamento e no futuro da AMBJF;
- A revisão da documentação da qualidade, sendo todo o sistema de documentação da empresa reestruturado para atender aos requisitos da norma;
- A realização de auditorias internas da qualidade, com a visitação de todas as áreas que tinham participação nos requisitos da ISO 9001, por profissionais especialmente treinados para este fim, tendo como objetivo avaliar a real situação da empresa frente aos requisitos da norma; a análise do Sistema da Qualidade, sendo os resultados das auditorias internas da qualidade analisadas pela alta administração e servindo de base para a elaboração de um plano de trabalho que orientasse a atuação nos pontos críticos da implantação do Sistema de Garantia da Qualidade; e
- O treinamento e a conscientização dos funcionários das áreas envolvidas com a ISO 9000 para que pudessem entender e atuar de acordo com as exigências da norma,

destacando-se o programa “Eu Trabalho com Qualidade”, que procurou identificar e premiar as pessoas que já trabalhavam dentro dos critérios de Qualidade estabelecido pela empresa.

Em fevereiro de 1994, um auditor da *ABS Industrial Verification do Brasil* fez uma pré-avaliação em relação à ISO 9001, verificando o grau de implantação e cumprimento de seus requisitos, tendo sido obtidos resultados bastante satisfatórios.

Foi realizado também um treinamento em cascata, no qual os líderes de área fizeram com sua equipe um trabalho rápido de recapitulação dos principais conceitos da ISO 9001, da Política de Qualidade e do Sistema de Garantia da Qualidade. Nesta oportunidade, foi também distribuída uma cartilha ilustrada, elaborada pela equipe da própria AMBJF, onde os temas mais importantes foram colocados de forma simples e objetiva.

No dia 20 de maio, a AMBJF recebeu a confirmação do resultado da auditoria de certificação, realizada no período de 28 a 31 de março, por uma equipe de 3 auditores da *ABS Industrial Verification do Brasil*, representante da *ABS Quality Evaluations*, passando a ser a primeira empresa do país no setor a ser credenciada na Norma ISO 9001, tendo como destaques, na visão dos auditores, “a conscientização e o entrosamento de todos os funcionários em todas as áreas da empresa em relação à Política da Qualidade da AMBJF e, principalmente, a segurança e o conhecimento com que todos realizam as suas tarefas”<sup>19</sup>.

Logo após a certificação, a AMBJF deu início a uma nova etapa do trabalho, já com vistas à manutenção do ritmo de envolvimento e comprometimento de todos, buscando fazer com que toda a equipe, em todas as áreas, estivesse sempre empenhada em aprimorar sua atuação e cumprir as exigências da norma.

Neste sentido, ao longo do ano de 1994 e início de 1995, a empresa manteve e reforçou a atuação das equipes de auditoria interna, promoveu e participou de eventos diversos que tratavam de temas relacionados à ISO 9001 (certificação, manutenção, interdependência e

---

<sup>19</sup> MJ Jornal – Ano III, nº 31 – Junho de 1994

interpretação), realizou uma ampla revisão das normas e dos procedimentos operacionais em função da entrada em operação de novos equipamentos, ofereceu cursos e palestras (de formação, de técnicas de apoio e de reciclagem) a todos os funcionários e realizou reuniões de discussão e avaliação do sistema, dentre outras ações.

### **6.3 FASE B: FUSÕES, INCORPORAÇÕES E EXPANSÃO DA OPERAÇÃO**

Conforme visto na Seção 5.3, no final de 1994 e início de 1995 a empresa enfrentava uma forte aceleração de uma crise financeira que já se arrastava praticamente desde o início das operações, culminando, em julho de 1995, com o arrendamento da unidade pelo Grupo Belgo-Mineira (GBM), trazendo consigo todos os impactos que este tipo de mudança normalmente traz em termos de cultura organizacional e filosofia, estilo e estrutura de gestão.

Em consequência deste processo, o Sistema de Qualidade passou por uma adaptação em um curto espaço de tempo, tendo sido definida uma nova Política da Qualidade, nova estrutura, revisão nos procedimentos.

Considerando a sua importância e relevância na busca de maior competitividade e melhores resultados na empresa, uma das primeiras ações da AMBJF no tocante à retomada do processo evolutivo do seu sistema de gestão foi o relançamento do Plano de Sugestões, em meados de 1996, que permanece ativo e atuante até os dias de hoje, tendo gerado, no período de 1996 a 2008, um total de 13.234 idéias, das quais 5.973 foram aprovadas e premiadas, com uma taxa de aprovação de 48,5%, conforme detalhado na Tabela 6.4. Desde 1987, quando foi lançado, o Plano de Sugestões já passou por 2 reformulações e gerou um total de 15.585 idéias, das quais 6.591 foram aprovadas, com uma taxa geral de aprovação de 42,3%.

**Tabela 6.4 – Plano de Sugestões (1996 a 2008)**

<b>Ano</b>	<b>Recebidas</b>	<b>Aprovadas</b>	<b>Taxa de Aprovação</b>
1996	254	210	82,7%
1997	1142	312	27,3%
1998	826	290	35,1%
1999	825	477	57,8%
2000	1097	616	56,2%

Ano	Recebidas	Aprovadas	Taxa de Aprovação
2001	636	216	34,0%
2002	985	493	50,1%
2003	999	510	51,1%
2004	1260	726	57,6%
2005	1115	613	55,0%
2006	1353	508	37,5%
2007	825	519	62,9%
2008*	1007	483	48,0%
<b>Total</b>	<b>12324</b>	<b>5973</b>	<b>48,5%</b>

Fonte: Derivado da pesquisa de campo; (\*) De janeiro a outubro

Além dos expressivos ganhos de produtividade e das reduções significativas de custos conseqüentes da melhoria contínua de processos e produtos, o Plano de Sugestões ainda incentivou e viabilizou a criação de novos métodos, técnicas, acessórios e equipamentos que, em alguns casos, renderam à AMBJF o registro de patentes no Brasil e no exterior, bem como o licenciamento de produção e comercialização de alguns deles.

No período de 1993 a 1996, que coincide com o período em que *International Standard Organization* (ISO) elabora e edita a série de Normas ISO 14000, que estabeleciam as diretrizes para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental, a AMBJF desenvolveu uma série de ações relacionadas ao gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais de seus processos e produtos, tanto em termos de implantação de projetos quanto de aquisição de conhecimentos.

Já como parte da preparação prévia para a consecução do objetivo de certificação na ISO 14001, em novembro de 1996, dois os engenheiros da AMBJF haviam participado de um curso para a formação de Auditores Ambientais, onde foi feito o primeiro contato mais detalhado com a norma.

No final de 1996, a empresa declara oficialmente que vem se preparando para implementar seu Sistema de Gestão Ambiental com base na ISO 14001, além de dar início à implementação de uma série de técnicas e ferramentas de apoio ao seu Programa de Gerenciamento Estratégico da Qualidade, que tinha os seguintes objetivos para 1997: re-

certificação da ISO 9001; certificação na ISO 14.001; disseminação, em toda a empresa, dos programas Gestão à Vista, 5S e CEDAC. Para isto, cria então o Comitê da Qualidade, formado para gerir e coordenar os projetos de melhorias e aperfeiçoamento<sup>20</sup>.

No início de 1997, a AMBJF contratou uma consultoria do Bureau Veritas para dar início ao treinamento do pessoal de todas as áreas com vistas à realização de um amplo estudo dos aspectos e impactos ambientais da empresa, que seria conduzido então pela própria equipe interna. Este estudo deu origem ao Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA), ao Plano de Ação Ambiental (PAI), ao Plano de Ação de Emergência (PAE), à Política Ambiental e às diretrizes ambientais que norteariam suas ações a partir de então. Além disto, promoveu um treinamento para um grupo de 23 pessoas, representando todas as áreas da empresa, com o intuito de formar seus auditores ambientais internos.

Este trabalho, facilitado pelo fato de a empresa já ser certificada na ISO 9001, permitiu que num curto espaço de tempo a AMBJF viesse a ser indicada, já em novembro de 1997, para receber o certificado ISO 14001, após auditoria realizada pela ABS Quality Evaluations.

O Programa de Gerenciamento Estratégico da Qualidade, elaborado em 1997, previa, dentre os seus objetivos, o início da utilização das salas de Gestão à Vista, com a proposta de democratizar e possibilitar o acesso de todos os empregados aos objetivos, resultados e principais indicadores da área operacional. A gestão à vista tem como objetivo disponibilizar as informações necessárias de uma forma simples e de fácil assimilação, buscando tornar mais fácil o trabalho diário e também a busca pela melhoria da qualidade. Ela torna possível a divulgação de informações para um maior número de pessoas simultaneamente e ajuda a estabelecer a prática de compartilhamento do conhecimento como parte da cultura organizacional.

Iniciada junto com a sala de Gestão à Vista, funcionando como parceiro do Plano de Sugestões, a utilização da dinâmica do CEDAC (*Cause and Effect Diagram with*

---

<sup>20</sup> Jornal da BMP – Ano 5, nº 54 – Janeiro de 1997



*Addittional Cards* – Diagrama de Causa e Efeito com a Adição de Cartões), conforme visto na Seção 7.4.3, teve como objetivo incentivar a participação dos funcionários na solução de problemas de suas áreas.

A partir da criação do Comitê da Qualidade, em 1997, formado para gerir e coordenar os projetos de melhorias e aperfeiçoamento, a técnica do CEDAC foi disseminada para toda a empresa, bem como os programas Gestão à Vista e 5S.

No início de 1998, num balanço retrospectivo das ações tomadas em 1997, o editorial do Jornal da BMP – Ano 6, nº 64 – Jan/Fev de 1998, sob o título “Trabalhando com Qualidade”, declara que os projetos previstos no Planejamento Estratégico de Qualidade para 1997 (re-certificação ISO 9001, certificação ISO 14.001, 5S, CEDAC e Gestão à Vista, Telecurso 1º e 2º Graus, dentre outros) resultaram em “ganhos de produção, racionalização de processos, democratização do acesso às informações, intercâmbio de conhecimentos, troca de experiências, redução de custo, reconhecimento pessoal e do grupo, humanização das relações de trabalho, enfim, os benefícios foram muitos, gerando resultados expressivos para a empresa”.

No mesmo ano em que obtém a certificação do seu Sistema de Gestão Ambiental, durante o II Seminário Tecnológico (considerando a nova edição, já na gestão Belgo-Mineira), realizado em novembro de 1997, o então Superintendente de Planejamento e Desenvolvimento, Henrique Moraes de Almeida, declara que a próxima meta da empresa seria a obtenção da certificação da Norma BS 8800, que trata da Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional, ainda no ano de 1998.

Para dar atendimento a este objetivo, foram realizados treinamentos em interpretação e utilização da BS 8800, visando à formação de coordenadores de áreas e multiplicadores, o levantamento de aspectos e impactos de segurança e elaborados todos os procedimentos operacionais, baseados nos manuais de segurança já existentes.

Numa ação mais estruturada, em maio de 1998, foi lançada a campanha Qualidade de Vida, trazendo consigo a mensagem de que “mais do que o certificado na BS 8800, a AMBJF busca conquistar a excelência também em relação ao seu maior patrimônio: o empregado, uma vez que esta já se encontra assegurada em relação ao processo produtivo

(ISO 9001) e ao meio ambiente (ISO 14001)”, tendo sido desenvolvida através de palestras, cartazes, quadros de aviso, apresentações teatrais, folders e volume significativo de treinamentos em todas as áreas da empresa.

Em outubro de 1998, a AMBJF obtém a indicação à certificação BS 8800, após auditoria realizada pelo uma norma que trata da saúde e segurança do trabalho. A empresa foi auditada pela *ABS Industrial Verification do Brasil*, representante da *ABS Quality Evaluations*.

A certificação na BS 8800 seria então o terceiro elemento do SGI, que teria como escopo “permitir à empresa um acompanhamento minucioso de seus processos, garantindo a qualidade de produtos e serviços, o respeito à legislação ambiental, conciliando a atividade siderúrgica com a preservação da natureza e, ainda, a preocupação com a saúde integral e com a qualidade de vida de seus empregados”<sup>21</sup>.

A partir do segundo semestre de 1998, as empresas pertencentes ao então Grupo Belgo-Mineira (GBM) iniciaram um trabalho de *benchmarking*, que buscava promover a integração e a cooperação tecnológica entre todas as usinas, conhecendo e valorizando o que cada uma tinha de melhor para servir de referência e estímulo às demais. As ações deste programa são planejadas conforme modelo representado na Figura 6.1.

Neste contexto, a AMBJF destacava-se não só em termos dos resultados de seus processos produtivos, mas também de seus programas de qualidade e comunicação em andamento: ISO 9001, ISO 14001, BS 8800, Café da Manhã, Plano de Sugestões, 5S, CEDAC e Gestão à Vista. Em contrapartida, incorporou também alguns outros programas, tal como o Gerenciamento pelas Diretrizes e o Gerenciamento da Rotina, então aplicados nas demais unidades.

---

<sup>21</sup> Jornal da BMP – Ano 7, nº 74 – Março de 1999

**Figura 6.1 – Modelo de planejamento de *benchmarking* da AMBJF**

Perspectiva		Organizações e Setores referenciais	Finalidade do Benchmarking	Possíveis Fontes de Obtenção
Finanças		- Principais concorrentes - Empresas do Grupo Belgo	- Melhoria de Processo/Prática - Comparação de Resultados - Definição de Metas	- Empresas Grupo Belgo; - Demonstrações financeiras CVM; - Balanços publicados em jornais, - Revista Exame Maiores e Melhores
Clientes e Mercado		- Principais concorrentes; - Empresas do Grupo Belgo; - Empresas do Grupo Arcelor.	- Melhoria de Processo/Prática - Comparação de Resultados - Definição de Metas - Melhoria de Produtos	- Publicações Técnicas (Siderurgia); - Visitas a Clientes e distribuidores - Relatórios de <i>benchmark</i> de produto - Pesquisa de Satisfação de Clientes - ROs (SAP R/3).
Processos Internos e Fornecedores	Processos	- Empresas do Grupo Belgo - Empresas do Grupo Arcelor - Empresas Classe Mundial - Empresas referência no Brasil.	- Melhoria de Processo/Prática - Comparação de Resultados - Definição de Metas	- Relatórios <i>Benchmarking</i> interno; - Seminários e Feiras; - Visitas a empresas do ramo; - Informações de fornecedores; - RGs .
	Fornecedores	- Empresas do Grupo Belgo	- Melhoria de Processo/Prática - Comparação de Resultados - Definição de Metas	- Reunião Área de Suprimentos - SAP R/3 - Seminário de Suprimentos da Siderurgia.
Pessoas e Responsabilidade Social	Pessoas	- Empresas classe Mundial; - Empresas do Setor; - Empresas referência no Brasil; - Empresas do Grupo Belgo; - Empresas do Grupo Arcelor; - Consultorias	- Comparação de Resultados - Definição de Metas - Melhoria de Processos / Prática	- Saratoga - HAY do Brasil; - <i>Health Committee</i> (Arcelor); - Publicações (Exame, outras); - Comitê de Segurança Arcelor; - RG das vencedoras PNQ.
	Responsabilidade Social	- Empresas do Setor; - Empresas do Grupo Belgo; - Empresas locais (JF); - Empresas referência no Brasil	- Comparação de Resultados - Definição de Metas - Melhoria de Processos / Prática	- Empresas Grupo Belgo - Pesquisa de Imagem; - RG das vencedoras PNQ. - ABRASCA

Fonte: Pesquisa documental

Em julho de 1999, mês em que a AMBJF batia um recorde histórico, completando um ano sem acidentes, o editorial do jornal interno das empresas Belgo-Mineira<sup>22</sup> traz uma matéria em que a direção da empresa declara que “o desempenho é mais motivador quando associado ao processo de melhoria contínua em busca da competitividade no mercado”, afirmando que, além da capacidade de toda a equipe da Usina, estes e outros “resultados alcançados podem ser atribuídos ao *Sistema de Gestão Integrada* da empresa”.

Em setembro de 1999, a AMBJF, juntamente com as usinas de João Monlevade, Piracicaba e Vitória, deu início ao programa de formação Seis Sigma. Foi a primeira siderúrgica e a terceira empresa brasileira a adotar a metodologia e, à época de sua implantação, em meados de 1999, ocupava uma posição intermediária na escala, com um número próximo de 20 mil defeitos por milhão – entre três e quatro sigmas.

Desenvolvido e aplicado inicialmente pela Motorola na década de 1980, o programa *Six Sigma – Black Belts* (ou Seis Sigma – Faixas Pretas) tem hoje definições literais,

<sup>22</sup> JE Belgo-Mineira – Ano 5, n° 46 – Jul/Ago de 1999

conceituais e práticas, podendo ser utilizado, ao mesmo tempo, como uma métrica, uma metodologia ou um sistema gerencial<sup>23</sup>. Ele visa o aumento da capacidade crítica e analítica dos profissionais para que possam resolver problemas operacionais crônicos e atingir metas desafiadoras. A espinha dorsal é o método PDCA de gerenciamento, utilizando ainda ferramentas da Estatística, da Pesquisa Operacional e da Engenharia de Sistemas, tendo como objetivo a obtenção de ganhos em qualidade e produtividade.

Sigma é uma letra grega que simboliza o desvio-padrão em estatística, medindo o número de vezes que um processo se distancia da perfeição. Essa variação é medida por uma escala que vai de um sigma aos seis sigma. Uma empresa com seis sigma apresenta margem de acerto de 99,99%, ou seja mostra 3,4 defeitos por milhão de unidades. A tabela de defeitos é crescente até um sigma, classificação para empresas que apresentam 690 mil defeitos milhão.

Contratado junto à Fundação de Desenvolvimento Gerencial (FDG), o programa de treinamento previa turmas formadas por engenheiros, profissionais de manutenção, assistência técnica, programação de produção e recursos humanos, que tinham o prazo máximo de 18 meses para concluir todo o processo e obter a certificação.

A dinâmica do treinamento previa que nos primeiros 4 meses os empregados participavam de quatro rodadas de treinamento, sempre na primeira semana do mês, sendo obrigados a elaborar e apresentar, neste período, 3 projetos (de curto, médio e longo prazos), destinados a identificar e resolver problemas concretos da empresa. Cada projeto deveria atingir pelo menos uma das três metas fixadas pela empresa: economia de custos de R\$ 75 mil, aumento da qualidade em 50% ou aumento de produtividade em 30%. Nos outros 14 meses, consultores da FDG visitam a Usina para acompanhar a elaboração e implantação destes projetos. A certificação dos faixas pretas se dava somente após a avaliação dos projetos implementados, respeitado o limite máximo dos 18 meses e o atingimento das metas.

---

<sup>23</sup> <http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=3088>

O objetivo era permitir que os participantes tivessem domínio de diversas ferramentas e instrumentos da qualidade total, concedendo a certificação apenas àqueles que demonstrassem competência e capacidade para o gerenciamento da rotina do dia-a-dia e para o desenvolvimento e gerenciamento de projetos, além de habilidades comportamentais. Além disto, existia ainda o objetivo de que esses profissionais fossem também multiplicadores do sistema na empresa.

Desde o início do programa, a AMBJF já formou 32 faixas pretas e 46 faixas verdes, tendo gerado um total de 142 projetos, conforme os exemplos apresentados na Tabela 6.5, que lista os projetos, objetivos e resultados obtidos por um dos alunos da turma formada em dezembro de 2005.

**Tabela 6.5 – Exemplos de projetos e resultados do Seis Sigma**

Projeto	Objetivo	Resultados obtidos
1) Alto tempo de parada no forno elétrico a arco (FEA) por painéis refrigerados da carcaça e abóbada.	Redução do tempo de parada por painéis refrigerados da carcaça e abóbada do FEA. As interrupções geram perda de produção, aumento do custo fixo, do custo de manutenção e do refratário, redução no faturamento e exposição a riscos.	Ganho de R\$ 935.730,86 pela redução das paradas no FEA de 217,6 para 144,2 min/mês, possibilitando o aumento de 1.886,19 t/ano.
2) Alto tempo de paradas causadas pelo circuito secundário do transformador de 48/57Mva – 22/1.2Kv do FEA.	Redução em 50% do tempo de parada por curto-circuito pelo secundário do transformador de 48/57Mva – 22/1.2Kv do FEA. As interrupções geram perda de produção, aumento do custo fixo, redução no faturamento e, principalmente, exposição a riscos de segurança humana e dos equipamentos. O transformador de 48/57Mva é essencial para o funcionamento da linha de produção da Aciaria.	Retorno financeiro anual de R\$ 2.626.288,91 pela redução de paradas no FEA de 238 para 17,8 min/mês, possibilitando o aumento de 5.293,7 t/ano na produção.
3) Alto consumo de energia elétrica no FEA.	Reduzir em 5% o consumo de energia elétrica no FEA, uma vez que ela é responsável por 60% da energia solicitada no processo de fabricação do aço na Usina.	A redução de consumo, de acordo com a meta, permitiu um aumento de 1,96Kwh/t na produtividade, possibilitando um acréscimo de produção de 12.754,23 t e ganho de R\$ 6.327.373,50 na receita líquida anual da empresa.

Fonte: Belgo e Você JF – Ano 5, nº 37 – Jan/Fev de 2006

Em julho de 2000, a AMBJF lança o programa “Bem Melhor”, com a tônica de que “o que já é bom sempre pode melhorar”, inaugurando uma nova fase na empresa, com atenção voltada para a busca da excelência em todas as ações coletivas e individuais, passando então a adotar os Critérios de Excelência da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ). A Gestão Bem Melhor estava consolidada num conceito que a AMBJF chamou de “Seis Cs” (capacidade, competência, criatividade, coragem, coração e comprometimento), sendo



estes os princípios norteadores de todas as ações da empresa e, ainda, como ferramentas para se atingir os objetivos.

A proposta previa adotar um modelo de gestão no qual fossem agrupadas todas as ferramentas da qualidade implantadas na usina. Além disso, ele teria o foco nas pessoas, produtos e processos, na comunidade, em saúde e segurança, na gestão e no meio ambiente.

Em dezembro de 2000, o SGI passa então pela sua primeira auditoria conjunta, realizada pelo ABS-QE, quando a empresa foi re-certificada na ISO 14001 e, na ocasião, também foram verificados conjuntamente os requisitos das normas ISO 9001 e BS 8800.

A partir de 2000, a AMBJF foi diversas vezes indicada como uma das 10 empresas modelo em Responsabilidade Social Corporativa no Brasil, numa pesquisa realizada pela Revista Exame, por ter demonstrado sua atuação em quesitos como a ética e a qualidade dos relacionamentos mantidos com os diversos públicos: empregados e familiares, fornecedores, clientes, comunidades, além da preocupação com o meio ambiente.

Em 2001, ocorreu a primeira candidatura ao Prêmio Nacional da Qualidade, tendo como principal interesse o aprendizado consequente do Relatório de Avaliação, que é elaborado por uma equipe de examinadores a partir da leitura do Relatório da Gestão e das observações feitas durante a visita à candidata.

Em 2002 e 2003, a AMBJF se candidataria novamente, chegando a alcançar as etapas 2 e 3 do prêmio, com níveis de exigência mais elevados. Para isto, a adoção do *Balanced Score Card* (BSC) e a utilização de ferramentas inovadoras, como o Sistema de Informações Estratégicas<sup>24</sup>, foram fundamentais.

Desde o início da gestão Belgo-Mineira, em 1995, a AMBJF teve sempre uma atuação muito intensa em projetos e programas sociais, tanto interna quanto externamente, tendo

como escopo ações tanto assistencialistas quanto estruturantes. Algumas das ações estruturantes desenvolvidas ao longo deste período (tais como: a Agência de Desenvolvimento de Juiz de Fora e Região, o projeto Educação para a Qualidade do Trabalho, a Casa do Pequeno Jardineiro, o Programa Ensino de Qualidade, o apoio à implantação da fábrica da Mercedes-Benz e da Estação Aduaneira do Interior – Porto Seco – em Juiz de Fora, o Plano Estratégico de Juiz de Fora, o Programa Juiz de Fora de Qualidade e Produtividade) têm relação com a criação de uma infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento econômico e social de Juiz de Fora e região<sup>25</sup>.

Formalizando o conceito de Responsabilidade Social, já amplamente disseminado nas operações da Usina, no início de 2003 a AMBJF lança, então, o desafio da obtenção da certificação da SA 8000 (Responsabilidade Social), como sendo o quarto elemento do SGI, à época já composto pela ISO 9001 (Qualidade), ISO 14001 (Meio Ambiente) e BS 8800 (Saúde e Segurança).

A SA 8000 é uma norma internacional, lançada em 1997 pela *Social Accountability International* (SAI), que define os requisitos referentes às práticas sociais do emprego por fabricantes e seus fornecedores. É reconhecida mundialmente como a norma mais aplicável ao ambiente de trabalho, e pode ser auditada em qualquer porte de organização, em qualquer localidade geográfica e setor industrial. Entre as áreas cobertas pela SA 8000 estão: trabalho infantil, trabalho forçado, saúde e segurança, liberdade de associação e direito a acordos coletivos, discriminação, práticas disciplinares, horas de trabalho, compensação e sistemas de gestão. Estabelecendo padrões que governam os direitos dos trabalhadores, a SA 8000 adota acordos internacionais existentes, incluindo as Convenções Internacionais do Trabalho, Convenção das Nações Unidas pelos Direitos da Criança e na Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Em setembro de 2003, a empresa passou então a ser a primeira siderúrgica em todo o mundo a ser certificada pela SA 8000, em uma auditoria na qual foram realizadas

---

<sup>24</sup> Sistema desenvolvido para monitorar os indicadores e os planos de ação da empresa.

<sup>25</sup> Belgo e Você JF – Ano 2, n° 14 – Jun/Jul de 2002

entrevistas e consultas aos empregados, sindicatos e organizações não-governamentais, além da análise de toda a documentação pertinente.

Em 2004, após ter vencido o que a empresa chama de “um longo ciclo de aprendizado”, a AMBJF vence o Prêmio Nacional da Qualidade, prêmio máximo em excelência empresarial no país. Durante este período, a AMBJF estruturou uma equipe de 10 pessoas, representantes de diversas áreas da empresa – Aciaria, Laminação; Trefilaria; Gerência Técnica; Engenharia, Manutenção e Utilidades; Planejamento; Recursos Humanos e Qualidade; Suprimentos; Financeiro e Comunicação – que foram treinados para atuar como coordenadores do SGI e como multiplicadores internos de seus conceitos, técnicas e ferramentas.

Numa auditoria ocorrida em março de 2004, a AMBJF promoveu a migração da norma BS 8800 para a norma OHSAS 18001, ambas referentes ao Sistema de Saúde e Segurança. A principal diferença é que enquanto a BS 8800 é “um guia de intenções para atender os requisitos de Segurança e Saúde Ocupacional, a OHSAS 18001 é uma norma mais difundida e que atende requisitos específicos, permitindo que o SGI fique mais coeso, devido à equivalência existente dos requisitos das normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001”<sup>26</sup>. Além disto, a OHSAS 18001 ressalta as ações preventivas e a análise de risco de qualquer ação corretiva.

Com isto, o *Sistema de Gestão Integrada* (SGI) da AMBJF atingia a sua estrutura atual, formada por técnicas de gestão relativas ao Controle e Gestão da Qualidade Total (CGQT) e ao Aprimoramento Contínuo (AC), consideradas implementadas conforme a cronologia apresentada na Tabela 6.6.

---

<sup>26</sup> Entrevista com um Analista da Qualidade



**Tabela 6.6 – Conclusão da implementação das técnicas de gestão estudadas**

Ano	Técnicas de gestão
1987	Plano de Sugestões
1993	5S
1994	ISO 9001
1997	Gestão à Vista, CEDAC, ISO 14001
1998	BS 8800/OHSAS 18001
1999	Seis Sigma
2003	SA 8000
2004	Modelo de Excelência da Gestão

*Fonte:* Derivado da pesquisa de campo

Verificou-se neste capítulo que a implementação destas técnicas se deu a partir da contratação de consultorias e de profissionais especializados; da realização de treinamentos internos e externos; da formação de equipes (de área e multidisciplinares); e da revisão, documentação e melhoria contínua de processos e procedimentos.

Em resumo, este é exatamente o ponto de partida das análises que trataremos no Capítulo 9, quando verificaremos a influência da adoção destas técnicas de gestão na estrutura e no funcionamento do sistema de aprendizagem da empresa ao longo deste período, tomando-se por base o detalhamento dos processos e mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa e relatados no Capítulo 7 a seguir.

## **CAPÍTULO 7:**

### **MECANISMOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA UTILIZADOS**

---

Este capítulo descreve e examina os mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), ao longo do período compreendido entre 1984 e 2008, à luz de modelos analíticos disponíveis na literatura nacional e internacional sobre empresas em processo de acumulação de capacidades tecnológicas, nos termos do Capítulo 3.

A sua organização se dá a partir de 4 seções, relativas aos processos e mecanismos de aquisição de saber externo (Seção 7.1), aquisição de saber interno (Seção 7.2), socialização do saber (Seção 7.3) e codificação do saber (Seção 7.4). Estas seções têm como objetivos: (a) nos termos do modelo analítico apresentado na Seção 3.4.1, classificar e agrupar por tipo de processo cada um dos diversos mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pela empresa; (b) detalhar a utilização destes mecanismos, abordando aspectos relativos à sua cronologia, motivação, implementação e, quando possível e pertinente, relação com as técnicas de gestão estudadas; (c) fundamentar as análises que serão feitas no Capítulo 9, relativamente às suas características-chave e à sua relação com as técnicas de gestão adotadas pela empresa.

#### **7.1 MECANISMOS DE AQUISIÇÃO DE SABER EXTERNO UTILIZADOS**

As Seções 7.1.1 a 7.1.8 a seguir detalham a utilização dos mecanismos de aquisição do saber externo, abordando aspectos relativos à sua cronologia, motivação, implementação e, quando possível e pertinente, relação com as técnicas de gestão estudadas.

A Tabela 7.1 lista os mecanismos relativos ao processo de aquisição de saber externo que foram utilizados pela AMBJF ao longo do período de análise do presente estudo. Conforme visto na Seção 3.4.1, mecanismos de aquisição de saber externo são aqueles pelos quais os indivíduos adquirem conhecimentos tácitos ou codificados vindos de fontes externas à empresa.

**Tabela 7.1 – Mecanismos de aquisição de saber externo utilizados (1984 a 2008)**

<b>Mecanismos de aquisição de saber externo utilizados (1984 a 2008)</b>	
<b>Assistência técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convênio com instituições de pesquisa, ensino e extensão</li> <li>• Transferência de tecnologia entre empresas</li> </ul>
<b>Conferências e eventos afins</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação ou apresentação de trabalhos em conferências e eventos afins</li> </ul>
<b>Importação de expertise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratação de profissionais experientes</li> </ul>
<b>Importação de saber</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditorias externas</li> <li>• Contratos de assessoria e consultoria</li> <li>• Interações com outras empresas</li> <li>• Palestras de especialistas externos e profissionais de outras empresas</li> </ul>
<b>Infra-estrutura educacional na comunidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educação básica, ensino técnico e formação humana</li> </ul>
<b>Interação com fornecedores e clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Células interativas com clientes</li> <li>• Células interativas com fornecedores</li> <li>• Feedback de clientes</li> <li>• Participação em feiras e exposições</li> </ul>
<b>Interações com a comunidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interações com instituições de fomento, entidades de classe, ONGs e órgãos governamentais</li> </ul>
<b>Treinamento externo no Brasil e no exterior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de segurança</li> <li>• Técnicas e ferramentas da qualidade</li> <li>• Treinamentos de informática</li> <li>• Treinamentos gerenciais</li> <li>• Treinamentos operacionais</li> <li>• Treinamentos técnicos</li> <li>• Visitas técnicas</li> </ul>

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

### **7.1.1 ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

#### ***Convênio com instituições de pesquisa, ensino e extensão***

A partir de 1987, e ao longo de todo o período de análise do presente estudo, a partir de 1987, a AMBJF firmou vários convênios com instituições de ensino e pesquisa, tais como a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Emater, com o objetivo de: desenvolver pesquisas sobre o reaproveitamento de resíduos do processo produtivo como insumo na fabricação de produtos de outras indústrias e assistência no desenvolvimento de projetos de automação de equipamentos de processos.

### ***Transferência de tecnologia entre empresas***

A aquisição de saber via acordos de transferência de tecnologia se deu, na AMBJF, principalmente com o intuito de permitir que a empresa pudesse desenvolver aços para diversas aplicações, como baixa-liga, aço para concreto protendido, para estampagem a frio, para usinabilidade e aços alto-carbono para aplicações especiais. Além disto, tais contratos tinham também o objetivo secundário de buscar melhorias em termos de qualidade e produtividade. Dentre estes contratos, destacam-se a Daido Steel e a NKK, em 1992 e 1993, respectivamente<sup>27</sup>. A partir do momento em que a empresa foi arrendada pelo Grupo Belgo-Mineira, em 1995, e, posteriormente, incorporado pela Mittal Steel, em 2006, em este tipo de processo de aquisição de conhecimento foi sendo elevado ao nível corporativo e chegava à empresa por outras vias.

### **7.1.2 PARTICIPAÇÃO OU APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS EM CONFERÊNCIAS E EVENTOS AFINS**

Ao longo de todo o período de sua existência, de 1984 a 2008, a AMBJF teve uma participação ativa em congressos e seminários, nacionais e internacionais, específicos do setor de siderurgia, tais como os da Associação Brasileira de Metais e Materiais (ABM), do Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) e do Instituto Latino Americano de Ferro e Aço (ILAFA). Além destes, verifica-se também uma participação regular em eventos gerais promovidos por órgãos de fomento ao desenvolvimento econômico e social, outras empresas, instituições de ensino, órgãos e agentes regulamentadores e normativos e entidades de classe.

### **7.1.3 IMPORTAÇÃO DE EXPERTISE**

#### ***Contratação de profissionais experientes***

A AMBJF, principalmente nas fases pré-operacional e de início das operações, adotou estratégias deliberadas de contratação de profissionais que já atuavam no setor de siderurgia, em diversos tipos de funções, tal como especialistas, engenheiros, técnicos e

---

<sup>27</sup> Jornal da SMJ – Ano II, n° 25 – Novembro de 1993

operadores. Nos três primeiros casos, estes profissionais eram contratados para desempenhar funções tanto na operação quanto na gestão do negócio, permitindo que a empresa internalizasse diversos tipos e níveis de conhecimentos, habilidades e experiências, além de uma maior heterogeneidade de estilos e culturas de gestão.

#### **7.1.4 IMPORTAÇÃO DE SABER**

##### ***Auditorias externas***

Como requisito à obtenção e manutenção das certificações ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e MEG/FNQ, técnicas de gestão componentes de seu *Sistema de Gestão Integrada*, a AMBJF, a partir de 1994, sempre submeteu seus processos organizacionais e operacionais e seus produtos a um processo contínuo e crescente de auditorias externas (conforme detalhado no Capítulo 6), configurando-se em um significativo meio de aquisição e socialização de conhecimento.

##### ***Contratos de assessoria e consultoria***

Durante todo o período estudado a AMBJF assinou contratos de assessoria e consultoria com várias empresas, para a condução total ou parcial, do processo de implementação de diversos de seus projetos, contemplando, isolada ou conjuntamente, as fases de diagnóstico, elaboração, implementação e avaliação dos mesmos, tal como com a Computer Task Group, quando da elaboração e implementação do Masterplan (plano de integração entre informatização e automação que orientou as ações da AMBJF no período de 1993 a 1996); o IBQN, em 1992, contratado para prestar assessoria nas fases de preparação para a certificação da ISO 9001 (vide Seção 7.2.1); a IBM do Brasil, em 1998, contratada durante o processo de implantação do SAP/R3; e, principalmente, com a ArcelorMittal Sistemas (antiga Belgo-Mineira Sistemas) que, desde o arrendamento da usina pela Belgo-Mineira (vide Seção 7.2.1), presta assessoria à AMBJF em tudo aquilo que diz respeito à área de tecnologia da informação.

Em todos estes contratos, ocorreram dois tipos de processos que permitiam à equipe da AMBJF importar conhecimento para dentro da empresa. O primeiro deles, diz respeito a todo o processo de treinamentos que se disparava durante as diversas fases de cada um dos projetos. O segundo aconteceu na medida em que os projetos eram conduzidos a quatro mãos, contando sempre com a participação efetiva da equipe da AMBJF, que em muitos

casos era convocada a atuar como multiplicadora interna dos conhecimentos adquiridos durante o processo.

### ***Interações com outras empresas***

A interação formal e informal com outras empresas, sejam do mesmo setor de atuação ou de outros (CSN, Usiminas, AçoMinas, Shell, Titan, Mitsui, dentre outras), teve início antes mesmo do início das operações e perdura até os dias de hoje, sendo usada pela AMBJF ao longo dos anos como um canal de troca de informações e conhecimentos, tanto em termos de processos e técnicas de siderurgia quanto de gestão, estando aberto em ambos os sentidos, ou seja, partindo tanto da AMBJF para outras empresas quanto vice-versa.

Estas interações informais se deram sob diversas formas, tais como em convenções e eventos afins, participação conjunta em comissões técnicas e grupos de trabalho, contatos via telefone e e-mail e visitas de relacionamento e aproximação.

### ***Palestras de especialistas externos e profissionais de outras empresas***

A AMBJF promove regularmente diversos simpósios técnicos internos, tais como os Seminários Tecnológicos (da AMBJF, da Aciaria, da Laminação e da Trefilaria), iniciados em 1983; a Semana de Saúde Ocupacional, iniciada em 1991; a Semana do Meio Ambiente, iniciada em 1993; e a Semana de Prevenção a Acidentes de Trabalho, iniciada em 1995.

Além destes, promove eventualmente encontros para discussão de temas específicos, conforme demandas pontuais. Em todos estes casos, busca trazer especialistas externos e profissionais de outras empresas para apresentarem seus estudos e trabalhos relacionados às respectivas áreas de interesse destes encontros.

## **7.1.5 INFRA-ESTRUTURA EDUCACIONAL NA COMUNIDADE**

### ***Educação básica, ensino técnico e formação humana***

A AMBJF desenvolveu e implementou, isoladamente e em conjunto com as demais empresas e fundações dos grupos a que pertenceu ao longo deste período, diversos projetos nos quais investiu na melhoria das condições de educação básica e de formação profissional da meso-região onde atua, bem como na melhoria do nível educacional formal

e técnica de seus funcionários. Em 1994, a AMBJF aderiu ao Pacto de Minas pela Educação. Em 1996, firmou convênio com o Colégio Técnico Universitário (CTU/UFJF), visando o aprimoramento da mão-de-obra de nível técnico da região. Em 2000, implantou o Programa Ensino de Qualidade em 4 (quatro) escolas públicas de primeiro grau de Juiz de Fora. Desenvolve, ainda, projetos em parceria com a Prefeitura de Juiz de Fora e o Sistema FIEMG (Sesi/Senai), que têm como escopo o atendimento de jovens carentes, a partir da oferta de cursos profissionalizantes, porém com uma abordagem complementar de formação humana e convívio social.

### **7.1.6 INTERAÇÃO COM FORNECEDORES E CLIENTES**

#### ***Células interativas com clientes***

A AMBJF possui uma série de programas e realiza um conjunto de ações com o objetivo de promover uma maior interação com seus clientes, dentre as quais destaca-se: visitas de clientes e entidades de classe dos setores em que a AMBJF atua; e palestras técnicas dirigidas a seus credenciados, distribuidores e clientes; e a partir das quais toda uma gama de informações é absorvida, servindo de base para a identificação de necessidades e oportunidades de melhoria em termos de processos e produtos.

#### ***Células interativas com fornecedores***

Ao longo do período estudado, a AMBJF utilizou uma série de mecanismos de interação com seus fornecedores, tal como: catálogo de produtos e equipamentos; visitas técnicas; desenvolvimento conjunto de projetos; solução conjunta de problemas e programas de desenvolvimento de novos parceiros de negócios. Esta interação sempre foi orientada para a identificação e incorporação de novos equipamentos, componentes, técnicas e tecnologias a serem adotadas no processo produtivo e nos processos de apoio e de gestão da empresa.

#### ***Feedback de clientes***

A AMBJF obtém o *feedback* de seus credenciados, distribuidores e clientes a partir de diversos meios, tais como: o serviço de atendimento ao cliente, via internet e telefone; visitas técnicas para esclarecimento de dúvidas e solução de problemas no uso dos produtos; projetos em parceria para o desenvolvimento de novas especificações; auditorias internas na rede de distribuição e de credenciados do *Belgo Pronto*; programas de

certificação e de avaliação de qualidade dos clientes; de pesquisas de mercado, dentre outros.

### ***Participação em feiras e exposições***

A participação freqüente em feiras e exposições agropecuárias e industriais, nacionais e internacionais (FEICON, FEHAB, Congresso ILAFA, dentre outros), que vem se repetindo de forma sistemática desde o início das operações, em 1984, além da divulgação da marca e dos produtos, permitiu à AMBJF o estabelecimento um canal direto de comunicação e uma maior aproximação com clientes, fornecedores, concorrentes e formadores de opinião, além de atuar como instrumento de acesso às tendências do mercado em termos de novas tecnologias, equipamentos, processos e produtos, servindo de importante meio de internalização de saber.

### **7.1.7 INTERAÇÕES COM A COMUNIDADE**

A AMBJF, diretamente ou através de suas empresas irmãs, teve, ao longo destes anos, em momentos e por períodos distintos, uma participação ativa e preponderante em diversas instituições de fomento, entidades de classe, ONGs e órgãos governamentais, com destaque para: a presidência da Comissão de Assuntos Ambientais do Vale do Paraíba – CAAVP (1991); a presidência do Conselho Regional de Meio Ambiente da Zona da Mata, ligado à FIEMG (1996); a presidência e outros cargos do Conselho Deliberativo da Regional Zona da Mata e Campos das Vertentes Associação Brasileira de Recursos Humanos – ABRH (1996); a presidência da Agência de Desenvolvimento de Juiz de Fora e Região – ADJFR (1997); a presidência do Instituto Brasileiro de Siderurgia (1999); a participação no Conselho Diretor do Instituto Brasileiro de Concreto – Ibracon (2000); a participação no Conselho Curador da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG (2000); a presidência do Comitê Gestor do Programa Juiz de Fora de Qualidade e Produtividade (2001); e a vice-presidência do Centro Industrial de Juiz de Fora (2001).

Numa outra frente, a AMBJF participou ativamente de projetos e ações que tinham como objetivo promover o desenvolvimento econômico e social da meso-região onde atua, tal como: a implantação do novo Distrito Industrial de Juiz de Fora (1993); a participação ativa na elaboração do Plano Estratégico de Juiz de Fora (2001); além de ter estruturado,



dirigido e subsidiado o Programa Juiz de Fora de Qualidade e Produtividade (de 2001 a 2005); dentre outros.

### **7.1.8 TREINAMENTO EXTERNO, NO BRASIL E NO EXTERIOR**

#### ***Técnicas de segurança***

Desde 1992, áreas de Segurança e de Recursos Humanos da AMBJF promovem o Programa de Formação e Reciclagem das Brigadas de Prevenção, Socorrimento e Meio Ambiente, com o objetivo de preparar os funcionários para prevenir, identificar e classificar os tipos de incêndio, como também combatê-los de forma adequada. Para isto, foi estabelecido um calendário anual de treinamentos e simulados, realizados através de um convênio com o 4º Batalhão de Bombeiro Militar. Neste período, aproximadamente 350 pessoas já foram treinadas no âmbito deste programa.

#### ***Técnicas e ferramentas da qualidade***

Desde o início de suas operações, mesmo antes do início das certificações que culminaram com a constituição do SGI, a empresa contratou diversos tipos de cursos e treinamentos externos, tratando de questões relativas a técnicas e ferramentas da qualidade, matemática e estatística aplicadas e Controle Estatístico de Processos (CEP).

A partir de 1992, com o início da estruturação do Sistema de Gestão Integrada (SGI), diversos outros treinamentos externos relativos a técnicas e ferramentas da qualidade foram iniciados e vêm sendo ministrados de forma sistemática, com destaque para: auditores internos em qualidade, segurança, meio ambiente e saúde; organização normativa; Análise e Otimização e Análise e Solução de Problemas em Grupo – ASPG; Seis Sigma; além de todos os treinamentos específicos voltados à preparação para as certificações (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001 e SA 8000) e à adoção do Modelo de Excelência da Gestão (MEG/FNQ).

#### ***Treinamentos de informática***

Através de convênios com instituições de ensino e contratos com empresas de consultoria e treinamento, os empregados da AMBJF participaram, ao longo do período de 1984 a 2008, de treinamentos diversos na área de informática, incluindo: micro-informática básica,

sistemas operacionais (MS-DOS e Windows), ferramentas de escritório (Word, Excel, Access e Powerpoint), programas estatísticos (SPSS) e sistemas corporativos (Belgo SAP).

### ***Treinamentos gerenciais***

A AMBJF adotou, ao longo destes anos, diversos programas de treinamentos e desenvolvimento gerenciais, tais como: o Treinamento Gerencial Institucional (TGI), o Programa de Desenvolvimento Individual (PDI) e o Programa Avançado de Desenvolvimento Individual (PADI), a partir de 1993; e o Programa de Desenvolvimento Gerencial (PDG), a partir de 1996; sendo os conteúdos e os participantes escolhidos em função das demandas estratégicas de empresa em termos de aprendizado. Estes treinamentos disparavam ainda um processo de socialização do saber, na medida em que, após o treinamento, os profissionais repassavam o conhecimento adquirido através de reuniões, palestras e seminários.

Além disto, diversos programas de desenvolvimento conduzidos com a Fundação Dom Cabral/Insead/Kellog (FDC), Instituto de Desenvolvimento Gerencial (INDG) e outras instituições foram destinados a executivos, supervisores e profissionais ocupantes de cargos de nível superior e médio.

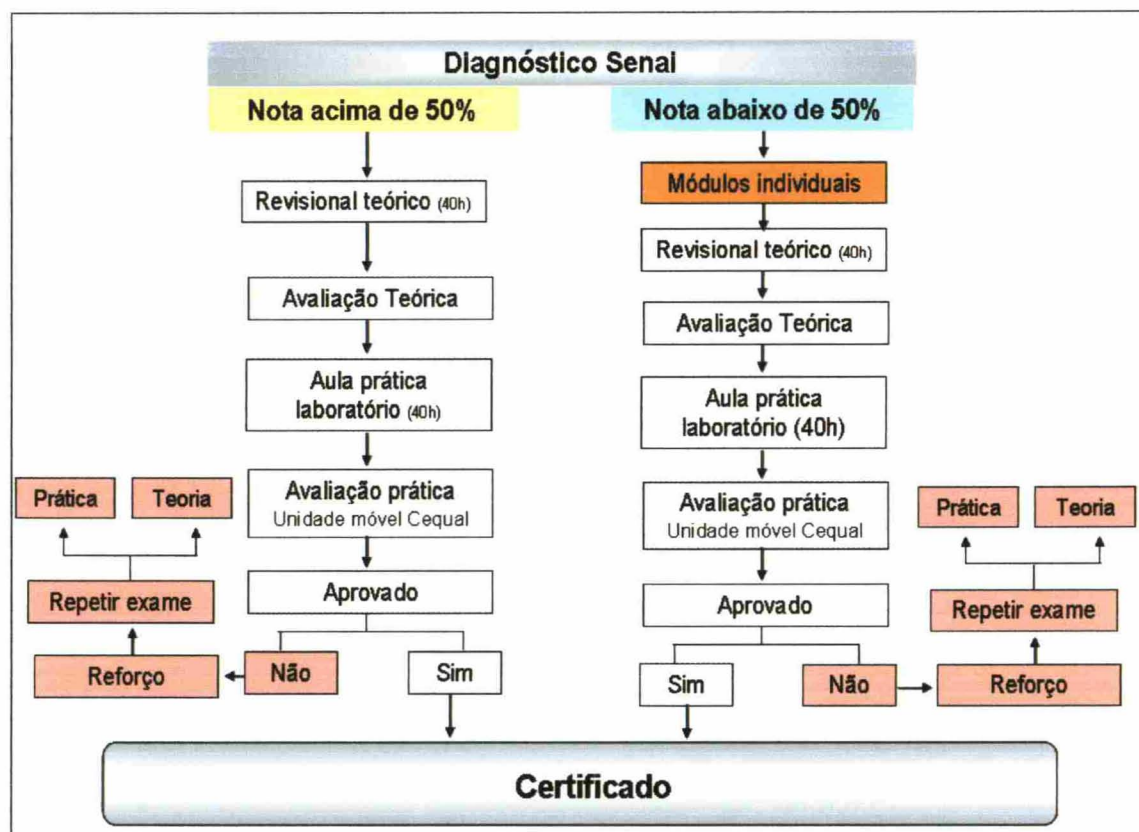
### ***Treinamentos operacionais***

Os treinamentos operacionais foram iniciados antes mesmo do início das operações da AMBJF, tendo sido estruturados com o objetivo de atender necessidades de aperfeiçoamento na operação dos equipamentos, buscando a qualificação e reciclagem contínua dos conhecimentos à disposição de seus funcionários. Além do treinamento no posto de trabalho (*on the job training*), o desenvolvimento de empregados do quadro operacional se processa também mediante especialização em técnicas e ferramentas operacionais da qualidade e aperfeiçoamento das práticas de processo de produção, apoio ou administração, realizado tanto na empresa quanto em entidades externas.

Dentre estes programas, destaca-se o Programa de Certificação Operacional, implantado em 2005 e utilizado como instrumento de reconhecimento e desenvolvimento das pessoas, a partir da oferta de treinamentos técnicos e de segurança alinhados às competências requeridas para o exercício dos cargos de nível operacional, tal como operação de ponte

rolante, manutenção elétrica e manutenção mecânica, dentre outras. A Figura 7.1 apresenta o fluxo do processo de certificação deste programa, realizado em parceria com o Senai.

**Figura 7.1 – Fluxograma do processo de certificação do Programa de Certificação Operacional**



Fonte: Pesquisa documental

### ***Treinamentos técnicos***

Os treinamentos técnicos oferecidos pela AMBJF aos seus funcionários foram, de um modo geral, ministrados em parceria com outras instituições, tais como o Sesi, o Senai e o Colégio Técnico Universitário (CTU/UFJF), tendo sido iniciados em 1993. Estes cursos permitiram melhorar o nível de qualificação técnica dos colaboradores de nível técnico e operacional da AMBJF. Dentre outros, são oferecidos cursos de: Técnico em Mecânica, com ênfase em manutenção, e Técnico de Metalurgia, com foco em Siderurgia.

### ***Visitas técnicas***

Iniciada em 1991, a prática da realização de visitas técnicas a outras empresas e fornecedores do setor de siderurgia, no Brasil e no exterior, configurou-se em um importante mecanismo para a aquisição de novos conhecimentos. Dentre as empresas

visitas, destaca-se: Daido Steel Co., Von Roll, Andec, Tata Iron and Steel, Good Fellow, Morgan, dentre outras.

Estas visitas tinham objetivos variados, tais como a produção de novos e diferentes tipos de aços, avaliação de equipamentos e processos produtivos, novas tecnologias de produtos e processos, e permitiram à AMBJF ter acesso a práticas específicas de cada uma das empresas visitadas, a partir do contato com seus engenheiros, técnicos e operadores, além de poder verificar *in loco* novas formas de organização e controle da produção. Todo o conteúdo verificado durante estas visitas era então documentado na forma de relatórios e disponibilizados às pessoas pertinentes em cada caso, servindo de base para a discussão, adaptação e implementação de novos padrões técnicos e operacionais, bem como para a fabricação de novos produtos.

7.2 MECANISMOS DE AQUISIÇÃO DE SABER INTERNO UTILIZADOS

A Tabela 7.2 lista os mecanismos relativos ao processo de aquisição de saber interno utilizados pela AMBJF ao longo do período de análise do presente estudo. Conforme visto na Seção 3.4.1, mecanismos de aquisição de saber interno são aqueles pelos quais os indivíduos adquirem conhecimentos tácitos exercendo diferentes atividades na empresa.

Tabela 7.2 – Mecanismos de aquisição de saber interno utilizados (1984 a 2008)

Mecanismos de aquisição de saber interno utilizados (1984 a 2008)
Aprimoramentos contínuos em produtos, processos, organização da produção e equipamentos <ul style="list-style-type: none"><li>• Automação de processos e controles</li><li>• Esforços sistemáticos para redução de acidentes</li><li>• Esforços sistemáticos para redução de custos</li><li>• Grupos de Melhoria de Processos</li><li>• Plano de Sugestões</li><li>• Projeto e desenvolvimento de novos produtos, processos, equipamentos e acessórios</li></ul>

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A Seção 7.2.1 detalha a utilização dos mecanismos de aquisição do saber interno, abordando aspectos relativos à sua cronologia, motivação, implementação e, quando possível e pertinente, relação com as técnicas de gestão estudadas.

### **7.2.1 APRIMORAMENTOS CONTÍNUOS**

#### ***Automação de processos e controles***

A AMBJF, a partir do Departamento de Metalurgia e Engenharia de Processos (vide Figura 5.3), de convênios e parcerias com universidades e centros de pesquisa, como o Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia (CRITT/UFJF), em 1997, e, principalmente, do Plano de Sugestões, em 1987, e do CEDAC, em 1997, desenvolveu diversos projetos de automação de processos e controles de gestão e de produção, conseqüentes de melhorias contínuas e incrementais, muitas das quais realizadas pelos próprios profissionais envolvidos na rotina diária de operação, tais como o Sistema e Aparelho para Controle e Intervalo de Tempo entre Peças e Laminadores (1990) – patenteado nos EUA, o *CEP On Line* (1992) e o *PCP Cliente* (1993).

#### ***Desenvolvimento de novos produtos, equipamentos e acessórios***

Desde 1992, a AMBJF possuía em sua estrutura organizacional a Superintendência de Desenvolvimento Industrial, a qual estava subordinada o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento e a Superintendência de Engenharia e Utilidades, que eram responsáveis pela elaboração e implementação de projetos de desenvolvimento de novos produtos, equipamentos e acessórios.

Em termos de equipamentos e acessórios projetados e desenvolvidos pela própria equipe, podemos citar o Sistema e Aparelho para Controle e Intervalo de Tempo entre Peças e Laminadores (1990), a Esmerilhadeira Automática de Tarugos e o sistema de exaustão acoplado à ela (1991) e a Máquina de Separação de Água e Óleo (1992), dentre outros.

No que diz respeito aos produtos, o vergalhão de núcleo quadrado (1999), o vergalhão de núcleo octogonal (2001), o CA-60 nervurado (2002) e o vergalhão 16mm soldável em rolo (2008) são exemplos de inovações que surgiram a partir de projetos desenvolvidos internamente.

#### ***Esforços sistemáticos para redução de acidentes***

Ao longo do período estudado, a AMBJF implementou diversas ações de melhorias em seus processos, permitindo-lhe reduzir continuamente os índices de acidente no trabalho, com ou sem perda de tempo. Tais resultados têm uma relação direta com o nível de

treinamento oferecido aos empregados, à atuação constante da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, criada em 1991, e à certificação BS 8800/OHSAS 18001 (1998). No entanto, diversas ações implementadas ao longo deste período são oriundas da experiência dos próprios funcionários envolvidos na produção que, ao desempenharem suas atividades de rotina, buscam novas e melhores formas de fazê-lo, propondo alterações e adaptações nos procedimentos e nos equipamentos com vistas a torná-los mais seguros, principalmente a partir do Plano de Sugestões e do CEDAC.

### ***Esforços sistemáticos para redução de custos***

No período que vai de 1984 a 1994, a AMBJF, operando então sob o nome de Mendes Júnior Siderurgia, vivenciou uma constante e crescente crise financeira, que culminou com o arrendamento e posterior compra da usina pelo Grupo Belgo-Mineira. Durante este período, principalmente, seus gerentes, engenheiros, técnicos e operários foram continuamente instigados a buscar alternativas de redução de custos, através da melhoria dos processos e da busca de maior produtividade, num processo que aprimorava o nível de conhecimento de seus colaboradores a partir de uma aprendizagem que se dava no desempenho regular de suas funções, em seus respectivos postos de trabalho.

### ***Plano de Sugestões***

O Plano de Sugestões, conforme detalhado nas Seções 6.2 e 6.3, foi implantado em 1987, com o propósito de incentivar a participação dos funcionários no desenvolvimento da empresa, a partir da apresentação de idéias de melhorias de métodos, das condições de trabalho e produtos. Ao longo destes anos, o Plano de Sugestões se caracterizou como sendo o principal instrumento de incentivo ao aprendizado interno na AMBJF, viabilizando a criação de novos métodos, técnicas, acessórios e equipamentos que, em alguns casos, renderam à AMBJF o registro de patentes no Brasil e no exterior, bem como licenciamentos de produção e comercialização de acessórios e equipamentos.

## **7.3 MECANISMOS DE SOCIALIZAÇÃO DO SABER UTILIZADOS**

Mecanismos de socialização do saber, conforme visto na Seção 3.4.1, são aqueles pelos quais os indivíduos compartilham seu saber tácito (modelos mentais e aptidões técnicas). Em outras palavras, todo processo, formal ou informal, pelo qual o saber tácito é



transmitido de um indivíduo ou grupo de indivíduos para outro. A Tabela 7.3 lista os mecanismos de socialização do saber utilizados pela AMBJF ao longo do período de análise do presente estudo.

**Tabela 7.3 – Mecanismos de socialização do saber utilizados (1984 a 2008)**

Mecanismos de socialização do saber utilizados (1984 a 2008)
<b>Formação de equipes</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Auditorias internas</li><li>• Comissões, comitês e grupos de trabalho</li></ul>
<b>Interação com as controladoras e coligadas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cooperação tecnológica</li><li>• Reuniões integracas</li><li>• Simpósios Internos</li><li>• Visitas Técnicas</li></ul>
<b>Oferta de assistência técnica ou treinamento</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Assistência técnica a fornecedores</li><li>• Assistência técnica ou treinamento a outras empresas de aço</li></ul>
<b>Solução conjunta de problemas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• CEDAC</li><li>• Reuniões de gerenciamento da rotina</li><li>• Reuniões gerenciais periódicas</li></ul>
<b>Treinamento interno</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cursos de formação básica</li><li>• Leitura, interpretação e aplicação do conteúdo de livros, manuais, apostilas e normas</li><li>• <i>On the job training</i></li><li>• Programa de <i>trainees</i></li><li>• Técnicas e ferramentas da qualidade</li><li>• Treinamentos técnicos</li></ul>

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

As Seções 7.3.1 a 7.3.5 detalham a utilização dos mecanismos de socialização do saber, abordando aspectos relativos à sua cronologia, motivação, implementação e, quando possível e pertinente, relação com as técnicas de gestão estudadas.

**7.3.1 FORMAÇÃO DE EQUIPES**

*Auditorias internas*

As auditorias internas, realizadas com o intuito de avaliar o atendimento aos requisitos das certificações integrantes do SGI, iniciadas a partir de 1993, se configuraram na empresa como um importante mecanismo de socialização do saber, na medida em que os auditores internos compartilhavam seus conhecimentos com os funcionários das áreas auditadas.

### ***Comissões, comitês e grupos de trabalho***

As comissões permanentes de Meio Ambiente e de Segurança e Saúde, implementadas na AMBJF desde 1984 e 1991, respectivamente, têm a incumbência de avaliar os aspectos e impactos do processo produtivo da Usina sobre o meio ambiente e a saúde e segurança de seus colaboradores. Além destas, a partir da fase de preparação para a certificação ISO 9001, a AMBJF criou também diversos Comitês e Grupos de Trabalho com vistas a tratar as questões referentes à implementação do SGI.

Ao elaborar e analisar políticas, objetivos, estratégias, programas, planos e projetos, sejam estes institucionais ou específicos de uma determinada área ou nível organizacional, estas comissões acabam por se constituir em um importante mecanismo de compartilhamento do saber tácito de seus membros.

### **7.3.2 INTERAÇÃO COM AS CONTROLADORAS E COLIGADAS**

Desde 1995, quando deixou de operar como uma usina isolada e passou a fazer parte de conglomerados siderúrgicos, a AMBJF passou a desempenhar atividades de interação com as suas controladoras e coligadas, com destaque para os quatro mecanismos detalhados abaixo.

#### ***Cooperação tecnológica***

A partir de 1995 a AMBJF promove atividades de cooperação tecnológica com as demais empresas dos grupos a que pertenceu/pertence, através das quais os profissionais das diversas usinas trocam conhecimentos e experiências, buscando conhecer o que cada unidade tem de melhor, com vistas a tentar adaptar e aplicar tal aprendizado em suas respectivas unidades. Além disto, a partir de 2007, especialistas em processo, desenvolvimento, manutenção e operação da Aciaria da AMBJF receberam a missão de levar, às usinas da ArcelorMittal em Indiana Harbor (EUA) e em Point Lisas (Trinidad Tobago), conhecimentos e expertises que possam promover a melhoria de suas práticas e resultados operacionais.

#### ***Reuniões integradas***

Uma prática adotada a partir de 1999 foi a realização de reuniões integradas com vistas à troca de experiências e informações sobre técnicas e práticas como Gerenciamento pelas



Diretrizes, Gerenciamento da Rotina, Café da Manhã, Plano de Sugestões, CEDAC, 5S, Gestão à Vista, dentre outras, contribuindo para a troca de conhecimentos e experiências específicos sobre cada uma delas entre os profissionais participantes.

### ***Simpósios internos***

A partir do momento em que passou a pertencer a conglomerados siderúrgicos, os Seminários Tecnológicos, a Semana de Prevenção aos Acidentes de Trabalho, a Semana de Saúde Ocupacional e a Semana do Meio Ambiente passaram também a ser utilizados como um importante canal de troca de conhecimentos entre a AMBJF e as demais empresas do grupo, uma vez que sistematicamente membros das outras unidades participavam destes simpósios, seja como ouvintes ou apresentando trabalhos. Nestes encontros, eram apresentados e divulgados projetos em desenvolvimento, novas tecnologias e experiências, trabalhos técnicos e de pesquisa em diversas áreas da empresa.

### ***Visitas técnicas***

A exemplo das visitas técnicas a outras empresas, desde 1995 a AMBJF mantém um programa sistemático de visitação às demais unidades dos conglomerados siderúrgicos a que pertenceu e pertence, bem como de recepção de profissionais destas empresas, constituindo-se em um importante instrumento de socialização do saber.

Estas visitas propiciam a troca de conhecimentos e experiências em termos de produtos, processos e organização da produção, equipamentos, técnicas de gestão, técnicas e ferramentas da qualidade, dentre outros, a partir do contato direto entre engenheiros, técnicos e operadores e da verificação in loco das mesmas. O conteúdo verificado durante estas visitas é documentado na forma de relatórios e disponibilizado às pessoas pertinentes em cada caso, servindo de base para a discussão, adaptação e implementação de novos padrões técnicos e operacionais.

## **7.3.3 OFERTA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E TREINAMENTO**

### ***Assistência técnica a fornecedores***

A AMBJF desenvolveu ao longo destes anos uma série de ações de assistência técnica, capacitação e desenvolvimento de fornecedores, atuando isoladamente ou em parceria com outras instituições.

Com o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), participou do Programa de Qualificação de Fornecedores – PQF (1993), que visava oferecer uma certificação do IBS a todos os fornecedores que obtivessem um desempenho mínimo em um processo de avaliação que tinha como referência as normas da série ISO 9000.

Elaborou e implementou a Jornada da Qualidade, um projeto que, a partir de 1994, visava a qualificação dos prestadores de serviços portuários da AMBJF no Rio de Janeiro, com vistas à prestação de orientação sobre transporte e estivagem, além de informações sobre as normas ISO 9000.

Em 2001, participou do Programa de Desenvolvimento de Fornecedores Locais e Regionais, coordenado pela Agência de Desenvolvimento de Juiz de Fora e Região (ADJFR), que tinha como objetivo a capacitação de micro e pequenas empresas da Zona da Mata no âmbito empresarial e tecnológico, como fornecedoras de grandes corporações.

#### ***Assistência técnica ou treinamento a outras empresas de aço***

A AMBJF, ao longo deste período, prestou assistência técnica ou ofereceu treinamento a diversas outras empresas siderúrgicas do Brasil e do exterior, compreendendo as áreas de Forno Elétrico a Arco, Forno Panela, Lingotamento Contínuo, Aciaria, Laminação, Trefilaria, Controle de Qualidade, Planejamento da Produção, Gerenciamento de Processos Produtivos, Manutenção, Pátio de Sucata e Área de Refratários. No Brasil, prestou serviços para a Acesita (1988), Açominas (1984, 1985 e 1993), Aços Finos Piratini (1986 e 1987), Companhia de Ferro e Aço de Vitória – COFAVI (1986), Siderúrgica Dedini (1987 e 1988) e USIBA (1986, 1987 e 1989). No exterior, atendeu à: no Peru, Aceros Arequipa (1989, 1990, 1991 e 1993); no Paraguai, Aceros del Paraguay – ACEPAR (1997); em Trinidad-Tobago, Cabbean Ispat (1993); no México, Hylsa (1992); na Índia, Ikosa-Modi Steels (1992) e Tata Iron and Steel Co. Ltd. – TISCO (1996 e 1997); na Coreia do Sul, POHANG – POSCO (1988); na Colômbia, Siderúrgica de Medellin S.A. – SIMESA (1988, 1989, 1992, 1993 e 1994); na Austrália, Smorgon Steel (1993 e 1996); e, na Suíça, Von Roll (1992 e 1993).

### 7.3.4 SOLUÇÃO CONJUNTA DE PROBLEMAS

#### ***Diagrama de Causa e Efeito com a Adição de Cartões (CEDAC)***

A dinâmica do CEDAC - *Cause and Effect Diagram with Addittional Cards* (Diagrama de Causa e Efeito com a Adição de Cartões), utilizada pela AMBJF desde 1996 e inaugurada junto com as salas de Gestão à Vista, busca incentivar a participação de todos os funcionários de uma determinada área na solução de problemas específicos.

No quadro CEDAC fica exposto o problema que a área pretende resolver. Os interessados em apontar as possíveis causas utilizam os cartões brancos que estão à disposição no local. Quem tem uma idéia para solução, usa o cartão amarelo. Nos dois casos os cartões são pregados na espinha de peixe do quadro do CEDAC. A cada dez dias a equipe de projeto se reúne, faz uma análise prévia das sugestões e dá o retorno para os autores, informando no próprio cartão o andamento do processo: se foi uma boa idéia ou não, se está em teste, o resultado da avaliação prática e a possibilidade de implantação. O objetivo é reunir o maior número possível de boas idéias que realmente venham a contribuir para a eliminação ou redução do problema. Cada questão apresentada tem um ciclo de três meses entre a apresentação de causas e soluções, análise, testes e implantação. Concluída esta etapa, é feita uma reunião final de avaliação para detectar se os objetivos foram alcançados e só então, parte-se para um próximo problema.

#### ***Reuniões de gerenciamento da rotina***

O Gerenciamento da Rotina, iniciado em 1998 e desdobrado a partir do Gerenciamento pelas Diretrizes, a partir da utilização de técnicas como o PDCA e o *brainstorming* e de ferramentas estatísticas, busca obter uma melhor visualização dos problemas e enxergar as soluções mais adequadas a cada caso, tendo como ponto forte a participação das pessoas da área.

#### ***Reuniões gerenciais periódicas***

A AMBJF, na condução rotineira de seu processo de gestão, promove reuniões diversas, com periodicidades distintas, com vistas a discutir assuntos como planejamento estratégico, análise crítica do desempenho global, elaboração e análise de projetos e programas de gestão, análise de custos, análise de relatórios de auditorias internas e externas, dentre outras. Em suas respectivas pautas, debates, discussões e análises exercem

um papel relevante no compartilhamento de informações e conhecimentos tácitos que passam diversas temáticas e áreas da empresa.

### **7.3.5 TREINAMENTO INTERNO**

#### ***Cursos de formação básica***

A partir de 1993, tendo como meta chegar ao ano de 2000 com a totalidade de sua força de trabalho com, no mínimo, o segundo grau completo, a AMBJF iniciou uma série de projetos que tinham em seu escopo a formação de nível de 1º e 2º graus a seus funcionários. Numa primeira fase, o trabalho foi realizado de forma isolada, através de voluntários do próprio quadro de funcionários e, em seguida, passou-se a fazê-lo numa parceria com o sistema FIEMG (Sesi e Senai), através do programa Telecurso 2000.

Este projeto permitiu que os funcionários beneficiados ampliassem os seus conhecimentos não só pelo conteúdo recebido em sala de aula, mas principalmente pela inserção que passaram a ter a vários outros instrumentos de troca de informações e conhecimentos da empresa, a partir da possibilidade da leitura de comunicados, informativos, textos, manuais, apostilas, procedimentos, etc.

#### ***Leitura, interpretação e aplicação do conteúdo de normas, livros, manuais e apostilas***

A leitura, interpretação e aplicação do conteúdo de normas, livros, manuais e apostilas, uma prática instituída desde 1984, é utilizada rotineiramente pelas diversas áreas da AMBJF. Os grupos de trabalho vinculados ao SGI e as equipes de cada área fazem reuniões periódicas cujas pautas, além das discussões de rotina específicas, incluem o debate de temas variados, leitura, estudos e discussões de normas, livros, manuais e apostilas.

Além disto, os Departamentos de Metalurgia e Engenharia de Processos e de Assistência Técnica ao Cliente, vinculados à Gerência Técnica, e o de Utilidades e Meio Ambiente, vinculado à Gerência de Engenharia, Utilidades, Manutenção e Meio Ambiente, têm em seu escopo de trabalho a constante busca e estudos conjuntos de artigos técnicos de suas respectivas áreas.

Este processo normalmente ocorre a partir da leitura e análise destes materiais por uma determinada pessoa que, entendendo a relevância e a pertinência do tema, propõe então a leitura e análise conjunta pelas demais pessoas do grupo. Desta forma, constitui-se, numa primeira fase, em um mecanismo de aquisição de saber externo e, na segunda fase, de socialização do saber.

### ***On the job training***

Em todas as áreas da AMBJF, sejam elas administrativas ou produtivas, além de todos os instrumentos de treinamento utilizados pela empresa, o treinamento no posto de trabalho (*on the job training*) se constitui em um importante instrumento de socialização do saber.

Em todas as revisões de procedimentos, sejam elas conseqüentes de alterações da especificação ou composição dos produtos atuais, do início da fabricação de novos produtos, de alterações nos equipamentos existentes, da inserção de novos equipamentos de produção ou de quaisquer outros tipos de eventos que tragam mudanças no *modus operandi* das áreas e funções, além dos treinamentos formais que se façam necessários, ocorre sempre um processo de treinamento com todos os funcionários envolvidos, no próprio posto de trabalho, conduzido sempre supervisor e pelos mestres de produção.

Da mesma forma, quando a contratação de novos funcionários, além de todo o processo de ambientação e integração formal, através de vídeos, manuais e dos procedimentos, a liberação para o início efetivo do trabalho somente se dá após a realização de um treinamento na rotina da função e de um período assistido.

### ***Programa de trainees***

Desde 2002, a AMBJF possui um programa de *trainees*, estruturado em nível corporativo e vinculado às políticas de Recursos Humanos da ArcelorMittal Brasil, com duração de 1 ano. O objetivo é de capacitar e desenvolver profissionais de nível superior, com diferencial significativo de competências técnicas e humanas para atuar nas diversas áreas da empresa.

### ***Técnicas e ferramentas da qualidade***

Desde o início de suas operações, em 1984, a AMBJF investiu tempo e recursos na oferta de treinamentos relacionados ao uso de técnicas e ferramentas da qualidade, que deveriam ser aplicadas em prol da melhoria da performance de seus processos e equipamentos e da qualidade de seus produtos. Além dos treinamentos contratados externamente, a AMBJF desenvolveu e aplicou, ao longo deste período, diversos treinamentos internos, através do que chamou de “Multiplicador Interno”, que tinha a incumbência de adaptar os conhecimentos adquiridos à realidade da empresa e repassá-los aos demais funcionários a partir de cursos, palestras, workshops, seminários, etc.. Dentre estes treinamentos, podemos citar aqueles relativos a Ferramentas Estatísticas, Controle Estatístico de Processos (CEP), Análise e Solução de Problemas em Grupo (ASPG), CEDAC, 5S, Normas Certificadoras (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001 e SA 8000), Critérios de Excelência da FNQ, Políticas e Objetivos da Qualidade, dentre outros.

### ***Treinamentos técnicos***

A oferta de cursos técnicos internos é uma das maneiras que a AMBJF utiliza para disseminar este conhecimento especializado ao maior número possível de funcionários. Neste sentido, ao longo do período de análise do presente estudo (1984 a 2008), técnicos especialistas das áreas de Manutenção e Metalurgia foram convocados diversas vezes a estruturarem e ministrarem cursos internos relativos a temas como elétrica, mecânica, manutenção, solda, eletrônica, siderurgia, dentre outros. Estes treinamentos têm sempre o intuito de agregar valor ao trabalho executado pelos técnicos em manutenção preventiva, reduzindo custos e valorizando a capacidade do pessoal interno.

## **7.4 MECANISMOS DE CODIFICAÇÃO DO SABER UTILIZADOS**

Mecanismos de codificação do saber, conforme visto na Seção 3.4.1, são aqueles pelos quais o saber tácito individual (ou parte dele) se trona explícito. Em outras palavras, todo mecanismo a partir do qual o saber tácito é formalmente estruturado e disponibilizado a um indivíduo ou grupo de indivíduos.

A Tabela 7.4 lista os mecanismos de codificação do saber utilizados ao longo do período de análise do presente estudo.

As Seções 7.4.1 a 7.4.5 detalham a utilização dos mecanismos de codificação do saber, abordando aspectos relativos à sua cronologia, motivação, implementação e, quando possível e pertinente, relação com as técnicas de gestão estudadas.

**Tabela 7.4 – Mecanismos de codificação do saber utilizados (1984 a 2008)**

Mecanismos de codificação do saber utilizados (1984 a 2008)
<b>Comunicação interna estruturada</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Periódicos internos</li><li>• Salas de Gestão à Vista</li></ul>
<b>Elaboração de manuais, apostilas, guias e cartilhas</b>
<b>Práticas de padronização</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Atualização contínua dos padrões</li><li>• Documentação da qualidade</li><li>• Documentação de segurança</li><li>• Padrões básicos</li><li>• Sistemas de automação</li></ul>
<b>Práticas de preservação e desenvolvimento do capital intelectual</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Plano de carreira</li><li>• Registro de patentes</li></ul>
<b>Seminários internos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Semana de Prevenção aos Acidentes de Trabalho</li><li>• Semana de Saúde Ocupacional</li><li>• Semana do Meio Ambiente</li><li>• Seminário Tecnológico</li><li>• Seminários e encontros corporativos</li></ul>

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

**7.4.1 COMUNICAÇÃO INTERNA ESTRUTURADA**

***Periódicos internos***

Em novembro de 1991 a AMBJF deu início à publicação de seus periódicos internos. Desde então, complementarmente ao cunho informativo característico deste tipo de veículo, freqüentemente são utilizados como instrumento de formalização e transmissão do conhecimento, através da veiculação de matérias de natureza técnico-administrativa abordando assuntos tais como: diretrizes, políticas, programas e planos institucionais; balanços periódicos de resultados de performance técnico-operacional; características técnicas de produtos, equipamentos, processos e tecnologias gestão, dentre outros.

***Salas de Gestão à Vista***

As salas de Gestão à Vista foram criadas em 1997, no âmbito do Programa de Gerenciamento Estratégico da Qualidade, com a proposta de democratizar e possibilitar o acesso de todos os empregados aos objetivos, resultados e principais indicadores

operacionais e organizacionais, bem como de fomentar a análise, discussão e a proposição de medidas corretivas ou de melhoria dos processos com vistas ao atingimento das metas traçadas. Elas tornam possível a divulgação de informações para um maior número de pessoas simultaneamente e ajudam a estabelecer a prática de compartilhamento do conhecimento como parte da cultura organizacional.

#### **7.4.2 ELABORAÇÃO DE MANUAIS, APOSTILAS, GUIAS E CARTILHAS**

Desde o início das operações da AMBJF, em 1984, todas as áreas trabalhavam orientadas por uma diretriz primária de que “tudo fosse documentado e com procedimentos muito bem definidos, sendo a definição inicial e formalização de manuais apoiadas e embasadas na experiência dos profissionais que eram contratados”<sup>28</sup>. Além disto, a partir de 1991 e durante as etapas de preparação às certificações do *Sistema de Gestão Integrada* (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000), assim como do processo de adoção dos critérios do Modelo de Excelência da Gestão (MEG), da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), as áreas de Recursos Humanos, Qualidade, Segurança e Meio Ambiente da empresa elaboraram diversos manuais, apostilas, guias e cartilhas orientativas e explicativas, tratando de seus conceitos, princípios e as políticas, numa linguagem direcionada à realidade da empresa e com o objetivo de facilitar o aprendizado e melhorar a condição de assimilação por parte dos funcionários de nível operacional.

#### **7.4.3 PRÁTICAS DE PADRONIZAÇÃO**

##### ***Padrões básicos, documentação da qualidade e de segurança***

Como uma dos requisitos das certificações do SGI (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e MEG/FNQ), a partir de 1991 a empresa teve que rever diversas vezes toda a sua documentação gerencial e de processos, de forma a adaptar seus padrões de trabalho às exigências das respectivas normas. A partir de comissões de trabalho constituídas especificamente para este fim, eram criados ou revistos procedimentos, instruções de trabalho, manuais, registros, normas, políticas e diretrizes,

---

<sup>28</sup> Entrevista com um Técnico de Recursos Humanos.



além da própria normatização da sistemática de elaboração e controle de distribuição de documentos.

### ***Sistemas de automação***

O Programa de Ação Empresarial (PAE), lançado pela empresa em 1990, tinha entre os seus objetivos o desenvolvimento e implantação dos sistemas de informatização e automação da usina. A partir deste momento, diversos projetos, realizados isoladamente pela AMBJF ou através de convênios com instituições de ensino e pesquisa, deram início a um processo de desenvolvimento de sistemas automatizados de controle da produção, levando a uma intensa codificação do saber tácito ora existente. Projetos como o CEP on-line, o PCP-Cliente, a modernização do Laboratório de Análises Metalográficas e as interfaces de comunicação dos computadores de processo DS-8 e PLC 700 com microcomputadores convencionais são exemplos do uso efetivo deste mecanismo de codificação do saber.

## **7.4.4 PRÁTICAS DE PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL INTELECTUAL**

### ***Plano de carreira***

O plano de carreira da AMBJF, implantado em 1992 como parte integrante do Sistema de Gestão de Recursos Humanos, tem atuado ao longo dos anos como um agente incentivador à aquisição e manutenção de capital intelectual, na medida em que: incentiva os empregados à aquisição de conhecimentos externos, utilizando todo o histórico de treinamentos do empregado como um dos fatores relevantes na avaliação de enquadramento em oportunidades de promoções; e estabelece políticas que visam à manutenção de seus empregados na empresa num horizonte de longo prazo. Além disto, mantém programas e projetos que visam aumentar o número de empregados locais, em todos os níveis hierárquicos, a partir de programas internos para estagiários e *trainees*, que permitem atrair talentos para a base da pirâmide, dando oportunidade para o desenvolvimento de carreiras sólidas na empresa.

### ***Registro de patentes***

Segundo dados o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a AMBJF depositou diretamente um total de 89 patentes no período de dezembro de 1987 a julho de 2004, além

de outras que foram depositadas em nome dos grupos a que pertenceu (Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, Arcelor Brasil e ArcelorMittal Brasil). Portanto, o registro de patentes se configurou como um importante instrumento de proteção do capital intelectual e como um mecanismo relevante de codificação do saber organizacional.

#### **7.4.5 SEMINÁRIOS INTERNOS**

Este mecanismo foi formalmente estabelecido em 1983, antes mesmo da entrada em operação da usina, quando foi realizado o I Seminário Tecnológico da então Siderúrgica Mendes Júnior, tendo como objetivo a “divulgação dos projetos em desenvolvimento em cada área e a promoção do intercâmbio de informações e novas idéias dentro da empresa”. Desde então, foram também formalmente instituídos, anualmente, a Semana de Prevenção aos Acidentes de Trabalho, iniciada em 1985; a Semana de Saúde Ocupacional, desde 1991; e a Semana do Meio Ambiente, com início em 1993.

Em resumo, com base nas evidências apresentadas nas Seções 7.1 a 7.4 e no modelo analítico citado, podemos afirmar que a AMBJF fez uso sistemático de um conjunto variado de mecanismos de aprendizagem, que foram diretamente influenciados pelas técnicas de gestão examinadas no presente estudo, principalmente no que diz respeito à sua variedade, intensidade e interação, conforme será analisado em detalhes no Capítulo 9.

## **CAPÍTULO 8:**

### **TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

---

Este capítulo examina a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas desenvolvida pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF) ao longo do período compreendido entre 1984 e 2008. O exame foi conduzido à luz de modelos analíticos disponíveis na literatura nacional e internacional sobre empresas em processo de acumulação tecnológica.

A Seção 8.1 apresenta a direção de acumulação de capacidades tecnológicas, por função tecnológica e em nível agregado, ao longo de todo o período analisado. A Seção 8.2 apresenta os tipos e níveis atuais (2008) de capacidades tecnológicas desenvolvidas e acumuladas pela AMBJF em cada uma das funções tecnológicas definidas na métrica utilizada.

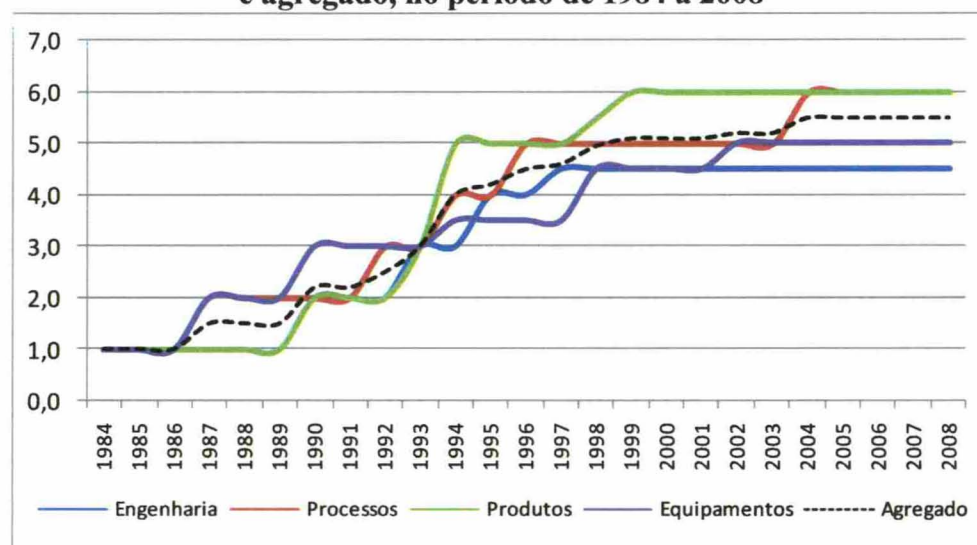
#### **8.1 DIREÇÃO DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA**

Os níveis de capacidades tecnológica da AMBJF foram definidos com base na métrica de Figueiredo (2003b), apresentada na Seção 3.2.2, a partir da qual a capacidade tecnológica de uma empresa é desagregada em 4 funções tecnológicas distintas: *Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos*.

Tomando-se por base esta métrica, os eventos e as atividades desempenhadas pela empresa no período de 1989 a 2008 foram enquadrados em termos das respectivas funções tecnológicas e níveis de acumulação de capacidade tecnológica. Feito isto, procedeu-se ao cálculo do nível agregado de capacidade tecnológica, conforme definido na Seção 4.3.1.

As curvas de acumulação de capacidade tecnológica da AMBJF, por função tecnológica e agregada, representadas na Figura 8.1, nos permitem evidenciar um comportamento evolutivo em todas as funções tecnológicas, com destaque para as funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*, o que está diretamente associado às opções estratégicas da empresa e alinhado às características do setor em que atua.

**Figura 8.1 – Níveis de capacidade tecnológica na AMBJF, por função e agregado, no período de 1984 a 2008**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Todas as funções tecnológicas partiram do nível *Operacional Básico* (Nível 1), em 1984, e seguiram uma trajetória similar de acumulação de capacidades tecnológicas, atingindo e sustentando níveis inovativos em todas elas.

Verificam-se, ainda, sinais de um esforço mais direcionado para as funções *Processos e Organização da Produção e Produtos*, que atingiram e sustentaram níveis inovativos elevados de capacidade tecnológica, estando diretamente associadas com os paradigmas de produção da Indústria Siderúrgica. E, segundo Fonseca (2008), o maior desenvolvimento destas funções pode estar relacionado com o conceito de “path dependency”, proposto por Dosi (1988), segundo o qual as empresas tendem a se desenvolver com maior performance, com maior velocidade, naquilo que já possuem prévio conhecimento técnico. Além disto, vale ressaltar que a função *Engenharia de Projetos* foi a última a acumular capacidades tecnológicas inovativas, tendo alcançado o nível *Inovativo Básico* (Nível 4) apenas em 1995, um ano após as demais funções.

Nas Seções 8.1.1 a 8.1.4, a seguir, serão detalhadas as direções de acumulação de capacidade tecnológica por função tecnológica, bem como apresentadas as evidências empíricas desta acumulação.

### 8.1.1 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA FUNÇÃO ENGENHARIA DE PROJETOS

Conforme mencionado anteriormente, a dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas na função *Engenharia de Projetos* foi construída com referência à Tabela 3.1, que indica os diferentes níveis de capacidade tecnológica nos quais a empresa poderia se encontrar em um determinado período de tempo.

Durante o período de 1984 a 1995, a AMBJF constituiu e desenvolveu o então Departamento de Engenharia, vinculado à Superintendência de Engenharia e Utilidades, que tinha a responsabilidade de projetar, detalhar e gerenciar a implantação ou as alterações dos equipamentos e instalações da usina, chegando a contar, em 1993, com uma equipe de 40 profissionais, divididos entre engenheiros, técnicos e projetistas. O departamento elaborava as especificações de todas as máquinas, componentes e materiais a serem adquiridos, acompanhava e avaliava a fabricação, montagem e testes dos novos equipamentos, executava os estudos de engenharia de manutenção, além de fazer a atualização e manutenção permanente de toda a documentação técnica.

Neste período, a equipe de engenharia da AMBJF se engajou em alguns projetos de que tinham como objetivo a implementação de melhorias em equipamentos e processos, como de desenvolvimento de equipamentos auxiliares, que foram totalmente projetados e desenvolvidos internamente, alçando-a ao nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) de capacidade tecnológica na função *Engenharia de Projetos*. Dentre entre projetos, destacam-se: a instalação de um novo filtro de mangas do sistema de despoeiramento do forno elétrico a arco (FEA) da Aciaria, em 1987; o Controlador de GAP, instalado na Laminação em 1990 (vide Boxe 8.1); e a esmerilhadeira automática de tarugos, em 1991.

Em 1993, a equipe de Engenharia da AMBJF foi solicitada a analisar alternativas para a transposição do gargalo de produção resultante do impedimento de operação simultânea das 2 linhas de laminação de fio-máquina e da linha de laminação de barras. Dentro do escopo do contrato de transferência tecnológica assinado com a siderúrgica japonesa NKK, as equipes de ambas as empresas realizaram então os estudos de viabilidade técnica e desenvolveram o projeto de engenharia para a instalação de um novo laminador de barras, cuja implementação foi totalmente conduzida pela AMBJF, aumentando a capacidade de produção da Laminação em 600 mil t/ano, elevando-a para até 1 milhão t/ano, além de

permitir a fabricação de uma linha de produtos mais nobres. Esta ação conjunta permitiu à AMBJF atingir o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) de capacidade tecnológica na função *Engenharia de Projetos*.

### **Boxe 8.1 – Licenciamento de produção e comercialização**

A Mendes Júnior Siderurgia (MJS) está vendendo tecnologia para um dos maiores fabricantes de laminadores do mundo: a Morgan Construction Company, dos EUA. No mês de agosto, a Morgan foi licenciada para produzir e comercializar, com exclusividade, em todo o mundo, o Sistema para Controle de Intervalo de Tempo entre Peças em Laminadores ou, simplesmente, Controlador de GAP, um dispositivo desenvolvido por técnicos da MJS, liderados pelo Analista de Manutenção, José Afonso Cenachi Drummond.

O Controlador de GAP, em operação na usina desde 1990, funciona como um computador de processo que reduz ao máximo o intervalo de tempo entre a saída e a entrada dos tarugos na Laminação. A MJS já comprovou que o ganho resultante de produtividade no laminador chega a 5%, o que significa uma economia de milhões de dólares anualmente.

O invento está garantido por 17 anos no EUA, através da US Patent 5.063.767, concedida em novembro de 1991. A MJS também fez o depósito do pedido de patente no Brasil, Japão e Europa. O contrato com a Morgan tem duração de 10 anos, podendo ser renovado. Durante a vigência do acordo, a MJS e a Morgan dividirão o valor resultante da venda de cada Controlador GAP.

Esse é um negócio promissor e altamente lucrativo, que surgiu da dedicação e criatividade de profissionais atentos, voltados para melhorar sempre os processos produtivos e da determinação da MJS em investir em seus talentos através de programas de incentivo como o Plano de Sugestões, que premia as boas idéias apresentadas.

*Fonte: MJ Jornal – Ano III, nº 34 – Setembro de 1994*

No final de 1995 e início de 1996, a equipe de projetos da AMBJF já desempenhava atividades do nível *Inovativo Básico* (Nível 4) de capacidade tecnológica. Nesta ocasião, foi incumbida de realizar os estudos e tomar as medidas necessárias à substituição do óleo combustível BPF 1-A utilizado no forno de reaquecimento de tarugos por gás natural, projeto pioneiro dentre as siderúrgicas do estado de Minas Gerais. Como o gás trabalha com tecnologia limpa – queima estequiométrica – que não polui a atmosfera, o projeto tinha como consequência, além da redução de custo, a redução da emissão de poluentes (enxofre, monóxido de carbono, nitrogênio) e de material particulado, além da redução de carepa (camada de óxido de ferro que se forma sobre o tarugo), em consequência do menor consumo de oxigênio, permitindo melhor rendimento do material, e de um menor desgaste nas peças de equipamentos, devido à menor corrosão. Neste projeto, as atividades de pesquisa, avaliação e seleção de tecnologias e fornecedores foram feitas integralmente pela equipe da AMBJF que, em seguida, dividiu as atividades de engenharia detalhada e monitoramento e controle da execução do projeto com o fornecedor escolhido, a Brasimet.

No entanto, a partir de 1995, com o arrendamento da Siderúrgica Mendes Júnior pelo Grupo Belgo-Mineira, seguido pela criação da Arcelor Brasil e, por último, da ArcelorMittal Brasil (vide Seção 6.3), as atividades de engenharia de projetos foram sendo transferidas para o nível corporativo. Atualmente, as atribuições inerentes à função *Engenharia de Projetos* estão distribuídas entre a Gerência Técnica e a Gerência de Engenharia, Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente e seus respectivos departamentos, conforme Figura 5.3, cabendo à equipe da AMBJF apenas algumas atividades relativas ao nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5), principalmente no que diz respeito ao apoio, monitoramento e controle parciais dos projetos de ampliação das instalações e da planta. Desde então, destacam-se os projetos de instalação da Shredder, uma máquina para fragmentação e limpeza da sucata, em 2005; dos 2 alto-fornos, em 2007; e do sistema de injeção de finos de carvão nos alto-fornos e do sistema de reaproveitamento do gás dos alto-fornos no forno de reaquecimento de tarugos, ambos em 2008.

### **Boxe 8.2 – Desengargalamento da máquina de lingotamento contínuo**

Por muitos anos, a máquina de lingotamento contínuo (MLC) foi considerada o “patinho feio” da produção da aciaria, emperrando o salto de produtividade e qualidade, apesar de todos os esforços da equipe. Nem a atualização tecnológica de 2000, que conferiu à máquina um quinto veio, foi suficiente para tirá-la da condição de “gargalo da produção”. O grande embaraço permanecia na velocidade de lingotamento e na produtividade. Consultado, o fornecedor do equipamento apresentou uma proposta de mudança cujos investimentos beiravam a casa do milhão de dólares. Insatisfeito e ao mesmo tempo instigado pelo gerente da aciaria Tarcísio Bomtempo Martins na busca por melhores resultados da MLC, o metalurgista Emmanuel Villanova empreendeu, a partir de 2003, uma jornada de estudos complexos (e muito cálculo), sucedidos por constantes testes de análises, até que a melhoria pudesse finalmente ser incorporada ao equipamento. Villanova explica que as alterações envolveram toda a MLC, desde a geometria do molde, passando pelo sistema de lubrificação, refrigeração primária e secundária, até alguns procedimentos operacionais. Conforme as mudanças iam sendo processadas, os gráficos de produtividade, velocidade de lingotamento, produção e aço por veio, índice de qualidade do produto laminado disparavam em escala ascendente; enquanto as perdas por romboidade (diferença nas diagonais do tarugo, obrigando o seu descarte) despencavam de patamares de 90 toneladas/mês para zero, mantendo-se nessa confortável posição desde janeiro de 2005. Resultado: incremento de mais de 20% de produtividade da MLC, aumento da velocidade de lingotamento e ganho considerável de qualidade do produto final. “E ainda o perfeito sincronismo da MLC com o forno elétrico a arco (FEA), o que permitiu aproveitar 100% da capacidade da aciaria”, completa Villanova. Melhoria contínua: nesta tarefa, que exigiu muita dedicação em reuniões com fornecedores e análise de materiais não-conformes, Villanova contou, em especial, com o talento de dois companheiros, os engenheiros Pedro Luiz de Souza e José da Conceição de Souza. “Sem todos estes ganhos, não teríamos conseguido cumprir o aumento de volume nas vendas para a Belgo Bekaert Arames, permitindo novas aplicações para o fio-máquina”, constata José da Conceição, ao afirmar que a faz do lingotamento impacta em 95% a qualidade do produto. Com tantas vantagens e benefícios, o projeto foi apresentado, no ano passado, no Seminário Internacional de Siderurgia, promovido pela Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), e considerado o grande destaque do evento. “A dedicação e a crença de toda equipe da MLC, incluindo o pessoal da Manutenção, de que é sempre possível fazer cada vez melhor; foram decisivas”, constata o gerente Tarcísio Bomtempo Martins. Mas se engana quem pensa que a fase de estudos, análises e testes esteja encerrada. “O processo de melhoria é contínuo”, destaca Villanova. “Existe, entre todos da MLC, a certeza de que podemos melhorar muito, e é isso que nos motiva a trabalhar na nossa Aciaria”, conclui o gerente.

*Fonte: Belgo e Você JF – Ano 5, nº 37 – Jan/Fev de 2006*

Neste período, as equipes da Gerência Técnica e da Gerência de Engenharia, Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente, vêm atuando, direta e independentemente, em projetos de melhoria em equipamentos, processos e produtos, tais como o desenvolvimento das interfaces de comunicação dos computadores de processo DS-8 e PLC 700 com microcomputadores convencionais, em 1997 e 1999, respectivamente; o desenvolvimento do vergalhão de núcleo quadrado e de núcleo octogonal, em 1999 e 2001, respectivamente; o desengargalamento da máquina de lingotamento contínuo, e a instalação do Stelmor, sistema que aumentou significativamente a capacidade de resfriamento por ar das espiras na Laminação, ambos em 2005 (vide Boxes 8.2 e 8.3). Todos estes projetos foram integralmente analisados, planejados e implementados pela equipe da AMBJF, salvo nos casos de instalação de acessórios ou equipamentos novos, que contavam com a atuação dos respectivos fornecedores.

### **Boxe 8.3 – Implantação do Stelmor: planejamento detalhado**

A implantação do Stelmor foi uma operação cuidadosamente planejada em 15 meses pela equipe da laminação, e envolveu profissionais das áreas de engenharia, manutenção, caldeiraria e fornecedores na atualização dos projetos mecânico, elétrico e civil, no levantamento de problemas, nas análises de causa e efeito e no detalhamento de cada tarefa. “Fizemos visita de benchmarking às usinas da Belgo em João Monlevade e na Argentina que operam equipamento semelhante. Assim, pudemos minimizar os problemas de *start up* e paradas”, diz Widison. Para assegurar o êxito da operação foram utilizadas ferramentas dos Seis Sigma com detalhamento de cada processo e sub-processos, além de estudo de FMEA (Análise do Modo Potencial de Falha e Efeitos) do projeto e do plano de ação para solução dos problemas significativos apontados pelo estudo. A segurança da parada: a substituição do equipamento nos dois veios ocorreu em datas distintas, sem perdas para a produção. O planejamento bem detalhado permitiu que a operação consumisse 90 horas na instalação do primeiro veio, em fevereiro, com redução para 72h, no segundo, em abril. Possibilitou também a realização antecipada de algumas tarefas nas paradas preventivas. Com um efetivo próprio e de terceiros de 180 pessoas envolvidas na montagem e na instalação do novo equipamento, o gerente da laminação Fernando Magalhães diz que “a meta principal não era instalar o novo Stelmor. Era assegurar que nenhum acidente ocorresse nessa substituição”. Para isso, técnicos de segurança da Belgo e das empresas prestadoras de serviços acompanharam o trabalho 24h por dia. “Nos momentos de segurança, repassava para os trabalhadores que ninguém tinha a autoridade para colocá-los em situação de risco”, lembra o gerente. Como resultado, a instalação do Stelmor foi mais uma grande obra realizada de forma segura sem nenhuma ocorrência de acidentes. O termo Stelmor tem sua origem na união de duas empresas – “a canadense STELco e a americana MORgan que se juntaram para desenvolver um sistema de resfriamento controlado o ar e a água”, esclarece o chefe do departamento e metalurgia, José da Conceição Sousa. Assim como em outros clássicos casos em que a marca se sobrepõe ao produto, o processo se popularizou na siderurgia.

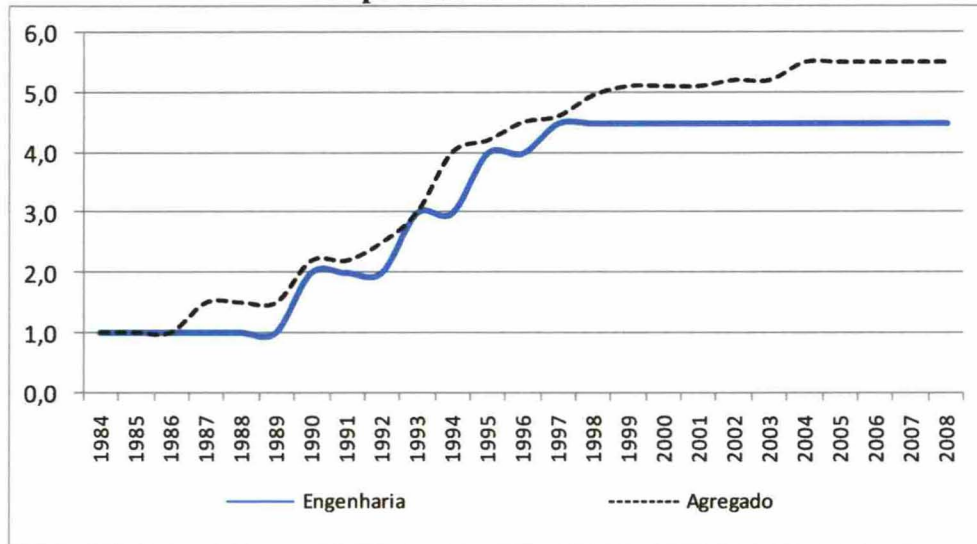
*Fonte: Belgo e Você JF – Ano 4, nº 30 – Abr/Mai de 2005*

Em resumo, como pode ser visto na Figura 8.2, a AMBJF, no período de 1984 a 1994, desempenhou atividades relacionadas à função *Engenharia de Projetos* em nível rotineiro de capacidades tecnológicas, iniciando suas operações, em 1984, no nível *Operacional Básico* (Nível 1), passando para o nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) em 1990, atingindo o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) em 1993. Apenas em 1995 a AMBJF



conseguiu atingir o nível de capacidade tecnológica inovadora nesta função, alcançando neste ano o nível *Inovativo Básico* (Nível 4) e em 1997 o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5), porém de maneira incompleta, situação esta que persiste até os dias de hoje.

**Figura 8.2 – Níveis de capacidade tecnológica em *Engenharia de Projetos* e agregado, no período de 1984 a 2008**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

### 8.1.2 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA FUNÇÃO PROCESSOS E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

A dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas na função *Processos e Organização da Produção* foi também classificada com base na Tabela 3.1, que indica os diferentes níveis de capacidade tecnológica nos quais a empresa poderia se encontrar em um determinado período de tempo.

A AMBJF deu início às suas operações, em 1984, atuando na função *Processos e Organização da Produção* no nível *Operacional Básico* (Nível 1) de capacidade tecnológica, coordenando, plena e independentemente, as atividades rotineiras de produção de sua planta, integrando processos Operacional Básicos de planejamento e controle da produção e de controle de qualidade em todas as suas áreas produtivas (Aciaria, Laminação e Trefilaria).

Isto se deve ao fato de que, como visto na Seção 6.2, ainda na fase de obras e de instalação dos equipamentos iniciais da usina, teve início um processo de recrutamento, seleção e treinamento de pessoal operacional, técnico e administrativo, bem como de estruturação

daquilo que seria o sistema de gestão da AMBJF. Diversos profissionais que atuaram na elaboração e implementação do projeto da usina, provenientes da Construtora Mendes Júnior, bem como de outras empresas do setor de siderurgia (Cosigua, Usiminas, CSN, NKK, dentre outras), foram contratados pela AMBJF e começaram a atuar na empresa antes mesmo do *start up* das operações. Desde então, uma das diretrizes que norteavam o trabalho das equipes de todas as áreas da AMBJF era a de que “tudo fosse documentado e com procedimentos muito bem definidos, sendo a definição inicial e formalização de manuais apoiadas e embasadas na experiência dos profissionais que eram contratados<sup>29</sup>”. Com isto, quando do início das operações, diversos procedimentos e manuais de operação, manutenção e segurança já se encontravam devidamente formalizados e disseminados pelas áreas.

Nos anos seguintes, os esforços foram concentrados na estabilização e maior coordenação dos processos das áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria) e na implementação de técnicas solução conjunta de problemas, como o Plano de Sugestões, em 1987, e de controle de qualidade, como o Controle Estatístico de Processo (CEP), na Trefilaria, em 1990, levando a empresa a desempenhar atividades do nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) de capacidade tecnológica em *Processos e Organização da Produção*.

Em 1991, o Controle Estatístico do Processo (CEP) foi implementado em todas as etapas do processo de produção e, em 1992, num trabalho conjunto da área de Informática com a Superintendência de Desenvolvimento Industrial e a Trefilaria, foi automatizado dentro do Sistema Industrial, através de um módulo chamado *CEP On Line*, um sistema que automatizava as representações gráficas das cartas de controle estatístico e que teve, inclusive, depositado no INPI o pedido de registro de sua patente.

O Plano de Sugestões, criado em 1987, tendo como o objetivo “incentivar os funcionários (individualmente ou em grupo) a apresentar idéias de melhorias para os métodos, as condições de trabalho e os produtos”, acabou se demonstrando extremamente eficaz na

---

<sup>29</sup> Entrevista com um Técnico de Recursos Humanos.

geração de idéias de melhorias em processos e equipamentos (vide Seção 8.1.4), colaborando decisivamente para a superação de gargalos de produção e para a expansão da capacidade produtiva da fábrica, levando a AMBJF a, em 1992, atingir o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) de capacidade tecnológica em *Processos e Organização da Produção*, uma vez que, nestes cinco anos iniciais de funcionamento, o programa havia gerado um total de 2.006 sugestões, das quais 276 foram aprovadas e implementadas, numa média de 46 sugestões por ano. Dentre estas, neste período, em termos de melhorias diretas ou indiretas nos processos, destacam-se o Controlador de GAP (vide Boxe 8.1), a modificação do barrado do forno elétrico e a racionalização do uso das máquinas de produção do CA-60 (vide Boxe 8.4 abaixo).

#### **Boxe 8.4 – Racionalização da produção do CA-60**

No dia 18 de dezembro foram entregues os prêmios aos funcionários premiados no Plano de Sugestão. Foram 54 autores, com 35 sugestões premiadas. O maior prêmio foi concedido ao funcionário Otacílio Antônio Vieira (DPT/D.I), que teve uma idéia que racionalizou o uso das máquinas utilizadas para produzir o arame CA-60 para construção civil. O equipamento gastava aproximadamente 203 horas para produzir 300t da bitola 3.4mm, utilizando duas máquinas. Hoje, esse mesmo número é obtido com a utilização de apenas uma máquina. O Plano de Sugestões teve início em 1987 e gerou benefícios, tanto para os funcionários participantes quanto para a empresa. Até hoje, foram 444 premiados, num total de 276 sugestões. Segundo o coordenador do plano, Lourival Soares Guimarães (DEI/M.I), a meta para 1993 é avaliar 500 sugestões.

*Fonte: Jornal da SMJ – Ano II, nº 14 – Janeiro de 1993*

No período de 10 anos compreendido entre o início de suas operações e o encerramento do ano de 1993, a AMBJF, havia alcançado uma evolução significativa em seus indicadores operacionais. A Tabela 8.1 mostra a evolução de alguns indicadores operacionais da Aciaria nestes 10 primeiros anos de operação, que dão conta das melhorias em processos e das conseqüentes ampliações da capacidade produtiva da Aciaria e, por conseqüência, da fábrica como um todo.

Visando conferir maior uniformidade, agilidade e confiabilidade aos processos de compra da AMBJF, em 1993, o então Departamento de Recebimento (DAM/R.M), responsável por tudo o que a empresa comprava, exceto sucata e gusa, implementou os chamados Padrões de Descrição de Materiais (PDM), nos quais todos os tipos de materiais requisitados eram especificados e codificados com base em catálogos de fabricantes, normas técnicas, desenhos, etc., reduzindo significativamente o volume de ocorrências de contingenciamento.

**Tabela 8.1 – Evolução dos indicadores operacionais da Aciaria de 1984 a 1993**

<b>Indicador de Produtividade</b>	<b>1984</b>	<b>1993</b>	<b>Variação</b>
Produtividade sem paradas do FEA	43,78 t/h	87,79 t/h	100,5%
Aproveitamento da sucata	80,48%	90,07%	11,9%
Produção média de tarugos por corrida	76,10t	88,64t	16,5%
Consumo de energia elétrica	499,93 kw/h/t	409,06 kw/h/t	(18,2%)

*Fonte:* Derivado da pesquisa de campo

O Laboratório de Análises Metalográficas, ligado à Superintendência de Desenvolvimento Industrial, realizava então 20 mil análises por mês, através de um processo no qual os analistas preparavam manualmente cada um dos baquelites, consumindo em média 20 minutos por amostra. Este processo fazia com que os produtos tivessem que aguardar até 24 horas para serem liberados. Neste ano, em 1993, o laboratório foi totalmente modernizado, a partir da aquisição de um microscópio quantitativo de última geração e da automação do trabalho de preparação das amostras, a partir da implantação de lixadeiras e politrizes automáticas. Isto reduziu a interferência do analista, tanto em termos da preparação da amostra quanto da análise propriamente dita, trazendo mais agilidade, produtividade (uma vez que o equipamento prepara 6 baquelites em apenas 12 minutos) e confiabilidade ao processo, além de eliminar a subjetividade das análises. A partir de então, o tempo de retenção dos produtos foi reduzido praticamente a zero, eliminando ainda problemas de reprogramação de corridas em caso de defeitos e evitando atrasos no embarque de produtos em função da espera por resultados de análises metalográficas pendentes.

Ainda em 1993, diversas outras melhorias de processos foram implementadas, tais como: a instalação de um novo laminador de barras (vide Seção 8.1.2), que permitiu superar um dos maiores gargalos de produção da fábrica à época; a mudança do calibrador desbastador, que viabilizou uma melhora significativa no Índice de Qualidade dos Produtos Laminados (IQPL), que atingiu 99,10% no ano; e o projeto de automação e informatização da área de Utilidades, que possibilitou a otimização do controle da Estação de Tratamento de Água (ETA) que, neste ano, atingiu um índice de recirculação da água de 97,5%, um dos melhores do mundo à época.

A certificação na ISO 9001, em 1994, que deu à AMBJF a condição de empresa pioneira em seu setor de atividade, conforme visto na Seção 6.2, disparou, a partir de 1992, todo um

processo preparatório à certificação, que envolveu uma série de ações, tais como: a implementação de novas técnicas e práticas organizacionais (Auto-Controle, *Total Productivity Maintenance*, Análise e Solução de Problemas em Grupo); o desenvolvimento de uma metodologia própria de Análise e Melhoria de Processos (AMP); a elaboração e disseminação da Política da Qualidade; a elaboração e distribuição do Manual da Qualidade; a revisão de toda a documentação da empresa, incluindo manuais, procedimentos e padrões de trabalho; a criação dos Círculos de Controle da Qualidade (CCQ); a constituição de uma equipe de Auditores Internos e a realização de auditorias internas periódicas. Este esforço, amplamente disseminado e distribuído por todas as áreas da empresa, permitiu que a AMBJF alcançasse o nível *Inovativo Básico* (Nível 4) de capacidade tecnológica na função *Processos e Organização da Produção*.

Como será visto na Seção 8.1.3 (função *Produtos*), a esta altura o mix de produtos fabricados pela AMBJF já era bastante mais diversificado do que quando do início de suas operações, o que trazia uma maior complexidade em termos de planejamento e controle da produção, em todas as etapas do processo, envolvendo Aciaria, Laminação e Trefilaria.

Com vistas a dar um suporte mais adequado à esta realidade, neste mesmo ano entra em funcionamento o *PCP – Cliente*, um sistema de Planejamento e Controle da Produção. Este trabalho, realizado ao longo de 2 anos, envolveu uma equipe de 50 profissionais, que elaboraram mais de 2.500 programas. Com este sistema os clientes passaram a poder especificar mais detalhes sobre o tipo de produto desejado e a acompanhar o processo de produção de suas encomendas, além de permitir à AMBJF um planejamento mais preciso da produção, direcionando-a para aquilo que efetivamente interessava a seus clientes.

Em consequência da implementação contínua de melhorias ao longo deste período e da taxa da acumulação de capacidade tecnológica na função *Processos e Organização da Produção* (vide Seção 9.2), mesmo com todo este aumento de complexidade do mix de produtos e sem qualquer ampliação em sua planta produtiva (vide Boxe 8.5), a AMBJF conseguiu, ano após ano, melhorar a performance produtiva, em termos quantitativos e qualitativos, de todas as suas áreas de produção, ampliando, em consequência, a sua capacidade produtiva.

Em 1994, a Aciaria atingiu uma Produtividade Sem Paradas no FEA de 94,51 t/h, um resultado 7,65% maior do que a média de 1993, que já era 100,5% superior à de 1984. A Laminação, por sua vez, fechou o ano com uma produção de 1.046.000 toneladas, com uma disponibilidade de 88,2%. O Índice de Rendimento Metálico do laminador foi de 97,83%, 0,4% superior à média histórica, representando 48 mil toneladas a mais de produtos por ano. A sucata resultante do arrebetamento de material durante a laminação teve a sua ocorrência reduzida pela metade, passando de 240 para 119 ocorrências mensais. O Índice de Qualidade do Produto Laminado chegou a 99,3%, 0,2 pontos percentuais superior ao resultado de 1993.

#### **Boxe 8.5 – Progresso e avanço tecnológico**

A equipe de produção da linha de laminação tem sido constantemente desafiada, nos últimos 4 anos, a manter sua capacidade produtiva, apesar de extremas mudanças do mix de produção, ou seja, da linha de produtos ofertados ao mercado. A Laminação produz, hoje em dia, com uma velocidade média 10% inferior ao realizado há quatro anos. No entanto, devido a uma série crescente de melhorias introduzidas nos equipamentos e, principalmente, devido a uma intensa campanha de treinamento e melhoramento dos nossos funcionários, hoje em dia produzimos com maior qualidade e com menor custo, atendendo a um mix de produção muito mais exigente do que até pouco tempo atrás. [...] A lição que podemos aprender é que o progresso significa avançar um passo à frente, ou mais até do que isto, significa descobrir e ir além das fronteiras possíveis. Muitas melhorias e modificações resultam em ganhos importantes de quantidade. No entanto, o Progresso na Qualidade é mais espetacular. É ele que revoluciona as empresas e traz uma nova dimensão de produtos que irão perpetuar as fábricas atuais nos anos futuros.

*Fonte: MJ Jornal – Ano III, nº 34 – Setembro de 1994*

Concomitantemente à implementação deste conjunto de melhorias operacionais, neste período a empresa enfrentava uma forte aceleração de uma crise financeira que já se arrastava praticamente desde o início das operações, quadro este que não só não se reverteu, como acabou culminando com um colapso da produção no início de 1995 e o posterior arrendamento da unidade pelo Grupo Belgo-Mineira (GBM), conforme descrito na Seção 6.2. No entanto, a versatilidade dos equipamentos disponíveis e o padrão operacional até então desenvolvido, aliados à filosofia de gestão adotada, permitiu que com apenas 4 meses a Usina já estivesse operando normalmente.

Mesmo neste contexto de crise financeira, em 1996 a AMBJF passou a desempenhar atividades de nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidade tecnológica na função *Processos e Organização da Produção*, promovendo melhorias contínuas em seus processos de produção e expandindo de forma sistemática a sua capacidade de produção, sendo que “as instalações modernas, a competência e o envolvimento do pessoal” foram



“diferenciais que contribuíram muito para a retomada da operação”, crescimento este que, ainda assim, foi “limitado pela situação do mercado”<sup>30</sup>.

No início deste ano, a Usina já operava em um ritmo crescente, alcançando, em janeiro, 90% da capacidade na Aciaria, 75% na Laminação e 80% na Trefilaria. Nos anos que se seguiram, diversos recordes de produção foram quebrados. Em abril e maio de 1997, respectivamente, a Laminação atingiu 98,10% de Índice de Rendimento Metálico e a Aciaria produziu 64.297t de aço. Em maio de 1998, a Aciaria superaria novamente este patamar de produção, atingindo um total de 65.075t de aço no mês. Em 1999, o Índice de Recirculação de Água atingiria o patamar de 97,5%, retornando ao índice histórico verificado em 1993.

Em outubro de 1996, num projeto pioneiro entre as siderúrgicas do estado de Minas Gerais e totalmente elaborado pela equipe da AMBJF, a empresa começou a utilizar o gás natural no forno de reaquecimento de tarugos, em substituição ao óleo combustível BPF 1-A. Além dos ganhos econômicos e ambientais, este projeto proporcionou um melhor Índice de Rendimento Metálico, a partir da redução de geração de carepa (camada de óxido de ferro que se forma sobre o tarugo), em consequência do menor consumo de oxigênio, além de um menor desgaste nas peças de equipamentos, devido à menor corrosão.

No período de 1993 a 1996, como preparação para a certificação na ISO 14001, obtida em 1997, a empresa desenvolveu uma série de ações relacionadas ao gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais de seus processos e produtos, tanto em termos de implantação de projetos quanto de aquisição de conhecimentos. Neste período, foi realizado o Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA), que deu suporte à criação da Política Ambiental da AMBJF, ao Plano de Ação Ambiental (PAI) e à revisão dos manuais, procedimentos e instruções de trabalho de todas as áreas com vistas a atender aos requisitos da norma. Este processo, por sua vez, gerou a necessidade de um amplo

---

<sup>30</sup> Ex-Presidente da BMP - BMP/AMBJF Jornal – Ano 5, nº 44 – Fevereiro de 1996

processo de qualificação e treinamento, gerencial e operacional, objetivando inclusive à preparação da equipe de auditores internos.

Visando uma maior integração do controle automatizado dos processos da laminação e das atividades de planejamento e controle da produção, em 1997 a AMBJF, através de um intercâmbio, em mútua cooperação, com o Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia (CRITT) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), deu início ao desenvolvimento de um projeto inédito em informática industrial, visando à criação de uma interface (um canal de comunicação de dados) entre o computador de processo DS-8 da Laminação e um microcomputador convencional, para que as informações que ficavam retidas no DS-8 pudessem ser visualizadas na tela de um microcomputador comum. Este projeto ampliou a capacidade de operação e melhorou as condições de monitoramento e análise do laminador, com impactos positivos na localização de defeitos e na otimização do controle de regulação do equipamento, entre outros benefícios. Os resultados deste projeto inspiraram a realização, em 1999, de um projeto similar com vistas a desenvolver o mesmo tipo de interface para outro computador de processo da Laminação, o PLC 700.

Nesta época, a AMBJF ampliava a adoção de práticas relacionadas ao aprimoramento contínuo, que vieram a complementar o trabalho então feito através do Plano de Sugestões. Neste ano, deu início à utilização das salas de Gestão à Vista e da dinâmica do CEDAC (*Cause and Effect Diagram with Addittional Cards* – Diagrama de Causa e Efeito com a Adição de Cartões), buscando incentivar a participação dos funcionários na solução de problemas de suas áreas, conforme visto na Seção 6.3.

A partir de março de 1998, a AMBJF e todas as demais unidades da então Belgo-Mineira – João Monlevade, Sabará, Vitória, Piracicaba e seus escritórios administrativos – deram início a um grande processo de padronização de seus procedimentos operacionais e administrativos, com vistas à implantação do *Belgo SAP*, um sistema baseado no programa SAP R/3, desenvolvido pela empresa alemã SAP e instalado pela IBM do Brasil e pela Belgo-Mineira Sistemas. Com isto, foi possível adotar um modelo de gestão de processos único em todas as unidades, gerando uma maior integração, em função da padronização de conceitos e processos comuns às empresas, e facilitando sensivelmente o processo de descentralização operacional e de consolidação corporativa, além de uma maior agilidade na execução de tarefas, confiabilidade nas informações e redução de custos (vide Boxe



8.6). Este projeto gerou, novamente, a necessidade de revisão de todos os manuais e procedimentos operacionais da AMBJF, bem como de um amplo processo de treinamento de todas as áreas envolvidas.

**Boxe 8.6 – Belgo SAP: descentralização operacional e consolidação corporativa**

A Belgo-Mineira já lançou as bases para implantação do SAP/R3 em suas empresas. No entanto, o que a experiência, no Brasil e no exterior, está mostrando é que depende fundamentalmente da aceitação da nova filosofia de trabalho pelas pessoas, o que passa a ser fator crítico de sucesso da empreitada. Dessa forma, trabalhar o aspecto humano profundamente é parte integrante de qualquer implantação de R3 que pretenda ser bem sucedida. Em uma palavra, a filosofia de negócios que orienta o R3 é integração, integração de todo o negócio, fornecendo informações confiáveis a qualquer um que delas necessite. De acordo com esta visão, a empresa funciona como um sistema de informações, que envolve pessoas, recursos (físicos e financeiros), fornecedores e clientes. O projeto SAP é baseado na necessidade de se estabelecer um novo Modelo de Gestão, suportado por um conjunto completo e integrado de aplicações e recursos de TI. O sistema facilita o processo de descentralização operacional e a consolidação corporativa, através de uma estrutura flexível. Padroniza conceitos e processos comuns às empresas, possibilita a utilização das melhores práticas de negócio disponíveis no produto, atende a diversidade de negócios, melhora a comunicação corporativa, mantém base tecnológica atualizada, além de inúmeros outros benefícios.

*Fonte: Jornal da BMP – Ano 6, nº 65 – Março de 1998*

Neste mesmo ano, foi lançado também o projeto *Belgo Pronto* e, com vistas a atender algumas demandas específicas deste novo segmento de negócios, a AMBJF foi levada a promover melhorias em seus produtos. Neste sentido, em 1999, num projeto conduzido conjuntamente pela Gerência Técnica e pela Gerência de Engenharia, Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente, foi lançado o vergalhão de núcleo quadrado, um produto desenhado especificamente para atender às necessidades do *Belgo Pronto*. Para isto, houve a necessidade de se realizar diversos estudos e testes relativos à fabricação e utilização do produto e de se promover inúmeras adequações na calibração e nos ajustes operacionais do laminador, bem como nos discos de laminação.

Em 2000, foi implementado um amplo projeto de reforma, automação e informatização da Aciaria, cuja capacidade de produção foi ampliada de 700 mil para 1 milhão de toneladas por ano. Para atender ao aumento do volume de produção da Aciaria, o forno elétrico foi totalmente modernizado, tendo sua capacidade de carga ampliada de 66 para 94m<sup>3</sup>, ampliando a capacidade de produção de aço líquido de 90 t/h para 110 toneladas em 50 minutos, além da modificação do sistema de vazamento do aço, com o objetivo de reter escória, simplificando o processo e melhorando a qualidade do produto. Na reforma, o lingotamento contínuo ganhou o 5º veio de solidificação, fazendo com que a velocidade do lingotamento passou de 111 para 139 toneladas por hora. Além da ampliação da

capacidade de produção, a Aciaria foi ainda totalmente automatizada. O acerto químico e térmico do aço líquido dentro do forno – que era feito manualmente através do controle de aditivos químicos – e o controle do processo de lingotamento – que era feito a partir da manipulação de alavancas – passaram a ser feitos a partir de sistemas computadorizados, que deram aos operadores uma visão muito mais detalhada de todo o processo, além do conforto e segurança conseqüentes da infra-estrutura das novas salas de comando. Obviamente, a adequada operação de toda esta infra-estrutura tecnológica exigiu um esforço significativo das áreas em termos de seu engajamento em processos de treinamento, feitos, de um modo geral, no próprio posto de trabalho.

Em 2002, a AMBJF foi a primeira siderúrgica brasileira a utilizar o Catfis, um equipamento que, automaticamente, mede a temperatura do FEA durante o processo de fusão e retira amostras do aço para análise, substituindo um processo manual no qual um operador introduzia uma lança dentro do forno. Além da questão da segurança, o equipamento apresenta ainda uma vantagem técnica: por ser automatizado, ele entra no forno sempre na mesma posição, possibilitando maior confiabilidade na informação gerada, o que é fundamental para o que o aço possa ser adequadamente processado nas etapas seguintes (forno panela e lingotamento contínuo). Neste mesmo ano, foi também pioneira na América Latina no uso de eletroímã para transporte e carregamento do fio-máquina, gerando uma melhora de qualidade significativa para as trefilarias, uma vez que o sistema permite a chegada do produto livre de avarias internas e externas ao rolo, gerando ganho de produtividade em termos de sua processabilidade.

Em 2003, numa ação totalmente orientada pelas demandas do *Belgo Pronto*, a AMBJF implantou um processo inédito na siderurgia brasileira, passando a utilizar o tratamento térmico de produtos CA-50, conforme detalhado no Boxe 8.7 e esquematicamente representado na Figura 8.3.

No ano seguinte, quando o seu *Sistema de Gestão Integrada* adquiriria a configuração atual – contemplando as certificações ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e MEG/FNQ – a empresa atinge o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) de capacidade tecnológica na função *Processos e Organização da Produção*, a partir da implementação de diversos projetos de integração de seus sistemas operacionais automatizados com o Belgo SAP. Num trabalho desenvolvido pela Gerência de Engenharia, Manutenção,

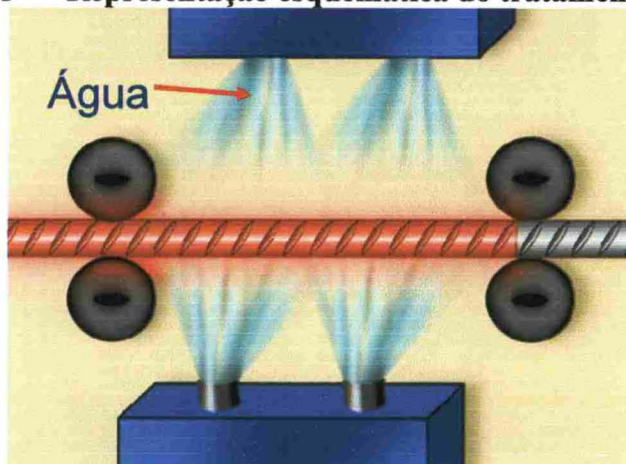
Utilidades e Meio Ambiente, em parceria com a então Belgo-Mineira Sistemas, a Engenharia implantou coletores de dados para otimizar todo o trabalho de leitura e armazenagem dos dados, eliminando o uso de inúmeras planilhas e fichas de papel que os operadores preenchiam diariamente. Com este novo sistema, o operador passou a receber a sua programação diária na tela do computador, fazia as leituras, entrava com os dados diretamente no aparelho e depois os transferia para o SAP, que se incumbia de gerenciar todas as informações e manter os registros históricos necessários.

### **Boxe 8.7 – Tratamento térmico coloca a Belgo na dianteira do mercado**

Determinada na busca pela melhoria contínua, no aperfeiçoamento de processos e produtos, a Belgo Juiz de Fora investe em projetos que resultam em ganhos operacionais, satisfação dos clientes e ineditismo na siderurgia brasileira. A determinação da Belgo JF em antecipar-se às demandas do mercado deu impulso à instalação do tratamento térmico de produtos fabricados em rolos (Belgo 50). O processo, inédito na siderurgia brasileira, está voltado principalmente para atender a demanda do Belgo Pronto (aço cortado e dobrado). [...] O gerente da Laminação, Fernando Magalhães, explica que o tratamento térmico é um resfriamento brusco da superfície do material. Este efeito é obtido através da aplicação de grande volume de água a alta pressão. Como a velocidade de laminação de rolos é muito alta, o equipamento tem de funcionar com grande precisão, para garantir o efeito desejado, sem comprometer o rendimento metálico, evitando perdas no processo de laminação. O resfriamento ocorre na parte externa do produto tornando-o rijo na superfície, enquanto o núcleo, não atingido pelo banho, mantém-se maleável. [...] O projeto para a montagem do equipamento foi planejado ao longo do ano passado. Uma missão técnica da Laminação, formada pelos engenheiros Fernando Magalhães, Sérgio Ferreira e por Toshio Amanuma, seguiu para a Itália, em setembro de 2002, para ver o funcionamento do equipamento instalado, apresentar sugestões e fazer críticas ao modelo preliminar. A equipe da Laminação também visitou siderúrgicas na Europa, que operam o mesmo tipo de equipamento. Na Usina de Juiz de Fora, já existe o tratamento térmico para barras, com projeto de montagem assinados pela própria equipe da Laminação, sob a coordenação de Toshio Amanuma. [...] Para ele, as melhorias no processo de corte e dobra terão reflexos imediatos nos ganhos em produtividade das máquinas e no tempo de execução das obras. O gerente técnico, Joaquim Ayres Burrel, acrescenta outras vantagens: menor geração de carepa e ganho de rendimento metálico. “Os credenciados terão menos problemas operacionais e menos quebras no dobramento, porque o novo material é mais maleável”, explica. Como a resistência final do aço soldável é menor para um mesmo limite de escoamento, as máquinas de corte e dobra são menos exigidas. “Por isso, a operação é menos ruidosa e as máquinas registram uma queda de até 40% na amperagem,” exemplifica [...].

*Fonte: Belgo e Você JF – Ano 3, nº 21 – Out/Nov de 2003*

**Figura 8.3 – Representação esquemática do tratamento térmico**



*Fonte: Pesquisa documental*

Nos dois anos que se seguiram, em 2005 e 2006, a AMBJF implementou 3 grandes projetos que tinham o duplo objetivo de aumentar a capacidade de produção da usina, via aumento de produtividade, e melhorar a qualidade do aço produzido, conforme visto na Seção 8.1.1. Na Aciaria, além do desengargalamento da Máquina de Lingotamento Contínuo (MLC), conforme visto no Boxe 8.2, colocou em operação a Shredder, uma máquina para fragmentação e limpeza da sucata, que compõe 30% da carga do FEA. Neste novo processo, a sucata é carregada no FEA já triturada e livre de impurezas não-metálicas, ocupando menos espaço e favorecendo o processo de fusão, dado que apresenta quantidade reduzida de óxidos de silício e alumínio e é praticamente isenta de metais não-ferrosos como estanho, cobre, chumbo entre outros. Com isto, a produtividade da Aciaria passou de 139 para 147 toneladas por hora e o consumo de energia, eletrodos e escorificantes (uma espécie de cal que era usado originalmente, a fim de permitir o balanceamento químico necessário) foram sensivelmente reduzidos. Na Laminação, instalou o Stelmor, um novo sistema que maximizava a capacidade de resfriamento por ar das espiras, conferindo melhor qualidade ao produto e à formação das bobinas, permitindo à empresa abrir mercado para produtos de alto teor de carbono, com maior valor agregado (vide Boxe 8.3).

Em 2007, entraram em funcionamento os 2 altos-fornos, tornando a AMBJF auto-suficiente em gusa líquido, colocando-a em uma posição de extrema competitividade no cenário da ArcelorMittal Brasil e capacitando-a a receber novos investimentos. E, em consequência do nível de capacidade tecnológica acumulada, em apenas 3 meses de operação, a capacidade nominal dos equipamentos foi superada. Na Trefilaria, entraram em funcionamento 2 novas linhas para produção de treliças, foi realizada uma expansão na produção de telas, entraram em funcionamento 2 novas máquinas para a produção de pregos e está prevista a expansão na produção de arame recozido. Com isto, a AMBJF encerrou o ano com resultados muito positivos em termos de produção. A produção de 1.026.204 toneladas na Aciaria representou recorde histórico. A Laminação, com a produção de 972.500t, teve o melhor resultado dos últimos 11 anos. Os bons resultados também alcançaram outros setores da organização. Na área de saúde e segurança, por exemplo, a Usina registrou a menor taxa de gravidade dos últimos dez anos, 0,018%. Na área da Responsabilidade Social, os investimentos cresceram 40% em relação a 2006.

Em 2008, entrou em operação na Aciaria o sistema de injeção de finos de carvão (vide Boxe 8.8), que consiste na introdução de finos de carvão pulverizado pelas ventaneiras, por meio de lança e dispositivo de transporte, substituindo parcialmente o carvão granulado alimentado pelas cabeceiras dos dois altos-fornos (vide Boxe 8.8). O investimento permitiu uma redução de 17% do consumo bruto de carvão vegetal e resultou em um ganho de produtividade de até 5%.

#### **Boxe 8.8 – Injeção de finos de carvão nos altos-fornos**

O sistema é composto por dispositivos para recepção, peneiramento, moagem e secagem, transporte, distribuição e injeção dos finos de carvão nas ventaneiras dos altos-fornos. O engenheiro Fabrício da Silva Bezerra explica que, até então, 18% do carvão consumido nos altos-fornos de produção de gusa eram recebidos sob a forma de finos. Como não dispunha de tecnologia para processar a matéria-prima, a empresa era obrigada a comercializá-la, empreendendo grandes esforços no seu manuseio e comercialização. “Os finos não podem ser carregados diretamente no alto-forno porque comprometem a permeabilidade da carga, causando um funcionamento irregular. E, além dos inconvenientes do manuseio e estocagem, o preço de venda não é atrativo”, diz o engenheiro. Com o sistema, todo fino de carvão recebido é moído e injetado nos altos-fornos a uma taxa de injeção de até 150kg de finos de carvão por tonelada de gusa. A opção pelo investimento já se justificaria pela redução de custo de produção do gusa, mas ainda há importantes ganhos ambientais referentes à melhoria da qualidade do ar. [...] A preparação do carvão é feita através de equipamentos para recepção, peneiramento, moagem e secagem. A injeção propriamente dita é feita a partir de um sistema de transporte pneumático em fase densa do carvão pulverizado, da distribuição e da injeção individualizada em cada ventaneira. O controle de injeção é feito em cada linha, por meio de uma malha de controle fechada, baseada em válvulas dosadoras e medidores de vazão. A segurança da operação é feita a partir de um processo de inertização com nitrogênio, do monitoramento e manutenção em níveis adequados dos gases de oxigênio (O<sub>2</sub>) e Monóxido de Carbono (CO), de dispositivos anti-explosão e de um sistema de limpeza dos filtros de mangas com Nitrogênio (N<sub>2</sub>).

*Fonte: Com Você – AMJF – Ano 5, nº 45 – Jan/Fev de 2008*

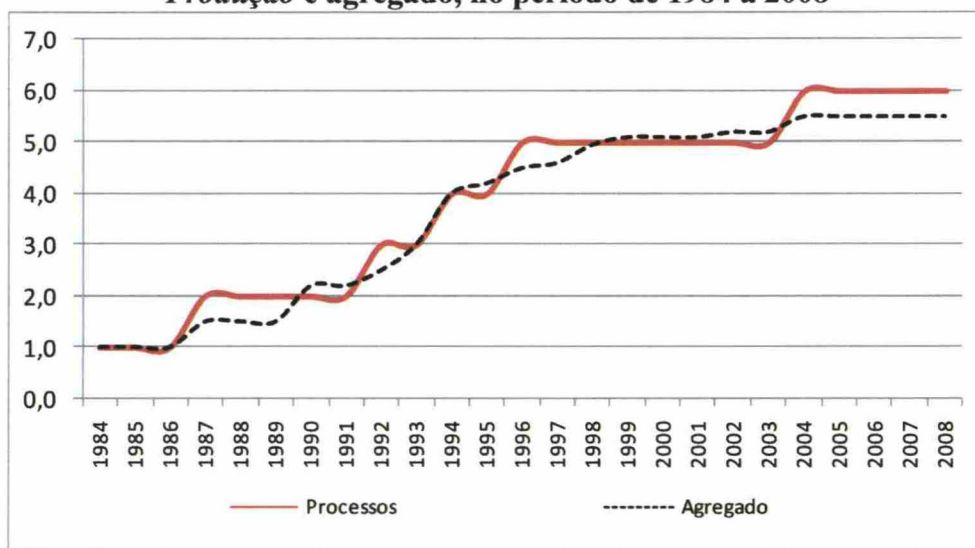
Neste mesmo ano, foram também iniciadas as obras para a construção de um gasoduto que ligará os dois altos-fornos ao forno de reaquecimento de tarugos da laminação. O projeto tem como objetivo utilizar o gás gerado nos processos de produção de gusa para reaquecer os tarugos e, com isso, diminuir o consumo de gás natural na Laminação. O investimento reduzirá em cerca de 80% o consumo de gás natural, com impacto direto na redução de custo do produto laminado. O projeto implicará em mudanças significativas na estrutura do forno de reaquecimento de tarugos.

Resumidamente, como pode ser visto na Figura 8.4, a AMBJF, no período de 1984 a 1991, desempenhou atividades relacionadas à função *Processos e Organização da Produção* em nível rotineiro de capacidades tecnológicas, iniciando suas operações, em 1984, no nível *Operacional Básico* (Nível 1) e passando para o nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) em 1987. A partir de 1992, a empresa passa a desempenhar atividades em nível inovador



de capacidade tecnológica nesta função, atingindo o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) neste ano, o nível *Inovativo Básico* (Nível 4) em 1994, o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) em 1996 e, por fim, o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) em 2004, permanecendo neste nível até então. Portanto, a introdução pela empresa de todas as modificações e novas atividades descritas sugere um grande salto no nível de acumulação de capacidades tecnológicas na função *Processos e Organização da Produção*, tendo como resultado mais relevante de todas estas medidas a capacidade de *gerar e gerir a mudança tecnológica*.

**Figura 8.4 – Níveis de capacidade tecnológica em *Processos e Organização da Produção* e agregado, no período de 1984 a 2008**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

### 8.1.3 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA FUNÇÃO PRODUTOS

Conforme explicitado nas Seções 8.1.1 e 8.1.2, a dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas na função *Produtos* foi construída com referência à Tabela 3.1, que indica os diferentes níveis de capacidade tecnológica nos quais a empresa poderia se encontrar em um determinado período de tempo.

Neste sentido, a AMBJF deu início às suas operações, em 1984, atuando na função *Produtos* no nível *Operacional Básico* (Nível 1) de capacidade tecnológica, replicando padrões de aços então ofertados pelo mercado, integrando processos Operacionais Básicos de planejamento e controle da produção e de controle de qualidade em todas as suas áreas produtivas (Aciaria, Laminação e Trefilaria), conforme visto na Seção 8.1.2. Nos anos que

se seguiram, buscou uma maior estabilidade e coordenação de seus padrões de produção em todas as áreas (Aciaria, Laminação e Trefilaria), a partir da implementação de técnicas solução conjunta de problemas e de controle de qualidade Operacional Básico.

No período de 1990 a 1992, a empresa passou a desempenhar novas atividades relativas à função *Produtos*. Em 1990, implantou na Trefilaria o Controle Estatístico de Processo (CEP), que nos 2 anos seguintes foi disseminado por todas as áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria) e automatizado no âmbito do Sistema Industrial (vide Seção 8.1.2). Em 1991, foi criado o Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento (NPD) e foram desenvolvidos e comercializados novos produtos, tal como o arame farpado, em diversas versões (Rodeio, Esteio, etc.), diâmetros (1,24mm, 1,6mm, etc.) e embalagens (250, 400 e 500m) distintas. Com isto, a empresa passou então a desempenhar atividades do nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) de capacidade tecnológica nesta função.

Desde o início das operações, a empresa exportava anualmente, em média, 45% da produção, tendo como carro-chefe o Fio-Máquina, que representava 95% das exportações. No ano de 1991, apesar do desaquecimento dos mercados e da forte concorrência internacional, conseguiu inserir praticamente todas as suas linhas de produtos em “mercados nobres e exigentes em qualidade, notadamente nas Américas”<sup>31</sup>. Em 1992, as exportações já atingiam praticamente todos os continentes, sendo 18% para a América do Sul, 19% para a América do Norte, 4% para a América Central, 6% para a África, 2% para a Oceania, 3% para a Europa e 47% para a Ásia<sup>32</sup>.

Em paralelo ao trabalho da consultoria contratada para assessorar no processo de certificação da ISO 9001, conforme visto na Seção 6.2, desenvolveu também um trabalho de implantação de alguns programas, ações e técnicas que teriam a incumbência de auxiliar a empresa no processo de “busca da qualidade”. No que diz respeito à função *Produtos*, destaca-se o *Auto-Controle*, programa instituído em 1992 e que dava ao operador a “responsabilidade” pela qualidade do produto, a partir da oferta de estudos sobre o uso dos

---

<sup>31</sup> Jornal da SMJ – Ano I, nº 3 – Janeiro/Fevereiro de 1992

<sup>32</sup> Jornal da SMJ – Ano I, nº 9 – Agosto de 1992

equipamentos de metrologia e sobre Controle Estatístico do Processo (CEP). O programa previa o fornecimento de um “Selo do Auto-Controle” aos funcionários que tivessem os conhecimentos e apresentasse atitudes coerentes com o plano, baseadas na sua proatividade em relação à análise e solução de problemas potenciais.

Este processo, combinado com a criação do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento (NPD), em 1991, e com a modernização do Laboratório de Análises Metalográficas, em 1993, permitiu que a empresa ampliasse o seu mix de produtos, a partir do aprofundamento dos estudos relativos às características dos aços que produzia, levando-a atingir, em 1993, o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) de capacidade tecnológica para a função *Produtos*.

Com o início das atividades formais de P&D, realizadas no âmbito do NPD, a empresa deu início, isoladamente ou através de convênios com instituições de pesquisa, tais como a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Emater, a uma série de estudos que tinham o intuito de reduzir a geração de resíduos em seus processos de produção e, principalmente, possibilitar a utilização dos mesmos como insumos para outros ramos de atividade, tais como a indústria de cimento, engenharia rodoviária e agricultura. No âmbito destes estudos, a AMBJF lançou, em 1993, o Vitasolo, um corretivo do solo feito de escória moída e que poderia ser utilizado em substituição ao calcário, inclusive com ganhos de produtividade, da ordem de 50%. Iniciou, também, em 1994, um estudo sobre a viabilidade do uso do pó do FEA para a fabricação de um cimento alternativo, gerado a partir da adição deste pó ao cimento Portland.

A modernização do Laboratório de Análises Metalográficas, conforme visto na Seção 8.1.2, trouxe ganhos significativos em termos das atividades de controle de qualidade dos produtos, com reflexos no planejamento e controle da produção. Primeiramente, a automação do processo de preparação das amostras reduziu o risco de erros operacionais que freqüentemente interferiam nos resultados das análises. Em segundo lugar, a utilização



do microscópio quantitativo eliminou o aspecto da subjetividade no processo de análise propriamente dito.

A partir de março de 1994, a AMBJF passou a ser a primeira empresa do país no setor<sup>33</sup> a ter o seu processo de desenvolvimento de produtos (além de outros, conforme visto na Seção 6.2) certificado pela norma ISO 9001, tendo sido aprovada em sua primeira auditoria, condição restrita a apenas 7% das empresas auditadas<sup>34</sup>.

Neste mesmo ano, a participação da empresa no processo de privatização da Açominas – apesar da não concretização da operação dentro do que fora planejado para o processo de fusão das empresas – deu um grande impulso no desenvolvimento de novos produtos, a partir de um esforço conjunto das áreas comerciais e industriais de ambas as empresas para a obtenção de produtos tecnologicamente mais nobres e rentáveis. Num projeto concretizado a partir desta parceria, a Trefilaria passou a dominar a tecnologia de produção de arames diferenciados da concorrência pelo revestimento de cobre, sendo por isto mais nobres para aplicação em diversos tipos de solda, lançando produtos como o MIG MAG, o OXI e o Arco-submerso. No que compõe uma característica comum a este segmento, que exige que os produtos sejam certificados por institutos independentes para regular aplicações mais críticas, como em montadoras de automóveis, indústria naval e petrolífera, a AMBJF submeteu estes produtos a um processo de auditoria de diversos institutos internacionalmente reconhecidos, dentre os quais destacavam-se: o *American Bureau of Shipping* – ABS e a *American Welding Society* – AWS (EUA), *Bureau Veritas* (França) e *Lloyds Register* (Inglaterra).

Nesta época, “em consequência da busca constante pela qualidade de seus produtos e processos”<sup>35</sup> (vide Boxe 8.9), o fio-máquina da AMBJF já chegava aos mercados mais exigentes, sendo exportado para montadoras como Ford, GM e Chrysler, disputando o mercado de igual para igual com siderúrgicas da Alemanha, França e dos EUA.

---

<sup>33</sup> MJ Jornal – Ano III, nº 31 – Junho de 1994.

### **Boxe 8.9 – Organizações e clientes: a nova revolução**

[...] As palavras chave para as empresas que pretendem chegar ao futuro são: inovar, mudar, flexibilizar para, em primeiro lugar, não perder clientes; em segundo lugar para ampliar o seu número. Cliente, esse bicho estranho que há 20 anos comprava qualquer coisa e que hoje anda arredio, exigente, inconstante, troca de fornecedor com a maior facilidade, desde que não esteja plenamente satisfeito. Fornecer produtos de qualidade adequada, a um custo menor, no prazo certo, é o mínimo que este cliente exige para se manter fiel. Afinal, ele é cortejado por concorrentes de todo o mundo! Agora dá para entender porque as empresas que desejam sobreviver (e quem sabe, até crescer) passaram a viver numa turbulência de mudanças, que aos menos avisados parece uma confusão: TQM, Downsizing, Kaizen, GTQ, TPM, Terceirização, Reengenharia, Customização de massa, etc.. Embora utilizem abordagens e simbologias as mais diferentes, as novas filosofias da administração convergem em um ponto central: todas oferecem algum tipo de vantagem competitiva visando uma melhor adequação da empresa às demandas do cliente. Quadros enxutos, redução de níveis hierárquicos, terceirização, por exemplo, mais do que redução de custos, possibilitam a focalização no cliente como objetivo básico da organização. Certamente o tempo mostrará quais destas filosofias são simples modismos e quais efetivamente nortearão a conduta das empresas do futuro. Não há dúvida, porém, sobre um aspecto de toda esta questão: o cliente do futuro, já está fazendo valer seus direitos e revolucionando as organizações pelo mundo afora. (Eduardo Miranda, Gerente de Desenvolvimento de Recursos Humanos).

*Fonte: MJ Jornal – Ano III, nº 32 – Julho de 1994*

Ainda em 1994, a linha de barras de aço destinadas a armadura para concreto armado (vergalhões) da AMBJF foi certificada pelo órgão de engenharia nuclear, Nuclen, e pelo Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear (IBQN). Esta certificação, além de configurar como mais um selo que atestava a qualidade dos produtos fabricados pela empresa, era parte integrante dos requisitos de fornecimento para Furnas Centrais Elétricas, responsável pelas obras de instalação das usinas de Angra 2 e 3.

Considerando os avanços obtidos ao longo dos anos de 1993 e 1994, que culminaram com o lançamento, tecnicamente assistido ou baseado em engenharia reversa, de novos produtos, a certificação ISO 9001 e as demais certificações e reconhecimentos obtidos pelos produtos da AMBJF, no final deste ano a empresa desempenhava então atividades de nível *Inovativo Básico* (Nível 4) e *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidade tecnológica para a função *Produtos*.

<sup>34</sup> Pesquisa realizada pelo Centro Brasileiro de Qualidade, Segurança e Produtividade (QSP), relativos às 285 empresas certificadas até o início de 1994.

<sup>35</sup> MJ Jornal – Ano III, nº 31 – Junho de 1994.

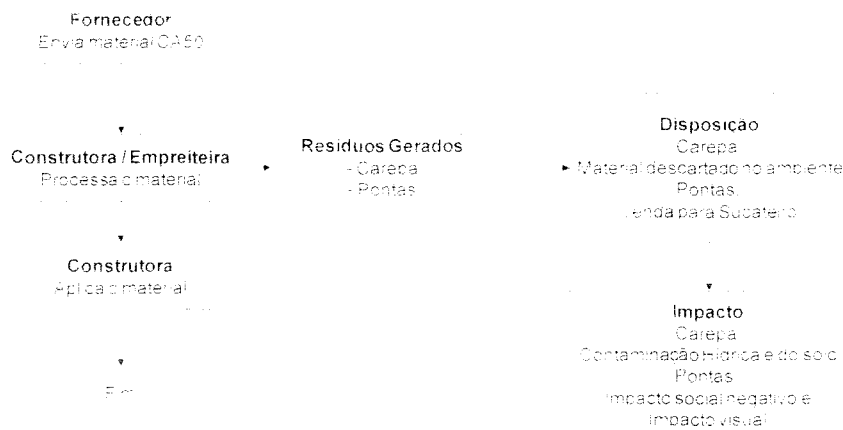
Em 1997, as linhas de vergalhões da AMBJF (CA-25, CA-50 e CA-60) receberam também a concessão do direito de uso da Marca de Conformidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), relativamente à norma NBR-7480, indicando que estes produtos atendiam às exigências da norma e estavam plenamente de acordo com os requisitos estabelecidos no Regulamento Geral da Marca de Conformidade ABNT.

No âmbito das atividades formais de P&D, realizadas pelo NPD, em 1997 foi assinado um convênio com as Universidades Federais de Juiz de Fora e de Lavras (UFLA) para o desenvolvimento de pesquisas de viabilização técnica e econômica do uso de resíduos industriais na engenharia rodoviária e agricultura. Com a UFJF, através da Fundação Centro Tecnológico, a empresa firmou um termo aditivo ao convênio mais amplo já existente, que previa a realização de estudos para a utilização de resíduos siderúrgicos (escória e carepa) resultantes do processo de fabricação dos produtos, na área de engenharia rodoviária. Com a UFLA foi assinado um convênio específico para pesquisas referentes à utilização do pó de aciaria elétrica como fonte de nutrientes de plantas, avaliando as dosagens recomendadas, compatibilidade da mistura com outros fertilizantes e corretivos do solo e os impactos ambientais da aplicação destes resíduos.

Tendo como principais objetivos a conquista de novas fatias de mercado, através da prestação de serviços diferenciados ao cliente, e a garantia de oferta de uma linha mais completa de produtos e serviços de aço para a construção civil, em 1998 a AMBJF lançou um novo e complexo sistema de distribuição de seus produtos, chamado *Belgo Pronto* (vide Boxe 8.10).

Conforme se verifica na Figura 8.5, até então o aço era fornecido *in natura* (barras de 12m) pela usina, diretamente ou através de sua rede de distribuidores, às construtoras, que tinham que administrar elevados níveis de estoque de material nas obras e realizar no próprio canteiro as atividades de corte e dobra deste material, conforme as demandas específicas de seus respectivos projetos, além de ter que arcar com as perdas inerentes ao processo corte e dobra e administrar os resíduos dele conseqüentes.

Figura 8.5 – Fluxo de distribuição do aço antes do *Belgo Pronto*



Fonte: Pesquisa documental

**Boxe 8.10 – *Belgo Pronto* aumenta a produtividade na construção**

Conquistar novas fatias de mercado através da prestação de serviços diferenciados ao cliente, garantindo ainda a oferta da mais completa linha de produtos para a construção civil. Estes são os dois principais objetivos da estratégia desenvolvida pela Belgo-Mineira e que tem como um dos pontos principais o sistema *Belgo Pronto*. O serviço, desenvolvido em aliança com sua rede de distribuidores nas principais capitais e centros de consumo do País, consiste na entrega, ao construtor, do vergalhão já cortado e dobrado para utilização direta na obra, de acordo com as especificações definidas pelo projeto estrutural do cliente. Com isto, há ganhos de produtividade e de custo nas construções, eliminando-se ainda o manuseio e perdas que ocorrem nos canteiros. O sistema *Belgo Pronto* já chegou a dois grandes centros consumidores de vergalhões: no Rio de Janeiro, através das distribuidoras Hemolin Neto e Manchester e em Porto Alegre, onde foi implantado pela Companhia Nacional do aço (CNA). [...] “A meta é, até o ano 2000, ter o *Belgo Pronto* nas cidades com mais de 400 mil habitantes, onde exista um distribuidor dos produtos da empresa”, comenta o presidente da Belgo-Mineira, Antônio José Polanczyk. Os ganhos proporcionados pelo novo sistema – já bastante difundido na Europa e agora presente no Brasil – são evidentes para as construtoras, acrescenta Paulo Henrique de Souza, responsável pela área de marketing no setor de aços para construção civil. “Enquanto um operário bem treinado demora quase dois minutos para cortar e dobrar uma peça de 10 milímetros de espessura e com 20 a centímetros de comprimento, uma máquina utilizada no processo produtivo do sistema *Belgo Pronto* faz o serviço em três segundos. Isso significa maior produtividade na obra e um ganho de 30% nos custos finais do aço cortado e dobrado para a obra”. A Belgo-Mineira também projeta ganhos em seus negócios. A expectativa da Empresa é, por exemplo, aumentar em até 20% suas vendas no segmento de vergalhões com o serviço.

Fonte: JE Belgo-Mineira – Ano 5, nº 41 –Set/Out de 1998

Com o *Belgo Pronto*, conforme Figura 8.6, a ArcelorMittal estruturou, capacitou e credenciou diversas unidades de beneficiamento pelo país e, a partir de então, as construtoras passaram a enviar os seus projetos à estas unidades e a realizar seus pedidos de aço em regime *just in time*, no exato ritmo da obra, deixando a administração de estoques e das perdas por conta da AMBJF e de suas unidades credenciadas.



Neste ano de 1998, o Mercosul e a América Latina absorviam perto de 55% das exportações de produtos siderúrgicos e trefilados (arame farpado, pregos e fio-máquina) do grupo Belgo-Mineira. Na ocasião, detinha 70% de participação no mercado de arames farpados da Bolívia. No setor de trefilação, mantinha negócios de *steel-cord* com a Venezuela, Colômbia, Uruguai, Argentina e Chile. Na conquista destes mercados, “ao lado dos elevados investimentos em instalações e equipamentos modernos, assumem papel preponderante a preparação e dedicação do pessoal e os programas de qualidade adotados nas usinas”<sup>36</sup>. À época, o fio-máquina especial, ou alto carbono, era considerado o segundo melhor do mundo, superando concorrentes da Europa e Coréia, perdendo apenas para o produto do Japão. Em termos de volume de produção, o Conglomerado Belgo Mineira, da qual a AMBJF então fazia parte, era a terceira maior fabricante do mundo, ocupando um lugar de destaque no restrito grupo de 12 produtores mundiais de fio-máquina especial.

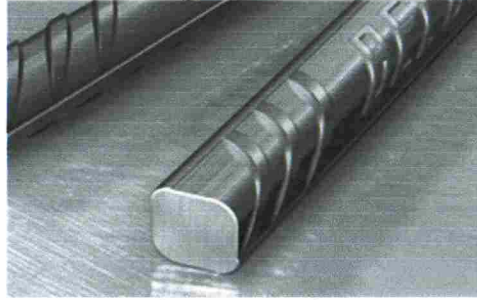
Em 1999, após todo um processo de estudos de dimensionamento e diversos testes de aderência, de características mecânicas e de eficácia no uso, a empresa lançou o vergalhão de núcleo quadrado (vide Figura 8.8 e Boxe 8.11), que tinha o objetivo de melhorar a qualidade e o desempenho do sistema *Belgo Pronto*, bem como de reduzir o custo do processo, propiciando ainda mais valor agregado ao produto e aos serviços prestados.

#### **Boxe 8.11 – Belgo-Mineira lança o vergalhão de núcleo quadrado**

Para se chegar ao conceito final, o produto passou por várias etapas. Na inicial, foram realizadas pesquisas, estudos de dimensionamento, a fim de adequar o produto à norma brasileira. Posteriormente, o CA-50 NQ foi submetido a uma bateria de testes, tanto de aderência quanto de características mecânicas. Finalmente, levado aos credenciados *Belgo Pronto*, foi possível verificar a eficácia do produto e a adequação dos estudos efetuados. A BMJF já está produzindo e fornecendo o CA-50 NQ, regularmente, em rolo, nas bitolas 6,3mm, 8,0mm, 10,0mm, 12,5mm e 16,0mm. Para isto, houve a necessidade de adequar a calibração e discos de laminação e, conseqüentemente, alguns ajustes operacionais no laminador, além de treinamento de pessoal. Pelo que representa em termos de ganho de qualidade, redução de custos e melhor desempenho, o CA-50 NQ propicia ao *Belgo Pronto* ainda mais valor agregado. O produto, que já está no mercado, vem ao encontro de uma tendência que a cada dia ganha espaço na produção dos países mais desenvolvidos: a de usar material em rolo para ser processado em máquina automática de endireitamento, corte e dobra de aço.

*Fonte: Jornal da BMP – Ano 7, nº 82 – Jan/Fev de 2000*

<sup>36</sup> Sílvia Rabelo Vieira, Gerente de Exportação. JE Belgo-Mineira – Ano 5, nº 40 – Ago/Set de 1998

**Figura 8.8 – Vergalhão de núcleo quadrado**

Fonte: Pesquisa documental

Dando continuidade ao processo de melhoria dos vergalhões direcionados ao sistema *Belgo Pronto*, que à época já constituía uma fatia representativa do mix de vendas da empresa, no período compreendido entre o primeiro semestre de 2000 e o início de 2001, a AMBJF desenvolveu o projeto e iniciou a produção do vergalhão octogonal (vide Figura 8.9), que traria ao sistema diversas vantagens em relação ao seu antecessor, dentre as quais se destacam: maior estabilidade de endireitamento (menos ajustes); menor empeno ao longo da barra, conformando melhor as pontas dos estribos; melhor distribuição das nervuras, resultando menor amassamento e possibilidade de quebra; aumento da vida útil das peças em contato com o vergalhão; diminuição do ruído da máquina durante o processo corte e dobra; e a diminuição do risco de acidentes. Este produto teve inclusive a sua configuração octogonal patenteada no exterior pela empresa (PCT/BR 2005/000050, *Rod with octogonal core purpose built for civil construction*).

**Figura 8.9 – Vergalhão de núcleo octogonal**

Fonte: Pesquisa documental

Considerando o desenvolvimento deste novo sistema de distribuição *just in time* (o *Belgo Pronto*) e o conseqüente desenvolvimento dos vergalhões de núcleo quadrado e octogonal, especificamente voltados para este segmento de mercado, a partir de 1999 a AMBJF passou então a desempenhar atividades de nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) de capacidade tecnológica para a função *Produtos*.

Complementarmente, o projeto de reforma, automação e informatização da Aciaria, implantado em 2000, além dos ganhos em termos da capacidade de produção e das condições de trabalho da equipe, conforme detalhado na Seção 8.1.2, gerou também benefícios no que diz respeito à qualidade do produto, a partir da modificação do sistema de vazamento e da automatização do acerto químico e térmico do aço líquido dentro do forno elétrico<sup>37</sup>.

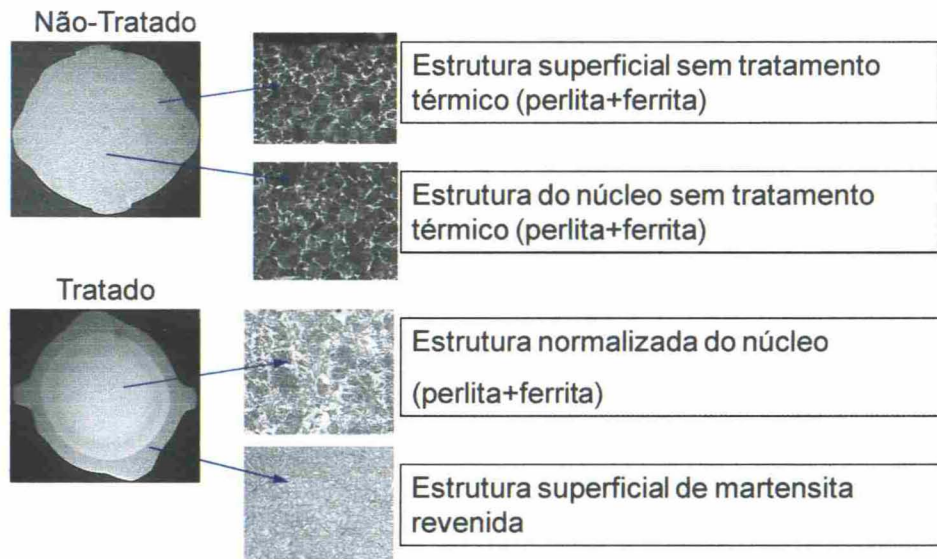
Tendo como objetivo conferir um acabamento mais refinado aos produtos da linha CA-60 e, principalmente, incorporar ganhos de qualidade na aplicação nas obras, provenientes de uma maior aderência ao concreto, em 2002 a AMBJF implementou uma modificação no processo de fabricação do vergalhão CA-60 reto, passando a produzi-lo com nervuras (alto relevo), em substituição ao formato anterior de entalhamento (baixo relevo).

A determinação da AMBJF em antecipar-se às demandas do mercado deu impulso à instalação, em 2003, do tratamento térmico dos vergalhões fabricados em rolos (CA-50), conforme Boxe 8.7 e Figura 8.3. O resfriamento ocorre na parte externa do produto tornando-o rijo na superfície, enquanto o núcleo, não atingido pelo banho, mantém-se maleável, conforme representado na Figura 8.10. O processo, inédito na siderurgia brasileira à época, estava voltado principalmente para atender a demanda do *Belgo Pronto*, tendo como resultado a redução de perdas durante o processo de dobra e a garantia de soldabilidade (aptidão para receber solda) do produto. Ao conferir ao material as propriedades de soldabilidade, torna-se possível automatizar outras etapas do processo como a fixação dos estribos nas barras de sustentação das colunas. Além disto, diminui-se ainda o custo de produção da Aciaria, uma vez que o processo permite obter altos valores de propriedades mecânicas, com baixa composição de carbono, não sendo necessária a adição de ligas durante o processo de fusão do aço.

---

<sup>37</sup> Tarcísio Bomtempo Martins, Gerente de Produção de Aços. *Belgo e Você* JF – Ano 1, nº 1 – Dez/2000



**Figura 8.10 – Representação esquemática do vergalhão termicamente tratado**

Fonte: Pesquisa documental

Na ocasião, em função de algumas limitações de natureza técnica e econômica, a bitola de 16,0mm em rolo passou a ser o único produto não-soldável da linha CA-50. No entanto, no final de 2007 a empresa tomou a decisão estratégica de que todos os produtos da linha CA-50 deveriam ser soldáveis, dando início então a um projeto conjunto das equipes da Gerência Técnica, da Aciaria e da Laminação e, conforme detalhado no Boxe 8.12, em pouco mais de um mês a solução já estava implementada e o produto disponibilizado ao mercado.

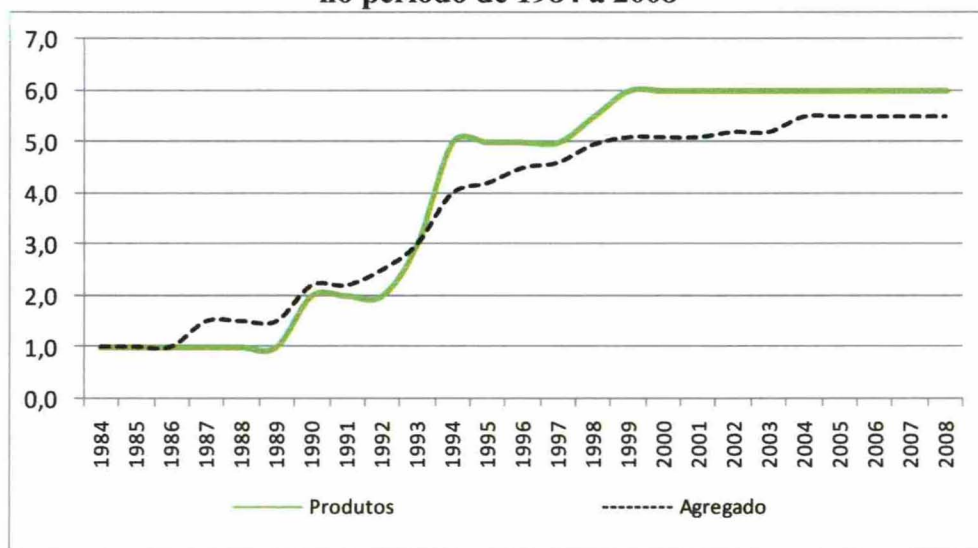
### **Boxe 8.12 – O desafio de ser cada vez melhor e mais competitivo**

Antecipar as demandas de mercado e aceitar desafios, impulsionando as equipes a trabalhar de maneira integrada, articulando as metas da empresa e necessidade dos clientes às expectativas comerciais. Essa tem sido a tônica do trabalho de desenvolvimento dos produtos e aperfeiçoamento dos processos produtivos que fizeram da AMBJF, por exemplo, a única empresa do Brasil a fornecer o vergalhão 16mm soldável em rolo. [...] A possibilidade de utilizar o tratamento térmico já empregado com sucesso nas outras bitolas foi descartada, em virtude das limitações do equipamento e do alto custo de sua adaptação. Mas a experiência anterior no processo Dual Certificate (dupla certificação para fornecimento de vergalhão ao mercado da América Central, região de ocorrência de abalos sísmicos) encurtou o caminho na busca por uma alternativa viável do ponto de vista técnico e econômico. A equipe, formada por profissionais da Gerência Técnica, Aciaria e Laminação, procurou, então, referenciais teóricos, na literatura metalúrgica, que validassem a opção de adicionar a liga de vanádio à composição química do aço e, com isso, conferir ao material as características mecânicas e condições de soldabilidade pretendidas. No desenvolvimento, foram feitas coletas de amostras, realizados testes de tração e soldabilidade em laboratório e em credenciados do sistema de corte e dobra, avaliando as propriedades mecânica do material e a sua processabilidade [...]. “O produto apresenta alto desempenho, com ganhos em produtividade, maleabilidade, redução de carepa e eliminação das perdas [...] mas, como a adição de vanádio tem custo elevado, pretendemos aperfeiçoar a composição química, pesquisando outras ligas e formas de aprimorar o processo” [...].

Fonte: Com Você – AMJF – Ano 5, nº 47 – Mai/jun/Jul de 2008

De forma resumida, conforme se verifica na Figura 8.11, a AMBJF, no período de 1984 a 1992, desempenhou atividades relacionadas à função *Produtos* em nível rotineiro de capacidades tecnológicas, iniciando suas operações, em 1984, no nível *Operacional Básico* (Nível 1) e passando para o nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) em 1990. A partir de 1993, a empresa passa a desempenhar atividades em nível inovador de capacidade tecnológica nesta função, atingindo o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) neste ano, o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) em 1994 e, por fim, o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) em 1999, permanecendo neste nível até então.

**Figura 8.11 – Níveis de capacidade tecnológica em *Produtos* e agregado, no período de 1984 a 2008**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

#### 8.1.4 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA FUNÇÃO EQUIPAMENTOS

No que diz respeito à função *Equipamentos*, cuja dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas foi também classificada com base na Tabela 3.1, que indica os diferentes níveis de capacidade tecnológica nos quais a empresa poderia se encontrar em um determinado período, a empresa deu início às suas operações desempenhando atividades de nível *Operacional Básico* (Nível 1), tendo participado ativamente das instalações e dos testes iniciais de desempenho do parque produtivo de todas as suas áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria), uma vez que, conforme visto na Seção 6.2, diversos profissionais que atuaram na elaboração e implementação do projeto da usina foram contratados pela AMBJF e começaram a atuar na empresa antes mesmo do início das operações, encarregando-se, inclusive, do *start up* da unidade.



Nos anos que se seguiram, os esforços foram concentrados na estabilização e maior coordenação dos processos das áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria) e na implementação de técnicas solução conjunta de problemas, como o Plano de Sugestões, e de assimilação dos conhecimentos necessários à condução das atividades manutenção e de fabricação e substituição rotineiras de componentes, como a substituição do filtro de mangas do forno elétrico, ambos em 1987, levando a empresa a desempenhar atividades do nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) de capacidade tecnológica em *Equipamentos*.

De 1990 a 1994, o Plano de Sugestões desencadeou um processo intenso e sistemático de implementação de adaptações secundárias nos equipamentos produtivos, projetadas, desenvolvidas e implementadas pela própria equipe da AMBJF, com vistas a melhor ajustá-los às suas necessidades de produção e a obter ganhos de produtividade, eliminar gargalos de produção e a ampliar a capacidade produtiva, além de reduzir o custo de produção e o nível de investimento. Com isto, a empresa passou atingiu o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) de capacidade tecnológica em *Equipamentos*. A Tabela 8.2 ilustra as adaptações mais representativas implementadas neste período.

**Tabela 8.2 – Adaptações secundárias relevantes nos equipamentos (1990 a 1994)**

Ano	Adaptações
1990	Controlador de GAP: vide Boxe 8.1.
1991	Esmerilhadeira automática de tarugos.
1991	Sistema de exaustão da esmerilhadeira automática de tarugos.
1991	Utilização de tijolos refratários usados acima da linha de escória nas painéis de aço: idéia surgida após uma visita realizada por um funcionário da Aciaria à Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST).
1992	Modificação do Barrado do Forno Elétrico: permitiu dispensar as operações de limpeza do equipamento, que antes tinham que ser feitas de 3 em 3 corridas.
1992	Modificação na Unidade de Extração e Desempeno de Tarugos
1992	Racionalização do uso das máquinas utilizadas na produção do CA-60: permitiu realizar com apenas uma máquina o que antes era feito com duas.
1992	Revestimento dos tubos metálicos de injeção de oxigênio no forno
1992	Máquina de separação de água e óleo: foi considerada à época como sendo um dos mais eficientes sistemas de separação de água e óleo do país.
1992	Modificação da refrigeração da câmara do ejetor do forno de laminação
1992	Mudança da posição do sensor na estação coletora de espiras
1993	Automação e Informatização da área de Utilidades: possibilitou a otimização do controle da Estação de Tratamento de Água (ETA), a melhoria do índice de recirculação e maior velocidade e qualidade das informações.
1993	Alterações no Calibrador Desbastador: trouxe melhorias significativas no Índice de

Ano	Adaptações
	Qualidade dos Produtos Laminados, saindo de uma média de 98,47% para 99,10% no segundo semestre de 1993.
1994	Ajustes e melhorias no projeto original do transportador de bobina de fio-máquina (PHB): permitiram reduzir de 220 para 10 minutos por mês a interrupção média na produção da Laminação.

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Em especial, o Sistema para Controle de Intervalo de Tempo entre Peças em Laminadores ou, simplesmente, Controlador de GAP, viria a gerar a primeira patente internacional da empresa e a ser inclusive licenciado para fins de produção em série e comercialização pela *Morgan Construction Company*, um dos maiores fabricantes de laminadores do mundo (vide Boxe 8.1).

Em 1992, foi iniciado um programa de manutenção, baseado no *Total Productivity Maintenance* (TPM), que pode ser entendido como a Manutenção Total do Sistema de Produção, com o objetivo de atingir a “quebra zero” ou “zero defeito”. Com ele, cada operador passava a ser responsável pela “sua” máquina, desempenhando atividades básicas e rotineiras de checagens de itens pré-definidos e auxiliando na resolução de eventuais defeitos.

Ao longo deste ano, foi desenvolvido também um contrato de transferência de tecnologia e de treinamento de pessoal com a *Eutectic + Castolin*, com vistas ao prolongamento da vida útil em serviço de peças e equipamentos, com um conseqüente aumento da produtividade e rentabilidade industrial, a partir da busca de soluções de recuperação de peças de ferro-fundido. No âmbito deste projeto, os funcionários da manutenção desenvolveram técnicas inéditas e especiais que resultaram numa economia superior a US\$ 4,058 milhões em 1992, através de 22 aplicações tecnológicas totalmente desenvolvidas dentro da empresa, tal como a soldagem de alta dureza em bobinas de ferro fundido, levando inclusive a AMBJF a receber o prêmio Conservacionista do Ano, em âmbito nacional e internacional, nos anos de 1992 e 1993, respectivamente, numa concorrência direta com um total de 80 empresas.

Em 1994, a AMBJF já havia acumulado capacidades tecnológicas que lhe permitiam desempenhar algumas atividades relacionadas ao nível *Inovativo Básico* (Nível 4) na função *Equipamentos*, estando apta a projetar e fabricar equipamentos pesados inerentes ao seu processo produtivo. Neste ano, a equipe de Montagens e Serviços projetou e

desenvolveu, por exemplo, o Vibra-Lav que, a partir de um processo de lavagem de até 150 toneladas de sucata por hora, tinha o objetivo de retirar o barro acumulado no fundo das pilhas de sucata, reduzindo significativamente o tempo de processamento e o consumo de energia no FEA, com o conseqüente prolongamento da vida útil do refratário.

No ano de 1995, as equipes da Manutenção Central, da Aciaria e da Laminação realizaram pequenos reparos no forno de reaquecimento de tarugos. Em janeiro, contando com a participação da BSO e da Magnesita no fornecimento de matéria-prima e pessoal técnico, 60 pessoas por turno se revezaram 24 horas por dia, durante 6 dias, na restauração das paredes laterais, das soleiras, dos queimadores e dos selos. Em dezembro, a equipe da Laminação e das áreas de apoio realizaram, por conta própria, reparos nas soleiras móveis de 1 a 4 e na parede lateral do salão da zona dois. No entanto, em 1996 a situação do forno tornou-se mais crítica em função do comprometimento do curso das soleiras móveis e do estado geral do equipamento, sendo necessária uma grande reforma, a maior desde que foi instalado, com duração de 15 dias, contando com o apoio das equipes da Superintendência da Laminação, Engenharia, Recursos Humanos, Informática (Automação) e Suprimentos, além de diversos fornecedores de serviços, equipamentos e matérias-primas, conforme detalhado no Boxe 8.13.

Nos anos de 1997 e 1998, vários outros projetos relativos à função *Equipamentos* surgiram a partir de idéias originadas nas diversas áreas da empresa e foram desenvolvidos e

#### **Boxe 8.13 – BMP realiza reforma no forno de reaquecimento de tarugos**

[...] Segundo o superintendente da Laminação Evandro Sousa, o trunfo desta reforma foi o planejamento, uma vez que "através dele foi possível analisar como fazer, distribuir serviços e testar a tecnologia a ser aplicada", acrescentando que a inovação tecnológica desta reforma foi a aplicação do concreto de fluência livre, o que permitiu a utilização de um caminhão betoneira, com bombeamento contínuo. "Esta é uma nova tecnologia em todo o mundo, só usada em países como Japão, Coréia e EUA, que a BMP buscou como inovação no Brasil, num projeto destas proporções". A reforma do forno envolveu a substituição de parte da estrutura metálica e dos revestimentos refratários das soleiras móveis e fixas e das paredes laterais. Em relação à tecnologia, houve a troca do tijolo Magmalox pelo concreto ultra baixo teor de cimento (UBTC). A reforma também envolveu a modernização do sistema hidráulico de acionamento da soleira, modificação na estrutura de fixação dos cilindros hidráulicos, mudança nas cabeceiras das soleiras móveis e no sistema de aplicação de concreto (fluência livre), aumento da zona de encharque, resfriamento/aquecimento controlado. Participaram da execução da reforma, equipes da Superintendência da Laminação, Engenharia, Recursos Humanos, Informática (Automação) e Suprimentos. E, ainda, as empresas Magnesita, responsável pela coordenação e fornecimento de refratários, a Monastec, pela tecnologia de aplicação de refratários, a Brasimet/Milplan, pela fabricação e montagem da estrutura metálica, a Brasimet/Lindberg, pelo resfriamento e aquecimento controlado e, também, a LPC Pompeu pela tecnologia de revestimentos industriais, num total de mais de 400 trabalhadores.

*Fonte: Jornal da BMP – Ano 5, nº 53 – Dezembro de 1996*



implementados internamente, fazendo com que a AMBJF atingisse plenamente o nível *Inovativo Básico* (Nível 4) de capacidade tecnológica e iniciasse a migração para o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5). A Tabela 8.3 ilustra alguns destes projetos.

**Tabela 8.3 – Atividades desempenhadas nos níveis *Inovativo Básico* e *Inovativo Intermediário* incompleto, no biênio 1997 e 1998**

Ano	Adaptações
1997	Padronização do diâmetro das válvulas do distribuidor da MLC.
1997	Camisa d'água para a MLC: tem como função principal manter um filme de água em toda a superfície do molde que inicia a solidificação do aço. Essa refrigeração tem que ser exatamente a mesma em todas as faces do molde para não comprometer o tarugo. A versão desenvolvida pela equipe da AMBJF, a partir de recursos e conhecimentos internos à empresa, tinha uma performance 3 vezes superior às adquiridas externamente, com uma vida útil de 1.800 corridas, contra 600 da versão original.
1998	Aumento da capacidade das panelas da Aciaria: a tecnologia utilizada nas panelas da aciaria permitiu que a sua capacidade individual passasse de 84 para 100 toneladas por corrida.
1998	Nova abóboda para o forno panela: encarregada da refrigeração do forno, a abóboda funciona também como uma tampa, com aberturas para os eletrodos e janelas basculantes para a tomada de temperatura. A versão fabricada internamente permitiu um ganho da ordem de 40% em relação ao custo das peças adquiridas, além de garantir um aumento de sua vida útil.
1998	Recuperação da unidade de supervisão de temperatura do Stirrer (agitador magnético): peça fundamental do forno panela, que garante a perfeita homogeneização no refino do aço líquido. O trabalho realizado teve um custo da ordem de 8% do que seria investido na aquisição de uma peça nova.

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Para otimizar a manutenção em seus equipamentos e instalações, a partir de 1998 a AMBJF passou a adotar um sistema de pool na execução das ações de seu plano de manutenção preventiva, em todas as suas áreas de produção (Aciaria, Laminação e Trefilaria). O programa consiste na integração dos técnicos de elétrica e mecânica das diversas áreas da usina, formando um único grupo, sob a coordenação da manutenção central que, através de seus supervisores, executa as manutenções preventivas. O planejamento do trabalho passou a ser feito por um sistema informatizado, que emite os cronogramas com a listagem dos itens de manutenção, o número de técnicos e o tempo necessário para a execução de cada tarefa. O pool garantiu ainda a integração de toda a equipe de manutenção, possibilitando um conhecimento globalizado dos equipamentos da usina, além dos impactos positivos em termos de otimização dos serviços e produtividade.

Com vistas a viabilizar a produção dos vergalhões de núcleo quadrado, em 1999, e de núcleo octogonal, em 2001, conseqüentes da implantação do sistema *Belgo Pronto* (vide Seções 8.1.2 e 8.1.3), as equipes de Engenharia, Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente

e da Gerência Técnica tiveram que projetar e implementar diversas adequações na calibração e nos ajustes operacionais do laminador, bem como nos discos de laminação. Na mesma linha, em 2002, estas equipes projetaram, desenvolveram e implementaram uma tecnologia própria de cassetes de laminação que viabilizou a produção do CA-60 reto nervurado (alto relevo), em substituição ao processo anterior de entalhamento (baixo relevo), feito a partir de roletes recartilhadores.

O nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidade tecnológica na função *Equipamentos*, conforme as métricas representadas na Tabela 3.1, pressupõe a execução de atividades relacionadas, por exemplo, à engenharia contínua, básica e detalhada de equipamentos, a produção de instalações individuais e à manutenção preventiva. Tomando-se por base tais critérios, identificam-se, a partir de 2002, evidências do atingimento pleno deste nível de capacidade tecnológica por parte da AMBJF.

A instalação dos distribuidores de espiras na Laminação, em 2002, com o projeto inteiramente desenvolvido pela equipe da AMBJF (vide Boxe 8.14); a ampla reforma realizada no forno de reaquecimento de tarugos, realizada pela equipe da Laminação e da Manutenção Central, em 2003, sem qualquer tipo de suporte técnico e com eficácia total em termos da inexistência de transtornos para a operação na pós-montagem ou de acidentes; a implantação do tratamento térmico do CA-50 em rolo (vide Boxe 8.7).

#### **Boxe 8.14 – Ousadia e criatividade são matérias-primas inteligentes**

A instalação dos distribuidores de espiras na Laminação, em março deste ano, teve impactos positivos na formação dos rolos, gerando benefícios em série. “As bobinas ficaram mais compactas – o que otimiza a composição da carga no transporte. Também ganharam robustez, minimizando os impactos decorrentes do manuseio”, enumera o operador de produção, Carlos Alberto Fernandes Motta. A distribuição uniforme do material no rolo otimizou o processo de desenrolamento, assegurando maior produtividade para o cliente. “Como o material se desenrola com facilidade, as máquinas operam em melhores condições, sem perda de tempo”, explica. O projeto para a instalação dos distribuidores de espirais foi inteiramente desenvolvido pela equipe da Laminação, coordenada por Toshio Amanuma. Se fosse comprado, o custo do equipamento e sua instalação nos dois veios de produção seria de R\$ 2 milhões. Com *know-how* próprio, o investimento foi de R\$ 1 milhão.

*Fonte:* Belgo e Você JF – Ano 2, nº 15 – Ago/Set de 2002

Também em 2003, com o projeto de montagem elaborado pela própria equipe da Laminação, sob a coordenação do engenheiro Toshio Amanuma; em 2004, o desenvolvimento de um equipamento que permitiu a diminuição do tamanho do material cortado pela tesoura de desponte da Laminação que, com um investimento de pouco mais

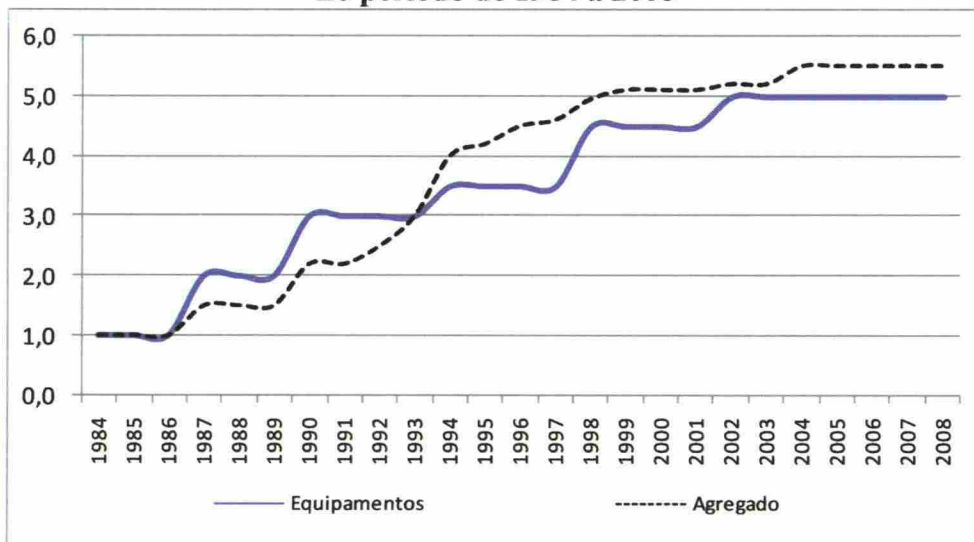
de R\$ 100,00, permitiu gerar uma economia de mais de R\$ 1 milhão por ano e ainda dispensou a aquisição de outro equipamento com valor estimado em US\$ 1 milhão; e as melhorias implementadas na MLC, em 2006 (vide Boxe 8.15), são alguns dos projetos que evidenciam tal nível de acumulação de capacidade tecnológica.

#### Boxe 8.15 – Santo de casa faz milagre

Projeto desenvolvido por empregado da usina elimina gargalo da produção e mostra que a solução para os problemas pode estar ao nosso lado. Por muitos anos, a máquina de lingotamento contínuo (MLC) foi considerada o “patinho feio” da produção da aciaria, emperrando o salto de produtividade e qualidade, apesar de todos os esforços da equipe. Nem a atualização tecnológica de 2000, que conferiu à máquina um quinto veio, foi suficiente para tirá-la da condição de “gargalo da produção”. O grande embaraço permanecia na velocidade de lingotamento e na produtividade. Consultado, o fornecedor do equipamento apresentou uma proposta de mudança cujos investimentos beiravam a casa do milhão de dólares. Insatisfeito e ao mesmo tempo instigado pelo gerente da aciaria Tarcísio Bomtempo Martins na busca por melhores resultados da MLC, o metalurgista Emmanuel Villanova empreendeu, a partir de 2003, uma jornada de estudos complexos (e muito cálculo), sucedidos por constantes testes de análises, até que a melhoria pudesse finalmente ser incorporada ao equipamento. Villanova explica que as alterações envolveram toda a MLC, desde a geometria do molde, passando pelo sistema de lubrificação, refrigeração primária e secundária, até alguns procedimentos operacionais. Conforme as mudanças iam sendo processadas, os gráficos de produtividade, velocidade de lingotamento, produção e aço por veio, índice de qualidade do produto laminado disparavam em escala ascendente; enquanto as perdas por romboidade (diferença nas diagonais do tarugo, obrigando o seu descarte) despencavam de patamares de 90 toneladas/mês para zero, mantendo-se nessa confortável posição desde janeiro de 2005. Resultado: incremento de mais de 20% de produtividade da MLC, aumento da velocidade de lingotamento e ganho considerável de qualidade do produto final. “E ainda o perfeito sincronismo da MLC com o forno elétrico a arco (FEA), o que permitiu aproveitar 100% da capacidade da aciaria”, completa Villanova. [...]

Fonte: Belgo e Você JF – Ano 5, nº 37 – Jan/Fev de 2006

**Figura 8.12 – Níveis de capacidade tecnológica em Equipamentos e agregado, no período de 1984 a 2008**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Em resumo, conforme se verifica na Figura 8.12, a AMBJF, no período de 1984 a 1989, desempenhou atividades relacionadas à função *Equipamentos* em nível rotineiro de capacidades tecnológicas, iniciando suas operações, em 1984, no nível *Operacional Básico*



(Nível 1) e passando para o nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) em 1987. A partir de 1990, a empresa passa a desempenhar atividades em nível inovador de capacidade tecnológica nesta função, atingindo o nível *Operacional Avançado* (Nível 3) neste ano, o nível *Inovativo Básico* (Nível 4), de forma incompleta em 1994 e de forma plena em 1998, e o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) em 2002, permanecendo neste nível até então.


8.2 NÍVEIS ATUAIS DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Conforme detalhado na Seção 8.1 anterior, foram encontradas evidências de que a empresa adquiriu níveis rotineiros e inovativos de capacidade tecnológica em todas as funções analisadas, a saber: na função *Engenharia de Projetos*, atingiu o Nível 5 – *Inovativo Intermediário*, de maneira incompleta; nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*, atingiu o Nível 6 – *Inovativo Avançado*; e na função *Equipamentos*, o Nível 5 – *Inovativo Intermediário*, conforme Tabela 8.4 e Figura 8.13.

Na função *Engenharia de Projetos*, as capacidades tecnológicas desenvolvidas pela AMBJF lhe permitiram atuar na avaliação, elaboração, implementação e gerenciamento de diversos projetos relacionados a produtos (vergalhão de núcleo octogonal, em 2001, e o aço CA-50 soldável em rolo, em 2003), processos (a utilização de gás natural, em 1995; o sistema de despoeiramento da Aciaria, em 1997; e a reutilização do gás do alto-forno no forno de reaquecimento de tarugos e a injeção de finos de carvão no alto-forno, em 2008), equipamentos (Controlador de GAP, em 1990; a instalação dos distribuidores de espiras na Laminação, em 2002) e expansões da planta (a instalação dos dois altos-fornos, em 2007).

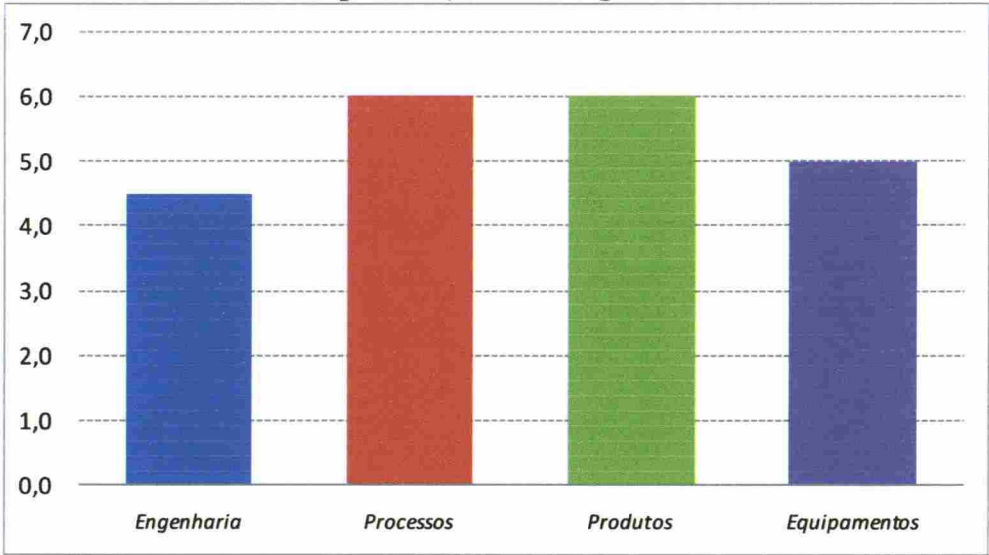
Tabela 8.4 – Tipos e níveis atuais de capacidade tecnológica da AMBJF por função tecnológica

Níveis de Capacidade Tecnológica	Funções Tecnológicas / Níveis Acumulados			
	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
CAPACIDADES INOVADORAS				
 (7) Fronteira Tecnológica	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu
 (6) Inovativo Avançado	Não Atingiu	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Não Atingiu
 (5) Inovativo Intermediário	Atingiu Parcialmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente

Níveis de Capacidade Tecnológica	Funções Tecnológicas / Níveis Acumulados			
	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
 (4) Inovativo Básico	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente
CAPACIDADES DE PRODUÇÃO				
 (3) Operacional Avançado	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente
 (2) Operacional Intermediário	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente
 (1) Operacional Básico	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente	Atingiu Totalmente

Fonte: Adaptado de Fonseca (2008), com dados derivados da pesquisa de campo  
Nota: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

Figura 8.13 – Níveis atuais de capacidade tecnológica da AMBJF por função tecnológica



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Em termos das funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*, as ações da empresa foram sempre direcionadas para a melhoria contínua, a padronização e a automação de seus processos produtivos, a expansão da capacidade produtiva e a procedimentação e rastreabilidade de suas atividades.

No que poderia ser considerada uma consequência direta do perfil do setor no qual a AMBJF atua (fornecimento de aços longos para a construção civil), o esforço empreendido por ela na acumulação e manutenção do nível de capacidade tecnológica na função *Produtos* está direcionado muito menos à oferta de novos produtos ou ao atendimento de

novos nichos de mercado, e muito mais à busca de melhorias das características dos produtos que fabrica, em termos de suas configurações geométricas, composições químicas, constituintes metalográficas e propriedades mecânicas.

Para a função *Equipamentos*, as adversidades econômico-financeiras enfrentadas pela empresa desde o início de suas operações, até o seu arrendamento pelo Grupo Belgo-Mineira, incentivaram e direcionaram o desenvolvimento das capacidades tecnológicas necessárias à realização de atividades de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva), reforma (leve e pesada) e implementação de melhorias a partir de seu próprio pessoal operacional, técnico e de engenharia. O Plano de Sugestões e o CEDAC (Seções 6.2, 6.3 e 7.3.4) atuaram como agentes representativos neste processo.

Neste período, a empresa modernizou suas instalações físicas, adquiriu novos equipamentos de produção e investiu pesadamente na estruturação de seu sistema de gestão. Tais investimentos possibilitaram a produção de produtos de classe mundial e a alavancaram à condição de *benchmarking* dentro do grupo ArcelorMittal, no Brasil e no mundo. Esse resultado ratifica o argumento de Figueiredo (2003b apud Fonseca, 2008), que afirma que “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).

Em resumo, com base nas evidências que foram apresentadas ao longo deste capítulo, é possível afirmar que a AMBJF chegou ao ano de 2008 capacitada para o desenvolvimento de novos equipamentos, processos e produtos, estando habilitada a atender aos requisitos cada vez mais exigentes dos mercados em que atua, tanto em âmbito interno quanto externo.

E, uma vez apresentado o atual estágio de acumulação de capacidade tecnológica para as funções tecnológicas selecionadas, para o cumprimento dos objetivos desta dissertação faz-se necessário analisar como este processo transcorreu ao longo do tempo e *se e como* as técnicas de gestão adotadas pela AMBJF influenciaram esta trajetória. Esta análise será feita no Capítulo 9.

## **PARTE III:**

# **ANÁLISES E CONCLUSÕES**

---

Esta terceira e última parte da presente dissertação analisa os dados referentes à adoção e implementação das técnicas de gestão estudadas, aos mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados e à trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa ao longo do período de 1984 a 2008.

O Capítulo 9 analisa as evidências empíricas apresentadas nos Capítulos 6, 7 e 8, buscando dar respostas às questões de pesquisa apresentadas nas Seções 1.2 e 4.1.1, mais especificamente no que diz respeito a *como* e *até que ponto* a adoção das técnicas de gestão estudadas na AMBJF influenciaram o processo de aprendizagem tecnológica e a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da empresa no período em análise.

No último capítulo (Capítulo 10) serão apresentados os resultados finais do estudo, eventuais recomendações práticas para os gestores de empresas, tanto do setor de siderurgia quanto de outros, bem como sugestões de pesquisa para futuras dissertações.

## CAPÍTULO 9: ANÁLISES E DISCUSSÕES

---

Este capítulo tem o objetivo de analisar as evidências empíricas descritas nos Capítulos 6, 7 e 8, buscando examinar a relação entre as variáveis investigadas no presente estudo, identificando *como* e *até que ponto* as técnicas de gestão adotadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), ao longo de período de análise, contribuíram para o seu processo de aprendizagem tecnológica e para a sua trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.

O capítulo está estruturado em 2 seções que buscam, respectivamente, dar resposta às duas questões de pesquisa do presente estudo. Na Seção 9.1 busca-se dar avaliar se e como a adoção de técnicas de gestão contribuiu com o processo de aprendizagem tecnológica da empresa. Na Seção 9.2, avalia-se *como* e *até que ponto* este processo de aprendizagem tecnológica contribuiu para a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da AMBJF.

### 9.1 ADOÇÃO DE TÉCNICAS DE GESTÃO *VERSUS* APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

Nesta seção serão analisadas as evidências empíricas relativas à adoção das técnicas de gestão e os seus respectivos impactos no processo de aprendizagem tecnológica da empresa estudada. Para isto, serão avaliados os cronogramas de adoção e conclusão de implementação destas técnicas (Seção 9.1.1), a evolução da variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados (Seção 9.1.2) e a taxa de utilização destes mecanismos por cada uma das técnicas de gestão estudadas (Seção 9.1.3).

#### 9.1.1 ADOÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO ESTUDADAS

Para fins das análises feitas neste capítulo, a *adoção* de uma determinada técnica de gestão foi considerada em termos do ano no qual são tomadas as medidas no sentido de dar início efetivo à sua implementação; e a *conclusão da implementação* desta mesma técnica foi considerada em termos do ano no qual se encontre em plena utilização e, nos casos em que seja pertinente, devidamente acreditada ou certificada pela primeira vez.



Tendo como exemplo a ISO 9001, consideramos a sua *adoção* como sendo o ano de 1992, quando foi iniciado o processo de formação dos engenheiros da qualidade, pelo *American Society for Quality Control – ASQC*, e contratada uma consultoria do Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear (IBQN) para dar início às atividades pertinentes ao processo de certificação. No mesmo caso, a *conclusão da implementação* foi computada no ano de 1994, quando a empresa foi finalmente certificada (vide Seção 6.2) pela *ABS Industrial Verification do Brasil*, representante da *ABS Quality Evaluations*.

Considerando tais definições e as evidências relatadas na Seção 6.1, a Tabela 9.1 apresenta os anos de adoção e de conclusão da implementação de cada uma das técnicas de gestão objeto de estudo da presente dissertação.

**Tabela 9.1 – Ano de adoção e de conclusão da implementação das técnicas de gestão do Sistema de Gestão Integrada**

<b>Técnicas de gestão</b>	<b>Adoção</b>	<b>Conclusão da implementação</b>
Plano de Sugestões	1987	1987
ISO 9001	1992	1994
5S	1993	1993
Gestão à Vista	1996	1997
CEDAC	1996	1997
ISO 14001	1996	1997
BS 8800/OHSAS 18001	1997	1998
Seis Sigma	1999	1999
Modelo de Excelência da Gestão – MEG/FNQ	2000	2003
SA 8000	2003	2004

*Fonte:* Derivado da pesquisa de campo

No total das 10 técnicas de gestão estudadas, apenas o *Plano de Sugestão* e os programas *5S* e *Seis Sigma* tiveram concluídas as suas implementações no mesmo ano em que foram adotados. O processo de implementação das certificações *ISO 14001*, *BS 8800/OHSAS 18001* e *SA 8000*, bem como os programas *Gestão à Vista* e *CEDAC*, consumiu 1 ano. A obtenção da certificação ISO 9001 consumiu 2 anos. E, por fim, para a obtenção da acreditação no MEG/FQN foram necessários 3 anos.

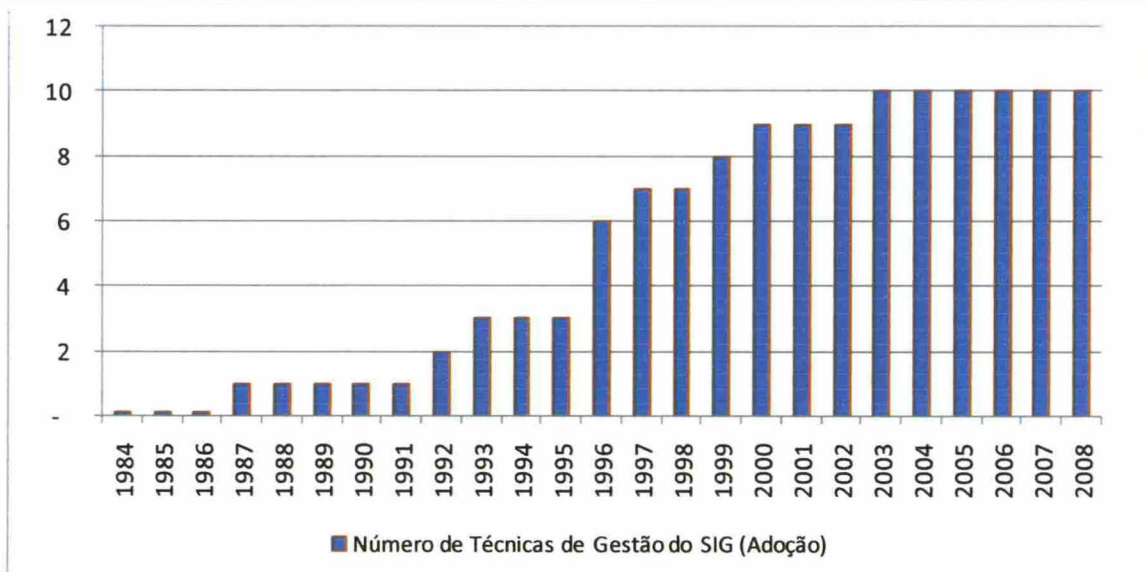
As evidências coletadas na pesquisa de campo e relatadas nos Capítulos 6 e 7 comprovam que o lapso temporal entre a adoção e a conclusão da implementação das técnicas de gestão do *Sistema de Gestão Integrada* (SGI) da AMBJF está diretamente associado ao intervalo de tempo necessário à execução das atividades relacionadas às etapas pré-implementação (diagnóstico, análise, planejamento e treinamento) e à implementação

propriamente dita de cada uma destas técnicas. Tais evidências sugerem, ainda, que tais lapsos de tempo podem depender, dentre outros fatores, da base de conhecimento existente na empresa, do esforço e dos recursos direcionados à esta implementação e da complexidade da técnica de gestão em questão. No entanto, considerando o escopo do presente estudo, estes aspectos não serão aqui discutidos

Adicionalmente, estas evidências sinalizam que, a partir da adoção de uma determinada técnica de gestão e, mais especificamente, do início de seu processo de implementação, são iniciadas diversas atividades de aquisição e conversão do saber, com o uso, em menor ou maior número, dos mecanismos de aprendizagem tecnológica citados nas Seções 7.1 a 7.4.

Considerando esta proposição, tomou-se por base o cronograma de adoção das técnicas de gestão do *Sistema de Gestão Integrada* (SGI) da AMBJF, conforme graficamente representado na Figura 9.1, para buscar dar resposta às questões de pesquisa do presente estudo.

**Figura 9.1 – Número de técnicas de gestão do SIG, consideradas a partir da adoção**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

No entanto, para que se possa analisar as eventuais influências da adoção destas técnicas de gestão no processo de aprendizagem tecnológica da AMBJF, necessário se faz uma análise acerca da variedade de mecanismos de aprendizagem utilizados pela AMBJF ao longo deste período.

9.1.2 EVOLUÇÃO DA VARIEDADE DE MECANISMOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA UTILIZADOS

Ao longo do período de 1984 a 2008 a AMBJF fez uso de um total de 59 tipos distintos de mecanismos de aprendizagem, distribuídos entre os quatro processos de aprendizagem, conforme detalhado na Tabela 9.2.

Tabela 9.2 – Número de mecanismos utilizados no período de 1984 a 2008, por tipo de processo de aprendizagem tecnológica

Processos de aprendizagem tecnológica	Variedade de mecanismos
Aquisição de saber externo	21
Aquisição de saber interno	6
Socialização do saber	17
Codificação do saber	15
Total	59

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

No entanto, no que diz respeito à aquisição de saber externo, a partir de 1995 as atividades de “transferência de tecnologia entre empresas” passaram a ocorrer em nível corporativo. Quanto à socialização do saber, os dados coletados na pesquisa de campo não permitiram evidenciar a continuidade das atividades relativas à “assistência técnica ou treinamento a outras empresas de aço” e à “assistência técnica a fornecedores”, cujas últimas ocorrências se deram em 1999 e 2000, respectivamente.

Logo, a utilização dos 59 mecanismos evidenciados se deu de forma sistemática, porém com uma variedade crescente e, às vezes, alternada ao longo do período de análise, partindo-se de um mínimo de 24 em 1984 e atingindo um total de 56 a partir de 2000, conforme descrito na Tabela 9.3 e graficamente representado na Figura 9.2.

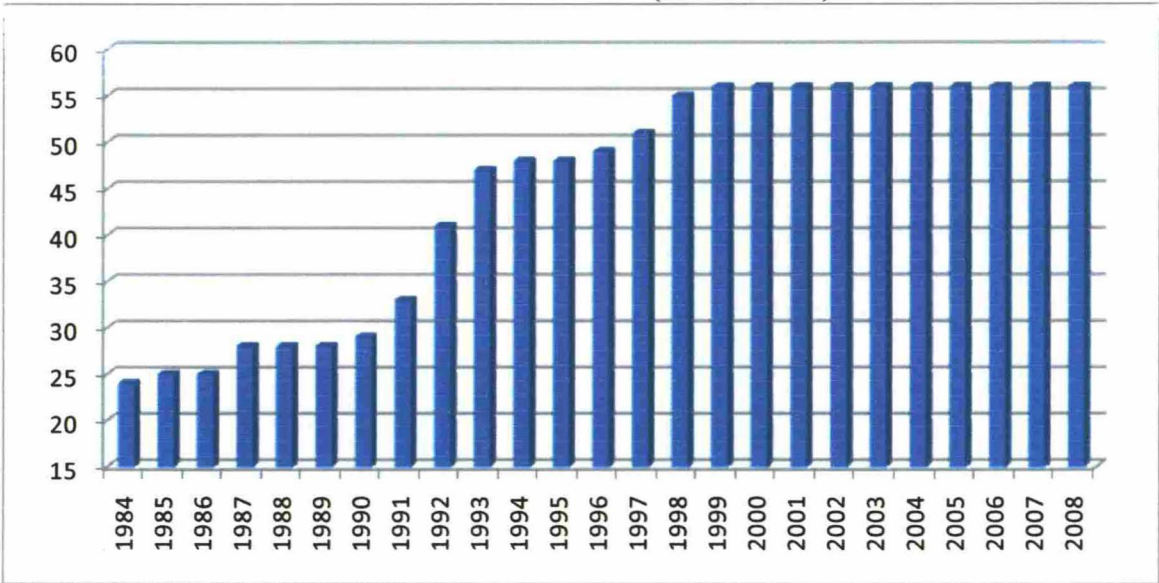
Tabela 9.3 – Número de mecanismos utilizados atualmente, por tipo de processo de aprendizagem tecnológica

Processos de aprendizagem tecnológica	Variedade de mecanismos
Aquisição de saber externo	20
Aquisição de saber interno	6
Socialização do saber	15
Codificação do saber	15
Total	56

Fonte: Derivado da pesquisa de campo



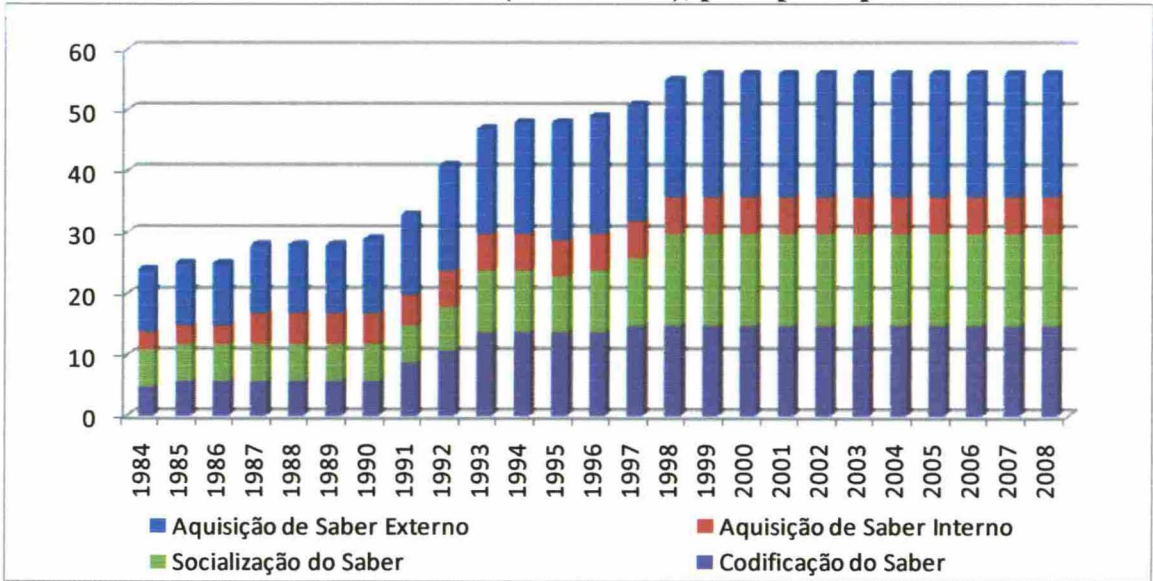
**Figura 9.2 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada ano (1984 a 2008)**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Desdobrando-se esta análise para cada um dos processos de aquisição (interna e externa) e de conversão (socialização e codificação) do saber, ainda nos termos da taxionomia apresentada na Tabela 3.2, baseada em Figueiredo (2003b), conforme Seção 3.4.1, verifica-se também um incremento significativo na diversidade de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada um deles, conforme graficamente representado na Figura 9.3.

**Figura 9.3 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada ano (1984 a 2008), por tipo de processo**

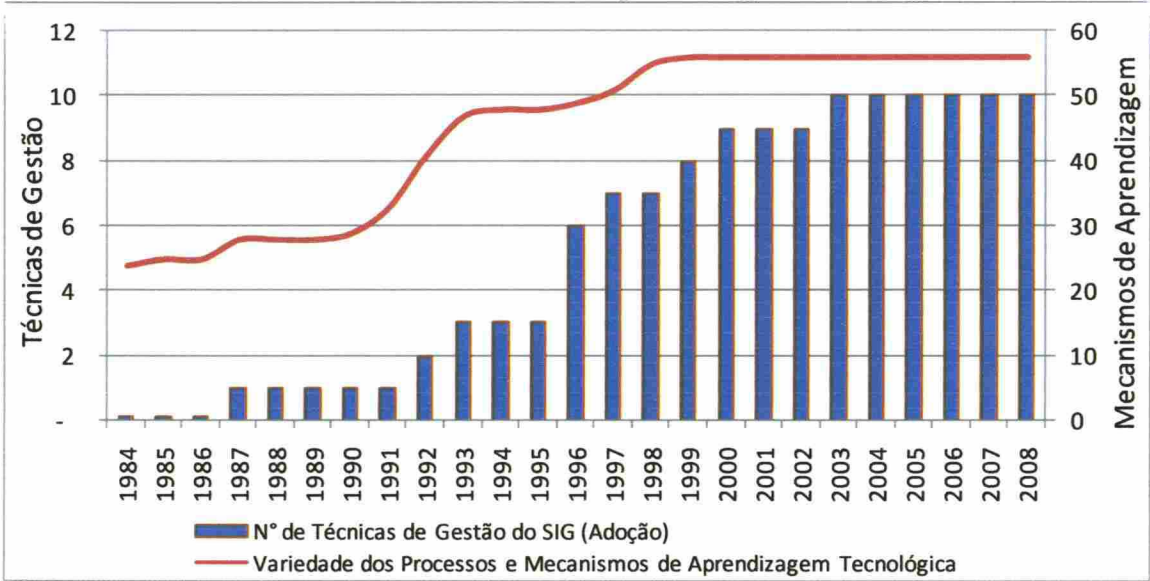


Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A diversidade de mecanismos de aquisição de saber externo variou de um mínimo de 10 mecanismos em 1984 a um máximo de 20 a partir de 1995. A aquisição do saber interno ocorria, em 1984, a partir da utilização de apenas 3 mecanismos, tendo atingido o máximo de 6 a partir de 1988. Os processos de socialização do saber partiram de um patamar de 6 mecanismos em 1984 e atingiram um máximo de 15 a partir do ano 2000. Os mecanismos de codificação do saber partiram de 5 tipos em 1984 e chegando a 15 em 2008.

Por fim, fazendo-se uma sobreposição dos dados apresentados na Figura 9.2 com a Figura 9.1 temos, na Figura 9.4, um gráfico comparativo da evolução da variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica ao longo do tempo com o ritmo de adoção das técnicas de gestão estudadas, onde se verifica um comportamento muito similar de ambos, em termos de curvatura e tendência.

**Figura 9.4 – Adoção das técnicas de gestão do SGI *versus* variedade dos mecanismos de aprendizagem tecnológica**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

A similaridade de comportamento que se verifica ao longo do tempo nas curvas acima representadas – relativas à evolução do número de técnicas de gestão adotadas pela empresa e à variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados – nos permite afirmar que na medida em que a empresa decidia adotar novas técnicas de gestão fazia-se necessária a utilização de novos mecanismos de aprendizagem tecnológica que suportassem a ampliação da base de conhecimento necessária ao processo de implementação.





[illegible]



Processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica	P. de Sugestões	5S	Gestão à Vista	CEDAC	Seis Sigma	ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001	MEG/FNQ	SA 8000
Elaboração de manuais, apostilas, guias e cartilhas	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Práticas de padronização										
• Atualização contínua dos padrões	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
• Documentação da qualidade	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
• Documentação de segurança						✓	✓	✓	✓	✓
• Padrões básicos	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
• Sistemas de automação	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
Práticas de preservação e desenvolvimento do capital intelectual										
• Plano de carreira						✓			✓	✓
• Registro de patentes	✓			✓	✓					
Seminários internos										
• Semana de Prevenção aos Acidentes de Trabalho	✓							✓		✓
• Semana de Saúde Ocupacional								✓		✓
• Semana do Meio Ambiente	✓						✓			
• Seminário Tecnológico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
• Seminários e encontros corporativos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Nota: N – Não se aplica

Não levando em conta o Plano de Sugestões e o CEDAC – que foram considerados tanto como técnica de gestão quanto como mecanismo de aprendizagem – temos um total de 57 tipos de mecanismos de aprendizagem que poderiam ter sido utilizados pelas técnicas de gestão durante as suas diversas fases (pré-implementação, implementação propriamente dita e pós-implementação).

De forma resumida, a Tabela 9.5 abaixo apresenta, para cada uma das quatro categorias previstas na Tabela 3.2 (Aquisição Externa de Saber, Aquisição Interna de Saber, Socialização de Saber e Codificação de Saber) e no geral, o número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados por cada uma das técnicas de gestão estudadas.

Tomando-se por base apresentada na Seção 1.1, o total de mecanismos de aprendizagem disponíveis (57) e os valores apresentados na Tabela 9.5, temos uma utilização média de 28,4 mecanismos para as técnicas do grupo de *Aprimoramento Contínuo* (Plano de Sugestões, Gestão à Vista, CEDAC, 5S e Seis Sigma) e de 41 mecanismos para o grupo de *Controle e Gestão da Qualidade Total* (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001,

SA 8000 e MEG/FNQ), o que equivale a 49,8% e 71,9% do total, respectivamente, e sinaliza para uma correlação direta entre o grau de complexidade da técnica de gestão a ser adotada e o número de mecanismos de aprendizagem tecnológica necessário à sua implementação e manutenção.

**Tabela 9.5 – Número de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pelas técnicas de gestão**

<b>Processos e Mecanismos de Aprendizagem Tecnológica</b>	<b>P. de Sugestões</b>	<b>5S</b>	<b>Gestão à Vista</b>	<b>CEDAC</b>	<b>Seis Sigma</b>	<b>ISO 9001</b>	<b>ISO 14001</b>	<b>OHSAS 18001</b>	<b>MEG/FNQ</b>	<b>SA 8000</b>
Aquisição de Saber Externo	5	9	7	8	11	17	16	18	14	17
Aquisição de Saber Interno	5	0	1	3	5	1	1	2	3	1
Socialização do Saber	9	11	9	9	7	12	11	12	11	11
Codificação do Saber	12	8	9	9	5	11	11	12	11	13
Número de mecanismos utilizados	31	28	26	29	28	41	39	44	39	42
Percentual sobre o total de mecanismos	54,4	49,1	45,6	50,9	49,1	71,9	68,4	77,2	68,4	73,7

Fonte: Derivado da pesquisa de campo

Em resumo, as análises apresentadas na Seção 9.1.2 e 9.1.3 apontam para uma contribuição direta das técnicas de gestão adotadas para os mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pela AMBJF ao longo do período de análise do presente estudo, ajudando-nos a oferecer algumas respostas à primeira questão de pesquisa: como e até que ponto a adoção e a implementação de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008, contribuiu com ou influenciou seu processo de aprendizagem tecnológica?

Por um lado, esta contribuição se deu pela necessidade de se incorporar, ao rol de opções então utilizadas pela empresa, novos mecanismos de aprendizagem que lhe permitissem acumular, com relativa antecedência, a base de conhecimento necessária à implementação de tais técnicas. Por outro, se manifesta na necessidade de se coordenar um número maior de mecanismos na medida em que cresce o grau de complexidade da técnica de gestão adotada.



## 9.2 ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA *VERSUS* PRÁTICAS DE GESTÃO ADOTADAS E MECANISMOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA USADOS

Como o objetivo de dar suporte à busca de respostas à segunda questão de pesquisa, similarmente à análise de Fonseca (2008), esta seção examina a dimensão temporal do processo de acumulação de capacidade tecnológica na AMBJF, no período de 1984 a 2008, para cada uma das funções tecnológicas, de três formas distintas:

- Tempo (em anos) que a AMBJF levou para mover-se do nível encontrado quando do início de suas operações, em 1984, aos demais níveis de capacidade tecnológica, por função tecnológica (Seção 9.2.1).
- Tempo (em anos) de permanência da AMBJF em cada nível de capacidade tecnológica, por função tecnológica (Seção 9.2.2).

A Tabela 9.6 apresenta a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da AMBJF, por função tecnológica, no período de 1984 a 2008, inclusive no que diz respeito a níveis incompletos.

**Tabela 9.6 – Evolução anual do nível de capacidade tecnológica, por função específica, no período de 1984 a 2008**

Ano	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
2008	5*	6	6	5
2007	5*	6	6	5
2006	5*	6	6	5
2005	5*	6	6	5
2004	5*	6	6	5
2003	5*	5	6	5
2002	5*	5	6	5
2001	5*	5	6	5*
2000	5*	5	6	5*
1999	5*	5	6	5*
1998	5*	5	6*	5*
1997	5*	5	5	4*
1996	4	5	5	4*
1995	4	4	5	4*
1994	3	4	5	4*



Ano	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
1993	3	3	3	3
1992	2	3	2	3
1991	2	2	2	3
1990	2	2	2	3
1989	1	2	1	2
1988	1	2	1	2
1987	1	2	1	2
1986	1	1	1	1
1985	1	1	1	1
1984	1	1	1	1

Fonte: Derivado da pesquisa de campo








Notas: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

(\*) Nível incompleto de capacidade tecnológica

A Tabela 9.7, elaborada a partir da Tabela 9.6, demonstra o ano em que a AMBJF ingressou em cada um dos níveis de capacidades tecnológica, por função tecnológica, destacando o atingimento incompleto e completo destes níveis, no período de 1984 a 2008, tomando-se por base as evidências apresentadas nas Seções 8.1.1 a 8.1.4, onde as atividades desempenhadas pela empresa foram estratificadas por função tecnológica e enquadradas em cada um dos níveis propostos na Tabela 3.1.

Por ela, verifica-se que as trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas em cada uma das funções tecnológicas apresentam características tais como *níveis incompletos* e *acumulação conjunta*. No que diz respeito à ocorrência de *níveis incompletos* de capacidade tecnológica, as Tabelas 9.6 e 9.7 mostram que este fato se deu nas seguintes funções e épocas: na função *Engenharia de Projetos*, a partir de 1997, quando a empresa passou a desempenhar apenas algumas das atividades relativas ao nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidade tecnológica, permanecendo assim durante todo o restante do período objeto do presente estudo; na função *Produtos*, durante o ano de 1998, quando desempenhou apenas parcialmente as atividades relativas ao nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) de capacidade tecnológica, assim permanecendo até então; na função *Equipamentos*, quando, nos períodos de 1994 a 1997 e 1998 a 2001, a empresa desempenhou apenas parte das atividades relativas aos níveis *Inovativo Básico* (Nível 4) e *Inovativo Intermediário* (Nível 5), respectivamente.

Tabela 9.7 – Ano em que a AMBJF ingressou em cada nível de capacidade tecnológica, por função tecnológica

Níveis de capacidade tecnológica		Funções tecnológicas / Níveis acumulados			
		Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos
CAPACIDADES INOVADORAS					
 (7) Fronteira Tecnológica	Completo	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu
	Incompleto	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu	Não Atingiu
 (6) Inovativo Avançado	Completo	Não Atingiu	2004	1999	Não Atingiu
	Incompleto	Não Atingiu	2004	1998	Não Atingiu
 (5) Inovativo Intermediário	Completo	Não Atingiu	1996	1994	2002
	Incompleto	1997	1996	1994	1998
 (4) Inovativo Básico	Completo	1995	1994	1994	1998
	Incompleto	1995	1994	1994	1994
CAPACIDADES DE PRODUÇÃO					
 (3) Operacional Avançado	Completo	1993	1992	1993	1990
	Incompleto	1993	1992	1993	1990
 (2) Operacional Intermediário	Completo	1990	1987	1990	1987
	Incompleto	1990	1987	1990	1987
 (1) Operacional Básico	Completo	1984	1984	1984	1984
	Incompleto	1984	1984	1984	1984

Fonte: Adaptado de Fonseca (2008), com dados derivados da pesquisa de campo

Nota: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas

Por outro lado, as evidências sinalizam que, numa mesma função tecnológica, um nível pode ter sido acumulado no mesmo período de tempo que outro nível (*acumulação conjunta*). Neste caso, o ano de 1994 foi responsável pela acumulação conjunta dos níveis *Inovativo Básico* (Nível 4) e *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidade tecnológica na função *Produtos*.

9.2.1 TEMPO DE ACUMULAÇÃO DO NÍVEL OPERACIONAL BÁSICO AO NÍVEL MÁXIMO

Com base na Tabela 9.7 foi construída a Tabela 9.8 e, a partir desta, o gráfico representado na Figura 9.5, ambos representando o número de anos que a AMBJF levou para acumular 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 do ano de início de suas operações (1984). Em outras palavras, a Tabela 9.8 proporciona uma



visão de quanto tempo a empresa levou para mover-se do nível *Operacional Básico* (Nível 1) de capacidade tecnológica a cada um dos níveis subseqüentes, de acordo com a seqüência da métrica considerada, também considerando níveis incompletos.

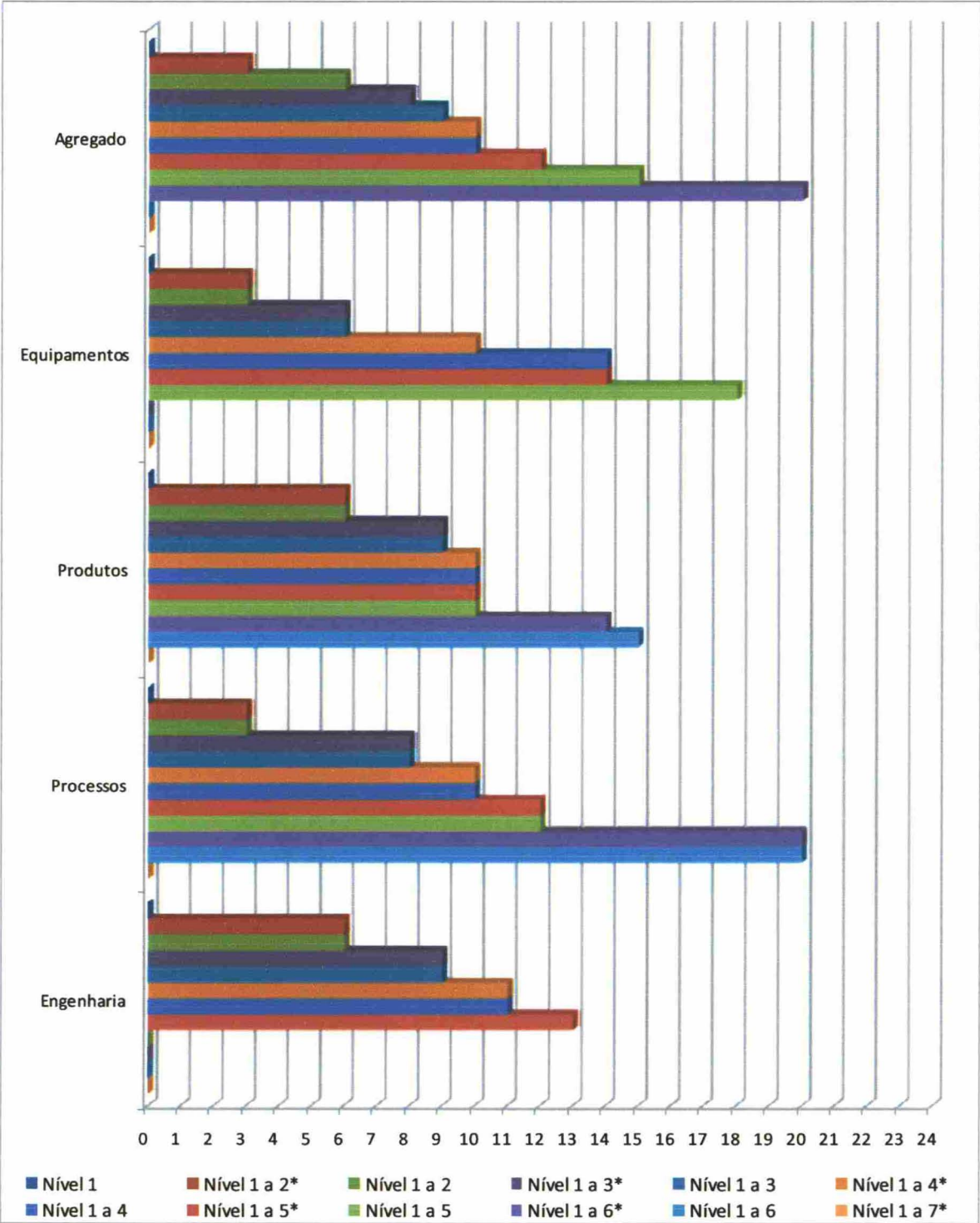
**Tabela 9.8 – Tempo de acumulação do nível *Operacional Básico* (Nível 1) aos níveis máximos de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos)**

Faixa de acumulação	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Agregado
Nível 1 ao Nível 7	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu
Nível 1 ao Nível 7*	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu
Nível 1 ao Nível 6	Não atingiu	20	15	Não atingiu	Não atingiu
Nível 1 ao Nível 6*	Não atingiu	20	14	Não atingiu	20
Nível 1 ao Nível 5	Não atingiu	12	10	18	15
Nível 1 ao Nível 5*	13	12	10	14	12
Nível 1 ao Nível 4	11	10	10	14	10
Nível 1 ao Nível 4*	11	10	10	10	10
Nível 1 ao Nível 3	9	8	9	6	9
Nível 1 ao Nível 3*	9	8	9	6	8
Nível 1 ao Nível 2	6	3	6	3	6
Nível 1 ao Nível 2*	6	3	6	3	3
Nível 1	0	0	0	0	0

Fonte: Adaptado de Fonseca (2008), com dados derivados da pesquisa de campo  
Notas: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidades tecnológicas  
(\*) Nível incompleto de capacidade tecnológica

Conforme se verifica na Figura 9.5, excetuando-se o nível agregado de capacidade tecnológica, a AMBJF apresentou um comportamento relativamente irregular em termos da taxa de acumulação de capacidades tecnológicas, alternando entre períodos de grande intensidade de alterações e outros com pouca ou nenhuma. Consideradas também as mudanças incompletas de nível, temos: nos primeiros 5 anos de atividade da empresa (até 1989, inclusive), verificam-se apenas 4 alterações, concentradas apenas nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Equipamentos*; em contrapartida, na faixa de 6 a 10 anos foram 19 alterações, distribuídas por todas as funções tecnológicas. Nos 5 anos seguintes, correspondentes à faixa de 11 a 15 anos, foram 9 alterações, também distribuídas nas 4 funções. Na faixa de 16 a 20 anos, verificam-se novamente apenas 3 alterações, já sem qualquer variação nas funções *Equipamentos* e *Produtos*. E, por fim, na faixa de 21 a 24 anos, não se verifica, em nenhuma das funções, qualquer alteração de nível de capacidade tecnológica.

Figura 9.5 – Tempo de acumulação do nível *Operacional Básico* aos níveis máximos de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos)



Fonte: Derivado da pesquisa de campo  
Nota: (\*) Nível incompleto de capacidade tecnológica

Adicionalmente, a Tabela 9.9 apresenta uma análise comparativa, breve e ilustrativa, da velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas da AMBJF com duas outras companhias do setor siderúrgico, tomando-se por base os estudos de Figueiredo (2003b) e Amman e Figueiredo (2009), que apresentam as diferenças na velocidade de acumulação








de capacidades tecnológicas entre Usiminas e CSN, no período compreendido entre o início da operação de cada uma delas (1962 e 1946, respectivamente) e o ano de 2007.

Inicialmente, diferentemente de Usiminas e CSN, destaca-se o fato de a AMBJF ter iniciado suas operações já no nível *Operacional Básico* (Nível 1) de capacidade tecnológica em todas as funções tecnológicas, numa consequência direta das políticas e ações de recrutamento, seleção, contratação e treinamento adotadas antes mesmo do início das atividades produtivas da usina, conforme detalhado nas Seções 6.2 e 8.1.2. No mais, não obstante o fato de a AMBJF não ter atingido o nível de capacidade tecnológica alcançado pela Usiminas nas funções *Engenharia de Projetos* (Nível 5 – *Inovativo Intermediário*) e *Equipamentos* (Nível 6 – *Inovativo Avançado*), em todos os demais níveis destas funções e nas demais funções (*Processos e Organização da Produção* e *Produtos*) a sua taxa de acumulação de capacidades tecnológicas foi superior à Usiminas e à CSN, sendo a diferença bastante mais expressiva quando comparada à CSN.

Comparando-se o tempo necessário ao atingimento do nível máximo de capacidade tecnológica alcançado pelas três empresas conjuntamente (*Inovativo Básico* – Nível 4), a Usiminas foi 2,3, 2,5, 1,5 e 1,4 vezes e a CSN 3,6, 5,0, 4,5 e 2,9 vezes mais lenta que a AMBJF nas funções *Engenharia de Projetos*, *Processos e Organização da Produção*, *Produtos* e *Equipamentos*, respectivamente. Em média, a Usiminas consumiu 21,25 anos e a CSN 43,75 anos para atingir o *Inovativo Básico* (Nível 4) nas quatro funções, sendo, respectivamente, 1,9 e 3,9 vezes mais lentas que a AMBJF, que consumiu apenas 11,25 anos. Analisando-se isoladamente a função *Produtos*, na qual as três empresas atingiram o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5), verifica-se que Usiminas e CSN consumiram, respectivamente, 2,5 e 5,0 vezes mais tempo que a AMBJF para alcançá-lo.



**Tabela 9.9 – Análise comparativa do tempo (em anos) de acumulação de capacidades tecnológicas, em cada função tecnológica, com outras empresas da Indústria Siderúrgica**

Níveis de capacidades tecnológicas	Engenharia de Projetos			Processos e Organização da Produção			Produtos			Equipamentos		
	AMBJF	Usiminas	CSN	AMBJF	Usiminas	CSN	AMBJF	Usiminas	CSN	AMBJF	Usiminas	CSN
<b>CAPACIDADES INOVADORAS</b>												
 (7) Fronteira Tecnológica	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu
 (6) Inovativo Avançado	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	20	35	Não atingiu	15	35	Não atingiu	Não atingiu	35	Não atingiu
 (5) Inovativo Intermediário	Não atingiu	30	Não atingiu	12	30	50	10	25	50	18	30	Não atingiu
 (4) Inovativo Básico	11	25	40	10	25	45	10	15	45	14	20	40
<b>CAPACIDADES DE PRODUÇÃO</b>												
 (3) Operacional Avançado	9	10	20	8	10	45	9	10	40	6	10	15
 (2) Operacional Intermediário	6	10	15	3	10	50	6	10	50	3	10	45
 (1) Operacional Básico	0	10	15	0	10	45	0	10	40	0	10	20

Fonte: Elaboração própria, com base na pesquisa e em Figueiredo (2003b:212) e Amann e Figueiredo (2009:34)

Notas: Células azuladas indicam níveis inovadores de capacidade tecnológica

O tempo de acumulação de cada nível em cada função toma como base os respectivos anos de início das operações de cada empresa

N/D - Informação não disponível

2 - Nível atingido de forma incompleta

9.2.2 TEMPO DE PERMANÊNCIA EM CADA NÍVEL DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

A Tabela 9.10 e a Figura 9.6, respectivamente, mostram e representam graficamente, para uma das funções tecnológicas definidas na métrica utilizada, o tempo de permanência da AMBJF em cada um dos níveis de capacidades tecnológicas, tendo sido apurado a partir da simples contagem da incidência de cada nível específico de capacidade tecnológica, ao longo do período estudado (1984 a 2008), considerando-se os níveis incompletos e a acumulação conjunta de capacidades tecnológicas, com base na Tabela 8.5.

Tabela 9.10 – Tempo de permanência em cada nível de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos)

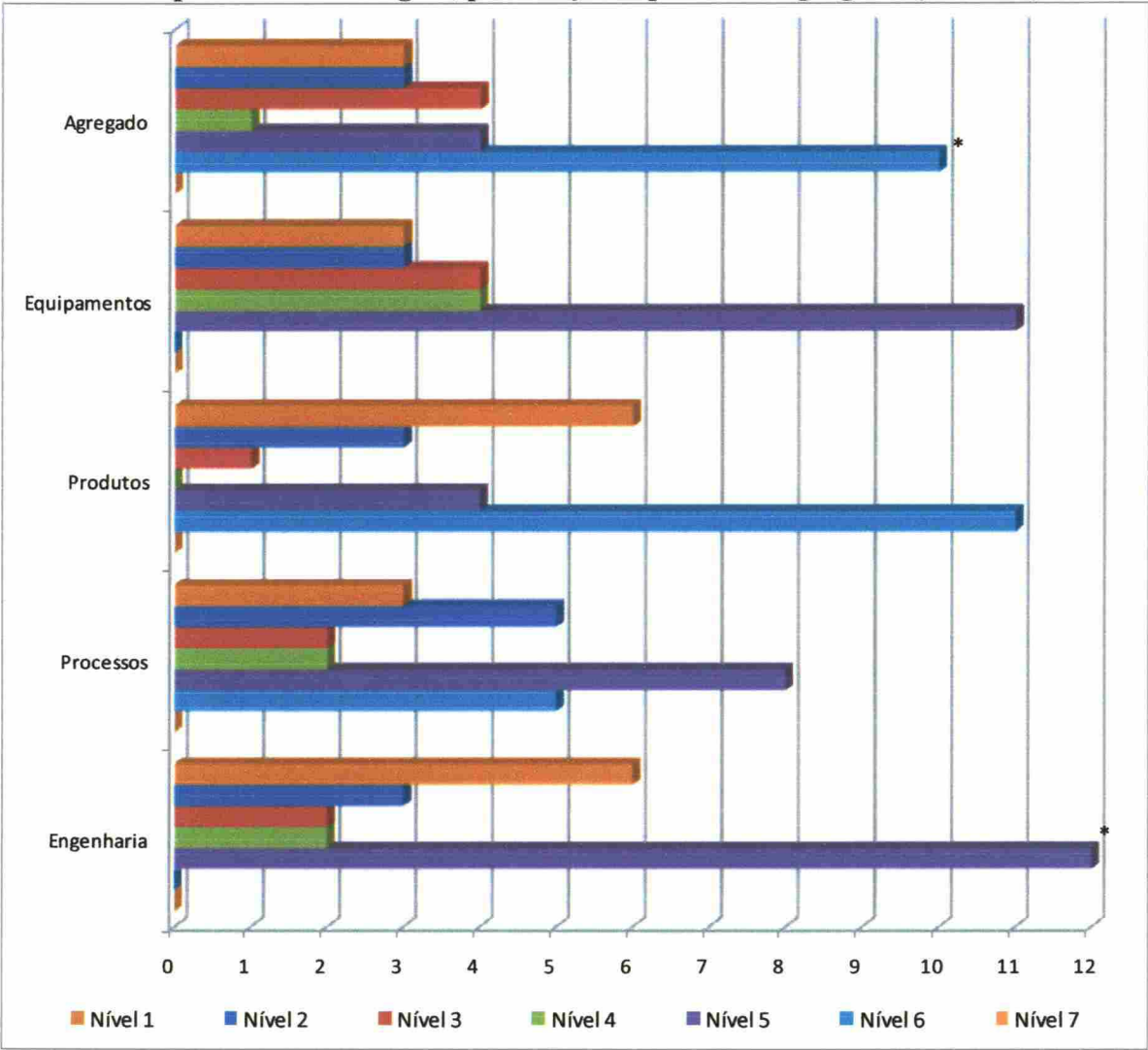
Faixa de acumulação	Engenharia de Projetos	Processos e Organização da Produção	Produtos	Equipamentos	Agregado
Nível 7	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu	Não atingiu
Nível 6	Não atingiu	5	11	Não atingiu	10*
Nível 5	12*	8	4	11	4
Nível 4	2	2	0	4	1
Nível 3	2	2	1	4	4
Nível 2	3	5	3	3	3
Nível 1	6	3	6	3	3
Média	5,0	4,2	4,2	5,0	4,2
Desvio Padrão	4,2	2,3	4,0	3,4	3,1

Fonte: Derivado da pesquisa de campo  
Nota: Células azuladas indicam níveis inovativos de capacidades tecnológicas  
(\*) Nível incompleto de capacidade tecnológica

Observa-se que as funções *Engenharia de Projetos*, *Produtos* e *Equipamentos* permanecem estacionadas em seus respectivos níveis máximos de acumulação de capacidades tecnológicas alcançados já por um longo período. A função *Engenharia de Projetos* encontra-se no nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) há 12 anos, desde 1997. As funções *Produtos* e *Equipamentos* encontram-se estacionadas desde 1998 nos níveis *Inovativo Avançado* (Nível 6) e *Inovativo Intermediário* (Nível 5), respectivamente, perfazendo um total de 11 anos permanência nestes níveis. Em contrapartida, na função *Produtos*, os tempos de permanência nos níveis *Operacional Avançado* (Nível 3) e *Inovativo Básico* (Nível 4) foram, respectivamente, 1 e 0 ano, configurando-se, neste último caso, a acumulação conjunta dos níveis *Inovativo Básico* (Nível 4) e *Inovativo Intermediário* (Nível 5).



**Figura 9.6 – Tempo de permanência em cada nível de capacidade tecnológica, por função específica e agregado (em anos)**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo  
Nota: (\*) Nível incompleto de capacidade tecnológica

Logo, embora o tempo médio de permanência em cada nível seja parecido entre as quatro funções tecnológicas, tomando-se por base os seus respectivos elevados desvios padrões e amplitudes entre os tempos mínimos e máximos de permanência, não se pôde evidenciar padrões uniformes intra-funções.

Ressalva-se apenas que a permanência da AMBJF no nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) de capacidades tecnológicas na função *Engenharia de Produtos*, conforme visto na seção 8.1.1, se deve ao fato de a empresa ter deixado de operar de forma independente, passando por três processos incorporação ou fusão, via grandes grupos siderúrgicos internacionais (Arbed, em 1995, via Belgo-Mineira; Arcelor, em 2002; e ArcelorMittal, em 2006), tendo suas atividades de engenharia de projetos transferidas para o nível

corporativo, cabendo à ela apenas algumas atividades relativas ao apoio, monitoramento e controle parciais dos projetos de ampliação das instalações e da planta.

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

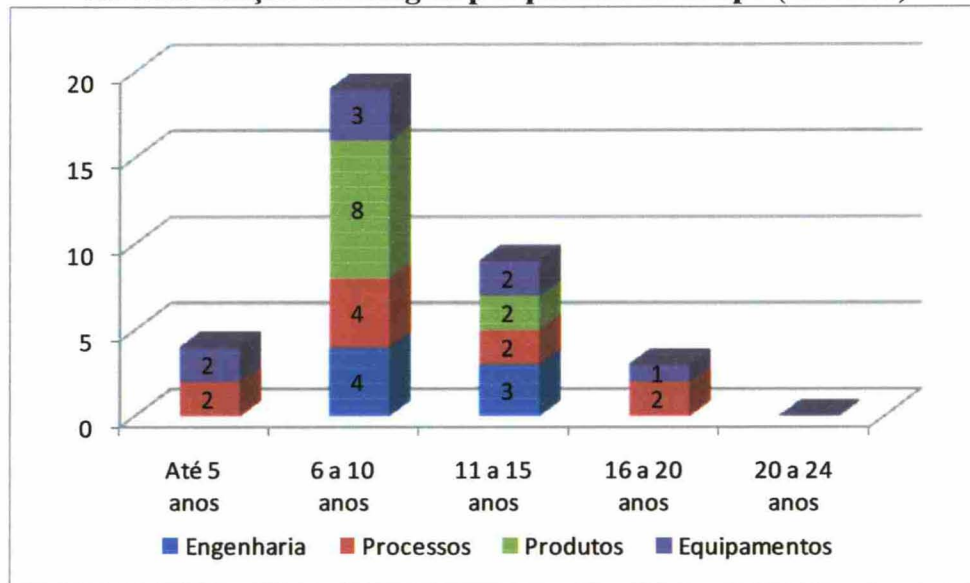
- Em termos de nível de capacidade tecnológica, a AMBJF iniciou suas operações possuindo apenas capacidades de produção, no nível *Operacional Básico* (Nível 1) em todas as funções. Nos primeiros 5 anos, até 1989, o processo de acumulação ocorreu de forma muito lenta, tendo apenas as funções *Processos e Organização da Produção* e *Equipamentos* acumulando capacidades do nível *Operacional Intermediário* (Nível 2). No período compreendido entre 1990 e 1999, ocorreram saltos significativos, tendo alcançado níveis inovativos de capacidades tecnológicas em todas as funções, alternando-se entre os níveis *Inovativo Intermediário* e *Inovativo Avançado*. Deste ponto em diante, o processo de acumulação de níveis de capacidade tecnológica ficou estagnado, com apenas as funções *Processos e Organização da Produção* e *Equipamentos* experimentando novos saltos. Em 2008, a AMBJF havia acumulado o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5), de maneira incompleta, na função *Engenharia de Projetos*; o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*; e o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) na função *Equipamentos*.
- Em termos da trajetória, até 1992, percebe-se uma relativa priorização das funções *Processos e Organização da Produção* e *Equipamentos*, explicada pela busca da estabilização dos processos de produção e do aumento da capacidade produtiva sem ampliação da planta. A partir daí, a função *Produtos* passa a ser priorizada. A função *Engenharia de Projetos*, por sua vez, parece ter andado sempre a reboque das demais, tendo sido, inclusive, transferida para o nível corporativo em 1995.
- Em termos de velocidade (taxa) de acumulação de capacidades tecnológicas, os grandes saltos foram observados nos períodos de 1990 a 1994 e 1995 a 1999, onde ocorreram, respectivamente, 54,3% e 25,7% das mudanças de nível verificadas ao longo de todo o período do estudo. A partir daí, percebe-se um crescimento menos acelerado, até atingir os níveis máximos já mencionados.

As evidências apresentadas ao longo deste capítulo sinalizam uma forte associação entre os períodos marcados por fortes acelerações na velocidade (taxa) de acumulação de capacidades tecnológicas e a adoção das técnicas de gestão aqui estudadas, relativas ao *Sistema de Gestão Integrada* (SGI).

Da análise dos dados apresentados na Tabela 9.7 e nas Figuras 9.5 e 9.7, destacam-se alguns aspectos relevantes que devem ser ressaltados. Primeiramente, a mudança do nível *Operacional Básico* (Nível 1) para o nível *Operacional Intermediário* (Nível 2) de capacidade tecnológica nas funções *Processos e Organização da Produção e Equipamentos* ocorre após a entrada em funcionamento do Plano de Sugestões, a primeira técnica de gestão do SGI. Em segundo lugar, a faixa com maior número de alterações de níveis de capacidade tecnológica (faixa de 6 a 10 anos, inclusive ambos) corresponde ao período de 1990 a 1994, que coincide com o início efetivo da estruturação do SGI, mais especificamente com as atividades relativas às fases de sensibilização, diagnóstico, análise, treinamento e certificação na norma ISO 9001. Por fim, a única faixa que não apresenta nenhuma alteração de nível de capacidade tecnológica (faixa de 21 a 24 anos, inclusive ambos), correspondente ao período de 2005 a 2008, e coincide com o período no qual todas as técnicas de gestão do SGI já haviam sido totalmente implementadas (vide Figura 6.6) e que a variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica já se encontrava estabilizada há algum tempo no seu patamar máximo (vide Figura 7.2).

Isto sugere que a ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF) parece ter respondido bem à adoção destas técnicas, tendo sido 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 e posicionando-se como uma unidade de referência nos grupos a que pertenceu.

**Figura 9.7 – Número de alterações de nível de capacidade tecnológica em cada função tecnológica por período de tempo (em anos)**



Fonte: Derivado da pesquisa de campo

E, tomando por base Figueiredo (2003b:24 e 25), esta condição confirma os argumentos de Fleury (1977) e Humphrey (1982), que demonstraram que o modo pelo qual certas empresas organizam seus sistemas de produção poderia incentivar ou impedir a aquisição de maior qualificação por parte de seus trabalhadores; de Hoffman (1989) e Meyer-Stamer *et alii* (1991), que destacaram a importância de mudanças nas dimensões organizacional e social da produção para que a empresa pudesse obter ganhos substanciais; e de Mody *et alii* (1992), que sugeriram que, para empresas em processo de acumulação tecnológica, a ênfase nas práticas organizacionais podia ser ainda mais importante do que as tecnologias microeletrônicas.

## CAPÍTULO 10:

### CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

---

O presente trabalho buscou examinar a contribuição da adoção de técnicas de gestão para os processos de aprendizagem e para a acumulação de capacidade tecnológica por parte de empresas em processo de acumulação tecnológica. O estudo foi conduzido na unidade produtiva de Juiz de Fora – MG/Brasil – de um grande grupo multinacional do setor de siderurgia, a ArcelorMittal S.A., abrangendo o período compreendido entre 1984 e 2008. Tem por objetivo adicionar novas evidências ao debate sobre a dimensão organizacional da capacidade tecnológica. Dá um passo adiante em relação a estudos como, por exemplo, Humphrey (1993, 1995), Kaplinsky (1994) e Tremblay (1994), ao avaliar a adoção de tais técnicas sob a ótica de seu processo de implementação e dos mecanismos de aprendizagem que dele se originam, bem como por adotar uma perspectiva mais compreensiva das capacidades tecnológicas.

Como elemento central desta dissertação temos a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, no contexto de empresas em processo de acumulação tecnológica. Para proceder ao exame das relações entre as variáveis do estudo, fez-se uso de modelos analíticos conceituais e empíricos disseminados pela literatura relacionada a empresas em processo de acumulação tecnológica. O modelo para o exame destas capacidades é baseado na estrutura proposta por Figueiredo (2003b), adaptada de Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995). As funções tecnológicas analisadas foram *Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos*, além do nível agregado de capacidade tecnológica.

Este capítulo apresenta as principais conclusões da dissertação. A Seção 9.1 reapresenta as questões da dissertação. Nas Seções 9.2 e 9.3 são apresentadas algumas conclusões sobre a influência das técnicas de gestão estudadas para, respectivamente, a aprendizagem tecnológica e a acumulação de capacidades tecnológicas pela empresa. A Seção 9.4 apresenta outras conclusões relacionadas e, por fim, a Seção 9.5 faz algumas sugestões para dissertações futuras relacionadas à dimensão organizacional das estratégias de inovação.

## 10.1 QUESTÕES DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi desenvolvida para examinar as seguintes questões:

- 1) Como e até que ponto a adoção e a implementação de um conjunto de técnicas de gestão utilizadas pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora, durante o período de 1984 a 2008, contribuiu com ou influenciou seu processo de aprendizagem tecnológica?
- 2) Como e até que ponto a adoção e a implementação destas técnicas de gestão contribuiu com ou influenciou, ao mesmo tempo, a acumulação de capacidades tecnológicas, para atividades de produção e de inovação, pela empresa estudada, no período examinado (1984 a 2008)?

## 10.2 CONTRIBUIÇÕES OU INFLUÊNCIAS DA ADOÇÃO E DA IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO ESTUDADAS SOBRE O PROCESSO DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA DA AMBJF

Esta dissertação examinou a influência da adoção de um conjunto de técnicas de gestão sobre os processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica da ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), no período de 1984 a 2008. Especificamente, aborda as técnicas de gestão componentes do *Sistema de Gestão Integrada* (SGI), relacionadas ao Controle e Gestão da Qualidade Total (CGQT) – ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e Modelo de Excelência da Gestão – e ao Aprimoramento Contínuo (AC) – Plano de Sugestões, Gestão à Vista, CEDAC, 5S<sup>38</sup> e Seis Sigma.

As evidências apresentadas nos Capítulos 6 e 7 mostraram que o processo de implementação destas técnicas de gestão teve como suporte a utilização, conjunta ou alternada, de diversos mecanismos, tais como: consultorias; contratação de profissionais experientes; cursos de certificação e qualificação e treinamentos (internos e externos); participação em seminários e eventos afins; visitas técnicas; criação, revisão, atualização e

---

<sup>38</sup> Técnica japonesa de organização e gerenciamento do espaço de trabalho.



disseminação de padrões de trabalho, procedimentos, manuais, normas, políticas, diretrizes, etc.; automatização de processos administrativos e produtivos; dentre outros. Ainda no Capítulo 7, este conjunto de atividades foi agrupado, à luz do modelo apresentado na Tabela 3.2, em termos dos tipos de processos (aquisição de saber interno, aquisição de saber externo, socialização de saber e codificação de saber).

Com base nas evidências relatadas e no modelo citado, as análises realizadas no Capítulo 9 mostraram que os processos de aprendizagem tecnológica utilizados pela ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), no período de 1984 a 2008, foram diretamente influenciados pelas técnicas de gestão examinadas no presente estudo, principalmente no que diz respeito à sua:

- Variedade: na medida em que a AMBJF iniciava a implementação de cada uma das técnicas de gestão estudadas, novos mecanismos de aprendizagem eram incorporados ao rol opções disponíveis e utilizadas ano a ano pela empresa, conforme evidenciado na Figura 9.4, com impacto significativo na variedade de mecanismos de aprendizagem, que partiu de um mínimo de 24 tipos distintos em 1984 e atingiu um total de 56 a partir de 2000. Desdobrando-se esta análise, verifica-se também um incremento significativo na diversidade de mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados em cada um dos processos aquisição (interna e externa) e de conversão (socialização e codificação) do saber, conforme Figura 9.3. Neste sentido, as análises nos mostraram inclusive uma forte similaridade de comportamento, em termos de curvatura e tendência, entre a evolução do número de técnicas de gestão adotadas pela empresa e a variedade de mecanismos de aprendizagem tecnológica por ela utilizados (Figura 9.4).
- Intensidade: as evidências nos permitiram comprovar que, de um modo geral, uma vez incorporado um determinado mecanismo de aprendizagem, a sua utilização e aperfeiçoamento se davam de forma regular e freqüente. Dos 59 tipos distintos de mecanismos de aprendizagem utilizados pela empresa ao longo do período de análise, chegamos em 2008 com um total de 56 em uso regular e continuado (conforme visto no item anterior).

- Interação: concordando com os argumentos de Tacla e Figueiredo (2006), podemos ainda afirmar, com base nas evidências relatadas e analisadas, que uma maior variedade de mecanismos de aprendizagem contribuiu também para uma melhoria significativa das interações entre eles.

O período no qual a empresa apresenta o maior ritmo de incorporação de novos mecanismos de aprendizagem ocorreu nos anos de 1990 a 2004, que coincide com a estruturação formal de seu *Sistema de Gestão Integrada* (SGI), com ênfase para o período de 1990 a 1994, quando ocorreram às fases de sensibilização, diagnóstico, análise, treinamento, preparação e certificação na norma ISO 9001. Em contrapartida, o período no qual todas as técnicas de gestão do SGI já haviam sido totalmente implementadas coincide, em parte, com a estabilização da variedade dos mecanismos de aprendizagem utilizados (vide Figura 9.4).

Além disto, verificou-se ainda que a taxa de utilização dos mecanismos de aprendizagem tecnológica pelas técnicas de gestão estudadas foi distinta para cada um dos 2 grupos de técnicas estudadas. Em média, tivemos uma utilização de 28,4 mecanismos para as técnicas do grupo de *Aprimoramento Contínuo* (Plano de Sugestões, Gestão à Vista, CEDAC, 5S e Seis Sigma) e de 41 mecanismos para o grupo de *Controle e Gestão da Qualidade Total* (ISO 9001, ISO 14001, BS 8800/OHSAS 18001, SA 8000 e MEG/FNQ), o que equivale a 49,8% e 71,9% do total, respectivamente, e sinaliza para uma correlação direta entre o grau de complexidade da técnica de gestão a ser adotada e o número de processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica necessário à sua implementação e manutenção.

Em resumo, as análises apresentadas na Seção 9.1.2 e 9.1.3 apontam para uma contribuição direta das técnicas de gestão adotadas com os processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica utilizados pela AMBJF ao longo do período de análise do presente estudo. Por um lado, esta contribuição se deu pela necessidade de se incorporar, ao rol de opções então utilizadas pela empresa, novos processos e mecanismos de aprendizagem que lhe permitissem acumular, com relativa antecedência, a base de conhecimento necessária à implementação de tais técnicas. Por outro, se manifesta na necessidade de se coordenar um número maior de processos e mecanismos na medida em que cresce o grau de complexidade da técnica de gestão adotada.

Por fim, e baseando-se nas conclusões que serão apresentadas na Seção 10.3 a seguir, esta condição leva-nos, ainda, ao encontro dos argumentos de Tacla e Figueiredo (2006), que verificaram uma correlação positiva entre o aumento e a coordenação sistemática dos processos de aquisição e conversão do conhecimento e a taxa de acumulação de capacidade tecnológica.

### **10.3 CONTRIBUIÇÕES OU INFLUÊNCIAS DA ADOÇÃO E DA IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO ESTUDADAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS PELA AMBJF**

As evidências apresentadas nos Capítulos 6 e 8, e analisadas no Capítulo 9, mostraram que a acumulação de capacidades tecnológicas na ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF), no período de 1984 a 2008, seguiu trajetórias distintas para cada uma das funções tecnológicas examinadas, ou seja, o modo, a direção e a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas foram desiguais para as diferentes funções tecnológicas ao longo do período analisado.

Segundo a métrica adotada, a empresa adquiriu plenamente e sustentou as capacidades tecnológicas de produção em todas as funções. Quanto às capacidades tecnológicas inovadoras, a empresa atingiu: o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) na função *Engenharia de Projetos*, porém de maneira incompleta; o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) nas funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos*; o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5) na função *Equipamentos*.

As funções *Processos e Organização da Produção*, *Produtos* e *Equipamentos* iniciaram suas atividades inovadoras no ano de 1994 – sendo esta última de maneira incompleta – e a função *Engenharia de Projetos* um ano depois, em 1995. A partir daí, cada uma das funções apresentou taxas e níveis máximos de acumulação de capacidades tecnológicas distintos. Tomando-se como referência o nível *Operacional Básico* (Nível 1), a função *Engenharia de Projetos* consumiu 13 anos (1997) para atingir o nível *Inovativo Intermediário* (Nível 5), ainda assim de maneira incompleta; as funções *Processos e Organização da Produção* e *Produtos* atingiram o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6) com 20 e 15 anos (2004 e 1999), respectivamente; e a função *Equipamentos* necessitou de 18

anos (2002) para atingir o *Inovativo Intermediário* (Nível 5). Em termos agregados, foram necessários 20 anos (2004) para a empresa atingir o nível *Inovativo Avançado* (Nível 6), porém de maneira incompleta.

O período no qual a empresa apresenta o maior ritmo de atividade de acumulação de níveis de capacidades tecnológicas nas funções analisadas ocorreu entre os anos de 1990 a 1994. Este período coincide com o início efetivo da estruturação do seu *Sistema de Gestão Integrada* (SGI), mais especificamente com as atividades relativas às fases de sensibilização, diagnóstico, análise, treinamento e preparação para a certificação na norma ISO 9001. A partir daí, na medida em que as novas técnicas de gestão iam sendo implementadas (vide Tabela 6.1) e, conseqüentemente, novos esforços surgiam no sentido de internalizar as bases de conhecimento necessárias, a empresa foi acumulando capacidades tecnológicas, até atingir os níveis atuais nos quais se encontra. Em contrapartida, o único período no qual a empresa não apresenta nenhuma alteração de nível de capacidade tecnológica – correspondente aos anos de 2005 a 2008 – coincide com a fase na qual todas as técnicas de gestão do SGI já haviam sido totalmente implementadas (vide Figura 6.6).

Em outras palavras, observa-se que o ritmo de acumulação de capacidades tecnológicas está, de alguma forma, associado a eventos relacionados com a adoção e a implementação das técnicas de gestão utilizadas, relativas ao *Sistema de Gestão Integrada* (SGI). Isto confirma as observações de Figueiredo (2007a, 2008) de que o desempenho de atividades inovadoras depende, em última análise, do modo como as empresas conduzem individualmente seus esforços de construção de capacidades tecnológicas. Também há evidências de influências de outros fatores, internos – tais como liderança, valores, cultura, crenças e estratégias organizacionais – e externos – tais como interação com Sistemas de Inovação e mudanças no regime industrial.

A evolução que a empresa conseguiu nos níveis de capacidades tecnológicas de cada uma das funções estudadas foi responsável pelo desenvolvimento de novos equipamentos, processos de produção, produtos e formas de aplicação dos produtos existentes; pela utilização de modernas técnicas de produção e de procedimentos padronizados; pelo desenvolvimento de novos processos de aplicação dos produtos com os clientes; pela

adoção de um modelo de gestão por processos – via as certificações do SGI – e pela padronização de conceitos e processos – a partir da adoção de um ERP corporativo.

Tomando por base Figueiredo (2003b:24 e 25), esta condição confirma os argumentos de Hoffman (1989) e Meyer-Stamer *et alii* (1991), que destacaram a importância de mudanças nas dimensões organizacional e social da produção para que a empresa pudesse obter ganhos substanciais; e de Mody *et alii* (1992), que sugeriram que, para empresas em processo de acumulação tecnológica, a ênfase nas práticas organizacionais podia ser ainda mais importante do que as tecnologias microeletrônicas. Além disto, sugere que a ArcelorMittal Brasil – Unidade de Juiz de Fora (AMBJF) parece ter respondido bem à adoção destas técnicas, tendo sido 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 e posicionando-se como uma unidade de referência nos grupos a que pertenceu.

É importante ressaltar que as diferenças, observações e nuances percebidas na trajetória das funções tecnológicas, durante o período estudado, só foram identificadas em virtude da estratégia de pesquisa empregada, a qual não se utiliza de indicadores convencionais de inovação, tais como número de patentes, gastos em P&D e gastos com qualificação dos recursos humanos. Conforme visto no Capítulo 3, há situações em que algumas dessas medidas têm suas próprias limitações e são menos relevantes, principalmente no contexto de empresas em processo de acumulação de capacidades tecnológicas e de 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 do setor siderúrgico. Portanto, alinhando-se aos estudos de Figueiredo (2003b) e Amman e Figueiredo (2009), esta dissertação agrega evidências empíricas e representa uma perspectiva alternativa aos estudos baseados em dados agregados.

## 10.4 OUTROS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS EM RELAÇÃO AOS TÓPICOS DISCUTIDOS NESTA DISSERTAÇÃO

Em concordância com o estudo de Tacla (2002), citado por Fonseca (2008), observou-se o papel fundamental da acumulação consistente de capacidades tecnológicas de produção para a acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras em todas as funções tecnológicas analisadas.

Alinhado ao estudo de Castro (2002), a assimetria verificada entre as funções tecnológicas, em termos das suas trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas, parece não estar associada a problemas de integração de competências (Dutrénit, 2000), mas sim a demandas típicas de cada empresa (Ben, 2001; Büttgenbender, 2001; *apud* Castro, 2002), que se desenvolve de acordo com suas próprias necessidades para atender às exigências de mercado e se tornarem mais competitivas.

Alinhado com o estudo de Andrade (2007), na indústria de TIC, a AMBJF conseguiu desenvolver capacidades tecnológicas que a permitiram competir dentro e fora do grupo ArcelorMittal, contrariando algumas teorias acadêmicas sobre a inexistência de inovação em subsidiárias de empresas trans-nacionais (ETNs) localizadas em países em desenvolvimento.

Ainda que não tenham sido o foco principal do presente estudo, relacionam-se abaixo alguns fatores que contribuíram para a acumulação de capacidades tecnológicas na AMBJF, quais sejam:

- Papel da liderança: não obstante as alterações na estrutura societária e de gestão da empresa, conforme detalhado na Seção 5.3, e principalmente por conta disto, destaca-se o papel da liderança que teve forte influência na direção e na velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas. Esta influência se materializou pela consistência de princípios e valores, pelo estímulo ao aprendizado continuado, pelo incentivo ao trabalho em equipe e pela obstinação por resultados.
- Condições externas: os dados apresentados nos Capítulos 6 e 8 sugerem que, muitas vezes, a empresa foi estimulada por fatores externos a buscar melhorias em seus processos e produtos, tal como nos casos da crise de demanda do início da



década de 1990 e do lançamento do sistema *Belgo Pronto*, em 1998. Em outras palavras, as condições do mercado e da concorrência obrigaram a AMBJF a buscar inovações para manter-se no mercado.

## **10.5 SUGESTÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DA AMBJF E DE OUTRAS EMPRESAS**

De acordo com a revisão de literatura realizada no Capítulo 2, ainda são escassos os estudos que examinem, de maneira conjunta, o relacionamento entre trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas, os mecanismos subjacentes de aprendizagem e as implicações da adoção de técnicas de gestão sobre essas duas variáveis. Neste sentido, outras investigações podem contribuir para a compreensão das ações políticas e gerenciais que possam acelerar a acumulação de capacidades tecnológicas.

Esta dissertação mostrou que a adoção e a implementação de determinadas técnicas de gestão tiveram uma influência forte e significativa sobre o processo de aprendizagem tecnológica da empresa estudada. Mostrou, ainda, que estes processos e mecanismos de aprendizagem contribuíram, ao mesmo tempo, para a criação, acumulação e manutenção das capacidades tecnológicas pelas empresas, sejam elas de produção ou de inovação. Também identificou que as características-chave desses mecanismos, como a variedade e a intensidade com que são utilizados, tiveram influência nesta contribuição. Estas conclusões concordam com outros estudos, realizados nesta e em outras indústrias (Kim, 1995, 1997; Ariffin, 2000; Dutrénit, 2000; Figueiredo 2003b; Miranda, 2004).

Em resumo, as principais sugestões e contribuições que se extrai dessa dissertação são:

- O efetivo potencial de agregação de capacidades tecnológicas por parte das técnicas de gestão utilizadas pela empresa não está associado apenas à sua simples adoção ou à sua utilização como uma técnica dada, mas sim à forma como é conduzido o processo de implementação, mais especificamente como a empresa estimula e gerencia o processo de aprendizagem dele decorrente.
- Logo, para sustentar os atuais níveis de capacidades tecnológicas, mantendo-se próximo ou até atingindo a *Frenteira Tecnológica*, a empresa deverá manter e intensificar o seu processo de aprendizagem, pelo estabelecimento, incentivo e

promoção simultâneas de estratégias de aprendizagem intra-organizacional e de interações com componentes da infra-estrutura tecnológica e outras empresas. Assim, além da variedade de mecanismos de aprendizagem utilizados, deverá observar a intensidade com que são utilizados, bem como garantir o seu adequado funcionamento e interação.

- Por fim, a empresa deve buscar equilibrar e integrar a aquisição e a conversão de conhecimentos, de forma a garantir que a aquisição de conhecimento tácito pelos indivíduos da organização se dê em níveis adequados e que este fluxo de conhecimentos seja canalizado para a empresa a partir de processos que permitam a sua socialização e codificação.

## 10.6 RECOMENDAÇÕES PARA DISSERTAÇÕES FUTURAS

A partir desta dissertação e dos resultados obtidos é possível sugerir outras possibilidades de pesquisa sobre a adoção e a implementação de técnicas de gestão, processos e mecanismos de aprendizagem tecnológica e acumulação e manutenção de capacidades tecnológicas, como por exemplo:

- Prosseguir o estudo realizado nesta dissertação, buscando analisar, na mesma empresa e no mesmo período estudado, de forma sistemática: (i) a influência de outros fatores no processo de aprendizagem tecnológica e na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, com destaque para: liderança, valores, cultura, crenças e estratégias organizacionais; *links* de conhecimento entre empresas (Ariffin e Bell, 1999); interação com Sistemas de Inovação (Lall, 1992; Kim, 1997, 1998; Albu e Bell, 1999); influência de mudanças no regime industrial (Figueiredo, 2007a, 2008); (ii) quais as implicações da direção e da velocidade com que as suas capacidades tecnológicas foram acumuladas para o aprimoramento, ou não, de sua performance técnico-econômica.
- Analisar, em bases comparativas com outras empresas do setor siderúrgico que também atuem no segmento de aços longos, Gerdau, por exemplo, ou em outros, como Usiminas e CSN, por exemplo, visando identificar diferentes comportamentos em face da adoção das mesmas técnicas de gestão. Isto poderá

acrescentar novas evidências ao debate relativo à dimensão organizacional das capacidades tecnológicas, assunto ainda pouco explorado na literatura pertinente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Amman, E.; Figueiredo, P. N. (2009), **Catching-up in process-intensive and assembled products industries: some evidence from Brazil.**
- Andrade, R. F. (2007), **Globalização de capacidades tecnológicas inovadoras e o papel de subsidiárias de empresas transnacionais (ETNs) no contexto de países em desenvolvimento: a trajetória de uma empresa do setor de TIC no Brasil**, Dissertação (Mestrado), EBAPE-FGV, Rio de Janeiro.
- Bell, M. (1984), **Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries**, em King, K. e Fransnam, M. (eds), *Technological Capability in the Third World*, p. 187-209, London: Macmillan.
- Bell, M. (2006), **Time and technological learning in industrialising countries: how long does it take? How fast is it moving (if at all)?**, *International Journal of Technology Management*, v. 36, n. 1-3, p. 25-39.
- Bell, M.; Pavitt K. (1993), **Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries**. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-210.
- \_\_\_\_\_ (1995), **The development of technological capabilities**. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-210.
- Ben, F. (2005), **Acumulação de capacidades tecnológicas e performance técnico-econômica: diferenças inter-empresariais na indústria moveleira no Rio Grande do Sul**, Cadernos EBAPE, edição especial, disponível em [www.ebape.fgv.br/cadernosebape](http://www.ebape.fgv.br/cadernosebape).
- Castro, Eduardo C. (2002), **Acumulação de Competências Tecnológicas e Processos de Aprendizagem: o caso da aciaria da Companhia Siderúrgica Nacional**, Dissertação (Mestrado), EBAPE-FGV, Rio de Janeiro.

- Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. (1989), **Innovation and Learning: the two faces of R&D**, *The Economic Journal*, 99 (September), p. 569-596.
- Dahlman, C.; Westphal, L. E. (1982), **Technological effort in industrial development – an interpretative survey in recent survey**, em Stewart, F. e James, J. (eds.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*, p. 105-137. London: Francis Pinter.
- Dosi, G. (1988), **The nature of the innovative process**, in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (eds) *Technical change and economic theory*, London: Pinter Publishers.
- 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 and Society*, Vol. 9, No. 2, pp. 209–241.
- \_\_\_\_\_ (2006), **Instability of the technology strategy and building of the first strategic capabilities in a large Mexican firm**, *International Journal of Technology Management*, v. 36, n. 1-3, p. 43-61.
- Faberberg, J. (2005) **Innovation: A guide to the Literature**, in Fagerberg, J., Mowery, David C. and Nelson, Richard R. (eds) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.
- Ferigotti, C.; Figueiredo, P. N. (2005), **Managing learning in the refrigerator industry: evidence from a firm-level study in Brazil**, *Innovation: Management, Policy and Practice*, Vol. 7, No. 2-3, pp. 222-239. Figueiredo, P. N. (2001), **Technological learning and competitive performance**, Cheltenham: Edward Elgar.
- \_\_\_\_\_ (2002), **Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability accumulation paths and operational performance improvement**, *Research Policy*, 31, p. 73-94.

\_\_\_\_\_ (2003a), **Learning, capability accumulations and firms differences: evidence from latecomer stell**, *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 3, p. 607-643.

\_\_\_\_\_ (2003b), **Aprendizagem Tecnológica e performance competitiva**, Rio de Janeiro: Editora FGV, 292p.

\_\_\_\_\_ (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*, v. 3, n. 2, p. 323-361.

\_\_\_\_\_ (2005), **Acumulação tecnológica e inovação industrial: Conceitos, mensuração e evidências no Brasil**. *São Paulo em perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 54-69.

\_\_\_\_\_ (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), **Pesquisa empírica sobre aprendizagem tecnológica e inovação industrial: alguns aspectos práticos de desenho e implementação**, em 'Pesquisa Qualitativa em Administração', organizado por Marcelo Milano Falcão Vieira e Deborah Moraes Zouain, capítulo 10, editora FGV, 2ª. edição, p. 201-223.

\_\_\_\_\_ (2006c), **Firm-level learning and technological capability building in industrialising economies**, *International Journal of Technology Management*, v. 36, n. 1-3, p. 1-13.

\_\_\_\_\_ (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 firm's capability accumulation**, Asian Journal of Technology Innovation, v. 15, n. 2, pp. 161-195.
- \_\_\_\_\_ (2008), **Industrial policy changes and firm-level technological capability development: evidence from Northern Brazil**, World Development, v. 36, n. 1, pp. 55-88.
- Fonseca, M. S. (2008), **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 (Mestrado), EBAPE-FGV, Rio de Janeiro.
- Gerolamo, M. C. (2003), **Proposta de sistematização para o processo de gestão de melhorias e mudanças de desempenho**, Dissertação (Mestrado), USP, São Paulo.
- Houaiss, A.; Villar, M. de S.; Fraco, F. M. M. (2001), **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva. ???
- IBS (Instituto Brasileiro de Siderurgia), Relatório sobre o setor siderúrgico no Brasil, diversos. Disponíveis em [www.ibs.org.br](http://www.ibs.org.br).
- Kim, L. (1995) **Crisis construction and organisational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor**, In: Hitotsubashi-Organisation Science Conference. Tokyo, Oct.
- \_\_\_\_\_ (1997) **The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors**, California Management Review, v. 39, n. 3, pp. 86-100.
- Lall, S. (1982) **Technological learning in the third world: some implications of the technology exports**, em Stewart, F. e James, J. (eds.), The Economics of New Technology in Developing Countries. London: Francis Pinter.



\_\_\_\_\_ (1987) **Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India**. London: Macmillan.

Leonard-Barton, D. (1988), **Implementation as mutual adaptation of technology and organization**, Research Policy, v. 17, pp 251-267.

\_\_\_\_\_ (1998), **Nascentes do Saber: criando e sustentando as fontes de inovação**, Rio de Janeiro: Editora FGV, 367p.

Marcovitch, J. (1990), **A modernização industrial e tecnológica: estagnação e prosperidade**, Revista de Administração, USP, vol. 25, num. 1, janeiro/março, pp. 16-31.

MCT (2001), **Programa de Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade**, Coordenação de Política Tecnológica Industrial, Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia, 100 p.

Miranda, E. C. da P. (2004), **Direção e taxa (velocidade) de acumulação de capacidades tecnológicas: evidências de uma pequena amostra de empresas de software no Rio de Janeiro e em São Paulo**, Dissertação (Mestrado), EBAPE-FGV, Rio de Janeiro.

Pavitt, K. (1990) **What we know about the strategic management of technology**. California Management Review. Spring 1990; v. 32, n. 3, pp. 17-26.

Pavitt, K. (2005) **Innovation Processes**, in Fagerberg, J., Mowery, David C. and Nelson, Richard R. (eds) The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press. ???

Penrose, E. T. (1959), **The theory of the growth of the firm**, Basil Blackwell: Oxford.

Prebisch, R. (1950), **The economic development of Latin America and its principle problems**, United Nations Publications, New York.

- Singer, H. (1950), **The distributions of gains between investing and borrowing countries**, American Economic Review, Papers and Proceedings 40, 473—485.
- Tacla, C.; Figueiredo, P. N. (2006), **The dynamic of technological learning inside the latecomer firm: evidence from the capital goods industry in Brazil**, International Journal of Technology Management, v. 36, n. 1/2/3, pp 62-90.
- Vasconcelos, M. C. R. L. (2000), **Cooperação universidade/empresa na pós-graduação [manuscrito]: contribuição para a aprendizagem, a gestão do conhecimento e a inovação na indústria mineira**, Tese (Doutorado), UFMG, Belo Horizonte. ???
- Vedovello, C.; Figueiredo, P. N. (2006), **Capacidade tecnológica e sistema de inovação**. Rio de Janeiro: Editora FGV [Capítulo 1].
- Voss, C. A. (1988), **Implementation: a key issue in manufacturing technology: the need for a field of study**, Research Policy, v. 17, n. 2, p. 55-63.
- Westphal, L. E.; Kim, L.; Dahlman, C. J. (1984), **Reflections of Korea's acquisition of technological capability**, Report DRD77, Washington DC: World Bank.
- Yin, R. K. (2005), **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**, Porto Alegre: Bookman, 3ª. edição.