**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise da segmentação tecnológica dos mercados da indústria siderúrgica
no Brasil**

Thaís Hortense de Carvalho

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciências. Área de
concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2012**

Thaís Hortense de Carvalho
Bacharel em Ciências Econômicas

**Análise da segmentação tecnológica dos mercados da indústria siderúrgica
no Brasil**

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Carvalho, Thaís Hortense de
Análise da segmentação tecnológica dos mercados da indústria siderúrgica no
Brasil / Thaís Hortense de Carvalho. - - Piracicaba, 2012.
112 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Econometria 2. Indústria siderúrgica 3. Mercados 4. Segmentação de mercado
5. Submercados independentes I. Título

CDD 338.476691
C331a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

*Dedico à memória de meu avô Jacy
Hortense, meu exemplo de amor à vida.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Luís e Sueli por terem me dando o mais nobre dos bens: a minha educação. Muito obrigada por todo o apoio ao longo de minha jornada acadêmica.

À minha irmã Fernanda por me fazer lembrar em cada momento de dificuldade que somos capazes de buscar nossos objetivos por mais distantes que eles possam parecer. Às minhas avós, Assumpta e Mercedes, por todo o carinho e incansáveis orações. Obrigada por sonharem comigo mais esta etapa de minha vida.

Ao meu noivo Rafael por todo o seu amor e compreensão. E acima de tudo, obrigada por sempre me incentivar a fazer o meu melhor.

Ao meu professor e orientador Prof^o Dr. Carlos Bacha por todo o ensinamento recebido desde minha primeira iniciação científica na graduação. Muito obrigada por ter me apresentado à pesquisa econômica e aos seus desafios.

Às professoras Dra. Silvia Miranda e Dra. Daniela Bartholomeu Bonato por suas sugestões e críticas no Exame de Qualificação. À Prof^a Dra. Elizabeth Farina por seus ensinamentos em Organização Industrial e por sua sugestão quanto à abordagem teórica.

À Prof^a. Dra. Adriana Sanjuan Montebello por todos os incentivos e conselhos recebidos no decorrer das minhas atividades na graduação e no mestrado. Muito obrigada por tudo e, em especial, por sua amizade. E aos meus amigos de longa data, por todo o apoio e paciência e, em especial, à Nathalia Sbarai por nossos momentos juntas em mais esta etapa.

Aos professores e colaboradores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP por todo ensinamento e apoio recebidos. Especial agradecimento à Maielli por todo seu apoio e ao Sr. Pedro por suas palavras amigas. Por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e ao CEPEA pela oportunidade de desenvolver desde a graduação as atividades de pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE QUADROS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	25
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
4 REFERENCIAL TEÓRICO	37
5 METODOLOGIA E DADOS UTILIZADOS	47
6 RESULTADOS	49
6.1 Panorama da indústria siderúrgica no mundo e no Brasil	49
6.1.1 Evolução da indústria siderúrgica no Brasil	53
6.2 Indústria siderúrgica: tecnologia e estrutura de mercado	66
6.2.1 Estratégia de escalada	78
6.2.2 Estratégia de proliferação	81
6.2.3 Perspectivas e particularidades tecnológicas	84
6.3 Determinantes da concentração na indústria siderúrgica no Brasil	87
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	101
ANEXOS	105

RESUMO

Análise da segmentação tecnológica dos mercados da indústria siderúrgica no Brasil

O objetivo desta dissertação é analisar a evolução, principalmente nas últimas três décadas, e a configuração atual da indústria siderúrgica no Brasil sob a ótica do paradigma estrutura-conduta-desempenho (ECD), desenvolvido por Joe Bain, e das teorias de estrutura de mercado (em especial das teorias de submercados e de rotas tecnológicas) de John Sutton (1991 e 1998). Pretende-se elucidar as seguintes indagações: o porquê das usinas integradas se manterem no Brasil frente à ascensão das aciarias elétricas (*mini-mills*) que ocorre no cenário mundial? Qual é a evolução tecnológica dessa indústria e seus impactos sobre sua estrutura? E, por fim, quais são as razões para o uso tanto de carvão vegetal quanto de carvão mineral na produção de aço bruto em grande escala no Brasil, mas não em outros países? Os dois arcabouços teóricos considerados auxiliam na explicação de na indústria siderúrgica do Brasil haver dois submercados independentes que se diferenciam por suas rotas tecnológicas (usinas integradas *versus* usinas semi-integradas) e por sua classe de produtos (aços planos *versus* aços longos). Sob a ótica da teoria de Sutton (1998) ainda é possível fazer algumas inferências quanto à tomada de decisão em nível da empresa, a qual se depara com duas estratégias distintas: a de escalada e a de proliferação. A primeira diz respeito ao montante ao ser investido em P&D e a segunda se refere em quantas trajetórias e diferentes grupos de produtos a empresa irá atuar. Diante dessa segmentação da indústria buscou-se, a partir de análise econométrica, considerando os anos de 1996 a 2009, fundamentar as premissas de que tais submercados (aços longos *versus* planos) têm dinâmicas distintas nas relações entre concentração e investimentos, sendo possível identificar relação causal positiva entre investimentos em tecnologia e concentração na produção, principalmente no submercado produtor de aços longos, ou seja, à medida que aumentam os investimentos em tecnologia, a indústria tem sua estrutura alterada, passando a integrar suas rotas tecnológicas e, conseqüentemente, elevando a concentração do mercado. Já no submercado de aços planos, fica ilustrada a maturidade deste segmento da indústria siderúrgica no Brasil, com a concentração sendo marginalmente reduzida diante de variações no tamanho do mercado e nos investimentos. Além disso, os resultados econométricos mostram que, em ambos os submercados analisados (aço planos e longos), o papel do BNDES não foi fundamental em afetar a concentração no período de 1996 a 2009, apesar de ter tido esse papel em anos anteriores.

Palavras-chave: Siderurgia; Segmentação tecnológica; Submercados independentes

ABSTRACT

Analysis of the technological segmentation in the steel industry markets in Brazil

The objective of this dissertation is to analyze the evolution of the steel industry, mainly in the last three decades, and its recent configuration in Brazil under structure-conduct-performance paradigm and Sutton's theories. It is aimed to answer some questions, such as: why the integrated mills still exist in Brazil as the mini-mills are surging in the world scenario; what is this industry technology evolution and how does it affect the industry structure? And so far, which are the main reasons to the existing of steel mills based on charcoal and coal at the same time, rather than in other countries? The two theoretical frameworks interact in the explanation of the existing of two independent submarkets in the steel industry in Brazil that are distinguished by their technological trajectories (integrated versus mini-mills) and by their list of products (flat versus long steel). From the Sutton's theory perspective, it is still possible to highlight some topics related to the firm decision-making level, which is faced with two distinct strategies: the escalation and the proliferation parameters. The first is related to the amount to be invested in R&D and the later refers to how many trajectories and groups the company will operate. Based on econometric analysis, in the time period from 1996 to 2009, are valid the assumptions that these submarkets have different dynamics in the relationship between concentration and investments. Also it is possible to identify positive causal effects concerning technology investments and industry concentration mainly on the long steel submarket, reflecting that as investments are increased, the industry structure is amended to integrate their technology trajectories and thus increasing industry concentration. About flat steel submarket it is showed the maturity of this segment as the concentration is marginally reduced in response to variations in market size and investment. Furthermore, in both submarkets (flat and long steel) it is evident that the BNDES's role was not crucial in affecting the concentration in the time period from 1996 to 2009, despite having had this role in previous years.

Keywords: Steel Industry; Technological segmentation; Independent submarkets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Indústrias com elevada intensidade de P&D.....	42
Figura 2 – Indústrias com baixa intensidade de P&D	42
Figura 3 – Evolução do índice CR4 na indústria siderúrgica mundial no período de 1980 a 2010.....	51
Figura 4 – Evolução dos índices de concentração CR4 e HHI na indústria siderúrgica brasileira no período de 1985 a 2010	61
Figura 5 – Evolução do índice de concentração CR4 por segmento da indústria siderúrgica brasileira no período de 1996 a 2009	63
Figura 6 – Curva de Lorenz e Curva de Referência para o segmento de aços laminados longos no Brasil em 2010	63
Figura 7 – Curva de Lorenz e Curva de Referência para o segmento de aços laminados planos no Brasil em 2010	64
Figura 8 – Curva mínima de concentração no submercado de aço longo – 1996 a 2009	65
Figura 9 – Curva mínima de concentração no submercado de aço plano – 1996 a 2009.....	65
Figura 10 – Rotas tecnológicas para a produção de aço: integrada <i>versus</i> semi-integrada.....	66
Figura 11 – Participação mundial dos principais países produtores de DRI em 2010	69
Figura 12 – Porcentagem da produção de aço bruto por tipo de aciaria em 2009 nos dez maiores produtores mundiais.....	70
Figura 13 – Rota siderúrgica integrada (Grupo 1: Rotas 1.1 à esquerda e 1.2 à direita).....	72
Figura 14 – Rota siderúrgica semi-integrada (Grupo 2: Rota 2)	72
Figura 15 – Dispendios com atividades inovativas pelo segmento de produtos siderúrgicos..	78
Figura 16 – Participação dos segmentos no total de gastos com inovação tecnológica entre 2006 e 2008.....	79
Figura 17 – Número de empresas siderúrgicas no Brasil que declararam terem implementado inovações tecnológicas de produto e de processo entre 2006 e 2008 e total de empresas pesquisadas	80
Figura 18 – Investimentos na indústria siderúrgica no Brasil por segmento – período de 1995 a 2009 em milhões de dólares	84
Figura 19 – Evolução da participação das duas tecnologias de lingotamento no volume produzido de aço bruto no Brasil – período de 1995 a 2010.....	86
Figura 20 - Evolução do índice HHI no segmento de aços planos – período de 1996 a 2009.	95

Figura 21 – Jogo em dois estágios	107
Figura 22 – Preço de equilíbrio em função do número de entrantes, N , para os três padrões de concorrência (B = Bertrand, C = Cournot, M = Maximização conjunta de lucro)	110
Figura 23 – Concentração de equilíbrio em função do tamanho do mercado para os três padrões de concorrência (B = Bertrand, C = Cournot, M = Maximização conjunta de lucro)	110
Figura 24 – Relação entre o tamanho (S) e a concentração (C) do mercado para o modelo de custo irrecuperável exógeno	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação dos dez maiores grupos siderúrgicos em termos da produção mundial de aço bruto no ano de 2010	52
Tabela 2 - Número de grupos empresariais, capacidade instalada, produção de aço bruto e concentração na indústria siderúrgica brasileira – período de 1985 a 2010.....	59
Tabela 3 – Concentração da produção no segmento de aço longo (Cl) medida pelo índice HHI, investimentos do BNDES em R\$ de 2009 (PEl), investimentos siderúrgicos do segmento de aços longos em R\$ de 2009 (α_l) e tamanho do mercado (MSl) medido pela receita líquida em R\$ de 2009 e pela produção de aços longos em toneladas.....	88
Tabela 4 – Concentração da produção no segmento de aço plano (Cp) medida pelo índice HHI, investimentos do BNDES em R\$ de 2009 (PEp), investimentos siderúrgicos do segmento de aços planos em R\$ de 2009 (α_p) e tamanho do mercado (MSp) medido pela receita líquida em R\$ de 2009 e pela produção de aços planos em toneladas	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Rotas tecnológicas das usinas siderúrgicas no Brasil no ano de 2010	74
Quadro 2 – Atuação das empresas siderúrgicas de acordo com a rota tecnológica e com o submercado – ano de 2010.....	83
Quadro 3 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço longo (Variável Dependente: concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009	91
Quadro 4 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço plano (Variável Dependente: concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009	91
Quadro 5 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço longo (Variável Dependente: transformação logarítmica da concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009.....	92
Quadro 6 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço plano (Variável Dependente: transformação logarítmica da concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009.....	93

1 INTRODUÇÃO

O aço - apesar da concorrência com materiais como plástico, alumínio, madeira, entre outros - permanece competitivo e dominante em muitas atividades, tais como: indústria de material de transportes, construção civil, construção naval, aviação, máquinas e equipamentos, mineração e indústrias ligadas à produção e transporte de energia, na confecção de bens de consumo duráveis (como automóveis e eletrodomésticos) e de objetos do uso cotidiano nas residências e escritórios. Na segunda década do século XXI, esses segmentos de mercado deverão garantir consumos crescentes, em parte alavancados pela expansão dos países emergentes, notadamente os BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRASIL, 2009).

Os materiais básicos para a produção do aço são o minério de ferro, o carvão mineral coqueificável, o carvão vegetal e/ou a sucata ferrosa, a depender da rota tecnológica adotada. As usinas integradas incluem a coqueria (preparação do carvão mineral), a sinterização ou pelletização (preparação do minério de ferro), o alto-forno (produção de ferro-gusa) e a aciaria (etapa de refino). Enquanto as usinas semi-integradas, geralmente de menor porte, empregam aciaria elétrica usando sucata como carga metálica, dispensando as etapas anteriores à aciaria.

Na primeira fase do processo produtivo do aço, chamada de redução, o minério de ferro e o carvão (mineral ou vegetal) são colocados no alto-forno, no qual o minério de ferro se liquefaz, gerando o ferro-gusa ou ferro de primeira fusão. A próxima etapa é o processo de refino, que ocorre em fornos a oxigênio, no qual o ferro-gusa, ainda em estado líquido, é transformado em aço, mediante a remoção de parte do carbono e impurezas. Ao fim do processo tem-se a terceira fase, a laminação. Nesta o aço, em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, os quais se classificam entre aços laminados planos (como chapas e bobinas) e aços laminados longos (como vergalhões, arames, perfilados e barras). Esses dois segmentos da indústria siderúrgica (aços planos *versus* aços longos) constituem-se em submercados distintos, os quais são analisados em separado nesta dissertação.

No que se refere à indústria siderúrgica, as vantagens comparativas do Brasil são expressivas, com destaque para a existência de abundantes reservas de minério de ferro, que de acordo com Brasil (2009), juntamente com as reservas australianas, são as de melhor qualidade, com teor de ferro contido em torno de 65%.

No ano de 1925, foi inaugurada no Brasil a primeira usina siderúrgica integrada da América do Sul, a Belgo-Mineira, oriunda do consórcio Belgo-Luxemburguês com a

Companhia Siderúrgica Mineira (antiga usina Forjas Catalãs). Em 1937, a Belgo-Mineira inaugurou sua segunda usina, considerada naquela época a maior usina mundial integrada a carvão vegetal.

Em 1941, observou-se grande salto tecnológico e de produção no setor siderúrgico no Brasil, quando se criou a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro, utilizando o processo à base de coque de carvão mineral e iniciando a produção nacional de aço em grande escala. Nessa época, a produção de aço em grandes unidades produtivas e usando coque mineral era concentrada nos principais países industrializados, sendo o Brasil um importador líquido de aço. Com a entrada em operação, em 1948, da laminação na CSN, o país atingiu a autonomia na produção de ferro e aço.

Cabe salientar que, a partir da entrada em operação da CSN à base de coque de carvão mineral, são definidas as duas subrotas tecnológicas das usinas integradas na siderurgia brasileira: à base de carvão vegetal e à base de carvão mineral.

No período de 1940 a 1970 observa-se que o capital estatal foi o grande dinamizador da produção de aço no Brasil, tentando romper a barreira que os grandes grupos siderúrgicos internacionais tinham em transferir tecnologia para os países em desenvolvimento. Nos anos de 1970 a 1980, o capital estatal dividiu com o capital privado nacional e o estrangeiro os investimentos na siderurgia, mas raramente eles se associavam nos projetos, sendo nítida a propriedade distinta deles de unidades siderúrgicas. Os investimentos se dividam em projetos tanto a carvão mineral quanto a carvão vegetal.

Nos anos de 1990, o Estado privatizou suas empresas que foram adquiridas por grandes grupos nacionais e estrangeiros que, a partir de então, compartilham a propriedade das usinas. A década de 1990 e a primeira década dos anos 2000 também presenciaram fusões e aquisições, dentro e fora do Brasil, visando os grupos siderúrgicos adquirir escala e poder de mercado.

Nos primeiros anos do século XXI, a indústria siderúrgica priorizou investimentos em modernização tecnológica de suas usinas. Atualmente, de acordo com dados do Instituto Aço Brasil (IABr), o parque siderúrgico nacional é constituído por 28 usinas, sendo 11 integradas e 17 semi-integradas, controladas por dez grupos empresariais: Aperam South America, ArcelorMittal Brasil, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Gerdau, Sinobras, Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), Usiminas, Votorantim, Valourec & Mannesman (V&M) do Brasil e Villares Metals.

O Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - através da Comissão Nacional de Classificação (CONCLA) - define a Classificação Nacional de Atividades Econômicas

(CNAE), hoje em sua segunda versão¹. De acordo com esta classificação oficial, a siderurgia é um grupo da divisão metalurgia, conforme exposto a seguir:

- ✓ Seção C: Indústria de Transformação
 - ✓ Divisão 24: Metalurgia
 - ✓ Grupos 241 – Produção de ferro-gusa e ferroligas
 - 242 – Siderurgia**
 - 243 – Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura
 - 244 – Metalurgia dos metais não-ferrosos
 - 245 – Fundição

Segundo dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se a participação da indústria siderúrgica na composição do ramo metalurgia, sendo, em 2003, responsável por 11% das empresas desse setor, 39% do número de empregados e 56% de suas receitas. Em 2009, essas percentagens foram, respectivamente, 13%, 39% e 57%, evidenciando pequeno crescimento de importância.

Em âmbito mundial, o Brasil foi classificado como o 9º maior produtor de aço bruto no ano de 2010, conforme dados do Worldsteel (2011). Quanto às exportações de produtos siderúrgicos, o Brasil não se classifica como um importante *player*, ocupando a 19ª posição como exportador de produtos planos e a 21ª no segmento de produtos longos. No entanto, é o 4º maior exportador de produtos semiacabados de aço, produtos de menor valor agregado que antecedem a etapa de laminação. Além disso, a siderurgia brasileira em 2010 foi responsável por metade da produção de aço bruto da América Latina.

Em termos monetários, cabe salientar a magnitude desta indústria. No ano de 2010, o faturamento foi da ordem de US\$ 36 bilhões, sendo 81% advindo das vendas no mercado interno e 19% das exportações. A partir do ano de 2004 o faturamento da indústria siderúrgica aumenta significativamente, saindo do patamar até então observado (em torno de US\$ 10 bilhões), assumindo uma trajetória ascendente até atingir seu recorde no ano de 2008, aproximadamente US\$ 40 bilhões. O principal segmento impulsionador deste crescimento foi as vendas no mercado interno, as quais passaram da faixa de US\$ 6 bilhões no início da década de 1990 para próximo de US\$ 30 bilhões em 2010. Já as exportações aumentaram em

¹Disponível em:

http://www.cnae.ibge.gov.br/estrutura.asp?TabelaBusca=CNAE_200@CNAE%202.0@0@cnae@0

menor magnitude, saindo de US\$2 bilhões para algo em torno de US\$6 bilhões no mesmo período.

A siderurgia no Brasil apresenta estrutura particular em comparação à estrutura dessa indústria em outros países, tais como: a manutenção das usinas integradas frente à ascensão das aciarias elétricas (*mini-mills*) no cenário mundial e a utilização tanto de carvão vegetal quanto de carvão mineral na produção de aço bruto em grande escala. Mas quais são as razões para a manutenção dessas diferenças? Que abordagens teóricas as explicam?

A busca de respostas a essas perguntas motiva a presente análise da concentração e estrutura da indústria siderúrgica pela ótica da organização industrial, buscando esclarecer a atual configuração dessa indústria no Brasil e compreender sua dinâmica em termos de tecnologia e crescimento do mercado.

A diferença de rota tecnológica no Brasil a favor da usina integrada e contra a mini-usina passa por disponibilidade de insumos, preços relativos dos insumos e a preferência da demanda externa por aço com maior grau de pureza de minério de ferro.

A abordagem e análise da temática **estrutura de mercado** têm sofrido mudanças dentro do ramo das Ciências Econômicas chamado de Organização Industrial. Os trabalhos de Sutton (1991 e 1998) são importantes marcos na forma de relacionar concentração e estrutura de mercado.

Há dois grupos de indústrias especialmente qualificados para serem estudados utilizando a teoria de Sutton, a saber: as indústrias de elevado alfa e as indústrias de baixo alfa. O parâmetro alfa sumariza os aspectos relativos à tecnologia e às características da indústria em questão. No caso de haver elevados custos irrecuperáveis endógenos, quando do fechamento da empresa, como gastos com propaganda e pesquisa e desenvolvimento (P&D), e uma única trajetória tecnológica ou, então, produtos produzidos ao longo de trajetórias tecnológicas rivais serem substitutos próximos, considera-se que o alfa é elevado. Sutton ainda desenvolve um modelo de submercados independentes no qual as firmas vendem produto homogêneo, cada firma tendo um raio de operação que se estende dentro do submercado, e a competição de preços entre as firmas é fraca.

No caso da indústria siderúrgica no Brasil, ao se considerar os dois submercados independentes (aços planos e aços longos) é possível classificar cada um como sendo de elevado alfa tendo em vista a característica de existirem trajetórias tecnológicas rivais produzindo bens substitutos próximos (caso dos aços longos) e uma única trajetória nos aços planos. A critério de ilustração tem-se as usinas integradas *versus* as usinas semi-integradas

competindo no segmento de aços longos, enquanto no segmento de aços planos tem-se a presença de uma única rota tecnológica, a integrada.

A abordagem a ser adotada neste trabalho muda a forma de segmentar a indústria siderúrgica no Brasil, passando da dicotomia carvão vegetal *versus* carvão mineral para aços longos *versus* aços planos. Tradicionalmente, a divisão dessa indústria era feita por fonte de carbono e energia, sendo uma segmentação de subrota tecnológica (carvão mineral *versus* vegetal). Posteriormente, observa-se uma divisão por rota tecnológica (siderurgia integrada *versus* siderurgia semi-integrada). Nesta dissertação o que se propõe é uma segmentação por submercado (aço plano *versus* aço longo).

A presente dissertação é composta, além desta introdução, por seis outros capítulos: o Capítulo 2, que apresenta os objetivos a serem abordados; no Capítulo 3 é realizada uma revisão da literatura sobre a temática em questão; o Capítulo 4 expõe o referencial teórico adotado; no Capítulo 5 são explicados a metodologia e os dados utilizados; o Capítulo 6 contempla a apresentação dos resultados da dissertação, abordando a evolução da indústria siderúrgica e seus aspectos tecnológicos no Brasil, assim como os resultados das regressões estimadas sobre os determinantes da concentração nessa indústria; e, por fim, o Capítulo 7 apresenta as conclusões da dissertação.

2 OBJETIVOS

A presente dissertação objetiva analisar a evolução, principalmente nas últimas três décadas, e a configuração atual da indústria siderúrgica no Brasil sob a ótica do paradigma estrutura-conduta-desempenho (ECD), desenvolvido por Joe Bain, e das teorias de estrutura de mercado de John Sutton (1991 e 1998). Pretende-se elucidar as seguintes indagações: o porquê das usinas integradas se manterem no Brasil frente à ascensão das aciarias elétricas (*mini-mills*) que ocorre no cenário mundial? Qual é a evolução tecnológica dessa indústria e seus impactos sobre sua estrutura? E, por fim, quais são as razões para o uso tanto de carvão vegetal quanto de carvão mineral na produção de aço bruto em grande escala no Brasil, mas não em outros países?

Os objetivos específicos são: 1) caracterizar a indústria siderúrgica quanto às rotas tecnológicas empregadas e seus submercados; 2) analisar a indústria siderúrgica sob a ótica do paradigma ECD no que tange ao período de expressiva atuação estatal por meio de políticas públicas (de 1940 a 1988); 3) analisar a indústria siderúrgica no período de globalização valendo-se das teorias de tecnologia e de submercados independentes desenvolvidas por Sutton (1991 e 1998); e, por fim, 4) mensurar, através da estimativa de regressões, o impacto sobre a concentração da indústria siderúrgica das variáveis tamanho de mercado, políticas econômicas e tecnologia.

O período de maior foco de análise é o de 1980 a 2010 devido ao fato deste abranger significativas mudanças na composição da indústria siderúrgica no Brasil e à disponibilidade de dados utilizados nas análises a serem feitas no Capítulo 6, salientando que para a análise econométrica considera-se o período de 1996 a 2009.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A literatura tratando da temática desta dissertação pode ser assim dividida: a) trabalhos que analisam a evolução e/ou caracterizam a indústria siderúrgica no Brasil, considerando diferentes períodos de tempo; b) trabalhos sobre a adoção tecnológica na siderurgia; c) trabalhos que aplicam as teorias de custos irrecuperáveis e de tecnologia e estrutura de mercado desenvolvidas por Sutton (1991 e 1998); e d) trabalhos que se valem da teoria de submercados independentes de Sutton (1998).

Com relação ao item (a), análise da evolução e/ou caracterização da indústria siderúrgica nacional, tem-se os trabalhos de Baer (1970), Román Amigo (1998), De Paula (2001), De Paula (2002), Andrade, Cunha e Gandra (1999), Fonte (2003), Garcia (2004), Gomes, Aidar e Videira (2006) e Rodrigues e Campos (2008).

Baer (1970) analisou a evolução da tecnologia empregada na indústria siderúrgica brasileira e seu processo de implantação, como a adaptação dos fatores de produção à nova tecnologia, a redução dos custos e a proteção à indústria em sua fase inicial. O autor ressalta que a siderurgia representava um esforço para o estabelecimento de uma indústria de base em uma economia em desenvolvimento. Ainda avalia que, no Brasil, a imposição do treinamento da mão de obra feita pela indústria siderúrgica beneficiou os demais setores industriais, impactando positivamente para o desenvolvimento econômico do país.

Román Amigo (1998) realiza um panorama do setor industrial brasileiro, da privatização e representatividade da indústria siderúrgica no Brasil. Ele mostra a importância da orientação e direcionamento de mercado para empresas de sucesso na indústria siderúrgica brasileira. Foram selecionadas empresas no segmento de aço plano para identificação das mudanças introduzidas em suas práticas comerciais e conclui-se que estas ocorreram após a privatização, o que influenciou a competitividade das mesmas. Ainda destaca que, embora acostumadas às práticas oligopolistas de um mercado fechado, as siderúrgicas brasileiras enfrentam a concorrência internacional, necessitando utilizar o máximo de sua capacidade produtiva instalada para viabilizar o retorno dos grandes investimentos realizados.

De Paula (2001), objetivando examinar a internacionalização do grupo siderúrgico brasileiro Gerdau, realiza discussão sobre as mudanças tecnológicas e institucionais que a indústria mundial siderúrgica experimentou nas duas últimas décadas do século XX e elabora uma comparação dos avanços do grupo Gerdau com os de outros três grupos siderúrgicos estabelecidos de usinas semi-integradas: Co-Steel (Canadá), Riva (Itália) e Ispat International (Índia). Através de quatro estudos de caso são estabelecidas relações entre a estratégia de

internacionalização e a nova tecnologia e como esta pode afetar a estrutura de mercado. Observa-se a experiência do grupo Gerdau paradoxalmente por dois ângulos opostos: no Brasil, o grupo apresenta estratégia agressiva, aumentando significativamente sua participação no mercado doméstico; e internacionalmente mostra-se fortemente conservador, adotando estratégia de internacionalização avessa ao risco, exemplificada pela reduzida escala das usinas compradas no exterior (com exceção da AmeriSteel).

De Paula (2002) analisa a indústria siderúrgica no Brasil e no mundo quanto às questões de pesquisa e desenvolvimento (P&D), produção nacional e mundial e classificação dos países produtores de aço. Vale ressaltar que os aços são classificados em semiacabados ou acabados (laminados). Os semiacabados são consumidos diretamente pelas empresas siderúrgicas para produzir os laminados; e estes são utilizados pelos consumidores finais. Os laminados ainda se dividem em planos (chapas e tiras) e longos (perfilados e trefilados).

Em trabalho sobre a reestruturação da indústria siderúrgica brasileira, Andrade, Cunha e Gandra (1999) identificam os principais fatores propulsores dessa reconfiguração no período de 1987 a 1996, como as privatizações, a especialização e concentração da produção, a internacionalização e o desenvolvimento tecnológico, temática esta que será abordada no item (b) desta revisão de literatura. Quanto ao fator privatização, os autores destacam que esse processo foi alavancado pelas ideias de abertura e globalização dos mercados, iniciando-se mundialmente em 1988. No Brasil, este processo estendeu-se até meados da década de 1990 e permitiu o fortalecimento da siderurgia nacional, com incremento da produtividade e rentabilidade, bem como o surgimento da possibilidade de novos investimentos.

Em relação à especialização da produção, Andrade, Cunha e Gandra (1999) identificaram que esta foi uma etapa natural no processo de agregação de valor à indústria. No início da década de 1990, em resposta à excessiva capacidade produtiva e à ascensão da siderurgia nos países em desenvolvimento, os países desenvolvidos optaram por desativar ou simplesmente não construir novas unidades de redução do minério de ferro, visto que são investimentos de menor retorno econômico, maior consumo de energia e geração de poluição. Dessa forma, foi dada preferência às unidades de laminação, voltando-se aos produtos diferenciados e de maior valor agregado, como aços revestidos e especiais. Os países em desenvolvimento, como era o caso do Brasil, ficaram mais concentrados na produção (etapa de redução) e exportação, principalmente de semiacabados, chapas e bobinas a quente. A internacionalização da indústria brasileira, segundo os autores, ocorreu de duas formas: através do incremento do fluxo de comércio internacional e por meio da atuação das empresas siderúrgicas em países que não o de origem. Os autores destacam que este processo ocorreu

de forma desigual entre os dois segmentos da indústria siderúrgica, observando maior dinamismo dos laminados planos em relação aos longos. No segmento dos aços longos, a própria natureza da siderurgia cria vantagens de custo e logística para os fornecedores locais devido ao menor valor agregado do produto e estabelece, assim, uma espécie de barreira natural à comercialização externa.

Fonte (2003) avalia a situação das indústrias de minério de ferro e siderúrgica no mundo e no Brasil, evidenciando o potencial estratégico dessas para o desenvolvimento nacional. O autor destaca a continuidade do processo de reestruturação da siderurgia mundial, através de fusões, associações e *joint ventures*. E, no caso do Brasil, este cenário produziu resultados econômicos e operacionais positivos diante dos investimentos em modernização, desenvolvimento tecnológico e ampliação da capacidade produtiva.

Garcia (2004) faz um panorama do processo de privatização na indústria siderúrgica brasileira nos anos de 1990, analisando os conflitos e as alianças estabelecidas entre os agentes sociais em decorrência das mudanças nos planos macroeconômico e macro institucional. De acordo com o autor, nos campos regulatório e patrimonial, a liberalização dos preços do aço e a abertura do mercado às importações e às indústrias siderúrgicas estrangeiras não se fez acompanhar pela instauração de uma regulamentação competitiva do setor, resultando em uma estrutura de propriedade ainda mais concentrada.

Gomes, Aidar e Videira (2006) analisam o processo de fusões e aquisições na siderurgia brasileira em crescimento no século XXI, em particular os autores consideram duas empresas do setor, na tentativa de identificar se o aumento da rentabilidade do setor advém daquela empresa que participou de mais processos de fusões e aquisições. Para tanto, os autores consideram as seguintes variáveis na análise econométrica: valor de mercado das empresas, margem operacional, rentabilidade do ativo, investimento sobre patrimônio líquido e dívida total líquida sobre o patrimônio líquido. Em suma, pode-se observar significativa sinalização de que os lucros realmente aumentam para a indústria como um todo após os processos de fusões e aquisições que ocorreram nesta indústria, contudo, os efeitos foram mais significativos na empresa que participou mais ativamente desses processos.

Rodrigues e Campos (2008), com base na teoria das vantagens competitivas, rebatem o argumento da prática de *dumping* e subsídios residuais por parte da indústria siderúrgica brasileira no decorrer da década de 1990. Os autores constatarem que esta ampliou sua atuação internacional através de melhoras significativas em capacitação e eficiência e não por meio de práticas anticompetitivas. Cabe salientar que este estudo faz um contraponto entre o conceito de vantagem comparativa e vantagem competitiva à medida que este último abrange aspectos

relacionados não somente à dotação de fatores ou a sua produtividade, considerando também a competitividade internacional, ou seja, a capacidade que um agente econômico tem de desenvolver e sustentar vantagens competitivas para que possa enfrentar um ambiente de acirrada concorrência.

Quanto ao item (b), sobre a adoção tecnológica na siderurgia, destacam-se os trabalhos de Ferreira (1993), Labson e Gooday (1994), BNDES (1995), Pinho e Lopes (2000), Araujo e Pinho (2004), Nakamura e Ohashi (2008) e Brasil (2009). Também sobre a temática tecnológica, contudo com abordagem mais ampla, tem-se o trabalho de Hoppe (2002).

Ferreira (1993) aborda a evolução tecnológica na produção de aço em termos mundiais e como esta influenciou a forma produtiva adotada no setor siderúrgico brasileiro na década de 1990. O autor divide o processo de formação da siderurgia mundial em dois períodos: no primeiro período, que ocorreu ao longo do século XVIII e na primeira metade do século XIX, as mudanças tecnológicas diziam respeito principalmente à produção do ferro; enquanto que a partir da segunda metade do século XIX, que caracteriza o segundo período para Ferreira (1993), as inovações ocorreram no âmbito da produção do aço. O autor destaca a tendência à ampliação do tamanho das unidades produtivas e a importância das economias de escala na expansão das capacidades produtivas. Quanto às rotas tecnológicas, estas podem ser divididas em três segmentos que se diferenciam em relação à redução do minério de ferro e ao processo técnico adotado na etapa de refino, na qual o ferro-gusa é transformado em aço bruto. A primeira rota tecnológica baseia-se no alto-forno como equipamento central para a produção do ferro-gusa; a segunda rota é caracterizada pelo emprego da redução direta do minério de ferro e uso do forno elétrico no lugar dos altos-fornos; e, por fim, a terceira alternativa, a qual também emprega o forno elétrico, utiliza a sucata na fabricação do aço, não sendo necessária a etapa de produção do ferro-gusa. As usinas integradas se enquadram nas duas primeiras rotas e as usinas semi-integradas compõem a terceira alternativa tecnológica.

Labson e Gooday (1994) examinam, por meio de um modelo de crescimento de difusão tecnológica, a adoção do forno elétrico (EF) na siderurgia e os fatores que a influenciam. Esta tecnologia de produção de aço bruto através de sucata foi desenvolvida em 1899, contudo sua difusão ocorreu apenas no final do século XX com a ascensão das *mini-mills*, que consistem na combinação das tecnologias de forno elétrico e lingotamento contínuo. Os autores modelaram os aspectos do processo de adoção tecnológica, através da abordagem das curvas de crescimento em forma de S, para a indústria siderúrgica norte-americana no período de 1970 a 1990. Assim, foi possível determinar que alterações em potenciais e importantes fatores que afetam a lucratividade, como custos de insumos e nível

de produção, não são suficientes para afetar sistematicamente a tendência de crescimento da adoção tecnológica. Cabe salientar que até mesmo os choques nos preços de energia na década de 1970 tiveram pouca influência na decisão de adoção tecnológica. Dessa forma, os autores concluem que existe certa inércia no processo de adoção tecnológica, dando estabilidade ao processo e sendo possível prever qual será a parcela de aço bruto produzida em fornos elétricos nos anos seguintes. Isso permite aos agentes na indústria siderúrgica melhor planejar suas tomadas de decisões em um cenário de mudança tecnológica.

Em trabalho sobre as tendências tecnológicas da siderurgia, BNDES (1995) salienta a existência de duas rotas tecnológicas básicas, as quais correspondem às usinas integradas e às aciarias elétricas. BNDES (1995) destaca a ascensão na década de 1990 das *mini-mills*, usinas elétricas que têm como matéria-prima a sucata, podendo operar a escalas reduzidas, inferior a 500 mil toneladas por ano. Em termos de participação no total produzido, a produção em alto-forno predomina no Brasil, visto que as vantagens comparativas (como a abundância de minério de ferro e de carvão vegetal) favorecem esse processo integrado.

Pinho e Lopes (2000) analisam a cadeia siderúrgica brasileira sob uma perspectiva globalizada, destacando suas principais particularidades. A primeira dessas particularidades é o crescimento modesto da demanda global, produto de um dinamismo nos países em desenvolvimento que compensa as tendências dos países mais desenvolvidos, onde a expansão da demanda agregada se concentra em setores que consomem pouco aço. Outras especificidades dizem respeito às barreiras protecionistas impostas aos produtos siderúrgicos dos países em desenvolvimento e à internacionalização ativa de empresas oriundas de países “periféricos”, como o Brasil. Este fato ilustra os recentes problemas enfrentados pelos exportadores de produtos siderúrgicos aos Estados Unidos, onde se deparavam com barreiras protecionistas norte-americanas.

Em seu estudo sobre economias de escala na siderurgia, Araujo e Pinho (2004) avaliam seus impactos em duas rotas tecnológicas alternativas: as usinas integradas e as usinas semi-integradas. Os autores concluíram que, à época do levantamento, a maior parte das usinas semi-integradas não exploravam integralmente o potencial de suas economias de escala associado ao processo, sendo dimensionadas em escala sub-ótima. Diante da perspectiva de demanda mais dinâmica nos anos seguintes, Araujo e Pinho (2004) apostaram em um aumento das escalas para ambas as rotas tecnológicas.

Nakamura e Ohashi (2008) examinam o impacto da adoção de nova tecnologia na capacidade produtiva das firmas na indústria siderúrgica japonesa nas décadas de 1950 e 1960. Nesse período, diversas firmas alteraram a tecnologia de refino, passando do

convencional forno OHF (*open hearth furnace*) para o recém-desenvolvido forno a oxigênio (BOF, *basic oxygen furnace*), antecessor do forno elétrico (EF). Os autores estimam a função de produção da indústria, considerando as diferenças de tecnologias entre as plantas e na própria planta. Os resultados indicam que as plantas mais produtivas são as mais propícias a adotar a nova tecnologia e que esse processo ocorre logo após ser atingido o maior nível de produtividade com a antiga tecnologia. Há outros fatores que facilitam a mudança tecnológica, tais como, a presença de economia de escala - que permite às firmas reduzirem os custos mais rapidamente através do processo de aprender fazendo - e de períodos de ascensão das vendas e, conseqüentemente, da produção. Através da estimação da função de produção, os autores identificaram significativo efeito de aprendizado associado à tecnologia antecessora, o qual ainda deve ser adquirido para a nova tecnologia, refletindo em perda de produtividade no momento sucessor à mudança tecnológica. Essa queda é mensurada em torno de 9% e o período de recuperação do nível produtivo pode chegar a dois anos. O principal agente propulsor dessa transição foi o governo do Japão o qual, através da negociação de uma menor taxa de licença de uso do BOF, conseguiu reduzir a barreira de acesso a essa nova tecnologia que as firmas japonesas enfrentavam. O resultado dessa atuação foi a ascensão do país ao posto de segundo maior exportador de aço no final da década de 1960 e o crescimento da economia, uma vez que a produção siderúrgica teve significativo impacto no crescimento do Produto Interno Bruto japonês no período analisado.

Em estudo setorial do Ministério de Minas e Energia, o setor siderúrgico brasileiro é analisado pela ótica do consumo de energia. Assim, Brasil (2009) visa compreender a dinâmica da siderurgia, identificando processos tecnológicos vigentes e potenciais mudanças com impacto na trajetória de demanda de energia, tanto em termos de eletricidade quanto de combustíveis, com destaque para o carvão (mineral e vegetal).

Hoppe (2002) realiza uma ampla revisão da literatura sobre o momento da adoção de nova tecnologia. Em particular, no caso da siderurgia, o autor destaca a diferença de tempo entre o surgimento de uma nova tecnologia e sua adoção, como o ocorrido com o forno a oxigênio (BOF). Esta tecnologia é considerada um marco na produção mundial de aço, posterior ao uso do OHF e antecessora do forno elétrico. A tecnologia usando BOF foi desenvolvida em 1949, contudo seu uso somente foi difundido a partir de 1964 nos Estados Unidos. Na década de 1980, a produção de aço através da tecnologia BOF chegou a 80%, evidenciando a vantagem da adoção dessa tecnologia. No Brasil, essa transição de OHF para BOF também foi observada, com a completa extinção do uso de fornos do tipo OHF no país. Nos últimos anos, tem sido acompanhada a entrada dos fornos elétricos e sua concorrência

ainda exclusiva no segmento de aços longos, enquanto em outros países esses fornos já atuam também na produção de aços planos.

Em relação ao item (c) desta revisão de literatura, sobre a aplicação das teorias de custos irrecuperáveis e de tecnologia e estrutura de mercado desenvolvidas por Sutton (1991 e 1998), os seguintes trabalhos norteiam a metodologia da presente dissertação, exemplificando para outras indústrias a aplicabilidade das teorias de Sutton: Giorgetti (2003), Dick (2007) e Hallen (2007).

Em seu trabalho sobre o setor de transformação industrial italiano, Giorgetti (2003) estima, por meio de regressão quantílica, a curva de concentração proposta por Sutton (1991 e 1998) e evidencia a robustez do modelo de Sutton. A autora obtém duas curvas de concentração, distinguindo as indústrias de custos irrecuperáveis exógenos daquelas com custos irrecuperáveis endógenos. As indústrias caracterizadas como de custos endógenos são aquelas que apresentam elevados investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e propaganda. E as indústrias com custos irrecuperáveis exógenos são aquelas que incorrem em um único custo irrecuperável externo para entrar em um mercado, não apresentando investimentos em P&D para melhorar a qualidade de seu produto. Para classificar as indústrias do setor de transformação nesses dois grupos, Giorgetti (2003) vale-se do parâmetro RA que mensura a participação dos gastos com P&D e propaganda no total de vendas da indústria. Dessa forma, indústrias com RA inferior ou igual a 1% são consideradas no grupo de custos irrecuperáveis exógenos e no caso de RA superior ou igual a 4% tem-se o grupo das indústrias com custos irrecuperáveis endógenos, sendo as indústrias nesta faixa intermediária as integrantes do grupo de controle usado na análise econométrica. Aplicando o modelo de Sutton (1991 e 1998), a autora identifica as equações que melhor se ajustam aos seus dados, resultando em um limite mínimo de concentração para a indústria com custos exógenos a 5% e de 11% para a indústria com custos endógenos. Assim, o que se conclui é que para indústrias com custos irrecuperáveis endógenos, a concentração mínima a ser observada é de 11%, enquanto para as indústrias com custos irrecuperáveis exógenos, o patamar mínimo de concentração esperado é inferior, a partir de 5%, o que evidencia a diferente configuração estrutural dessas indústrias muito em resposta aos seus padrões tecnológicos.

Dick (2007), com base na teoria de custos irrecuperáveis endógenos e exógenos de Sutton (1991), estuda o setor bancário nos Estados Unidos, em 2002, objetivando relacionar o tamanho do mercado, a qualidade dos serviços oferecidos e a natureza da competição nesse setor. A autora faz algumas constatações, tais como: i) os mercados se mostram similares em

termos de concentração, independente de seu tamanho; ii) o número de bancos dominantes é constante entre os diferentes tamanhos de mercado, o que varia é o tamanho dos bancos menores, ou seja, da franja competitiva; e por fim, iii) a qualidade dos serviços aumenta em mercados maiores, sendo mais expressiva no caso dos bancos dominantes. Assim, conclui-se que os bancos se valem de investimentos em qualidade para capturar a demanda adicional quando o mercado cresce, elevando as barreiras à entrada.

Hallen (2007) analisa a indústria de cerveja na Bélgica. O autor identifica esta indústria como sendo de elevado alfa com base em uma das variáveis elencadas por Sutton (1991 e 1998), os gastos com propaganda, e assim busca explicar a evolução da concentração nessa indústria com base nos fundamentos da teoria de custos irrecuperáveis endógenos e de tecnologia e estrutura de mercado. O montante a ser gasto com propaganda é uma decisão intrínseca à empresa e envolve custos fixos e irrecuperáveis. A indústria belga de cerveja passou por um período de intensa concentração com a transição do sistema artesanal de produção para a escala industrial entre a primeira e a segunda grandes guerras mundiais. O fator responsável pela maior concentração da indústria foi a difusão da tecnologia de baixa fermentação, a qual devido ao seu maior custo de implementação e à existência de economia de escala transformou o processo de produção de cerveja de uma atividade artesanal para industrial. Esta evolução da indústria cervejeira belga tornou o mercado mais homogêneo e transformou a indústria em elevado alfa, tornando, assim, vantajosa a adoção da estratégia de escalada dos custos irrecuperáveis endógenos como, por exemplo, o aumento dos gastos com propaganda e os investimentos em marca.

No que tange aos trabalhos embasados na teoria de submercados independentes de Sutton (1998), item (d) desta revisão, cabe destacar sua aplicação para o setor bancário brasileiro. Ozawa (2009) baseia sua análise no princípio de que a assimetria no tamanho das firmas no mercado nacional advém da agregação de vários submercados independentes. E um banco pode ser grande na classificação nacional porque está presente na maioria dos submercados. Isso não significa necessariamente que, em cada submercado, os bancos não competem entre si. A autora constatou que à medida que aumenta o nível de desagregação territorial, as firmas passam a apresentar tamanhos mais simétricos, garantindo assim o equilíbrio para o agregado de submercados. Essa constatação aplica-se ao mercado de agências bancárias e não ao de depósito e crédito.

De modo geral, os trabalhos encontrados na literatura que analisaram a indústria siderúrgica fizeram um estudo das indústrias de aço plano e de aço longo em conjunto, não evidenciando suas diferenças e semelhanças. Quanto aos trabalhos que se valeram das teorias

desenvolvidas por Sutton (1991 e 1998), eles foram aplicados a outras indústrias que não a siderúrgica e/ou em outros países. O presente trabalho pretende contribuir para a compreensão da economia brasileira, analisando um importante setor de base de nossa economia sob a ótica da tecnologia empregada, submercados e estrutura de mercado.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A forma de análise da indústria siderúrgica e sua compreensão estão intrinsicamente relacionadas aos fatores de influência durante suas fases evolutivas. Cabe destacar que desde seu estabelecimento no Brasil, em 1925, até o início da fase de privatização, em 1988, a configuração da indústria siderúrgica teve influência direta da atuação do Estado sobre a mesma. Ilustra-se como fatos determinantes da configuração atual a inserção da siderurgia estatal a coque, o grande aporte governamental no período de 1965 até o final da década de 1980 e a eliminação das restrições à importação de coque de carvão mineral a partir do final da década de 1980. Para a análise dessa fase (até 1988) da indústria siderúrgica no Brasil se mostra adequado o emprego do paradigma estrutura-conduta-desempenho (ECD) como referencial teórico de modo a evidenciar o papel de políticas públicas e do tamanho de mercado afetando a estrutura da indústria (número de produtores, concentração e diferenciação do produto).

O paradigma estrutura-conduta-desempenho tem sua concepção atribuída a Edward S. Mason (1939) e à escola de Harvard. Desde então, tal referencial sofre aprimoramentos. No início, o sentido da causalidade era considerado unidirecional (da estrutura para o desempenho) e a estrutura era determinada exogenamente. As versões mais modernas procuram tratar as estruturas de mercado como sendo endogenamente determinadas.

Church & Ware (2000) destacam que o paradigma ECD estabelece uma relação causal estável entre a estrutura do mercado, a conduta da firma e o desempenho da indústria. A ideia básica consiste em estabelecer relações entre as variáveis de estrutura e o desempenho da indústria, sendo que o paradigma estipula que as variáveis de estrutura facilitam o exercício de poder de mercado.

Como variáveis para explicar a estrutura de uma indústria tem-se o número de vendedores e compradores, as condições de entrada na indústria, o grau de diferenciação do produto, a integração vertical e a diversificação da produção.

Farina (1996, p.10) afirma que “embora se admita que haja efeitos retroativos da conduta das empresas e de seu desempenho sobre as mesmas condições básicas e sobre a estrutura, a relação causal fica estabelecida da estrutura para o desempenho, especialmente no curto prazo”.

Segundo Kon (1999), a integração vertical envolve um aumento no número de produtos intermediários produzidos pela firma para seu próprio uso. Esta integração pode ser voltada para a substituição de insumos comprados de outras empresas por produção própria,

ou seja, em direção à fonte de matéria-prima, classificada como integração para trás (*backward effects*), ou em direção ao mercado consumidor, integração para frente (*forward effects*).

Bain (1956) define barreiras à entrada como sendo obstáculos às novas empresas para adentrarem em uma indústria e elenca os seguintes fatores como responsáveis por elas:

1. Existência de economias de escala, que exigem da nova empresa um tamanho mínimo considerável em relação ao tamanho do mercado;
2. Diferenciação do produto associada à promoção de vendas com publicidade em economias de escala, fato esse que exige das firmas entrantes preço abaixo do das estabelecidas ou custos adicionais de publicidade por unidade de produto, o que dificulta a manutenção de uma parcela suficiente de mercado que suporte seus custos de produção e distribuição;
3. Vantagens absolutas nos custos das firmas já existentes sobre as entrantes, tendo em vista a possibilidade de propriedade exclusiva de insumos essenciais, técnicas superiores de produção mantidas em segredo, propriedade ou controle da distribuição do produto, melhor acesso ao mercado de capitais ou incapacidade das firmas entrantes de adquirirem os fatores de produção e/ou insumos necessários em termos favoráveis;
4. Caráter institucional, quando patentes e franquias já estão estabelecidas e quando o governo habitualmente compra de determinada firma; e
5. Integração vertical de firmas já estabelecidas.

Conforme salientado por Bresnahan (1992), por muito tempo, o paradigma estrutura-conduta-desempenho (ECD) se mostrou predominante na literatura de Organização Industrial. Baseado em um único sentido de causalidade, este modelo enfatiza o argumento da eficiência à medida que a manutenção de uma estrutura de mercado concentrada é justificada pela existência de barreiras à entrada, as quais são classificadas como exógenas, assim como a tecnologia e as economias de escala. Visando complementar esta análise de barreiras à entrada, a teoria de custos irrecuperáveis proposta por Sutton (1991) se coloca como um importante instrumental.

Para analisar a atual configuração da indústria siderúrgica no Brasil também é utilizado, como referencial teórico, o modelo de tecnologia e estrutura de mercado desenvolvido por Sutton (1998), baseando o estudo da indústria siderúrgica na abordagem das indústrias de elevado alfa e na teoria de submercados independentes, características essas bastante evidentes no período pós-privatização.

A teoria de Sutton (1998) almeja explicar a concentração industrial, tópico este constantemente abordado na literatura de Organização Industrial, a qual ressalta a ligação entre elevada concentração, poder de mercado e aumento de lucratividade. Esta característica aparentemente contradiz um dos princípios econômicos básicos, o princípio da arbitragem, o qual assegura que as oportunidades devem ser preenchidas. Portanto, caso um mercado seja dominado por poucas empresas obtendo significativos lucros, existem incentivos para que novas firmas entrem no mercado, contestando as empresas já estabelecidas.

Em um mercado em contínua expansão, economias de escala não fornecem explicações suficientes que justifiquem a não entrada de rivais, sendo que a entrada desses rivais deveria levar a concentração a diminuir no longo prazo.

Buscando identificar uma relação entre intensidade de P&D e concentração que explique a evolução da estrutura de uma indústria em particular, Sutton (1998) elabora um modelo teórico que envolve tecnologia empregada e estrutura de mercado.

Nesta análise, com base na abordagem de fronteiras, admite-se uma classe de modelos candidatos (cada qual podendo ter um ou mais equilíbrios), questionando quais os conjuntos de resultados que podem sustentar uma situação de equilíbrio de qualquer modelo candidato. Assim, classificam-se os possíveis resultados da indústria em dois grupos, estabelecendo uma fronteira entre os pontos que podem caracterizar equilíbrio e os que não o podem. Para identificar a gama de possíveis resultados utiliza-se a teoria dos jogos: em um primeiro momento as empresas tomam diferentes decisões envolvendo gastos com custos irre recuperáveis (*sunk costs*), seja na instalação da planta, nos gastos com P&D para o desenvolvimento do produto ou em outros aspectos. Uma vez tomadas essas decisões, os resultados podem ser expressos como uma determinada configuração dentre as várias possibilidades. Dependendo do contexto, o resultado pode ser descrito como uma lista das localidades das plantas, ou uma lista da capacidade das plantas, ou um conjunto de produtos.

Estando esta etapa completa, as firmas competem em um estágio final, seja a *la Cournot*, *Bertrand* ou outro, conforme explicado no Anexo A. Neste estágio final, a localização e capacidade de suas plantas e os atributos de seus produtos são considerados como dados.

Para alcançar uma configuração de equilíbrio, duas condições devem ser satisfeitas:

- Condição 1: Viabilidade (princípio da sobrevivência)

O conjunto de produtos de cada firma cobre seus custos fixos e irre recuperáveis.

- Condição 2: Estabilidade (princípio da arbitragem)

Não existe falha na configuração dos produtos que permita a adição de outra gama de produtos capaz de cobrir seus custos fixos e irrecuperáveis no equilíbrio.

Examinando as propriedades da configuração de equilíbrio, destacam-se três mecanismos econômicos que são robustos diante de uma série de modelos. O primeiro diz respeito à relação entre o grau da competição via preços em um mercado e o nível de concentração. O segundo são os efeitos externos. E por fim, o mecanismo de “escalada”, o qual faz referência à forma como as firmas podem responder a um aumento no tamanho do mercado, elevando seus gastos com P&D. Neste mecanismo, observa-se como a escalada dos gastos pode levar a um maior grau de concentração no mercado.

Considere um mercado composto por firmas empenhadas em atividades de P&D visando melhorar alguns atributos de seus produtos. Suponha, também, que entre neste mercado uma empresa rival com gastos em P&D cerca de K vezes superior ao gasto das firmas já instaladas. A pergunta que se coloca é qual será o lucro desta firma no novo equilíbrio? Para cada valor de $K > 1$, há um valor correspondente, a , tal que a empresa desviante alcance um lucro de pelo menos aY , onde Y representa o nível *ex ante* da receita de vendas da indústria. Assim, o que importa na análise é a razão a/K , ou mais especificamente, qual é a maior razão da receita que a firma entrante pode obter escolhendo qualquer valor para K . Essa razão, referida como parâmetro de escalada, é denominada de α (alfa). O valor deste parâmetro depende do padrão tecnológico, das preferências e da natureza da competição de preços na indústria. Contudo, o valor de alfa não pode ser mensurado diretamente, é preciso extrair informações sobre este parâmetro a partir de características observáveis da indústria, principalmente quanto aos aspectos tecnológicos.

Em sua decisão de gastos em P&D, a firma pode focar em uma única trajetória tecnológica ou dividir esses gastos entre diversas trajetórias. Assim, a primeira escolha diz respeito ao montante a ser gasto (estratégia de escalada), enquanto a segunda trata-se da proliferação de distintas tecnologias e diferentes grupos de produtos associados (estratégia de proliferação). Dessa forma, o valor de alfa deve refletir o equilíbrio entre a estratégia de escalada e a de proliferação.

A eficácia das estratégias de escalada e de proliferação, e, portanto o valor de alfa, depende de dois fatores. O primeiro está relacionado à eficácia dos gastos em P&D em uma única trajetória serem capazes de elevar a disposição a pagar do consumidor pelo produto da firma associado a aquele submercado. O segundo fator consiste no grau de ligação entre as

diferentes trajetórias tecnológicas e seus submercados associados. Esse grau de ligação é válido tanto pelo lado da demanda, no qual os produtos podem ser substitutos próximos ou distantes no consumo, quanto pelo lado da oferta, onde os investimentos em P&D em uma trajetória podem aumentar seu desempenho em outras trajetórias. Quando estas ligações são fortes, refletindo a presença de economias de escopo em P&D e/ou um elevado grau de substituição no lado da demanda, então o valor de alfa será alto, como é observado na indústria siderúrgica. No caso de ligações fracas, como na ausência de economias de escopo em P&D e um reduzido grau de substituição entre os submercados, o alfa será baixo.

Analisando a razão entre P&D e vendas da indústria e o grau de proliferação de distintas trajetórias tecnológicas é possível desvendar informações a respeito do valor do alfa e também mensurar o nível mínimo de concentração que essa indústria pode apresentar. Como *proxy* para o grau de proliferação de distintas trajetórias tecnológicas no caso de uma vasta gama de produtos considera-se a divisão dos produtos da indústria em classes, mensurando assim a fração da receita da indústria proveniente da maior classe de produto, denominada de índice de homogeneidade, h .

No caso da siderurgia no Brasil, em particular, o reduzido número de trajetórias tecnológicas e a divisão de seus produtos em duas classes, aços longos e aços planos, permite que a análise da proliferação de distintas trajetórias tecnológicas seja feita diretamente, sem a necessidade de uma *proxy* conforme exposto em Sutton (1998).

Considerando uma indústria com elevada razão P&D/vendas, sabe-se que também é alta a eficácia dos gastos com P&D em elevar a disposição a pagar dos consumidores. Todavia, para saber se isso necessariamente implica em elevado nível de concentração, é preciso considerar o grau de ligação entre os submercados, avaliando, portanto, o grau de substituição entre os produtos associados às diferentes trajetórias tecnológicas. Caso o nível de substituição entre as trajetórias seja elevado, a concentração na indústria necessariamente será alta, pois se todas as firmas tiverem reduzida participação de mercado, a intensificação nos gastos em P&D será lucrativa visto que uma firma atuando em determinada trajetória tecnológica está apta a capturar mercado das demais firmas em trajetórias substitutas. Então, uma firma com elevados gastos em P&D é capaz de capturar as vendas de suas rivais de reduzidos gastos na sua própria trajetória e nas demais. Portanto, nessas circunstâncias, o número de trajetórias tecnológicas que as firmas irão operar será reduzido, visto que uma firma com reduzidos gastos em P&D se mostra vulnerável a uma firma com elevados gastos em uma trajetória substituta, assim, o índice h será elevado, ou seja, mais homogêneo será esse mercado.

Na Figura 1 é ilustrada a relação entre o índice de homogeneidade (h) e a razão de concentração de uma firma ($C1$) em indústria com elevada intensidade de investimentos em P&D. Observa-se menor grau de concentração encontrado na indústria conforme diminui o grau de homogeneidade. Isso pode acontecer caso haja vários grupos de produtos associados a diferentes trajetórias tecnológicas independentes, implicando em baixo índice h . Nesse caso, investir em uma trajetória tecnológica gera pouco retorno, uma vez que superar os gastos das rivais permitirá apenas aumentar as vendas de uma única classe de produto. Assim, observa-se para essa indústria nível de concentração reduzido visto que o índice h é menor.

Figura 1 – Indústrias com elevada intensidade de P&D
Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1998).

Comparativamente, considera-se um grupo de indústrias que apresentam baixos gastos em P&D e propaganda. Neste caso, a teoria prevê reduzido grau de concentração independente do nível do índice de homogeneidade (Figura 2). Isso reflete o fato que o limite inferior da curva de concentração converge para zero conforme o tamanho do mercado aumenta.

Figura 2 – Indústrias com baixa intensidade de P&D
Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1998).

O que dificulta a análise é o fato de o alfa não poder ser mensurado diretamente. É preciso encontrar uma maneira de extrair informações sobre seu valor a partir de

características observáveis da indústria. Assim, deve-se aprofundar na questão da natureza da tecnologia dessa indústria. No caso particular da indústria siderúrgica, esta se caracteriza por sua elevada intensidade em P&D, podendo sua relação entre concentração e homogeneidade ser analisada conforme o exposto na Figura 1. Quando analisada a indústria como um todo, a homogeneidade entre as rotas tecnológicas e entre as classes de produtos é baixa e a concentração da indústria, por sua vez, se mostra também em patamar inferior (primeira metade da fronteira ilustrada na Figura 1, até Co e ho). No entanto, ao se considerar os diferentes segmentos da indústria em separado, aços planos e aços longos, observa-se comportamento distinto na classe de aços planos. Nesta, a maior homogeneidade tecnológica e de produtos resulta em maior concentração nesse segmento² (relação essa podendo ser ilustrada na segunda metade da fronteira de concentração da Figura 1, após Co e ho).

Nesta análise da indústria siderúrgica desmembrando-a em seus segmentos, aços planos e aços longos, cabe ilustrar com maiores detalhes um elo da teoria de Sutton (1998) de submercados independentes. Um submercado surge quando a cadeia de substituição dos produtos é quebrada. Se um mercado for definido de forma muito ampla é possível que ele seja composto por diversos submercados.

Ao se limitar um submercado, leva-se em consideração o grau de substituição entre os produtos, o qual deve ser alto dentro dos limites do submercado e baixo entre os diferentes submercados. O que define um submercado pode ser um grupo de produtos ou uma diferente localização geográfica. No caso da siderurgia no Brasil, são considerados dois submercados delimitados pelo tipo de produto, aços planos e aços longos. Também pela ótica da demanda é possível fazer distinção entre esses dois segmentos: enquanto a construção civil e a agropecuária são os principais consumidores de aços laminados longos, os aços laminados planos encontram demanda na indústria automotiva.

Os submercados são independentes no sentido de que a ligação entre eles é fraca, tanto do lado da oferta (tecnologias de produção) quanto em termos de demanda (substituição dos produtos), de modo que a estratégia das firmas em um determinado submercado não é função do que acontece nos demais.

Com esta abrangência de submercados, é possível retornar a análise da configuração de equilíbrio descrita anteriormente. Contudo, juntamente às condições de viabilidade e de

² Observa-se que o índice de concentração das quatro maiores empresas, o CR4, se mantém próximo de 100% no segmento de aços planos durante todo o período analisado (1996 a 2009), enquanto para o segmento de aços laminados este indicador fica na faixa de 90% a 96% na maior parte do período, com exceção dos anos de 2003 a 2007.

estabilidade, considera-se o princípio da simetria, ou seja, dentro de um submercado todos os potenciais entrantes recebem o mesmo tratamento independente do seu tamanho. Assim, deriva-se a curva de Lorenz e sua curva-limite (curva de referência), visando abranger as predições quanto à distribuição do tamanho das firmas. Com a

Sob esses pressupostos, para qualquer razão fixa k/N , o limite inferior assintótico para a concentração das k maiores firmas é dada pela curva de referência:

$$C_k \geq \frac{k}{N} \left(1 - \ln \left(\frac{k}{N} \right) \right) \quad (1)$$

sendo N é o número total de firmas no mercado e C_k é a razão de concentração de k firmas.

Caso os produtos sejam substitutos próximos e a competição de preços seja fraca, as previsões empíricas do modelo são: i) a curva de Lorenz para os submercados individuais deve estar próxima da diagonal; e ii) a curva de Lorenz para o agregado de submercados deve estar na posição acima ou igual à curva de referência.

Essa abordagem dos submercados é importante para compreender interações estratégicas que só ocorrem em determinados submercados, como no caso da siderurgia brasileira, em que o uso do carvão vegetal no segmento de aços planos atua como um facilitador da integração vertical para trás em direção à produção de ferro-gusa.

Complementando a análise, são considerados eventos naturais que possam alterar as configurações da indústria, elevando o alfa e, conseqüentemente, o nível de concentração. Há dois tipos de choques externos que podem alterar o parâmetro alfa. O primeiro está relacionado à introdução de uma nova tecnologia e sua capacidade de elevar a disposição a pagar dos consumidores pelo produto da firma desviante que aumente os seus gastos em P&D. Isso implica em menores gastos com P&D para alcançar determinado nível de disposição a pagar do consumidor. Paradoxalmente, desperta um movimento de gastos em P&D por parte das empresas já estabelecidas, levando à reestruturação dessas firmas e maior concentração da indústria. No caso da indústria siderúrgica, a inserção do conversor a oxigênio e do lingotamento contínuo no processo produtivo de aço bruto se caracterizam como eventos que alteram as configurações da indústria e podem ser classificados como choques externos.

O segundo tipo de evento natural diz respeito à junção em um só mercado global de indústrias isoladas geograficamente. De acordo com a teoria, é esperado que empresas deixassem o mercado e a concentração aumentaria. O processo de abertura comercial no começo da década de 1990 é um claro movimento de exposição da indústria siderúrgica

doméstica ao mercado internacional. Assim como o movimento de privatizações que impulsionou a internacionalização dessa indústria.

5 METODOLOGIA E DADOS UTILIZADOS

Diante da segmentação da indústria siderúrgica em dois submercados, proposta nesta dissertação (aços planos *versus* aços longos), pretende-se, a partir de análise econométrica, quantificar o efeito que os investimentos têm sobre a concentração em cada segmento dessa indústria.

A equação relacionando concentração e investimentos, equação (2), parte da análise dos modelos de Giorgetti (2003), Dick (2007) e Ozawa (2009), abordados na revisão de literatura e cujas equações estão no Anexo B, os quais propõe uma relação causal entre concentração e tamanho de mercado. Adicionalmente pretende-se validar a hipótese de Sutton (1998) de que a concentração é influenciada pelos investimentos em P&D, variável essa que é um dos componentes do parâmetro alfa³.

Com base nestas relações causais definidas na literatura e valendo-se dos investimentos da siderurgia como *proxy* para o parâmetro alfa, define-se o seguinte modelo simplificado para a análise dos dois submercados da indústria siderúrgica:

$$\ln(C_{it}/1 - C_{it}) = \beta_0 + \beta_1 PE_{it} + \beta_2 MS_{it} + \beta_3 \alpha_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Em que:

C_{it} corresponde à medida de concentração do segmento i no tempo t . Para esta variável pode-se empregar o CR4, que apenas mede concentração, ou o índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) que mensura concentração e desigualdade, ambos medidos para cada segmento da indústria siderúrgica. As informações de produção por segmento e por empresa são obtidas no Anuário Estatístico do Instituto Aço Brasil.

PE_{it} variável que mensura as políticas econômicas do governo que tiveram impacto sobre a indústria siderúrgica, sendo representada pela participação do BNDES no total de investimentos de cada submercado i em cada ano t

MS_{it} variável que expressa o tamanho do mercado (*market size*) mensurada pela produção ou pela receita líquida de venda de cada submercado. A receita é obtida através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em sua Pesquisa Industrial Anual, enquanto a produção está disponível no Instituto Aço Brasil.

³ O parâmetro alfa sumariza os aspectos relativos à tecnologia e às características da indústria em questão, tais como gastos em P&D, número de trajetórias tecnológicas e grau de substituição entre as classes de produtos.

α_{it} equivale aos investimentos anuais realizados por cada segmento i da indústria siderúrgica se colocando como uma *proxy* para o parâmetro alfa de Sutton (1998). A fonte de dados utilizada é o Anuário Estatístico do Instituto Aço Brasil.

e_{it} erro aleatório.

O subscrito i representa os segmentos aços laminados planos e aços laminados longos da indústria siderúrgica no Brasil, sendo $i = 1$ a referência ao segmento de aços planos e $i = 2$ o segmento de aços longos. O subscrito t equivale ao ano de observação das variáveis, $t = 1996, \dots, 2009$. β é o conjunto de coeficientes a serem estimados.

O investimento é considerado em sua totalidade, incluindo as seguintes áreas: insumos, redução, aciaria, lingotamento, laminação, pesquisa e desenvolvimento, treinamento de pessoal e outros. É plausível adotar esta variável como *proxy* para mensurar os gastos em P&D expostos na teoria de Sutton dadas as características tecnológicas da indústria siderúrgica, como exposto no item 6.2.3 Perspectivas e particularidades tecnológicas. Em um breve parêntese, cabe elencar alguns pontos, tais como o custoso processo de aprendizagem, a baixa apropriabilidade das inovações de processo e a crescente atuação das empresas de equipamentos como propulsores do progresso tecnológico na siderurgia.

Dos fundamentos de Organização Industrial e da análise da indústria siderúrgica, ao se estimar a equação (2), espera-se que β_1 , β_2 e β_3 sejam positivos. Quanto ao parâmetro β_3 relacionado aos investimentos, a expectativa de que ele seja maior que zero evidencia a relação causal positiva entre investimento e concentração. Em síntese, espera-se que $\beta_1 > 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 > 0$. O parâmetro β_1 é esperado ser positivo à medida que o BNDES seja bastante ativo no financiamento da indústria siderúrgica. No entanto, no período a ser estimada a regressão (2), houve pequena atuação do BNDES, o que pode alterar o sinal ou a significância estatística de β_1 .

Dada a disponibilidade de dados e os objetivos pretendidos, a equação (2) será estimada considerando o período de 1996 a 2009. Tal amplitude de tempo visa abranger a 5ª fase da evolução da siderurgia no Brasil caracterizada por movimentos de fusões e aquisições. Este período foi responsável por reestruturar a indústria no país e é abordado no item 6.1.1 Evolução da indústria siderúrgica no Brasil.

A equação (2) pode, também, ser estimada considerando C_{it} como variável dependente e nas formas logarítmicas e semilogarítmicas, como será evidenciado no item 6.3 do Capítulo 6.

6 RESULTADOS

Este capítulo está dividido em quatro itens: (6.1) Panorama da indústria siderúrgica no mundo e no Brasil; (6.2) Tecnologia e estrutura de mercado da indústria siderúrgica; (6.3) Desempenho da indústria siderúrgica; e complementando a análise do setor siderúrgico, o item (6.4) traz os resultados das regressões sobre os determinantes da concentração na indústria siderúrgica no Brasil.

6.1 Panorama da indústria siderúrgica no mundo e no Brasil

A siderurgia mundial pode ter sua evolução nos últimos setenta anos dividida em quatro fases, a saber: 1945 a 1979, 1980 a 1987, 1988 a 1999, e os anos 2000. A fase inicial compreende o período pós II Guerra Mundial até a década de 1970 (isto é, de 1945 a 1979), sendo marcada pelo grande desenvolvimento da indústria siderúrgica com efetiva atuação do Estado. A produção de aço bruto cresceu neste período, em média, 5% ao ano, em resposta à reconstrução mundial depois da devastação causada pela II Guerra Mundial. Nesse período, de acordo com Pinho (2001), a siderurgia dos países desenvolvidos se encontrava pressionada pelas necessidades de expandir a capacidade produtiva para acompanhar o crescimento do mercado e de modernizá-la por meio da adoção das novas tecnologias, como o conversor a oxigênio e o lingotamento contínuo.

A segunda fase, que engloba a década de 1980, foi caracterizada pela estagnação da produção anual em torno de 700 milhões de toneladas de aço, devido ao cenário de desaceleração das economias desenvolvidas, a oferta demasiada de aço com preços em queda e a intensificação do uso de materiais substitutos como alumínio, plástico e cerâmica, a qual ameaçou a hegemonia do uso do aço em alguns segmentos. A forte presença do Estado dificultou a tomada de decisão por parte das empresas para responder ao novo delinear do mercado mundial – novas exigências e mudanças no ambiente. Dessa forma, a indústria carente de investimentos em novas tecnologias de produtos e processos estagnou-se, tornando as empresas ineficientes em relação aos custos e, por vezes, protegidas por mercados fechados.

No caso particular dos Estados Unidos, a década de 1980 presenciou, segundo De Paula (1994)⁴ apud Oliveira (2004), um movimento sem paralelo de associação entre empresas japonesas e norte-americanas. As empresas siderúrgicas do Japão tinham como motivação estratégica implantar fábricas nos Estados Unidos para atender às montadoras japonesas que se instalavam naquele país e contornar as barreiras à importação de aço impostas pelo governo norte-americano. Esses investimentos japoneses na indústria siderúrgica dos Estados Unidos se efetivaram de três formas principais: (a) aquisições de participações acionárias nos Estados Unidos; (b) construção de novas plantas de laminação a frio e acabamento, com destaque para as galvanizadoras⁵; e (c) instalação de novos centros de serviços. Como resultado, no início da década de 1990 em torno de 25% da produção norte-americana de aço provinha de unidades vinculadas a capital japonês.

Em 1988, inicia-se a terceira fase que se estendeu até o final da década de 1990. Esta fase é caracterizada pela reestruturação da indústria siderúrgica, passando por um processo de privatização, influenciado pela nova conjuntura econômica de abertura e globalização dos mercados. Tal reestruturação é responsável pela internacionalização da indústria e pelo aumento da competição entre as empresas siderúrgicas. Nos anos 2000, a participação estatal na indústria siderúrgica é inferior a 20% e concentrada na Rússia, Ucrânia, China e Índia.

A primeira metade da década de 1990, conforme constatado por Pinho (2001), concentrou a maior parte das privatizações, as quais tiveram caráter eminentemente nacional. Já nos anos seguintes, tiveram início as operações em escala continental, em que as empresas envolvidas eram de países distintos de um mesmo continente, e em nível global, fato esse que caracteriza um evento natural, conforme proposto por Sutton (1998), em que a siderurgia mundial é exposta a uma nova configuração e como resposta há um consequente aumento da concentração nessa indústria, como ilustrado a seguir.

Este novo patamar de centralização de capitais tem destaque no continente europeu. Esgotadas as possibilidades de rearranjos em escala nacional, a siderurgia europeia passou a desenvolver iniciativas em escala regional. Com destaque para a fusão em 1999 entre a British Steel, privatizada em 1988, e a holandesa Hoogovens dando origem ao até então maior grupo europeu, o Corus.

⁴ DE PAULA, G. M. Investimentos japoneses na siderurgia norte-americana. *Metalurgia e Materiais*, v. 50, n. 428, 414-417 p. 1994.

⁵ Galvanização consiste em revestir o aço por metais mais nobres, como o zinco. Trata-se de etapa adicional na cadeia produtiva de aços planos, como na produção de chapas e bobinas revestidas.

O processo de fusões e aquisições na siderurgia mundial, apesar de sua intensidade, não alterou de forma expressiva o grau de concentração desta indústria nessa fase. Conforme ilustrado a seguir, a participação dos quatro maiores grupos siderúrgicos mundiais na produção de aço bruto, medida pelo índice CR4, passou de 11,4% em 1991 para 12,1% em 2000.

Nos anos seguintes, a concentração intensificou-se alcançando o CR4 de 17% em 2006, o que caracteriza uma quarta fase da evolução da siderurgia mundial. Cabe salientar que a queda da produção do maior grupo mundial ArcelorMittal foi o principal fator de redução do índice de concentração em 2009 (CR4 de 13,5%), muito em resposta à crise financeira de 2008.

Figura 3 – Evolução do índice CR4 na indústria siderúrgica mundial no período de 1980 a 2010

Fonte: Elaboração própria baseada em World Steel Association.

É característica marcante desta fase a aproximação das etapas de laminação e/ou acabamento dos consumidores finais. Este comportamento resulta em concentração das atividades de base nos países em desenvolvimento, os quais passam a ser responsáveis por exportar semiacabados aos centros consumidores, clara segmentação da indústria em dois submercados em termos mundiais.

A trajetória de expansão dos grandes grupos é intensificada, cabendo mencionar a formação do grupo Arcelor em 2001. O maior conglomerado siderúrgico mundial associou integralmente as atividades dos grupos Usinor, Arbed e Acelaria. Este movimento teve impactos diretos no Brasil, visto que o Usinor tinha posição dominante nas brasileiras Acesita e CST, enquanto o Arbed participava do capital da Belgo-Mineira.

Em 2006, a Mittal Steel, uma multinacional do setor siderúrgico, e a Arcelor se fundiram formando o maior produtor mundial de aço, o grupo ArcelorMittal. Com presença em mais de 60 países, o grupo tem atividades integradas na siderurgia e na mineração, além de atuar em outros elos da cadeia siderúrgica, como nos segmentos automotivo, construção, embalagens e tecnologia em P&D (ArcelorMittal, 2011).

Em 2007, o grupo Corus foi comprado pela maior empresa privada indiana, a Tata Steel, colocando o grupo entre as dez maiores companhias siderúrgicas mundiais.

No ano de 2010, os principais líderes na produção de aço bruto e suas respectivas nacionalidades eram: ArcelorMittal (europeia), Baosteel (chinesa), POSCO (sul coreana) e Nippon Steel (japonesa), ver Tabela 1.

Tabela 1 – Participação dos dez maiores grupos siderúrgicos em termos da produção mundial de aço bruto no ano de 2010

Empresas Siderúrgicas	Produção de Aço Bruto (milhões de toneladas)	Part. no Total Mundial
ArcelorMittal	98,2	6,9%
Baosteel	37,0	2,6%
POSCO	35,4	2,5%
Nippon Steel	35,0	2,5%
JFE	31,1	2,2%
Jiangsu Shagang	23,2	1,6%
Tata Steel	23,2	1,6%
US Steel	22,3	1,6%
Ansteel	22,1	1,6%
Gerdau	18,7	1,3%
Total Mundial	1.417,3	100%

Fonte: Elaboração própria baseada em World Steel Association.

Diante do anteriormente exposto, podem ser elencados dois aspectos centrais da evolução da siderurgia mundial nas três últimas décadas: (1) intensificação da consolidação patrimonial por meio dos processos de fusões e aquisições; e (2) expressivo movimento de internacionalização com o surgimento de empresas transnacionais, como a ArcelorMittal e o grupo Tata. Esses fatos alteraram a configuração dessa indústria passando de submercados

regionais para uma segmentação em submercados por segmento de produto: plano *versus* longo e acabado *versus* semiacabado.

Conforme salienta Oliveira (2004), é plausível supor que ao movimento de consolidação corresponderia um movimento de centralização da função tecnológica de modo a otimizar o uso de recursos já alocados a esse fim na estrutura das matrizes. Contudo, o que se evidencia nos movimentos de concentração e internacionalização ocorridos na indústria siderúrgica é a ausência de desenvolvimento de redes produtivas hierarquizadas entre filiais e matrizes, característica esta considerada predominante em processos produtivos de montagem. Como algumas das características das trajetórias tecnológicas em curso na siderurgia tendem a enfatizar o caráter de processamento contínuo, a internacionalização nesse setor acentua mais a exploração de ativos patrimoniais e o acesso a mercados do que a formação de estruturas de produção globalizadas. O que se observa é a busca por aproximar do consumidor final das etapas de laminação e/ou acabamento, o que possibilita a disputa por mercados relevantes. Em países emergentes, como é o caso do Brasil, a perspectiva é de estabelecimento de uma base de produção competitiva de semiprodutos de menor grau de elaboração.

A dinâmica supracitada teve seu componente na evolução da indústria siderúrgica brasileira, como será demonstrado no item a seguir.

6.1.1 Evolução da indústria siderúrgica no Brasil

A evolução da indústria siderúrgica brasileira pode ser dividida em cinco fases: 1) até a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN); 2) de 1945 a 1964; 3) período de fortes investimentos estatais de 1965 até o final da década de 1980; 4) período de privatizações (de 1988 a 1994); e 5) fase de fusões e aquisições a partir de meados da década de 1990.

No que tange à primeira fase da indústria siderúrgica brasileira, segundo Pelaéz (1970)⁶, apud De Paula (2002), a produção siderúrgica brasileira iniciou-se em 1925, ano em que a usina de Sabará, da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, tornou-se a primeira usina integrada da América do Sul, utilizando carvão vegetal como termorreduzidor, e dando origem à primeira rota tecnológica da siderurgia brasileira, a rota integrada. Conforme salienta Baer

⁶ PELAÉZ, C.M. O Desenvolvimento da Indústria de Aço no Brasil. Revista Brasileira de Economia. 1970. v. 24, n. 2, pp. 191-217.

(1970), até meados da década de 1920 o consumo brasileiro de laminados de aço era ainda atendido pelo produto importado.

Baer (1970) destaca que, nos anos de 1930, a mais notável expansão da indústria siderúrgica foi a construção, pela Belgo-Mineira, de sua segunda usina localizada em Monlevade, Minas Gerais. Com o início das atividades de laminação em 1940, essa companhia tornou-se a maior siderúrgica integrada da América Latina. Em abril de 1941 foi fundada, sob controle estatal, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), pioneira na produção de aços planos e na utilização de coque na siderurgia brasileira (CSN, 2008). Com a inserção da produção de aços planos no Brasil, a siderurgia no país passou por duas transformações: 1) os primeiros traços da definição de dois submercados (aço plano *versus* aço longo) e 2) a necessidade de utilização do carvão mineral na produção de aços planos diante da maior escala exigida por essa linha de produção. Mangabeira (1993, p. 65)⁷, apud De Paula (2002), enfatiza o objetivo explícito da constituição da CSN de fomentar o desenvolvimento industrial do país: “A criação da [CSN], durante o governo Vargas, fazia parte de uma política fortemente nacionalista de promoção do desenvolvimento do parque industrial do país e sua independência da influência econômica estrangeira”.

Quanto à segunda fase, de 1945 a 1964, Andrade, Cunha e Gandra (1999) destacam a entrada em operação de duas usinas: Acesita e Mannesmann. A Acesita iniciou em 1951 sua produção à base de carvão vegetal, estando a empresa sob controle estatal do Banco do Brasil. Posteriormente, sua produção foi direcionada ao segmento de aços especiais, o qual compreende tanto a produção de aço plano especial quanto de aço longo especial. Já a usina da Mannesmann, subsidiária brasileira do grupo alemão homônimo, iniciou sua atividade em 1954 voltada para o segmento de tubos com e sem costura. Ainda na década de 1950, de acordo com Gonçalves de Souza (1985)⁸, apud De Paula (2002), foram fundadas a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa) e a Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (Usiminas). A Cosipa, usina integrada a coque, foi constituída em 1953, na condição de empresa estatal, com capital compartilhado entre a Rede Ferroviária Federal, o então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), a CSN e o governo do Estado de São Paulo. Em 1956, foi fundada a Usiminas, consolidando-se como uma *joint venture* nipo-brasileira em meados de 1957, posteriormente sendo absorvida pelo Estado. Tais usinas

⁷ MANGABEIRA, W. Os Dilemas do Novo Sindicalismo: democracia e política em Volta Redonda. 1993. Rio de Janeiro, Relume-Dumará.

⁸ GONÇALVES DE SOUZA, M.A. Açominas: aspiração de várias gerações de mineiros. 1985. Belo Horizonte, Littera Maciel.

tiveram suas atividades iniciadas na década de 1960, coincidindo com o período de estagnação econômica resultante do plano de estabilização, Plano Trienal (1963-65) do governo de João Goulart, conforme destaca Guimarães (1987)⁹, apud De Paula (2002). Esse período também foi marcado pela forte atuação do Estado, sendo o então BNDE a principal instituição financeira especializada no financiamento do investimento industrial, conforme salienta Monteiro Filha (1994).

Entrando na terceira fase da evolução da siderurgia nacional, caracterizada por grande aporte de investimentos governamentais de 1965 até o final da década de 1980, Monteiro Filha destaca que os investimentos estatais vindos através do BNDE focavam projetos em que a escala é uma importante barreira à entrada, com longos períodos de maturação. Em fevereiro de 1965, segundo De Paula (2002), entrou em concordata o grupo Jafet, na época o segundo maior grupo privado nacional, sendo superado apenas pela Belgo-Mineira. Nesse ano foi desativada a mais importante usina do grupo, a Companhia Siderúrgica de Mogi das Cruzes (Cosim), que retomou sua produção em março de 1967 devido a sua estatização. De acordo com Schneider (1987)¹⁰, apud De Paula (2002), em 1968 o I Plano Nacional Siderúrgico (PNS) propôs quatro ações para incrementar a produção brasileira do aço: a) a criação de uma comissão para o desenvolvimento do aço, como um corpo permanente interministerial, para estabelecer as políticas globais do setor; b) a criação de uma *holding* das companhias estatais, que se denominaria Brassider; c) a criação de uma comissão para o desenvolvimento do setor privado, para coordenar a expansão desse segmento; e d) a criação do Fundo Nacional de Siderurgia (Funasi), visando financiar a expansão do setor.

Em março de 1968, três meses após a conclusão do I PNS, o governo criou o Conselho de Não-Ferrosos e de Siderurgia (Consider). A *holding*, que passou a controlar os investimentos estatais na indústria siderúrgica, foi constituída somente em 1974, com o nome de Siderbrás. Já um fundo nacional do aço e um órgão para o setor privado nunca chegaram a ser instituídos. Em 1972, segundo De Paula (2002), a produção siderúrgica brasileira atingiu 6,5 milhões de toneladas, 1% do total mundial, colocando o Brasil como o 17º maior produtor mundial. Tal fato deve-se principalmente ao grande enfoque dado pelo Governo Federal à indústria siderúrgica, principalmente durante o II Plano de Desenvolvimento Econômico (de 1974 a 1978), quando, segundo Monteiro Filha (1994), o então BNDE voltou a concentrar os

⁹ GUIMARÃES, O.F.N. Tecnologia e Siderurgia Brasileira. 1987. Revista Brasileira de Tecnologia, v. 18, n. 2, pp. 45-62.

¹⁰ SCHNEIDER, B.R. *Politics Within the State: elite bureaucrats and industrial policy in authoritarian Brazil*. 1987. Princeton, Princeton University (Ph.D. Thesis).

empréstimos para a produção de insumos básicos, que é o caso da siderurgia, e de bens de capital.

Ainda segundo a autora, mesmo com a deterioração do balanço de pagamentos e a aceleração inflacionária no final da década de 1980, o já BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) continuou a beneficiar financeiramente a siderurgia, contudo em menor proporção.

A política de industrialização do governo é ainda destacada por Andrade, Cunha e Gandra (1999) como encorajadora da substituição de importações de indústrias básicas, caracterizando um forte direcionamento para a indústria siderúrgica. Foram investidos US\$ 13,5 bilhões nessa indústria no período 1974-1980, sendo que 77% se deram através da *holding* estatal Siderbrás, conforme De Paula (2002). No início da década de 1980, a produção anual brasileira atingiu 15,3 milhões de toneladas de aço bruto e o país passou a ser o décimo maior parque siderúrgico mundial, em termos de volume de produção. Os investimentos no período de 1974 a 1980 foram concentrados na ampliação das três grandes usinas integradas a coque (estatais), que monopolizavam a produção de aço plano ao carbono/comum: CSN, Cosipa e Usiminas. Fato esse que reforça a maturação do submercado de aço plano no Brasil antes mesmo do segmento de aço longo, muito em resposta ao largo emprego do aço plano na indústria de base e aos aspectos técnicos que exigem maior escala operacional e assim favorecem a concentração dessa indústria.

Nos anos de 1980, iniciaram-se as atividades de usinas integradas a coque, controladas pela Siderbrás e voltadas à produção de semiacabados para venda no mercado, etapa anterior à da laminação, o que caminha em linha com a tendência internacional de concentração da produção de semiacabados em países em desenvolvimento em detrimento ao processo de laminação nos países desenvolvidos. Em 1983, tem início as atividades da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) no estado do Espírito Santo e em 1986 foi fundada a Açominas em Minas Gerais, ambas controladas pela Siderbrás, conforme salientam Andrade, Cunha e Gandra (1999). Ainda segundo os autores, nesse período (a chamada “década perdida”) a indústria apresentava excesso de capacidade devido à retração da demanda interna, assim, de forma a garantir a colocação no mercado internacional e a manutenção da produção, as usinas voltaram-se às exportações, mesmo diante dos baixos preços vigentes na época. Na década seguinte, De Paula (2002) salienta que as privatizações trouxeram diversos impactos à indústria, observando-se ao longo dos anos de 1990 um lento crescimento da produção.

Quanto à fase de privatizações da siderurgia brasileira, vale destacar, segundo De Paula (2002), que esta teve início em 1988, com a venda de pequenas usinas, e encerrou-se

em 1994. A evolução das privatizações deu-se na seguinte ordem cronológica: Cosim (setembro de 1988), Cimetel (novembro de 1988), Cofavi (julho de 1989), Usina Siderúrgica da Bahia - Usiba (outubro de 1989), Cosinor (novembro de 1991), Piratini (fevereiro de 1992), Usiminas (duas etapas: outubro de 1991 e setembro de 1994), CST (julho de 1992), Acesita (outubro de 1992), CSN (abril de 1993), Cosipa (agosto de 1993) e Açominas (setembro de 1993).

Pinheiro & Giambiagi (1992)¹¹, apud De Paula (2002), destacam que o grupo Gerdau teve crescimento exponencial de sua produção devido ao fato de ter comprado no processo de privatização a usina de Barão de Cocais da Cimetel, a Usiba, a Cosinor e a Piratini. Com a aquisição de Barão de Cocais, o grupo conseguiu otimizar a produção de ferro-gusa, aproveitando-se da proximidade dessa usina em relação aos fornecedores de minério de ferro e de carvão vegetal. No entanto, ainda de acordo com os autores, a compra da Cosinor permitiu ao grupo Gerdau consolidar certo poder de monopólio no mercado de laminados longos nas regiões Norte e Nordeste. E a aquisição da Piratini pelo grupo Gerdau renovou, à época, as críticas à concentração derivada do processo de privatização, uma vez que o grupo tornou-se monopolista na produção de aços longos na região Sul. De Paula (2002) ainda salienta que, embora a Belgo-Mineira não tenha adquirido inicialmente nenhuma empresa privatizada, ela passou a controlar os ativos da Cofavi. Adicionalmente, a Belgo-Mineira comprou 49% da Dedini, em agosto de 1994, passando ao controle total posteriormente.

Dentre as grandes siderúrgicas estatais, as privatizações se deram com restrição aos investidores estrangeiros, que conjuntamente só poderiam adquirir 40% das ações com direito a voto. Assim, conforme destaca Pinho (2001), como contrapartida da escassa participação estrangeira, o capital nacional predominou de forma ampla na privatização da siderurgia brasileira.

De Paula (2002) enfatiza que, quanto aos impactos da privatização das seis grandes siderúrgicas estatais (Usiminas, CST, Acesita, CSN, Cosipa e Açominas) em termos de estrutura de mercado, o fato de a Usiminas ter sido o principal adquirente da Cosipa em 2002 aumentou consideravelmente a concentração no segmento de aços planos e de chapas grossas. Fato esse que define um marco na evolução desse submercado, com a concentração alterando significativamente de patamar logo após a fusão e voltando a se ajustar próximo ao nível anterior à fusão, muito em resposta à maturidade observada neste segmento no que tange ao

¹¹ PINHEIRO, A.C. & F. GIAMBIAGI. As Empresas Estatais e o Programa de Privatização do Governo Collor. 1992. Anais do XX Encontro Nacional de Economia, v.1, pp. 475-508.

tamanho do mercado *versus* concentração. Já a Açominas foi adquirida pela Siderúrgica Mendes Jr., mas como aquela só produzia semiacabados, a aquisição representou uma verticalização para trás.

Fonte (2003) destaca que a privatização trouxe à indústria siderúrgica expressivo afluxo de capitais em composições acionárias de maior diversidade. Tal fato fez com que as empresas siderúrgicas passassem a integrar grupos industriais e/ou financeiros objetivando o aumento da economia de escala e da competitividade, através da atuação em atividades interligadas à produção siderúrgica.

Dada a nova configuração da siderurgia mundial observada no decorrer da década de 1990 e dos anos 2000 de internacionalização dos grupos empresariais, a indústria brasileira passou por muitas alterações em sua configuração, as quais são abordadas nesta quinta fase, caracterizada como sendo um período de fusões e aquisições.

Este cenário pós-privatização é determinado pela reformulação do controle acionário das usinas, reforçado pela existência, no ano de 2010, de 10 grupos siderúrgicos no Brasil, ante 36 em 1985, de acordo com dados do Instituto Aço Brasil.

No decorrer da década de 1990 e nos anos 2000 foram intensificados os processos de fusões e aquisições. Em 1990, eram 28 grupos siderúrgicos em atuação no Brasil, passando para 24 em 1994 e 14 em 1999.

Já nos anos 2000, conforme explicitado na Tabela 2, a trajetória de concentração da indústria foi mantida, chegando a 96% a parcela da produção de aço bruto sob responsabilidade dos quatro maiores grupos no ano de 2007.

Tabela 2 - Número de grupos empresariais, capacidade instalada, produção de aço bruto e concentração na indústria siderúrgica brasileira – período de 1985 a 2010

Ano	Grupos Empresariais	Capacidade instalada (mil ton aço bruto)	Produção (mil ton aço bruto)	Utilização da Capacidade instalada	CR4	HHI
1985	36	28.000	20.455	73%	61%	0,1041
1986	37	28.000	21.233	76%	59%	0,0977
1987	36	28.000	22.228	79%	57%	0,0982
1988	36	28.000	24.657	88%	58%	0,0993
1989	35	28.000	25.055	89%	58%	0,0997
1990	28	28.000	20.567	73%	54%	0,0969
1991	27	28.000	22.617	81%	61%	0,1103
1992	27	28.000	23.934	85%	61%	0,1106
1993	25	28.000	25.207	90%	59%	0,1077
1994	24	28.200	25.747	91%	62%	0,1109
1995	15	28.300	25.076	89%	63%	0,1282
1996	15	29.550	25.237	85%	62%	0,1266
1997	14	30.450	26.153	86%	62%	0,1277
1998	14	30.757	25.760	84%	62%	0,1286
1999	14	28.928	24.996	86%	62%	0,1301
2000	13	29.889	27.865	93%	63%	0,1288
2001	10	32.876	26.717	81%	81%	0,1847
2002	10	33.388	29.604	89%	83%	0,1904
2003	10	33.694	31.147	92%	83%	0,1901
2004	10	34.022	32.909	97%	81%	0,1854
2005	10	36.039	31.610	88%	81%	0,1856
2006	10	37.074	30.901	83%	79%	0,1877
2007	7	38.849	33.782	87%	96%	0,2409
2008	8	41.462	33.716	81%	95%	0,2421
2009	8	42.069	26.506	63%	95%	0,2445
2010	10	44.622	32.928	74%	90%	0,2157

Fonte: Elaboração própria baseada em Instituto Aço Brasil.

A seguir são destacados os principais acontecimentos da reorganização da indústria siderúrgica nos anos 2000 e que levaram ao aumento da concentração, os quais evidenciam os crescentes investimentos dos grupos siderúrgicos sendo capazes de alterar a estrutura da indústria siderúrgica no Brasil:

- (1) A compra da Cosipa pela Usiminas em 2002¹², assumindo, assim, a posição de maior grupo produtor de aço bruto naquele ano. Ainda em 2002, a Gerdau adquiriu

¹² Ato de Concentração nº 08012.006755/2001-80. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/Default.aspx?ea4bdc2beb21f50ee638c564fc>>. Acesso em: 27 out. 2008.

o controle da Açominas¹³, operação aprovada pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) em 2004. Este salto no patamar de concentração da siderurgia no Brasil reflete a forte influência externa sofrida por essa indústria, com a formação de grandes grupos empresariais, a qual foi capaz de alterar a estrutura desse mercado.

- (2) Por outro lado, em movimento contrário ao de concentração, a Villares Metals é adquirida pelo grupo austríaco Böhler-Uddeholm AG se desmembrando do grupo Aço Villares.
- (3) Já em 2006, a Aço Villares é integrada ao grupo Gerdau, através da aquisição por parte do grupo de parcela da empresa espanhola Corporación Sidenor S.A.¹⁴, então controladora da Aço Villares. Apenas no início de 2008, a Gerdau consolida a fusão através da compra de 28,88% das ações da Aço Villares que eram do BNDES Participações S.A.¹⁵.
- (4) No ano de 2007, tem-se a integração da Acesita, da Belgo-Arcelor Brasil e da CST-Arcelor Brasil em um único grupo siderúrgico, o ArcelorMittal Brasil, o qual passa a ser o maior produtor de aço bruto no Brasil naquele ano.
- (5) Em 2008 é inaugurada uma usina siderúrgica integrada no estado do Pará, a Siderúrgica Norte Brasil – Sinobras, empresa do Grupo Aço Cearense e que tem sua atividade voltada à produção de aço longo para a construção civil do mercado doméstico. Seu alto-forno é abastecido com ferro-gusa próprio à base de carvão vegetal, além de também ter a opção de empregar sucata na aciaria elétrica.

A Figura 4 apresenta a evolução de 1985 a 2010 dos indicadores CR4 de concentração e HHI de desigualdade calculados para a indústria siderúrgica no Brasil.

¹³ Ato de Concentração nº 08012.001238/2002-03. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/Default.aspx?77b74bdd24f90c18e83ac762f2>>. Acesso em: 27 out. 2008.

¹⁴ Ato de Concentração nº 08012.011103/2005-91. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/Default.aspx?1f1ff0070f0416ee01121f3b15>>. Acesso em: 27 out. 2008.

¹⁵ Ato de Concentração nº 08012.006527/2008-86. Disponível em: <<http://www.cade.gov.br/Default.aspx?77b74bdd24f90c18e83ac762f2>>. Acesso em: 27 out. 2008.

Figura 4 – Evolução dos índices de concentração CR4 e HHI na indústria siderúrgica brasileira no período de 1985 a 2010

Fonte: Dados da Tabela 2.

A indústria siderúrgica teve sua produção do ano de 2009 retraída em reflexo da crise financeira internacional iniciada no ano anterior. Com a contração da produção de 33,7 para 26,5 milhões de toneladas de 2008 a 2009, respectivamente, a utilização da capacidade instalada passou de 81% para 63%. Em termos percentuais, a participação das quatro maiores empresas no total produzido não se alterou.

Particular movimento na estrutura da indústria é observado no ano de 2010. A concentração dos quatro maiores players se retraiu para 90% com a chegada de uma nova usina, a ThyssenKrupp CSA Siderúrgica do Atlântico, e com o desmembramento da ArcelorMittal Inox Brasil do Grupo ArcelorMittal, dando origem a Aperam South America.

A Siderúrgica do Atlântico, inaugurada em junho de 2010, tem como principal acionista a ThyssenKrupp Steel, maior produtor de aço da Alemanha, e a Vale do Rio Doce, que é responsável pelo fornecimento de minério de ferro. O complexo siderúrgico localizado no município do Rio de Janeiro conta com uma usina integrada e um porto com dois terminais, sendo um responsável pelo recebimento do carvão mineral e outro pelo escoamento da produção de placas de aço. Toda a produção da usina será escoada ao mercado externo, em especial para os Estados Unidos (60% da produção) e para a Alemanha (40% da produção), onde os produtos semiacabados serão transformados em usinas do próprio Grupo. A chegada desta nova usina totalmente focada na produção de semiacabados sinaliza o atual

enraizamento da siderurgia brasileira na estrutura produtiva convencional, em que a etapa de maior valor agregado, a laminação, fica por conta de países desenvolvidos e próxima aos centros consumidores no mercado externo. Além disso, esta nova usina em nada agrega os investimentos tecnológicos brasileiros na etapa de laminação de planos.

A Aperam South America faz parte do Grupo Aperam, que tem atividade no Brasil (atuando no segmento de aços planos especiais) e na Europa (segmento de placas inoxidáveis). Característica particular do grupo é a capacidade de produzir aços planos inoxidáveis e especiais usando carvão vegetal, sendo na América Latina, a única siderúrgica integrada de aços planos inoxidáveis e especiais. A decisão de desmembramento das atividades de aços inoxidáveis da ArcelorMittal para a Aperam, em 2010, teve cunho estratégico, visando dar maior independência ao segmento de aços inoxidáveis na busca de oportunidade de crescimento e autonomia em termos de investimentos. Esta nova configuração empresarial deve estimular o segmento de aços planos inoxidáveis no Brasil, podendo este vir a se caracterizar nos próximos anos como um próprio submercado independente do segmento dos aços planos.

Com essa reorganização iniciada em 2010, o que se observa é a busca por nichos de mercado e a cada vez maior segmentação dessa indústria, com as empresas focando seus esforços em seus próprios submercados, fato este evidenciado pela existência de um único grupo atuante nos dois submercados, a ArcelorMittal. A desigualdade da indústria se mantém elevada com o índice HHI passando do intervalo de 0,18 a 0,19 na primeira metade da primeira década dos anos 2000, para alcançar o patamar de 0,21 a 0,24 a partir de 2007. Essa elevação da desigualdade na siderurgia como um todo está intrinsicamente relacionada aos investimentos em tecnologia, como é proposto em Sutton (1998).

Cabe salientar que tais indicadores de concentração (CR4 e HHI) são calculados considerando a produção de aço bruto por grupo, assim, não faz distinção quanto às possíveis diferenças na concentração entre os produtos siderúrgicos finais e nem quanto à complementaridade e substituição dos mesmos.

Ao se analisar cada submercado em separado, em especial no período de 1996 a 2009, o que se observa é que o CR4 se mantém em 100% no caso do segmento de aços planos, enquanto para o segmento de aços longos a concentração chega a decair de 2007 a 2009.

Figura 5 – Evolução do índice de concentração CR4 por segmento da indústria siderúrgica brasileira no período de 1996 a 2009

Fonte: Elaboração própria baseada em Instituto Aço Brasil.

Ainda em termos de diferenças entre os segmentos de aços planos e aços longos, cabe destacar o fato de o submercado de aços planos apresentar distribuição mais uniforme entre as empresas nele atuantes do que o observado no submercado de aços longos, conforme exposto nas Figuras 6 e 7 por meio da curva de Lorez proposta no referencial teórico (item 4).

Figura 6 – Curva de Lorenz e Curva de Referência para o segmento de aços laminados longos no Brasil em 2010

Fonte: Elaboração própria baseada em Instituto Aço Brasil.

A curva de Lorenz do segmento de aços longos se localiza acima da curva de referência (curva-limite), característica de maior desigualdade entre as empresas em termos de participação no total produzido.

Figura 7 – Curva de Lorenz e Curva de Referência para o segmento de aços laminados planos no Brasil em 2010
Fonte: Elaboração própria baseada em Instituto Aço Brasil.

Já o segmento de aços planos apresenta curva de Lorenz abaixo ou muito próxima à curva de referência (Figura 7), sinalizando a maior homogeneidade entre as empresas atuantes neste submercado.

A seguir são ilustradas as curvas mínimas de concentração definidas a partir da relação entre a taxa de crescimento da concentração e a produção de cada submercado. Considerando o logaritmo neperiano da taxa de crescimento da concentração, assim como sugerido em Dick (2007), *versus* o logaritmo neperiano da produção é possível identificar as curvas quadráticas mínimas de concentração expostas nas Figuras 8 e 9.

Novamente, o que se identifica é um comportamento mais exponencial da evolução da curva no segmento de aço longo em detrimento ao plano, reforçando a hipótese de maior maturidade deste último submercado e curva mínima de concentração inferior.

Figura 8 – Curva mínima de concentração no submercado de aço longo – 1996 a 2009
 Fonte: Elaboração própria com base em dados do Instituto Aço Brasil.

Figura 9 – Curva mínima de concentração no submercado de aço plano – 1996 a 2009
 Fonte: Elaboração própria com base em dados do Instituto Aço Brasil.

6.2 Indústria siderúrgica: tecnologia e estrutura de mercado

O processo de produção do aço fundamenta-se em quatro insumos principais: o minério de ferro, o carvão (seja o mineral ou o vegetal), a sucata e a energia elétrica, os quais têm diferentes importâncias relativas de acordo com a rota tecnológica adotada. Existem duas rotas tecnológicas alternativas: as usinas integradas (a carvão mineral e vegetal e a redução direta) e as semi-integradas (mini-usinas). As usinas integradas transformam o minério de ferro em aço, e este em laminados, prevalecendo o uso do carvão mineral e vegetal e do próprio minério de ferro. Outro segmento tecnológico da rota integrada são as usinas à redução direta, as quais utilizam o minério de ferro diretamente no forno elétrico, não se valendo do alto-forno. Já nas usinas semi-integradas, o processo produtivo tem início na aciaria, utilizando sucata ferrosa e energia elétrica como insumos básicos, estando uma etapa a frente do uso do minério de ferro. Através da Figura 10 pode-se observar a esquematização das rotas tecnológicas existentes na siderurgia.

Figura 10 – Rotas tecnológicas para a produção de aço: integrada *versus* semi-integrada
Fonte: Adaptado de Araujo e Pinho (2004).

A produção brasileira advém principalmente da rota integrada (Rota 1), responsável por 78,4% do total produzido de aço bruto em 2010. A produção semi-integrada (Rota 2) respondeu por 21,6% da produção nacional em 2010.

De acordo com Pinho e Lopes (2000), no processo integrado a oxigênio, o carvão exerce duplo papel: como fonte de energia e como agente termorredutor do minério de ferro nos altos-fornos. O ferro-gusa resultante desse processo é destinado em estado líquido para a etapa de processamento nas aciarias. Assim, na etapa de refino é ajustada a quantidade de carbono, entre outros elementos de liga, à proporção adequada para obtenção das características desejadas e diminuição dos elementos residuais, como enxofre, nitrogênio e

oxigênio. Além do minério de ferro e do carvão, essa rota tecnológica requer o uso de fundentes, como o calcário, nos altos-fornos e de oxigênio líquido nos conversores.

Nas usinas semi-integradas, por sua vez, a etapa de depuração química da carga metálica ocorre em fornos elétricos ao arco, tendo na eletricidade sua principal fonte de energia e dispensando o uso do carvão. Além disso, a matéria-prima empregada, a sucata ferrosa (ao invés do minério de ferro), já apresenta carbono em sua composição, não demandando o carvão. Araujo e Pinho (2004) salientam que as usinas semi-integradas dispensam as duas etapas mais intensivas em capital da rota integrada: a redução e a laminação a quente. Nesses estágios do processo, a obrigatoriedade de grandes escalas mínimas eficientes surge das economias geométricas¹⁶ e da indivisibilidade técnica do capital.

Usinas que operam na rota tecnológica 2 são, também, designadas por mini-usinas, termo que faz referência ao caráter mais compacto da produção semi-integrada e à sua escala mínima inferior à das usinas integradas. O principal fator que proporcionou a capacidade de operar eficientemente em menor escala é a possibilidade de dispensar os altos-fornos, equipamentos propensos a retornos crescentes de escala. De acordo com parecer da Secretaria de Acompanhamento Econômico de 2007¹⁷, no caso da produção de aços longos especiais, a escala mínima necessária seria de 500 mil toneladas por ano para uma usina semi-integrada e de 1 milhão de toneladas por ano para uma usina integrada. No Brasil, ainda não se observa mini-usina atuando no segmento de aços planos. Considerando a produção de aços longos, segundo Pinho e Lopes (2000), o alto-forno empregado nas usinas integradas clássicas impõe um tamanho mínimo de 3 milhões de toneladas por ano, enquanto que as mini-usinas operam com escalas de 1 milhão de toneladas por ano.

Salienta-se que, atualmente, o carvão e coque de carvão mineral são os principais agentes redutores utilizados na produção do ferro, embora o uso do gás natural na produção de ferro-esponja esteja ganhando espaço com a redução direta. Em particular, o carvão vegetal é utilizado principalmente na América do Sul, especialmente no Brasil, dada a vasta disponibilidade de recurso florestal e a escassez de carvão mineral com qualidade para uso em aciaria.

O uso do carvão vegetal como termorredutor no processo siderúrgico data dos primórdios da produção do ferro. Todavia, de acordo com Araujo e Pinho (2004), com a 2ª Revolução Industrial, o processo de produção do aço passou a ser assentado, em sua maioria,

¹⁶ Entende-se por economia geométrica aquela em que a capacidade do equipamento ou instalação aumenta mais rapidamente que os custos incorridos.

¹⁷ Parecer n. 06430/2007/RJ - COGCE/SEAE/MF

no uso do coque siderúrgico, tornando ao mesmo tempo possível e atraente usar novos altos-fornos caracterizados por dimensões superiores e maior capacidade produtiva.

No Brasil, o uso em larga escala do carvão vegetal constitui uma peculiaridade da siderurgia, visto que sua economicidade trazida por dispensar o uso de coqueificação se contrapõe à exigência da ampla disponibilidade de recursos florestais. De acordo com Pinho e Lopes (2000), a partir do final da década de 1980, a eliminação das restrições à importação de coque de carvão mineral deflagrou um processo de redução do uso de carvão vegetal em algumas das maiores empresas que detinham este insumo, como é o caso da ArcelorMittal Aços Longos (ex-Belgo-Mineira).

Por outro lado, o carvão vegetal ainda é empregado como único agente termorredutor em usinas como a V&M do Brasil, a Aperam South America (ex-ArcelorMittal Inox Brasil), a Gerdau Aços Longos e a Sinobras. Sendo essa característica considerada um diferencial e uma preocupação ambiental quanto aos danos trazidos pelo coque de carvão mineral.

A partir desta divisão principal das rotas tecnológicas entre integradas e semi-integradas, cabe ainda salientar algumas particularidades tais como a existência de usinas integradas à redução direta e o emprego da sucata nas usinas integradas.

As usinas integradas à redução direta combinam características das plantas tradicionais e das mini-usinas. O processo produtivo tem início no minério de ferro, o qual é transformado em uma das formas de DRI (*directly reduced iron*) em fornos que utilizam como agente redutor o gás natural. Posteriormente, o aço bruto é refinado em aciarias elétricas assim como nas usinas semi-integradas. O processo de redução direta ganhou destaque na década de 1990, particularmente na Índia e em um grupo de países com grande disponibilidade de gás natural, como Irã, México, Venezuela, Arábia Saudita, Líbia e Indonésia. Conforme dados da Worldsteel, a produção mundial de DRI passou de 18,6 milhões de toneladas em 1990 para 42,5 milhões de toneladas em 2000 e atingiu 69,9 milhões de toneladas em 2010. Nesse ano, os principais países produtores de DRI foram: Índia, Irã e México. A Figura 11 ilustra a participação por país no total mundial produzido de DRI.

Figura 11 – Participação mundial dos principais países produtores de DRI em 2010
 Fonte: Elaboração própria baseado em Worldsteel.

No Brasil, o processo de redução direta ainda é pouco difundido, sendo utilizado apenas na usina Usiba da Gerdau Aços Longos no estado da Bahia. Nesta unidade, através do processo de redução direta do minério de ferro, obtém-se o usualmente denominado ferro-esponja ou DRI, o qual diferentemente do ferro-gusa contém maior teor de impurezas, conforme salientado por Kempka (2008).

Outra particularidade que merece destaque é a possibilidade de as usinas integradas empregarem sucata em maior ou menor proporção conforme o tipo de aciaria. De acordo com BNDES (2000) e dados recentes do Instituto Aço Brasil, a atual configuração das usinas integradas é baseada em fornos a oxigênio (BOF ou OBC – *Oxygen Blown Converter*), os quais empregam metal líquido e pequenas quantidades de sucata. Fato que difere do tempo em que os fornos OHF (*Open Hearth Furnace*) eram majoritários e podia-se empregar qualquer proporção de metal líquido/ferro-gusa e sucata. Este tipo de tecnologia é encontrado apenas nos países do Leste Europeu, especialmente na ex-União Socialista Soviética, e na Índia, os quais foram responsáveis por 1,3% do total de aço bruto produzido mundialmente no ano de 2009.

Considerando os dez maiores produtores mundiais em 2009, observa-se na Figura 12 a predominância da produção de aço bruto por meio da aciaria à base de oxigênio, o OBC. Cabe salientar a tendência mundial de migração para a rota tecnológica das mini-usinas, as quais empregam aciarias elétricas, os EF (*Electric Furnace*). Expressiva participação deste tipo de tecnologia é observada na Índia, nos Estados Unidos e na Turquia. A Índia, devido à vasta disponibilidade de DRI, apresenta vantagem comparativa no uso desta tecnologia. Já os

Estados Unidos encontram na oferta de sucata um importante diferencial para se valer desta trajetória. O país é considerado o berço das mini-usinas, segundo BNDES (2000), e conta com uma indústria sucateira desenvolvida e bem organizada, o que favorece a difusão das aciarias elétricas. No caso do Brasil, em especial, o destaque fica por conta da ampla oferta de carvão vegetal, a reduzida disponibilidade de sucata e o elevado custo da energia elétrica o que favorece a usina integrada a carvão em detrimento à redução direta e às mini-usinas. Além disso, as mini-usinas encontram uma barreira tecnológica em sua ascensão no segmento de aços planos, o qual exige maior escala do que a atualmente em operação nas mini-usinas instaladas no país.

Figura 12 – Porcentagem da produção de aço bruto por tipo de aciaria em 2009 nos dez maiores produtores mundiais

Fonte: Elaboração própria baseado em Worldsteel.

Nota: OBC: Oxygen Blown Converter

EF: Electric Furnace

OHF: Open Hearth Furnace

Conforme salientado por Brasil (2009), nas últimas décadas a expansão da produção siderúrgica mundial tem se dado, primordialmente, via forno elétrico (EF, na sigla em inglês). Contudo, a rota via forno a oxigênio (OBC, na sigla em inglês) ainda é a mais utilizada mundialmente, respondendo por 70% do total de aço bruto produzido mundialmente em 2009. Essa predominância do forno a oxigênio advém principalmente das limitações de disponibilidade de sucata em muitos países. A produção através de forno elétrico se faz mais comum nos Estados Unidos e na Europa, onde existe oferta organizada de sucata.

Embora o aço seja um dos materiais mais reciclados no mundo, ocorrem períodos de escassez de sucata em determinadas regiões, o que restringe a atuação das mini-usinas que encontram na sucata sua principal matéria-prima.

Merece destaque, também, os casos da China e da Índia, países nos quais as mini-usinas são empregadas como elemento principal da estratégia de expansão nestes mercados, porque, segundo Brasil (2009), se ajustam melhor à estrutura dos mercados locais e permitem expansão a menores custos do que as usinas integradas.

No caso específico do parque siderúrgico brasileiro, as usinas atualmente em operação podem ser classificadas em dois grandes grupos e, tipicamente, em três principais rotas tecnológicas, conforme descrito a seguir de acordo com adaptação da metodologia adotada pelo Ministério das Minas e Energia em Brasil (2009).

- **Grupo 1:** *Usinas integradas convencionais (Rotas 1.1 e 1.2 na Figura 13)*

Este grupo engloba as usinas que fabricam o aço a partir do minério de ferro por meio da produção de ferro-gusa, produto da redução do minério de ferro em altos-fornos, os quais podem operar usando o coque de carvão mineral ou o carvão vegetal como redutor. O refino do ferro-gusa e a consequente produção do aço são feitos em aciaria a oxigênio, usualmente nos conversores LD. Considera-se, ainda, uma subdivisão deste grupo em duas rotas tecnológicas dada a possibilidade de utilizar diferentes agentes redutores:

Rota 1.1 – rota integrada a coque de carvão mineral

Rota 1.2 – rota integrada a carvão vegetal

- **Grupo 2:** *Usinas semi-integradas (Rota 2 na Figura 14)*

Neste grupo, que compreende a terceira rota tecnológica, são consideradas as usinas siderúrgicas que produzem o aço a partir de insumos metálicos (sucata e ferro-gusa) predominantemente adquiridos de terceiros, utilizando aciaria elétrica. Adicionalmente, considera-se nesta rota semi-integrada a produção de aço a partir do ferro-esponja, visto que também emprega forno elétrico em seu processo produtivo.

Figura 13 – Rota siderúrgica integrada (Grupo 1: Rotas 1.1 à esquerda e 1.2 à direita)
 Fonte: Baseado em Brasil (2009).

Figura 14 – Rota siderúrgica semi-integrada (Grupo 2: Rota 2)
 Fonte: Baseado em Brasil (2009).

Em termos mundiais, a produção de aço em usinas semi-integradas teve início na década de 1930, mas foi somente nos anos de 1960 que essas usinas se propagaram com a implementação de novas tecnologias nas aciarias e no lingotamento contínuo. Esses desenvolvimentos tecnológicos permitiram a compactação dos processos industriais e viabilizaram uma produção competitiva em menor escala e com menores requisitos de capital para o investimento (ARAUJO E PINHO, 2004).

A sinterização consiste em um processo de beneficiamento do minério de ferro visando um melhor desempenho operacional dos altos-fornos e fornos de redução direta por meio da aglomeração de finos do minério. A etapa de coqueificação, por sua vez, é o beneficiamento do carvão mineral. Na delimitação do processo siderúrgico, considera-se como pontos de partida a sinterização e a coqueria, e o processo termina na etapa de laminação. Essa amplitude do processo é adotada visto que, nas usinas 100% integradas, essas fases são processadas no interior da própria planta siderúrgica.

Os segmentos de pelletização do minério de ferro e de produção de ferroligas são considerados processos externos. No Brasil, a produção de pelotas de minério de ferro é toda voltada ao mercado externo, estabelecendo um amplo comércio internacional e transoceânico de pellets (pelotas) de ferro. As ferroligas consistem em ligas de ferro com outros metais que são empregadas na fabricação de aços especiais ou ligados. Sua produção também se dá em unidades industriais independentes das usinas siderúrgicas.

No Quadro 1 é apresentada a classificação das usinas existentes no parque siderúrgico brasileiro segundo a rota tecnológica adotada. O Grupo 1, usinas integradas, embora composto por um menor número de usinas, responde pela maior parcela da produção de aço bruto no país, em torno de 78% no ano de 2010.

Quadro 1 – Rotas tecnológicas das usinas siderúrgicas no Brasil no ano de 2010

USINAS		
GRUPO 1		GRUPO 2
Rota 1.1 (usinas integradas a carvão vegetal)	Rota 1.2 (usinas integradas a carvão mineral)	Rota 2 (usinas semi-integradas)
Aperam South America/MG (ex-ArcelorMittal Inox Brasil)	Monlevade/MG (ArcelorMittal Longos)	Pindamonhangaba/SP (Aços Villares/Gerdau)
Barão de Cocais/MG (Gerdau Longos)	CST/ES (ArcelorMittal Tubarão) ¹	Mogi das Cruzes/SP (Aços Villares/Gerdau)
Divinópolis/MG (Gerdau Longos)	CSN/RJ (Cia. Siderúrgica Nacional)	Vitória/ES (ArcelorMittal Longos)
V&M do Brasil/MG	Açominas/MG (Gerdau Açominas)	Piracicaba/SP (ArcelorMittal Longos)
	CSA (Cia. Siderúrgica do Atlântico)	Juiz de Fora/MG (ArcelorMittal Longos) ²
	Ipatinga/MG (Usiminas)	Cearense/CE (Gerdau Longos)
	Cubatão/SP (Usiminas)	Açonorte/PE (Gerdau Longos)
		Cosigua/RJ (Gerdau Longos)
		Guaíra/PR (Gerdau Longos)
		Riograndense/RS (Gerdau Longos)
		Araçariguana/SP (Gerdau Longos)
		Usiba/BA (Gerdau Longos) ³
		Sumaré/SP (Villares Metals)
		Piratini/RS (Gerdau Aços Especiais)
		Sinobras/PA ⁴
		Barra Mansa/RJ (Votorantim)
		Resende/RJ (Votorantim)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto Aço Brasil (2011).

¹ Inclui a linha ArcelorMittal Vega/SC, unidade responsável pelos processos de decapagem, laminação a frio e galvanização das bobinas recebidas da CST.

² Dispõe da produção cativa de ferro-gusa a carvão vegetal e coque.

³ Utiliza a redução direta a gás natural para produzir ferro-esponja de consumo próprio.

⁴ Apresenta produção cativa de ferro-gusa a partir de carvão vegetal.

Cabe ainda destacar que as empresas siderúrgicas classificadas como integradas a carvão vegetal (Rota 1.1) atuam apenas no segmento de produtos longos. Enquanto as usinas da Rota 1.2 são capazes de atuar tanto no segmento de aços longos quanto de aços planos. Já a rota semi-integrada (Rota 2), por sua vez, apresenta autonomia de operação apenas na produção de aços longos.

O aço mantém sua posição de material de uso mais difundido na indústria de transformação, reforçando os vínculos da indústria siderúrgica com os elos consumidores. No

caso dos laminados planos, estes são utilizados principalmente nas indústrias relacionadas às atividades de transporte (automobilística, ferroviária e naval), de máquinas e equipamentos, de eletrodomésticos (linha branca), de tubos para a construção pesada e embalagens. Os principais consumidores de aços laminados longos, apesar de também terem aplicação diversificada, são a construção civil (vergalhões, barras, perfis e trilhos) e a agropecuária (arames).

Dada essa relação entre a indústria siderúrgica e os segmentos consumidores, observa-se tendência de ampliação do alcance das atividades das siderúrgicas, em linha com a teoria de submercado de Sutton (1998), visto que cada submercado passa a apresentar particularidades convenientes à sua atividade específica, diferenciando-se do outro. Usualmente, as usinas se encarregam de uma etapa adicional do processamento do aço, principalmente no segmento de aço plano que atende as montadoras de automóveis e os fabricantes de autopeças; além de controlar centros de distribuição e serviços. Como exemplo, têm-se os casos de integração do tipo para frente e para trás, seja em direção ao transporte e comercialização de produtos siderúrgicos ou da matéria-prima, os quais são presentes nas seguintes empresas siderúrgicas: ArcelorMittal Brasil, CSN, Gerdau, Usiminas e Siderúrgica do Atlântico. Observa-se o seguinte:

- A ArcelorMittal Brasil possui canais de comercialização e de prestação de serviços, além do Terminal de Barcaças Oceânicas (TBO). Este iniciou suas atividades em outubro de 2006 e atende ao transporte marítimo das bobinas de aço produzidas pelas empresas do grupo, atuando como parte da cadeia logística de abastecimento do mercado brasileiro, através da navegação de cabotagem. Pelo Terminal são embarcadas cerca de 1,1 milhão de toneladas/ano de bobinas a quente para a unidade de Santa Catarina, ArcelorMittal Vega do Sul (CST-Arcelor Brasil, 2011).
- A CSN tem participação em duas companhias ferroviárias, a MRS Logística e a Transnordestina Logística, além de operar dois terminais no Porto de Itaguaí no Rio de Janeiro. Visando preservar sua autossuficiência em energia, a CSN dispõe de uma Central Termoelétrica de Cogeração de Energia (CTE) na Usina de Volta Redonda (RJ) e mantém participações nas Usinas Hidrelétricas de Itá, em Santa Catarina, e de Igarapava, na divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais (CSN, 2011).
- A Gerdau, por intermédio da Comercial Gerdau, é responsável pela distribuição e comercialização de aços planos produzidos pelo Grupo Gerdau.

O grupo ainda opera dois terminais portuários nos estados do Espírito Santo e da Bahia que possibilitam a importação de carvão mineral e a exportação de produtos próprios.

- A Usiminas opera dois terminais privativos de uso misto: o Terminal Marítimo Privativo de Cubatão (TMPC) e o Terminal Privativo de Praia Mole (TPPM), no Espírito Santo, no qual possui participação. Esses terminais permitem a Usiminas receber matérias-primas (como carvão mineral, minério de ferro e fundentes) e exportar produtos siderúrgicos (Usiminas, 2011).
- A Siderúrgica do Atlântico, localizada no município do Rio de Janeiro e inaugurada em 2010, conta com dois terminais portuários responsáveis pelo recebimento do carvão mineral e pelo escoamento da produção de placas de aço.

Analisando a indústria siderúrgica pela ótica da teoria de tecnologia e estrutura de mercado desenvolvida por Sutton (1998), é possível fazer algumas inferências quanto à dinâmica e às tendências futuras da siderurgia no Brasil. Para isso, o instrumental de referência é o parâmetro de escalada, alfa. Este parâmetro evidencia a forma como as firmas podem responder a um aumento no tamanho do mercado elevando seus gastos em P&D e, além disso, faz referência ao potencial de alteração do equilíbrio atual diante de avanços tecnológicos.

Como já mencionado, o valor deste parâmetro depende do padrão tecnológico, das preferências e da natureza de competição de preços na indústria. No que tange aos aspectos tecnológicos da indústria, observa-se a existência de duas rotas tecnológicas centrais: as usinas integradas e as usinas semi-integradas. Dentro de um mesmo grupo empresarial têm-se usinas atuando nas duas rotas, como é o caso do segmento de aços longos tanto do grupo Gerdau quanto do grupo ArcelorMittal. Com exclusividade no segmento integrado registram-se os seguintes casos: Usiminas, CSN, CSA, V&M do Brasil e Aperam (ex-ArcelorMittal Inox Brasil). Já com atuação apenas na rota semi-integrada pode-se citar a Villares Metals, a Votorantim e a Sinobras. Dessa forma, o uso de trajetórias tecnológicas distintas implica em atuação exclusiva em determinado submercado, como, por exemplo, uma usina semi-integrada produtora de aços longos não é capaz de atuar no segmento de aços planos através da rota semi-integrada.

Observando a tomada de decisão em nível da empresa, essa se depara com duas estratégias distintas: a de escalada e a de proliferação. A primeira diz respeito ao montante ao ser investido em P&D e a segunda se refere a quantas trajetórias (integrada à carvão,

integrada à redução direta ou semi-integrada) e diferentes grupos de produtos (planos *versus* longos) a empresa irá atuar.

No que tange aos investimentos em P&D, toma-se como referência as Pesquisas de Inovação Tecnológica (PINTEC) realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos anos de 2003, 2005 e 2008. Aspecto esse a ser abordado no item 6.2.1 Estratégia de escalada.

Quanto à estratégia de proliferação, essa passa primeiramente pela delimitação dos submercados associados a cada rota tecnológica e pela compreensão do grau de ligação entre as diferentes rotas e os submercados. Para tanto, utiliza-se maior nível de detalhamento no item 6.2.2 Estratégia de proliferação.

6.2.1 Estratégia de escalada

O mecanismo de escalada faz referência à forma como as firmas podem responder a um aumento no tamanho do mercado, elevando seus gastos com P&D. Neste mecanismo, observa-se como a escalada dos gastos com P&D pode levar a um maior grau de concentração da indústria.

Em termos de investimento em tecnologia, a indústria siderúrgica mundial usualmente é caracterizada pelos reduzidos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) quando comparada com os demais segmentos industriais. De acordo com a taxinomia originalmente proposta pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), segundo Brasil (2009), pode-se classificar as indústrias nas seguintes classes de intensidade tecnológica: alta, média-alta, média-baixa e baixa. No caso da indústria siderúrgica esta apresenta média-baixa intensidade tecnológica.

Ao se analisar a indústria no Brasil, toma-se como referência a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) realizada pelo IBGE, a partir da qual é possível notar que os investimentos em atividades inovativas por parte do segmento Produtos Siderúrgicos¹⁸ têm aumentado de 2003 a 2008, passando de 1,89% do faturamento para 2,4%, respectivamente (Figura 15).

Figura 15 – Dispêndios com atividades inovativas pelo segmento de produtos siderúrgicos
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC (2003, 2005 e 2008).

¹⁸ A PINTEC considera como Produtos Siderúrgicos as atividades de três indústrias do setor de Metalurgia Básica, divisão 24 da CNAE 2.0: Produção de ferro-gusa e de ferroligas (Grupo 241), Siderurgia (Grupo 242) e Produção de tubos de aço, exceto sem costura (Grupo 243).

Os gastos em atividades inovativas compreendem oito categorias, a saber: Aquisição de máquinas e equipamentos; Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento; Treinamento; Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento; Projeto industrial e outras preparações técnicas; Aquisição de software; Aquisição de outros conhecimentos externos; e Introdução das inovações tecnológicas no mercado. Considerando a pesquisa mais recente, PINTEC 2008, a categoria de maior participação nos gastos da indústria siderúrgica com inovação foi a de aquisição de máquinas e equipamentos, com 78,1% dos gastos com inovação tecnológica de 2006 a 2008 (Figura 16).

Figura 16 – Participação dos segmentos no total de gastos com inovação tecnológica entre 2006 e 2008
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC 2008.

Os gastos em P&D (atividades internas de P&D e aquisição externa de P&D) equivaleram a 0,3% da receita líquida de vendas do segmento produtos siderúrgicos no Brasil em 2008. Este percentual confirma a baixa intensidade de gastos em P&D no setor siderúrgico brasileiro, conforme observado também em outros países. Segundo Pinho e Lopes (2000), nos Estados Unidos esses gastos foram equivalentes a 0,5% da receita líquida da indústria siderúrgica, Alemanha (1% da receita líquida), Coreia do Sul (1,2% da receita líquida) e Japão (1,8% da receita líquida).

A atividade siderúrgica tem como particular característica o fato de ser a mais intensiva em capital fixo de toda a matriz industrial. Característica essa, segundo Pinho e Lopes (2000), decorrente da natureza automatizada de processos produtivos que realizam transformações químicas e físicas dos insumos em regime de processamento contínuo e em

condições rigorosas de operações, tais como temperaturas acima de 1.000° C. Fato este que explica, em parte, o expressivo enfoque dos dispêndios com inovação no segmento de máquinas e equipamentos.

Desmembrando o aspecto tecnologia em duas vertentes principais (inovação de produto e tecnologia de processo), é possível constatar alguns pontos (ver Figura 17), tais como: (a) 39% das empresas de produtos siderúrgicos do Brasil declararam terem implementado inovações apenas de produto, ante 16% da indústria de transformação como um todo; (b) 32% das empresas de produtos siderúrgicos implementaram inovações apenas de processo ante 40% da indústria de transformação; (c) as empresas que apresentaram inovações tanto de produto quanto de processo foram 30% para produtos siderúrgicos e 40% em toda a indústria de transformação.

Figura 17 – Número de empresas siderúrgicas no Brasil que declararam terem implementado inovações tecnológicas de produto e de processo entre 2006 e 2008 e total de empresas pesquisadas
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC 2008.

Esse maior enfoque em tecnologia de produto em muito está vinculado às demandas por parte dos consumidores. Como enfatizado por Pinho e Lopes (2000), a siderurgia produz o material metálico de uso predominante no padrão de industrialização constituído a partir da 2ª Revolução Industrial e, desde então, desenvolveu uma série de produtos, os quais, em sua maioria, já estão bem estabelecidos. Dessa forma, os desafios em termos de tecnologia de produto ainda existem pontualmente para atender características demandadas em algumas aplicações, como resistência a impactos e corrosão, facilidade de aderência de pintura, estampabilidade e soldabilidade.

Entre os segmentos da siderurgia, a intensidade com que as empresas buscam aprimorar seus produtos varia, sendo maior no caso dos aços especiais e menor nos laminados longos comuns. Nos itens com menor valor agregado prevalece a característica de maturidade do produto e as trajetórias tecnológicas apresentam poucas oportunidades para inovação. Já em relação aos produtos sujeitos a maior agregação de valor, como os trefilados de uso industrial, os laminados planos revestidos e os aços especiais, o esforço de geração de variedades com especificações superiores é relevante (PINHO E LOPES, 2000).

6.2.2 Estratégia de proliferação

A estratégia de proliferação consiste na decisão das empresas de atuarem em mais de um submercado da indústria e/ou em mais de uma rota tecnológica. Para compreender melhor o emprego dessa estratégia na indústria siderúrgica, cabe delimitar os submercados associados a cada rota tecnológica e o grau de ligação entre as diferentes rotas e os submercados.

De modo geral, as usinas com rota integrada têm autonomia para atuar em ambos os submercados da indústria siderúrgica (laminados planos ou longos). Cabe salientar, como mencionado anteriormente, que as usinas integradas a carvão vegetal atuam apenas no segmento de produtos longos devido à maior escala exigida na produção de laminados planos.

As usinas semi-integradas, em boa parte do mundo, têm dominado a produção de laminados longos. Já a sua atuação no segmento de laminados planos tem sido mais limitada, principalmente em termos da escala mínima exigida, passando apenas a partir do final da década de 1980 a adentrar este submercado. Esse movimento foi possível devido à superação de restrições de tamanho mínimo através do aprimoramento das tecnologias de lingotamento de placas finas e dos laminadores de tiras a quente compactos. Contudo, no Brasil as mini-mills ainda atuam exclusivamente no submercado dos produtos longos.

No que diz respeito à escolha da rota tecnológica a ser adotada (integrada e semi-integrada), cabe salientar alguns pontos. Primeiro, a eficiência econômica dos dois processos depende dos preços dos principais insumos em cada caso (carvão e minério de ferro na rota integrada e sucata e energia elétrica na semi-integrada) sendo que essa relação de preços varia de acordo com as dotações de cada país.

Em específico, no caso brasileiro, a vasta disponibilidade de carvão vegetal e de minério de ferro de boa qualidade favoreceu a manutenção da rota integrada. Com a chegada do processo siderúrgico a coque, o governo incentivou sua implantação no país através da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em 1941, e da Companhia Siderúrgica Paulista

(Cosipa), em 1953, visando aumentar significativamente a produção nacional e reduzir a dependência externa de aço.

O segundo ponto a ser destacado é a proximidade aos centros consumidores. Esta se coloca como uma vantagem às mini-usinas, pois por operarem em menor escala e sem dependerem do suprimento de carvão e ferro, elas podem se instalar em qualquer região onde haja adequado abastecimento de sucata e eletricidade, que são insumos melhores distribuídos do que os demandados pelas usinas integradas, como ilustrado por Pinho e Lopes (2000).

Ainda segundo Pinho e Lopes (2000), a difusão do processo semi-integrado na década de 1990 no Brasil encontrou suporte na oferta de sucata, período no qual os então predominantes fornos à oxigênio detinham reduzida capacidade de empregar sucata na produção do aço. Todavia, diante da instalação das mini-usinas, da consequente maior demanda por sucata e da redução do crescimento das economias desenvolvidas, o que se observa é o aumento das cotações da sucata nos anos recentes e o estímulo à busca por insumos alternativos, como, por exemplo, a aplicação de cargas metálicas “a quente”, inclusive o ferro-gusa.

O Quadro 2 apresenta a atual divisão das empresas no Brasil entre as duas rotas tecnológicas (integradas e semi-integradas) e os submercados (planos e longos). Os produtos semiacabados não são considerados submercados devido ao fato de serem produtos intermediários no processo siderúrgico, antecedendo a etapa de laminação. Contudo, cabe salientar o esforço da inserção das exportações brasileiras neste segmento, no qual os produtos apresentam menor valor agregado e a competitividade depende menos de esforços ativos de capacitação tecnológica.

Quadro 2 – Atuação das empresas siderúrgicas de acordo com a rota tecnológica e com o submercado – ano de 2010

			Submercados					
			Planos			Longos		
			Laminados		Semi-acabados ¹	Laminados		Semi-acabados ¹
			Aços Carbono	Aços Especiais	Placas	Aços Carbono	Aços Especiais	Lingotes, Blocos e Tarugos
Rotas tecnológicas	Integrada	Aperam South America	X	X				
		ArcelorMittal Aços Longos				X		X
		ArcelorMittal Aços Planos	X		X			
		CSN	X		X			
		Gerdau Açominas			X	X	X	X
		Gerdau Aços Longos				X	X	X
		Usiminas	X		X			
		V & M do Brasil				X	X	X
		Sinobras				X		X
		Siderúrgica do Atlântico			X			
	Semi-integrada	Gerdau / Aço Villares				X	X	X
		Gerdau Aços Especiais				X	X	
		Votorantim Siderúrgica				X		X
		Villares Metals				X	X	

¹ Considerados apenas os semi-acabados para vendas

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto Aço Brasil.

Quanto ao grau de ligação entre as diferentes trajetórias tecnológicas e seus submercados associados, cabe salientar dois aspectos: um pelo lado da oferta e outro pela ótica da demanda. O grau de ligação pelo lado da oferta é elevado pelo fato de que as distintas trajetórias tecnológicas têm etapas em comum no processo produtivo, permitindo que investimentos em P&D em uma trajetória aumentem o desempenho de outra trajetória alternativa. Este é o caso do lingotamento contínuo desenvolvido para dar autonomia às usinas semi-integradas na produção de aços planos e que acabou por também beneficiar a rota integrada.

Já pelo lado da demanda, este grau de ligação é mais tênue, agravado pelas características amplamente distintas dos produtos planos e longos. Enquanto os laminados planos comuns são destinados em sua maioria à indústria automotiva, os longos são demandados pela construção civil. Em relação aos aços especiais, os planos são desenvolvidos para a indústria de motores e transformação e também de cutelaria, ao passo que os longos se destinam à indústria de autopeças.

6.2.3 Perspectivas e particularidades tecnológicas

Entre os diversos segmentos industriais, a indústria siderúrgica é o segundo maior consumidor de energia e o principal emissor de CO₂ no mundo, segundo Brasil (2009). Assim, ao se tratar de perspectivas tecnológicas é preocupação básica desse segmento investir em eficiência energética e na redução de emissões.

Além disso, os investimentos da indústria siderúrgica são caracterizados como sendo *demand pull*, em que as necessidades dos consumidores sinalizam e direcionam as ações tecnológicas, ao contrário de outros setores *technology push*, que se caracterizam por rápidas e grandes inovações tecnológicas. Assim, cabe frequentemente aos consumidores mais sofisticados, como o complexo automotivo, a tarefa de requisitar inovações, cada vez mais desenvolvidas através de mecanismos de parceria entre as usinas e seus clientes.

A intensidade dos investimentos varia entre os segmentos da siderurgia, sendo maior no submercado dos aços laminados planos conforme se observa na Figura 18. Este segmento apresenta significativo esforço de geração de variedades com especificações superiores, particularmente no caso dos laminados planos revestidos, segundo Pinho e Lopes (2000). Os planos revestidos consistem principalmente das chapas galvanizadas as quais são destinadas à indústria automotiva na indústria eletrodoméstico da linha branca e construção.

Figura 18 – Investimentos na indústria siderúrgica no Brasil por segmento – período de 1995 a 2009 em milhões de dólares

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto Aço Brasil.

No que tange à tecnologia de processo, esta apresenta constante espaço para aprimoramento dada a complexidade da atividade produtiva. Contudo, o deslocamento da fronteira tecnológica não é rápido, assim como ocorre com a tecnologia de produto. De acordo com Pinho e Lopes (2000), apenas duas inovações introduzidas na siderurgia a partir de 1950 podem ser consideradas radicais, a saber: o conversor a oxigênio e o lingotamento contínuo. O primeiro aprimorou o processo integrado, enquanto o segundo possibilitou atuação mais competitiva das usinas semi-integradas.

As usinas semi-integradas passaram a melhorar sua posição competitiva a partir das inovações na tecnologia de lingotamento e nas aciarias elétricas. As máquinas de corrida contínua permitiram a substituição dos laminadores de desbastes, os quais eram sujeitos a expressivos retornos de escala. Já as inovações nos fornos ao arco elétrico alteraram drasticamente os parâmetros operacionais (PINHO E LOPES, 2000).

A dinâmica tecnológica da indústria siderúrgica apresenta algumas particularidades que merecem destaque, como o custoso processo de aprendizagem, a baixa apropriabilidade das inovações de processo e a crescente atuação das empresas de equipamentos como propulsores do progresso tecnológico na siderurgia.

Quanto ao processo de aprendizagem, este diz respeito ao domínio da base de conhecimentos dessa indústria, a qual envolve a realização de transformações físico-químicas em condições muito rigorosas. De acordo com Pinho e Lopes (2000), a complexidade do processo siderúrgico representou um desafio importante para empresas de países em desenvolvimento, o qual não foi vencido em vários países sul-americanos, africanos e asiáticos.

Por outro lado, não se pode desconsiderar a capacidade inovativa das economias em desenvolvimento. Como exemplo Ritt (1999), *apud* Pinho e Lopes (2000), cita o caso da siderúrgica mexicana Hylsa que desenvolveu um dos mais difundidos processos de redução direta atualmente em aplicação em usinas em diferentes localidades, como a venezuelana Sidor, a indonésia Krakatau e a brasileira Usiba (Gerdau).

Outro aspecto relevante consiste na baixa apropriabilidade dos resultados das inovações em tecnologias de processo. Característica esta sinalizada pelo fato de empresas inovadoras terem passado a produzir e comercializar equipamentos que incorporam as mudanças tecnológicas. Além dessa evidência, a crescente presença de produtores independentes de equipamentos siderúrgicos corrobora este argumento, segundo Pinho e Lopes (2000).

As inovações tecnológicas observadas na siderurgia usualmente envolvem os esforços das usinas, dos produtores de equipamentos e dos institutos públicos de pesquisa, conforme salientado por Pinho e Lopes (2000). É expressiva a atuação dos fabricantes de equipamentos vinculados societariamente a usinas siderúrgicas, como é o caso da austríaca Vöest Alpine e da alemã Mannesmann no desenvolvimento do lingotamento contínuo.

O processo de lingotamento contínuo permitiu aperfeiçoar o processo siderúrgico e trouxe ganho de competitividade para as mini-usinas. No Brasil, observa-se a seguir a evolução do processo convencional e do contínuo em relação ao total. O lingotamento convencional teve sua participação reduzida de 37% em 1995 para 3% em 2010.

Figura 19 – Evolução da participação das duas tecnologias de lingotamento no volume produzido de aço bruto no Brasil – período de 1995 a 2010

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto Aço Brasil.

Em termos de iniciativas tecnológicas na siderurgia, a mais relevante diz respeito ao aprimoramento do uso de variedades de aço já comercializadas, visando melhor adequá-las aos consumidores finais. Trata-se do projeto ULSAB (*Ultralight Steel Auto Body*) e de seus desdobramentos, o ULSAC (*Ultralight Steel Auto Closures*), o ULSAS (*Ultralight Steel Auto Suspensions*) e o ULSAB-AVC (*Ultralight Steel Auto Body - Advanced Vehicle Technology*)¹⁹.

A proposta do projeto foi formulada pela entidade empresarial da siderurgia nos Estados Unidos e, posteriormente, pela instituição que congrega suas congêneres no mundo

¹⁹ Informações obtidas no site oficial do projeto (www.ulsab.org) e em Pinho e Lopes (2000) e Oliveira (2004).

todo, a Worldsteel Association (ex-*International Iron and Steel Institute*). O projeto que teve início em 1994 e perdura até os dias atuais representa uma reação da indústria à ameaça de substituição do aço por outros materiais, tais como as resinas termoplásticas e o alumínio na produção de automóveis.

O projeto inicial teve o apoio de 35 empresas siderúrgicas de 18 países, inclusive as brasileiras CSN e Usiminas, na busca pelo objetivo de desenvolver a carroceria de um carro médio que fosse mais leve, consumindo assim menos combustível e impondo menor impacto ambiental. O resultado foi a fabricação de uma carroceria 25% mais leve, com desempenho superior em termos de resistência a colisões e que pode ser reproduzida a um custo até 15% menor do que o da carroceria convencional.

6.3 Determinantes da concentração na indústria siderúrgica no Brasil

Este item apresenta os resultados da estimação da equação (2) do Capítulo 5 em separado para cada segmento i da indústria siderúrgica, aço laminado plano e aço laminado longo, objetivando relacionar concentração C_{it} , políticas econômicas PE , tamanho do mercado MS_{it} e investimentos anuais α_{it} . O método empregado nas estimativas foi o de mínimos quadrados ordinários (MQO) para uma regressão linear, o qual se mostrou satisfatório para o manuseio dos dados em questão. Os dados utilizados estão nas Tabelas 3 e 4 a seguir.

Optou-se por utilizar o HHI como medida da concentração devido ao fato do CR4 ser bem próximo de 1 no caso do segmento de aço plano e pouco se alterar (ver Figura 5). O mesmo não ocorre com o HHI, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 3 – Concentração da produção no segmento de aço longo (Cl) medida pelo índice HHI²⁰, investimentos do BNDES em R\$ de 2009 (PEI), investimentos siderúrgicos do segmento de aços longos em R\$ de 2009 (α l) e tamanho do mercado (MSI) medido pela receita líquida em R\$ de 2009 e pela produção de aços longos em toneladas

Ano	Cl (HHI)	PEI (em R\$)	MSI (Receita Líquida em R\$)	MSI (Produção em toneladas)	α l (em R\$)
1996	0,3634	742.566	10.867.748.588	5.181.000	304.918.289
1997	0,3748	4.404.258	10.961.090.776	5.567.000	355.095.654
1998	0,3766	2.487.054	9.104.159.719	5.549.000	1.053.148.627
1999	0,3655	329.222.193	10.051.159.970	6.163.000	1.818.033.061
2000	0,3589	277.062.905	11.366.197.031	6.418.000	924.307.525
2001	0,3596	24.055.018	12.116.872.170	6.793.000	1.020.424.175
2002	0,3569	20.307.145	14.010.024.139	6.980.000	880.790.629
2003	0,4218	8.727.077	13.806.863.894	7.140.000	1.356.202.970
2004	0,4215	32.372.470	23.425.669.116	8.050.000	1.546.024.421
2005	0,4187	280.215.696	13.825.277.947	7.728.000	2.290.079.130
2006	0,4149	457.493.866	19.803.994.332	8.346.000	2.003.949.358
2007	0,4201	214.521.912	21.062.700.266	9.170.000	2.501.034.418
2008	0,4012	515.038.185	27.549.259.875	7.805.000	2.227.884.104
2009	0,3795	274.189.362	12.252.890.000	9.391.000	1.512.183.200

Fonte: Cl calculado a partir de dados de produção do IAB; PEI investimentos do BNDES no segmento de aços longos; e por fim, a receita líquida, MSI, obtida da Pesquisa Industrial do IBGE e a produção, MSI, do IAB. Para deflacionar as variáveis PEI, MSI e α l em R\$, tomou-se o IGP-DI – geral – índice (2009 = 100).

Tabela 4 – Concentração da produção no segmento de aço plano (Cp) medida pelo índice HHI, investimentos do BNDES em R\$ de 2009 (PEp), investimentos siderúrgicos do segmento de aços planos em R\$ de 2009 (α p) e tamanho do mercado (MSp) medido pela receita líquida em R\$ de 2009 e pela produção de aços planos em toneladas

Ano	Cp (HHI)	PEp (em R\$)	MSp (Receita Líquida em R\$)	MSp (Produção em toneladas)	α p (em R\$)
1996	0,3388	714.309.094	17.253.253.578	10.699.000	2.882.863.823
1997	0,3459	1.683.993.310	16.687.448.353	10.941.000	5.050.929.568
1998	0,3420	644.895.410	16.797.885.426	10.059.000	5.364.079.302
1999	0,3451	694.994.821	16.628.046.026	9.708.000	3.947.983.558
2000	0,3440	1.218.751.631	18.327.756.411	10.761.000	3.772.280.711
2001	0,3396	2.250.140.024	18.091.928.150	10.189.000	4.389.662.557
2002	0,5072	509.804.497	21.948.068.484	10.906.000	2.899.059.440
2003	0,4315	431.943.599	25.240.577.229	12.556.000	1.749.242.685
2004	0,3989	492.922.417	30.051.842.770	13.755.000	1.594.806.745
2005	0,3810	203.858.582	28.466.372.885	13.575.000	2.661.443.313
2006	0,3807	1.339.271.537	26.746.596.930	13.806.000	5.232.534.435
2007	0,3747	642.729.189	29.724.562.444	15.045.000	2.139.332.791
2008	0,3521	720.066.733	30.891.755.106	11.391.000	2.039.270.278
2009	0,3464	184.300.361	32.910.832.000	14.614.000	4.374.744.000

Fonte: Cp calculado a partir de dados de produção do IAB; PEp investimentos do BNDES no segmento de aços planos; e por fim, a receita líquida, MSp, obtida da Pesquisa Industrial do IBGE e a produção, MSp, do IAB. Para deflacionar as variáveis PEp, MSp e α p em R\$, tomou-se o IGP-DI – geral – índice (2009 = 100).

²⁰ Cabe salientar que não se optou pelo uso do CR4 como variável dependente, pois ele pouco varia no caso do segmento de aços planos, considerando, assim, o HHI como variável dependente nas regressões.

Inicialmente, considerou-se o modelo similar ao definido no capítulo 5, contudo valendo-se da concentração com variável dependente e da produção como representante do tamanho do mercado. No entanto, os resultados econométricos não se mostraram significativos para as estimativas conforme ilustrado nos quadros 3 e 4 a seguir, nos quais também foram testados modelos com o tamanho de mercado sendo representado pela receita líquida, mas mantendo a concentração como variável dependente.

Posteriormente, a variável dependente passou a ser representada pela transformação logarítmica da concentração, $\ln(\text{HHI}/1-\text{HHI})$, enquanto o tamanho do mercado foi mensurado pela produção ou pela receita líquida, sendo esta última, assim como as demais variáveis mensuradas em unidade monetária, deflacionada pelo IGP-DI com base em 2009. Além dessa alteração, optou-se por considerar o logaritmo das variáveis explicativas MS_{it} e α_{it} devido à magnitude de tais dados, assim como a razão dos investimentos da siderurgia e do BNDES divididos pelo faturamento. Foram testados diferentes formatos da equação conforme ilustrado nos quadros 5 e 6, inclusive considerando a forma quadrática do tamanho do mercado, ou seja, incluindo o MS e o MS^2 , tal como sugerido pelas figuras 8 e 9 do item 6.1.1. Apesar dessa última mudança não melhorar os resultados econométricos.

Dentre as estimativas de equações de concentração *versus* investimento dos segmentos de aço longo e aço plano, foram escolhidas como o melhor resultado econométrico, as seguintes equações (destacadas em negrito nos quadros anteriores):

Equação de crescimento da concentração para o segmento de Aço Longo (Logaritmo neperiano dos investimentos do BNDES, investimentos da siderurgia divididos pela receita líquida e logaritmo neperiano da receita líquida $\ln MS$):

$$\ln(C_{1t}/1 - C_{1t}) = -8,0907 - 0,0316PE_{1t} + 0,3430\ln MS_{1t} + 1,8298 \frac{\alpha_{1t}}{MS_{1t}}$$

$$\begin{matrix} (-4,96)^a & (-2,14)^c & (4,55)^a & (2,85)^b \\ R^2_{\text{ajust.}} = 0,6190 & n = 14 & F = 8,04^a & DW(4,14) = 2,17^b \end{matrix}$$

Equação de crescimento da concentração para o segmento de Aço Plano (Logaritmo neperiano da receita líquida $\ln MS$, participação dos investimentos da siderurgia, investimentos do BNDES divididos pela receita líquida e uma variável binária):

$$\ln(C_{2t}/1 - C_{2t}) = 36,7026 + 0,4833PE_{2t} - 1,5406\ln MS_{2t} - 0,7024 \frac{\alpha_{2t}}{MS_{2t}} - 0,8967d_1$$

$$\begin{matrix} (7,16)^a & (0,57)^{ns} & (-7,25)^a & (-1,62)^d & (-7,87)^a \\ R^2_{\text{ajust.}} = 0,8651 & n = 14 & F = 21,84^a & DW(5,14) = 2,09^a \end{matrix}$$

onde: os valores entre parênteses sob os coeficientes estimados referem-se à estatística *t* de Student, de tal forma que o sobrescrito *a* indica o coeficiente ser estatisticamente significativo a 1%; *b* significativo a 5%; *c* significativo a 10%; *d* significativo a 20%; e *ns* indica não significância estatística do coeficiente.

Quadro 3 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço longo (Variável Dependente: concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009

Modelos	Constante	PE	MS	α	$R^2_{ajust.}$	N	F	DW
1. Produção de aço (MS) e investimentos na siderurgia (α)	0,3275 (10,13)*	-0,0999 (-1,79)***	4,52E-09 (0,77) ^{ns}	2,71E-11 (2,33)**	0,5134	14	5,57**	IC
2. Logaritmo neperiano da produção de aço (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-0,8387 (-1,44)****	-0,0908 (-1,45)****	0,05 (1,03) ^{ns}	0,021 (1,42)****	0,3922	14	3,80**	IC

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: * Denota a significância a 1%, ** a 5%, *** a 10%, **** a 20%. Os valores entre parênteses correspondem à estatística t de Student. Onde PE são os investimentos do BNDES no segmento de aços longos, α são os investimentos siderúrgicos do segmento de aços longos e MS é o tamanho do mercado.

Quadro 4 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço plano (Variável Dependente: concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009

Modelos	Constante	PE	MS		α	d1	d2	$R^2_{ajust.}$	N	F	DW
1. Produção de aço (MS) e investimentos na siderurgia (α)	0,4615 (3,66)*	-0,0873 (-0,78) ^{ns}	-8,20E-10 (-0,10) ^{ns}		-1,65E-11 (-1,55)****			0,0035	14	1,02 ^{ns}	IC
2. Logaritmo neperiano da produção de aço (lnMS) e dos investimentos (ln α)	1,8065 (0,87) ^{ns}	-0,0931 (-0,83) ^{ns}	-0,0141 (-0,14) ^{ns}		-0,0538 (-1,55)****			0,0104	14	1,05 ^{ns}	IC
3. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e investimentos (ln α)	1,6923 (0,81) ^{ns}	-0,091 (-0,81) ^{ns}	-0,0051 (-0,08) ^{ns}		-0,0536 (-1,38)****			0,0091	14	1,04 ^{ns}	IC
4. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e investimentos (ln α) adicionados das variáveis binárias (d1 e d2)	6,238 (4,94)*	0,0106 (0,34) ^{ns}	-0,2236 (-4,29)*		-0,0217 (-2,02)***	-0,1444 (-4,97)*	0,0669 (3,38)**	0,9575	14	36,04*	IC
5. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e investimentos (ln α) adicionados de uma variável binária (d2)	0,6164 (0,58) ^{ns}	-0,0208 (-0,36) ^{ns}	0,0224 (0,72) ^{ns}		-0,0358 (-1,81)***		0,1397 (5,52)*	0,8262	14	10,70*	IC

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: * Denota a significância a 1%, ** a 5%, *** a 10%, **** a 20%. Os valores entre parênteses correspondem à estatística t de Student. Onde PE são os investimentos do BNDES no segmento de aços planos; α são os investimentos siderúrgicos do segmento de aços planos; MS é o tamanho do mercado; d1 é a variável binária com um de 1996 a 2001 e zero de 2002 a 2009; e d2 é a variável binária com um para o ano de 2002 e zero para os demais anos.

Quadro 5 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço longo (Variável Dependente: transformação logarítmica da concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009

Modelos	Constante	PE	MS	MS ²	α	R ² _{ajust.}	N	F	DW	White	VIF
1. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-5,9023 (-3,91)*	-0,3569 (-1,53)**	0,1561 (2,04)***		0,8764 (1,99)***	0,5248	14	5,79**	IC	10,61*	Ausência de multicolinearidade
2. Logaritmo neperiano da produção (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-5,6122 (-2,29)**	-0,3803 (-1,44)****	0,2121 (1,03) ^{ns}		0,0884 (1,42)****	0,3907	14	3,78**	IC	13,32*	Ausência de multicolinearidade
3. Retirando PE e valendo-se do logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-5,4656 (-3,48)*		0,1610 (1,99)***		0,0595 (1,40)****	0,4665	14	6,68***	IC	3,67*	Ausência de multicolinearidade
4. Retirando PE e valendo-se do logaritmo neperiano da produção (lnMS) e dos investimentos da siderurgia	-5,0165 (-1,98)***		0,2085 (0,96) ^{ns}		0,0608 (0,98) ^{ns}	0,3307	14	4,21**	IC	9,45*	Ausência de multicolinearidade
5. Razão investimentos BNDES/receita líquida e logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-6,7295 (-4,51)*	-0,3666 (-1,64)***	0,2652 (4,17)*		1,1595 (2,24)**	0,5582	14	6,47**	IC	10,67*	Ausência de multicolinearidade
6. Considerando a variável PE como sendo o logaritmo dos investimentos do BNDES e mantendo o logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e dos investimentos (ln α)	-6,6705 (-4,26)*	-0,0287 (-1,84)***	0,1669 (2,28)**		0,1348 (2,40)**	0,5614	14	6,55*	IC	11,08*	Ausência de multicolinearidade
7. Logaritmo neperiano dos investimentos do BNDES, logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e razão investimentos/receita líquida	-8,0907 (-4,96)*	-0,0316 (-2,14)***	0,3430 (4,55)*		1,8298 (2,85)**	0,6190	14	8,04*	Ausência de autocorrelação	9,94*	Ausência de multicolinearidade
8. Logaritmo neperiano dos investimentos do BNDES, razão investimentos/receita líquida, logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e da receita líquida ao quadrado (lnMS ²)	-153,3814 (-1,44)****	-0,0347 (-2,46)**	12,7112 (1,40)****	-0,263 (-1,37) ^{ns}	1,9205 (3,10)**	0,7573	14	7,02*	IC	14,00*	Presença de multicolinearidade
9. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), razão investimentos BNDES/receita líquida e razão investimentos da siderurgia/receita líquida	-6,5050 (-4,52)*	-4,0939 (-1,73)****	0,2543 (4,15)*		1,5548 (2,45)**	0,5687	14	6,71*	IC	9,74*	Ausência de multicolinearidade

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: * Denota a significância a 1%, ** a 5%, *** a 10%, **** a 20% e ns não significância. Os valores entre parênteses correspondem à estatística t de Student. Onde PE são os investimentos do BNDES no segmento de aços longos, α são os investimentos siderúrgicos do segmento de aços longos e MS é o tamanho do mercado.

Quadro 6 – Resultado das regressões do modelo do submercado de aço plano (Variável Dependente: transformação logarítmica da concentração medida pelo HHI) – Brasil – 1996 a 2009

Modelos	Constante	PE	MS	MS ²	α	d1	d2	R ² ajust.	N	F	DW	White	VIF
1. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e investimentos (ln α)	24,3135 (4,56)*	0,0463 (0,35) ^{ns}	-0,9477 (-4,30)*		-0,0912 (-2,01)***	-0,6152 (-5,01)*	0,2641 (3,16)**	0,9289	14	34,97*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
2. Logaritmo neperiano da produção (lnMS) e investimentos (ln α)	1,3282 (0,21) ^{ns}	-0,0011 (-0,01) ^{ns}	0,0292 (0,07) ^{ns}		-0,1059 (-1,24) ^{ns}	-0,1057 (-0,80) ^{ns}	0,5353 (3,98)*	0,7645	14	9,44*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
3. Retirando a variável PE e fazendo logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e dos investimentos da siderurgia (ln α)	24,2807 (4,79)*		-0,9410 (-4,51)*		-0,0967 (-2,38)**	-0,6063 (-5,31)*	0,2643 (3,33)*	0,9358	14	48,38*	IC	12,34*	Ausência de multicolinearidade
4. Sem a variável PE e considerando o logaritmo neperiano da produção (lnMS) e dos investimentos da siderurgia (ln α)	1,3228 (0,23) ^{ns}		0,0293 (0,08) ^{ns}		-0,1058 (-1,39)****	-0,1058 (-0,86) ^{ns}	0,5354 (4,24)*	0,7907	14	13,28*	IC	10,94*	Ausência de multicolinearidade
5. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), participação dos investimentos do BNDES (PE) e investimentos da siderurgia divididos pela receita líquida	25,1491 (4,35)*	0,0776 (0,57) ^{ns}	-1,0626 (-4,43)*		-0,5385 (-1,62)****	-0,6405 (-4,99)*	0,2411 (2,72)**	0,9194	14	30,66*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
6. Logaritmo neperiano da produção (lnMS), participação dos investimentos do BNDES (PE) e investimentos da siderurgia divididos pela receita líquida	0,7674 (0,11) ^{ns}	0,0686 (0,27)*	-0,0761 (-0,18) ^{ns}		-0,2026 (-0,33) ^{ns}	-0,1580 (-0,99) ^{ns}	0,5107 (3,51)*	0,7228	14	7,78*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
7. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), investimentos do BNDES em termos monetários e investimentos da siderurgia divididos pela receita líquida	24,9576 (4,13)*	0,0041 (0,15) ^{ns}	-1,0572 (-4,29)*		-0,5969 (-1,80)****	-0,6279 (-4,87)*	0,2404 (2,65)**	0,9164	14	29,49*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
8. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), investimentos do BNDES e investimentos da siderurgia divididos pela receita líquida e uma variável binária (d1)	36,6344 (6,86)*	-0,0025 (-0,07) ^{ns}	-1,5356 (-7,08)*		-0,6270 (-1,47)***	-0,8798 (-7,81)*		0,8603	14	21,02*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
9. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), participação dos investimentos do BNDES (PE) e dos investimentos da siderurgia (α) e uma variável binária (d1)	36,6228 (7,08)*	0,0633 (0,36) ^{ns}	-1,5379 (-7,16)*		-0,5905 (1,36) ^{ns}	-0,8924 (-7,67)*		0,8622	14	21,33*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade
10. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS), participação dos investimentos da siderurgia, investimentos do BNDES divididos pela receita líquida e uma variável binária (d1)	36,7026 (7,16)*	0,4833 (0,57)^{ns}	-1,5406 (-7,25)*		-0,7024 (-1,62)****	-0,8967 (-7,87)*		0,8651	14	21,84*	Ausência de autocorrelação	14,00*	Ausência de multicolinearidade
11. Logaritmo neperiano da receita líquida (lnMS) e lnMS ² , participação dos investimentos da siderurgia, investimentos do BNDES divididos pela receita líquida e uma variável binária (d1)	18,9188 (0,03) ^{ns}	0,4656 (0,42) ^{ns}	-0,0584 (-0,00) ^{ns}	-0,0308 (-0,03)*	-0,6948 (-1,31) ^{ns}	-0,8920 (-4,30)*		0,8482	14	15,53*	IC	14,00*	Ausência de multicolinearidade

Fonte: Dados da pesquisa - Nota: * Denota a significância a 1%, ** a 5%, *** a 10%, **** a 20% e ns não significância. Os valores entre parênteses correspondem à estatística t de Student. Onde PE são os investimentos do BNDES no segmento de aços planos; α são os investimentos siderúrgicos do segmento de aços planos; MS é o tamanho do mercado; d1 é a variável binária com um de 1996 a 2001 e zero de 2002 a 2009; e d2 é a variável binária com um para o ano de 2002.

Em relação à equação de concentração no submercado de aço longo, a variável α_t/MS_t foi significativa a 5%, enquanto a variável MS_t foi significativa a 1% e PE_t a 10%. O coeficiente de determinação ajustado (R^2) foi de 0,6190, o que indica que 61,9% da variação ocorrida na taxa de crescimento da concentração do segmento de aço longo são explicados pelas variáveis explicativas do modelo.

O teste de Durbin-Watson confirmou a ausência de autocorrelação serial dos resíduos ao nível de significância de 5%. A heterocedasticidade se mostrou ausente através do teste de White, no qual a hipótese de homocedasticidade não foi rejeitada a 1% para uma distribuição de qui-quadrado de 9,94 a 9 graus de liberdade. Já a ausência de multicolinearidade foi confirmada por meio do teste VIF (*Variance Inflation Factor*).

Os sinais positivos das variáveis MS_t e α_t/MS_t indicam que estas variáveis têm influência positiva na concentração. A relação causal positiva entre tamanho de mercado MS_t e taxa de crescimento da concentração se mostra coerente ao exposto nas teorias de estrutura-conduta-desempenho e de estrutura de mercado de Sutton (1991 e 1998). Já a relação positiva entre investimentos em tecnologia α_t , sendo esta dividida pelo faturamento do submercado, e taxa de crescimento da concentração corrobora o previsto por Sutton (1998), refletindo que à medida que aumentam os investimentos em tecnologia em relação ao faturamento, a indústria tem sua estrutura alterada, passando a existir maior integração entre suas rotas tecnológicas e, conseqüentemente, elevação da concentração do mercado. Além disso, a variável tamanho de mercado apresenta maior magnitude de impacto no crescimento da concentração do que a variável investimentos, visto que um aumento de 10% em cada uma dessas variáveis explicativas gera acréscimo na concentração de 3,4% e 1,9%, respectivamente²¹.

Outro resultado que merece destaque é a relação causal negativa entre a variável investimentos do BNDES e a concentração no segmento de aço longo. O atual posicionamento dessa instituição de menor financiamento da indústria siderúrgica em relação ao que teve nas décadas de 1970 e 1980 reflete o fato de à medida que esses aportes diminuem, a concentração nesse submercado tende a aumentar, com a produção ficando centrada nos maiores *players*.

A evolução do índice HHI referente à produção de aços longos teve alternância de comportamento a partir de 2002 quando da fusão da Usiminas com a Cosipa, conforme pode ser observado na Figura 20, sendo necessária a inserção de variáveis binárias para separar a

²¹ No modelo log-linear na forma $\ln(Y) = b_1 + b_2X$, a elasticidade é expressa por $b_2 \cdot X$, assim toma-se como referencial o ano de 2009 para obtenção do valor da variável explicativa usado no cálculo da elasticidade.

série de concentração no segmento de aços planos em dois períodos, antes e depois de 2002 (variável binária d1) e para excluir o ano de 2002 (variável binária d2).

Figura 20 - Evolução do índice HHI no segmento de aços planos – período de 1996 a 2009

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto Aço Brasil.

A equação selecionada para o submercado de aço plano (ver a equação em **negrito** no quadro 6) sinaliza que à medida que os investimentos da siderurgia ou a receita líquida diminuem, a concentração aumenta, o que pode ser um indicativo de competitividade mais acirrada neste mercado facilitando a permanência dos agentes mais solidificados nesta estrutura, roubando mercado dos agentes menores ou mais vulneráveis. Observa-se que as variáveis MS_t e α_t/MS_t apresentaram significância estatística de 1% e 20%, respectivamente. Já o coeficiente associado aos investimentos do BNDES divididos pela receita líquida, PE^*_t , não apresentou boa significância estatística, corroborando o argumento de menor influência governamental nessa fase pós-privatização da indústria siderúrgica no Brasil, especialmente no segmento de aços planos. Em termos de magnitude, cabe salientar que o tamanho de mercado apresenta maior influência na concentração, uma vez que uma redução de 10% no tamanho do mercado gera um aumento de 15% na concentração, enquanto essa mesma redução de 10% nos investimentos implica em um aumento de 7% na concentração.

O coeficiente de determinação ajustado (R^2) foi de 0,8651, o que indica que 86,51% da variação ocorrida na taxa de crescimento da concentração do segmento de aço plano decorrem das variáveis explicativas do modelo, respondendo positivamente ao ajuste fornecido pela inserção da variável binária.

O teste de Durbin-Watson indicou a ausência de autocorrelação serial dos resíduos a 1% de significância estatística. A heterocedasticidade teve sua ausência confirmada por meio do teste de White que se mostrou significativo a 1%. E por fim, a multicolinearidade foi considerada não existente através do teste VIF.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação buscou analisar a evolução, principalmente nas últimas três décadas, e a configuração atual da indústria siderúrgica no Brasil tendo como referência o paradigma estrutura-conduta-desempenho (ECD), desenvolvido por Joe Bain, e as teorias de estrutura de mercado de John Sutton (1991 e 1998). O que se constatou foi a divisão da indústria siderúrgica em dois submercados independentes que se diferenciam por suas rotas tecnológicas (usinas integrada *versus* usinas semi-integradas) e por sua classe de produtos (aços planos *versus* aços longos).

Com base na ampla revisão de literatura sobre a indústria siderúrgica no Brasil, o que se pode concluir é que - dadas as características do país, tais como a oferta de carvão vegetal e de minério de ferro, reduzido e precário fornecimento de sucata - a indústria siderúrgica nacional encontrou nas usinas integradas sua base de desenvolvimento, apresentando nos anos recentes maior crescimento das usinas semi-integradas, todavia apenas no submercado de aços longos. Além disso, os investimentos estatais no início da indústria siderúrgica no Brasil privilegiaram as usinas integradas e o ganho de escala, com estruturas de grande porte em muito fundamentadas no uso de carvão mineral importado.

Valendo-se do paradigma ECD na análise da evolução histórica dessa indústria no país é possível elencar algumas particularidades que foram determinantes de sua atual configuração: 1) a forte presença do Estado na formação da indústria siderúrgica nacional dentro de um programa de criação da indústria de base (no período de 1940 a 1988); 2) a brusca alteração da dinâmica dessa indústria na fase pós-privatização (a partir de 1988), deixando-a exposta à entrada do capital estrangeiro e às novas diretrizes da economia global que privilegiava a produção de semiacabados nos países em desenvolvimento em detrimento à etapa de laminação do aço em um movimento de globalização das empresas siderúrgicas; e 3) o evento natural de internacionalização da indústria brasileira, muito em resposta à conjuntura econômica de abertura e globalização, e em maior dinamismo no submercado de aços planos sustenta as evidências de que esse segmento apresenta estrutura mais desenvolvida e sólida do que a de aços longos, trazendo autonomia para a busca de mercados externos para esse segmento.

Cabe salientar a expressiva atuação do Estado na siderurgia brasileira, com destaque para sua formação na década de 1960. Os investimentos estatais se davam por meio do então BNDE que teve importante papel no desenvolvimento da indústria nacional. Essa intervenção do governo teve seu ápice no I Plano Nacional Siderúrgico em 1968. Dentre outras medidas,

este plano estabeleceu em 1974 uma *holding* responsável por controlar os investimentos estatais na indústria siderúrgica nacional. Esse destaque dado pelo governo à siderurgia se manteve também durante o I Plano de Desenvolvimento Econômico até o final da década de 1970, com sua atuação voltada principalmente à rota integrada a coque de carvão mineral com exclusividade no submercado de aços planos.

Já no final da década de 1980, a atuação estatal por meio de investimentos na siderurgia foi perdendo espaço devido à deterioração das contas públicas, com o já BNDES financiando a indústria siderúrgica em menor proporção e o segmento de semiacabados ganhando destaque frente à etapa de laminação e focado nas exportações em um momento de deterioração da demanda doméstica.

Reforçando o movimento de concentração dessa indústria, as privatizações favoreceram a formação de grandes grupos empresariais com atuação exclusiva em certos nichos de mercado, ainda que predominantemente com capital nacional. Esse foi o caso do grupo Gerdau que monopolizou a produção de aços longos no sul do país na década de 1990.

No decorrer da década de 1990 e dos anos 2000, a indústria brasileira passou por muitas alterações em sua configuração, sendo caracterizada por um período de fusões e aquisições, com os quatro maiores *players* na indústria siderúrgica no Brasil sendo responsáveis por 90% da produção nacional de aço bruto em 2010.

A teoria proposta por Sutton (1998) - que relaciona tecnologia e estrutura de mercado - fundamentou a análise da estrutura da indústria siderúrgica no Brasil, valendo-se do instrumental de divisão da mesma em submercados independentes (aços planos e aços longos) e suas rotas tecnológicas. A indústria siderúrgica no Brasil acompanhou a evolução tecnológica observada em escala mundial, respondendo em termos de aumento da concentração à medida que são aprimoradas as técnicas produtivas. A difusão do forno elétrico e do lingotamento contínuo no final do século XX se colocou como um choque externo à configuração da indústria siderúrgica, trazendo a possibilidade de usinas operarem com escala reduzida, como é o caso das mini-usinas que combinam o uso do forno elétrico com o lingotamento contínuo. O uso do forno elétrico se aplica tanto nas usinas integradas, permitindo a redução direta do minério de ferro e dispensando o uso do alto-forno, quanto nas mini-usinas visando a utilização da sucata como matéria-prima para a produção do aço. No Brasil, a chegada do forno elétrico veio acompanhada da ascensão das mini-usinas na década de 1990, com atuação apenas no segmento de aços longos, sendo a aplicação do forno elétrico ainda pouco difundida na rota integrada a redução direta.

Em termos de rotas tecnológicas, conforme exposto, o Brasil aloca sua produção em duas rotas: as usinas integradas (com destaque para o uso do carvão, seja mineral ou vegetal, em detrimento ao DRI) e as usinas semi-integradas. São definidas assim três grandes rotas tecnológicas na siderurgia brasileira: integrada a carvão mineral, integrada a carvão vegetal e semi-integrada.

No que tange ao carvão vegetal, seu uso em larga escala constitui uma peculiaridade da siderurgia no Brasil, visto que sua economicidade trazida por dispensar o uso de coqueificação do carvão mineral se contrapõe à exigência da ampla disponibilidade de recursos florestais. Contudo, com a eliminação das restrições à importação de coque de carvão mineral a partir do final da década de 1980, teve início um processo de redução do uso de carvão vegetal.

Os principais consumidores de aços laminados longos, apesar de também terem aplicação diversificada, são a construção civil (vergalhões, barras, perfis e trilhos) e a agropecuária (arames). Essa relação entre a indústria siderúrgica e os segmentos consumidores possibilita a ampliação do alcance das atividades das siderúrgicas, em linha com a teoria de submercado de Sutton (1998), visto que cada submercado passa a apresentar particularidades convenientes à sua atividade específica, diferenciando-se do outro, cabendo destaque às integrações para frente e para trás.

Nos anos 2000 fica evidente a crescente aproximação das etapas de laminação e acabamento dos consumidores finais. Característica esta que traz implicações à estrutura da indústria siderúrgica no Brasil, visto que fica favorecida a exportação de semiacabados em detrimento à etapa de laminação que agrega valor ao produto final. Dessa forma, a configuração da indústria foi alterada, passando a existir uma segmentação em submercados por segmento de produto: plano *versus* longo e acabado *versus* semiacabado.

Sob a ótica da teoria de Sutton (1998) ainda é possível fazer algumas inferências quanto à tomada de decisão em nível da empresa, a qual se depara com duas estratégias distintas: a de escalada e a de proliferação. A primeira diz respeito ao montante ao ser investido em P&D e a segunda se refere a quantas trajetórias (integrada a carvão, integrada a redução direta ou semi-integrada) e diferentes grupos de produtos (planos *versus* longos) a empresa irá atuar.

Diante da segmentação da indústria siderúrgica em dois submercados, proposta nesta dissertação (aços planos e aços longos), buscou-se a partir de análise econométrica fundamentar as premissas de que tais segmentos dessa indústria têm dinâmicas distintas nas relações entre concentração e investimentos. Em síntese, é possível identificar relação causal

positiva entre investimentos em tecnologia e concentração principalmente no submercado de aços longos, refletindo que à medida que aumentam os investimentos em tecnologia, a indústria tem sua estrutura alterada, passando a integrar suas rotas tecnológicas e consequentemente, elevando a concentração do mercado. Além disso, fica evidenciado o maior peso de influência da variável tamanho de mercado em detrimento à variável investimentos.

No submercado de aços planos, fica ilustrado o fato de um decréscimo dos investimentos da siderurgia ou de sua receita líquida resultarem em um aumento da concentração. Fato este que sinaliza a competitividade acirrada existente entre os agentes deste segmento.

A principal conclusão da pesquisa é que a indústria siderúrgica no Brasil, de fato, apresenta particularidades em cada um de seus submercados muito além da dicotomia entre o uso de carvão vegetal *versus* o uso de carvão mineral. A diferença de rota tecnológica a favor da usina integrada e contra a mini-usina passa por disponibilidade de insumos, preços relativos dos insumos e a preferência da demanda externa por aço com maior grau de pureza de minério de ferro. Assim, os dois segmentos, aços longos e aços planos, implicam a necessidade de que esses dois submercados sejam considerados em separado, seja na tomada de decisão dos agentes ou na definição de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. A.; CUNHA, L. M. S.; GANDRA, G. T. **Reestruturação na siderurgia brasileira**. BNDES Setorial 9, mar. 1999. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set901.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2010.
- ARAUJO, J. B.; PINHO, M. S. Economias de escala em duas tecnologias alternativas: um estudo do setor siderúrgico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis. ENEGEP, 2004. p. 3438 – 3445.
- ARCELORMITTAL. História. Disponível em: <<http://www.arcelormittal.com/index.php?lang=en&page=15>>. Acesso em: 22 out. 2011.
- BAER, W. **Siderurgia e desenvolvimento brasileiro**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1970. 243 p.
- BAIN, J. S. **Barriers to New Competition**. Cambridge: Harvard University Press, 1956. 329 p.
- BNDES. **Tendências Tecnológicas da Siderurgia**. Área de Operações Industriais 1. Gerência Setorial de Mineração e Metalurgia n. 4, 1995. 6 p. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/is_g3_04.pdf>. Acesso em: 27 set. 2010.
- BNDES. **Mercado Mundial de Sucata**. Área de Operações Industriais 2. Gerência Setorial de Mineração e Metalurgia. nov. 2000. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/sucata.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2011.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Série Estudos Setoriais. Nota Técnica DEA 02/09: **Caracterização do uso da energia no setor siderúrgico brasileiro**. Rio de Janeiro. 2009. 89 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20090430_2.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2011.
- BRESNAHAN, T. F. **Sutton's Sunk Costs and Market Structure: Price Competition, Advertising, and the Evolution of Concentration**. Santa Monica: RAND Journal of Economics, v. 23, n. 1 (Spring, 1992), p. 137-152. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2555437>>. Acesso em: 24 nov. 2009.
- CARLTON, D. W.; PERLOFF, J. M. **Modern industrial organization**. 2nd ed. New York: Haper Collins College Publishers, 1994. 973p.
- CHURCH, J.; WARE, R. **Industrial organization: a strategic approach**. New York: McGraaw Hill, 2000. 832p.
- CSN. **Companhia Siderúrgica Nacional**. Disponível em: <<http://www.csn.com.br/irj/portal/anonymous?NavigationTarget=navurl://ef28ef5aa0fba19bf27b102a1f14f910>>. Acesso em: 22 nov. 2011.
- CST-ARCELOR BRASIL. **Terminal de Barcaças Oceânicas**. Disponível em: <http://www.cst.com.br/produtos/logistica/mercado_interno/mercado_interno.asp>. Acesso em: 22 nov. 2011.

DE PAULA, G. M. **Dimensões da Estratégia de Internacionalização. O caso de quatro grupos siderúrgicos (Mini-mills).** Centre of Brazilian Studies, University of Oxford. São Paulo: Editora Capitól Comunicações, 2001. 148 p.

DE PAULA, G. M. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio. Cadeia: Siderurgia.** Campinas, 2002. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/secex/desproducao/forcompetitividade/estcadeias/estco mcadintbrasil/ImpZonLivComercio/grupo1/siderurgia/15siderurgiaCompleto.PDF>>. Acesso em: 05 mar. 2007.

DICK, A. A. Market size, service quality and competition in baking. **Journal of Money, Credit and Banking.** Columbus, v.39, n. 1, p. 49-81, Feb. 2007. Disponível em: <http://faculty.insead.edu/dick/personal/documents/MarketsizeQuality_publishedversion.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FARINA, E. M. M. Q. **Reflexões sobre desregulamentação e sistemas agroindustriais: a experiência brasileira.** São Paulo, 1996. 156 p. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

FERREIRA, C. G. A evolução das normas técnicas de produção na siderurgia: principais tendências históricas. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.31, n.11, p.225-246, set. 1993.

FONTE, L. C. O. **Panorama nacional da indústria de ferro e do aço.** 2003. 84 p. Dissertação de Mestrado. Unicamp. Campinas, 2003.

FONTES, A. A.; SILVA, M. L.; SOARES, N. S. Análise econométrica do mercado brasileiro de carvão vegetal no período de 1974 a 2000. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 84-93, dez. 2004.

GARCIA, C. H. M. **O trabalho em rota de colisão: privatização, luta operária e estratégias sindicais na siderurgia brasileira.** Tese Doutorado. 2004. 286 p. Unicamp. Instituto de Economia, Campinas, 2004.

GIORGETTI, M. L. Lower bound estimation – quantile regression and simplex method: an application to Italian manufacturing sectors. **The Journal of Industrial Economics.** Colchester, v. 51, n. 1, p. 113-119, Mar. 2003.

GOMES, C.; AIDAR, O.; VIDEIRA, F. **Fusões, aquisições e lucratividade: uma análise do setor siderúrgico brasileiro.** In: ANPEC, 34, 2006, Brasília. Anais... Brasília: ANPEC, 2006. Área 8: Economia Industrial e da Tecnologia. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A017.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

HALLEN, P. V. D. **Concentration in the Belgian brewing industry and the Breakthrough of Lager in the interwar years.** Faculty of Economics and Applied Economics. Katholieke Universiteit Leuven. Discussion Paper Series 07.28, oct. 2007. Disponível em: <<https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/175453/1/Dps0728.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

HOPPE, H.; C.; The timing of new technology adoption: theoretical models and empirical evidence. **The Manchester School.** Manchester, v. 70. n. 1, p. 56-76, jan. 2002.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Processo Siderúrgico: Classificações.** Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/processo--classificacoes.asp>>. Acesso em: 30 nov. 2009.

KEMPKA, A. **Auto-redução do ferro-esponja. Uma nova técnica para o aumento de sua qualidade.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2008. Disponível

em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13864/000656203.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

KON, A. **Economia Industrial**. São Paulo: Nobel, 1999. 212 p.

LABSON, B. S.; GOODAY, P. Factors influencing the diffusion of electric arc furnace steelmaking technology. **Applied Economics**. Florence, n. 26. p.917-925, 1994.

MCAFEE, R. P.; MIALON, H. M.; MIALON, S. H. Do Sunk Costs Matter? Economic Inquiry. **Western Economic Association International**. Fountain Valley, 2009. 14 p. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/121684778/HTMLSTART>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

MEDEIROS, J. X. **Energia renovável na siderurgia: Análise sócio-econômica e ambiental da produção de carvão vegetal para os altos fornos de Minas Gerais (no início da década de 1990)**. 1995. 232 p. Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, Campinas, 1995.

MONTEIRO FILHA, D. C. **O BNDES e seus critérios de financiamento industrial: 1952 a 1989**. Dezembro, 1994. Disponível em: <http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecime nto/livro_ideias/livro-17.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2012.

MORELLO, T. F. **Carvão vegetal e siderurgia: de elo perdido a solução para um mundo pós-Kyoto**. 2009. 161 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NAKAMURA, T.; OHASHI, H. Effects of technology adoption on productivity and industry growth: a study of steel refining furnaces. **The Journal of Industrial Economics**. Colchester, v. 71, n.3, p. 470-499, set. 2008.

OLIVEIRA, V. C. P. **Reestruturação setorial e capacitação tecnológica na indústria siderúrgica brasileira**. 2004. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000323171>>. Acesso em: 11 set. 2011.

OSSE, L. **Consumo de carvão vegetal e atividades florestais da siderurgia brasileira recapitulação cronológica**. Belo Horizonte: Cafsb. 1982. 78 p.

OZAWA, C. Y. Modelo de submercados independentes aplicado ao setor bancário brasileiro. **Informações Fipe**. São Paulo, n. 342, p.20-24, mar. 2009. Disponível em: <http://www.fipe.org.br/publicacoes/downloads/bif/2009/3_20-24-cel.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2009.

PINHO, M.; LOPES, A. L. **Limites e possibilidade do Brasil nas configurações produtivas globalizadas: A cadeia siderúrgica**. Relatório Final de Pesquisa. Geein/DE/Unesp e IPEA, São Carlos, 2000. Disponível em: <geein.fclar.unesp.br/arquivos/ipea/siderurgia.pdf>. Acesso em: 02 out. 2011.

PINHO, M. S. **Reestruturação produtiva e inserção internacional da siderurgia brasileira**. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) - Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, 2001. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000242102>>. Acesso em: 24 abril 2008.

RODRIGUES, R. V.; CAMPOS, A. C. **Desempenho e Competitividade do Setor Siderúrgico brasileiro na década de 90**. Anápolis, 2008. Disponível em: <<http://www.nee.ueg.br/seer/index.php/economia/article/viewFile/95/113>>. Acesso em: 11 ago. 2009.

ROMÁN AMIGO, R. J. **Privatização, Orientação de Mercado e Competitividade. Um estudo de caso no setor siderúrgico brasileiro.** 1998. 171 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SCHMALENSEE, R. Sunk Costs and Antitrust Barriers to Entry. **The American Economic Review**, v. 94, n. 2, Papers and Proceedings of the One Hundred Sixteenth Annual Meeting of the American Economic Association San Diego, CA, January 3-5, 2004 (May, 2004), p. 471-475. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3592930>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

SUTTON, J. **Sunk Costs and Market Structure: Price Competition, Advertising, and the Evolution of Concentration.** Cambridge: The MIT Press, 1991. 577 p.

SUTTON, J. **Technology and Market Structure: Theory and history.** Cambridge: The MIT Press, 1998. 676 p.

USIMINAS. **Logística e Distribuição.** Disponível em: <<http://www.usiminas.com/irj/portal?NavigationTarget=navurl://a1621153526e73b300d77ddb2b3499fd>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

WORLDSTEEL. **World Steel Association.** Steel Statistical Yearbook 2011. Brussels, 2011. Disponível em: <<http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive.html>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

ANEXOS

ANEXO A – Desenvolvimento das teorias de Sutton (1991 e 1998)

Partindo de seus estudos interindustriais, Sutton (1991) desenvolve um modelo analítico para determinar como custos irrecuperáveis exógenos interagem na determinação do padrão de equilíbrio da estrutura da indústria. Tal modelo é apropriado para a análise de uma indústria ou de um par de indústrias de um mesmo setor como no caso desta dissertação, das indústrias de aço plano e de aço longo.

Primeiramente, considera-se a determinação da estrutura em uma indústria de produtos homogêneos na qual todas as firmas ofertam o mesmo produto. A decisão da firma é estabelecida em um jogo de dois estágios: no primeiro estágio, cada entrante em potencial decide se entra ou não naquela indústria. Então, no segundo estágio, as firmas entrantes estabelecem seus respectivos preços (Figura 21). Pode-se considerar o primeiro estágio como sendo o curto prazo e o segundo representando o longo prazo.

Figura 21 – Jogo em dois estágios
Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1991).

Ao optar por estabelecer-se na indústria, a firma incorre em um custo de instalação (*setup cost*) referente à aquisição de uma planta de escala mínima de eficiência. Dado que este custo é inerente à decisão de entrada e irrecuperável (*sunk*), Sutton (1991) o classifica como custo irrecuperável exógeno.

Neste modelo, os preços determinados no segundo estágio do jogo dependem indiretamente do custo de instalação, ou seja, apenas quanto à influência desses na decisão de entrada das firmas. Assim, a decisão de entrada depende da interação entre o nível do custo de instalação e a intensidade da competição de preços. Quanto maior é o grau de competição no segundo estágio, menor é o lucro pós-entrada e menor é o número de firmas que optam por entrar na indústria no primeiro estágio do jogo.

Os resultados dessa análise são robustos para as diferentes formas de competição a serem estabelecidas no segundo estágio. Sutton (1991) aborda os três exemplos mais usuais:

Concorrência via Cournot (equilíbrio de Nash em quantidades), Concorrência via Bertrand (equilíbrio de Nash em preços) e Maximização Conjunta de Lucro.

No caso Cournot, cada firma produz a quantidade de produto que maximiza o lucro, dadas as quantidades das rivais. O preço de mercado é função do nível de produto, tendo como referência a curva de demanda da indústria.

Considerando a demanda de elasticidade constante, tem-se:

$$X = S/p \quad (3)$$

Sendo:

X = quantidade vendida

S = consumo total (em valor), representa o tamanho do mercado

p = preço de mercado

Assume-se um preço limite p_0 (preço de monopólio) a partir do qual as vendas são nulas. Supondo que N firmas entram no mercado no estágio 1, o lucro da firma i no estágio 2 é dado por:

$$\Pi_i = p\left(\sum x_j\right)x_i - cx_i \quad (4)$$

Em que Π_i = lucro da firma i ; x_i = vendas da firma i ; x_j = vendas das demais firmas; c = custo de produção.

Diferenciando a equação (4) com relação à x_i (condição de primeira ordem) e sendo que $\sum x_j = X$, tem-se:

$$\frac{d\Pi_i}{dx_i} = p + x_i \frac{dp}{dX} \cdot \frac{dX}{dx_i} - c = 0 \quad (5)$$

Substituindo (3) em (5), tem-se:

$$\frac{d\Pi_i}{dx_i} = \frac{S}{X} + x_i \left(-\frac{S}{X^2} \right) - c = 0 \quad (6)$$

Como $x_i = x$, X pode ser escrito como $X = Nx$, sendo N o número de empresas na indústria. Substituindo essa última expressão na equação (6) e fazendo as devidas simplificações, tem-se a quantidade de equilíbrio:

$$x = \frac{S}{c} \cdot \left(\frac{1}{N} - \frac{1}{N^2} \right) \quad (7)$$

Considerando a equação (3) e dado que $X = Nx$, tem-se $p = S/Nx$. Substituindo (7) nessa última igualdade, chega-se ao preço de equilíbrio da concorrência via Cournot:

$$p = c \cdot \left(1 + \frac{1}{N-1} \right) \quad (8)$$

Substituindo (7) e (8) no lucro de equilíbrio, tem-se:

$$\Pi = \frac{S}{N^2} \quad (9)$$

Quanto à decisão de entrada da firma no estágio 1, esta só ocorrerá caso o lucro líquido seja positivo, ou seja, o lucro no estágio 2 (eq. 2) descontado o custo de instalação (σ) seja positivo. Assim, o número de firmas entrantes no equilíbrio (N^*) é dado por:

$$N^* = \sqrt{\frac{S}{\sigma}} \quad (10)$$

Dessa forma, observa-se que o número de firmas entrantes no mercado (N^*) aumenta conforme o nível do custo de instalação decresce com relação ao nível de lucro de monopólio. E ainda, um aumento no tamanho do mercado relativamente ao custo de instalação leva a uma estrutura mais fragmentada.

No caso da concorrência via Bertrand, ou seja, equilíbrio de Nash em preços, cada firma escolhe o preço que maximiza o lucro, dado os preços escolhidos pelas firmas rivais. Nessa situação, caso duas ou mais firmas entrem no mercado, o preço no segundo estágio se iguala ao custo marginal e, assim, os lucros são nulos e cada firma tem, no equilíbrio, um prejuízo líquido equivalente ao custo de instalação (σ). Se apenas uma firma entra, ela estabelece preço de monopólio e obtém lucro de monopólio no estágio 2.

Tal situação implica que no estágio 1 a firma só entra se nenhuma rival entrar. Portanto, para qualquer $\sigma > 0$, apenas uma firma entra e pratica preço de monopólio.

Por fim, a situação de maximização conjunta de lucro pode ser suportada por um equilíbrio não cooperativo de Nash caso o segundo estágio corresponda a um jogo dinâmico de horizonte infinito. Nesse caso, o lucro conjunto (Π_0) não se altera com o número de entrantes, já que este é o lucro de monopólio. Assim, o número de firmas entrantes corresponde ao inteiro da razão Π_0 / σ .

Em síntese, Sutton (1991) chega à seguinte propriedade: para qualquer tamanho de mercado, acirrando a concorrência de preços (passando de um cenário de maximização conjunta de lucro para um Cournot e para um Bertrand), a estrutura de equilíbrio se torna mais concentrada (Figuras 22 e 23).

Figura 22 – Preço de equilíbrio em função do número de entrantes, N , para os três padrões de concorrência (B = Bertrand, C = Cournot, M = Maximização conjunta de lucro)
 Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1991).

Figura 23 – Concentração de equilíbrio em função do tamanho do mercado para os três padrões de concorrência (B = Bertrand, C = Cournot, M = Maximização conjunta de lucro)
 Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1991).

Comparando as Figuras 22 e 23 observa-se que, conforme aumenta o tamanho do mercado (aumento da população de consumidores), em geral, as margens unitárias diminuem (exceto na maximização conjunta de lucro). Portanto, o aumento do mercado é acompanhado por um aumento proporcionalmente inferior no número de firmas e na quantidade produzida. Tal fato ocorre pois é exigido maior nível de produção para compensar, no equilíbrio, o custo irreversível incorrido, uma vez que as margens foram reduzidas.

Em seu modelo, Sutton (1991) ainda aborda um caso particular, a diferenciação horizontal, ou seja, firmas com produtos homogêneos estabelecidas em diferentes locais enfrentam certo grau de diferenciação de seus produtos, uma vez que incorrem em diferentes custos de transporte entre as mesmas. Assim, o mesmo resultado anteriormente desenvolvido é válido para esta situação, conforme o tamanho do mercado aumenta, a estrutura da indústria se torna mais fragmentada.

Quanto à possibilidade de cada firma produzir mais de um produto, tem-se o caso particular de equilíbrios múltiplos endêmicos. Nessa situação, a estratégia da firma é decomposta em estratégias separadas para cada segmento, havendo a possibilidade de

ocorrência de estrutura fragmentada (diferentes firmas atuando em diferentes segmentos) ou estrutura mais concentrada (o mesmo grupo de firmas inserido em todos os segmentos).

Pode-se concluir, portanto, que com o surgimento de equilíbrios múltiplos, a relação estabelecida pelo modelo apenas representa um nível inferior de concentração de equilíbrio para qualquer tamanho de mercado (Figura 24).

Figura 24 – Relação entre o tamanho (S) e a concentração (C) do mercado para o modelo de custo irrecuperável exógeno

Fonte: Elaboração própria baseada em Sutton (1991).

Em um ponto abaixo da curva inferior de concentração ilustrada anteriormente as atividades das firmas no segundo estágio não compensam os custos irrecuperáveis incorridos no primeiro estágio. Desse modo, para aumentar suas margens e, assim, permitir a compensação desses custos, elas têm duas alternativas: uma delas consiste em alterar a estrutura por meio de fusões e aquisições; ou caso contrário, no longo prazo, as firmas não terão capacidade de manter suas plantas, optando por sair do mercado, fato esse que também aumenta a concentração, voltando o equilíbrio para um ponto sob a curva ou a sua direita.

Outro aspecto que ganha destaque à medida que a indústria siderúrgica aprimora suas práticas e reduz sua principal barreira à entrada, reduzindo seus custos irrecuperáveis através da inserção da mini-usinas, são os custos endógenos, conforme ilustrado por Sutton (1998). As empresas fazem escolhas sobre quanto investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e propaganda, assim decidindo sobre a qualidade de seus produtos, sem estarem vinculadas a algum limite imposto externamente. Esses custos são ambos fixos e irrecuperáveis, significando que não podem ser reavidos e não variam de acordo com o nível de produção.

ANEXO B – Resumo dos principais trabalhos que realizaram análises econométricas utilizando o referencial teórico sobre tecnologia e estrutura de mercado

Autor	Objetivo do trabalho	Região e período analisado	Equação estimada	Resultados
Giorgetti (2003)	Estimar as curvas de concentração propostas por Sutton (1991 e 1998) por meio de regressões quantílicas a 5% e 10% e por meio do método Simplex.	Indústrias de transformação na Itália em 1995 separadas em indústrias de <i>sunk costs</i> endógenos e indústrias de <i>sunk costs</i> exógenos.	$\log\left(\frac{CR4}{1 - CR4}\right) = a + b \frac{1}{\log(S/\sigma)} + \varepsilon$ <p> $CR4$ = concentração das 4 maiores firmas S = tamanho do mercado (vendas totais) σ = custos de setup ($\sigma = \mu K$, onde K é o total de capital fixo do setor e μ é a razão das vendas de uma firma média em relação às vendas do setor) </p>	Limite mínimo de concentração de 2,8% para o grupo de <i>sunk costs</i> exógenos e de 5,0% para o de <i>sunk costs</i> endógenos. Confirmando, assim, a teoria de Sutton de que a curva mínima de concentração é maior no caso de <i>sunk costs</i> endógenos.
Dick (2007)	Mensurar o efeito da qualidade endógena dos produtos oferecidos pelos bancos na relação entre concentração e tamanho de mercado segundo a teoria de sunk costs proposta por Sutton (1991).	Mercados bancários das regiões metropolitanas dos Estados Unidos em 2002.	$\tilde{C}_1 = a + b/(\ln S)$ $\tilde{C}_1 = a + b/(\ln S) + c/(\ln S)^2$ <p> $\tilde{C}_1$ = transformação logit da concentração da maior firma S = tamanho do mercado (população) (Equações utilizadas de modo alternativo) </p>	Curva mínima de concentração que converge de forma assintótica para um valor positivo. A estrutura de mercado se mostra sustentada por investimentos na qualidade dos serviços conforme aumenta o tamanho do mercado. Dessa forma, os investimentos em qualidade permitem aos bancos capturarem a demanda adicional conforme o mercado cresce, assim, aumentando a barreira à entrada.
Ozawa (2009)	Contribuir para o entendimento da estrutura do mercado bancário no Brasil, em particular, testando as previsões do modelo de submercados independentes desenvolvido por Sutton (1998).	Agências bancárias dos estados brasileiros em dezembro de 2002.	$C_k \geq \frac{k}{N} \left(1 - \ln\left(\frac{k}{N}\right) \right)$ <p> C_k = razão de concentração de k firmas N = número total de firmas no mercado (Esta curva de referência expõe o limite assintótico inferior para a concentração) </p>	Resultados para o mercado de agências bancárias é consistente com a teoria de Sutton. À medida que se agregam os mercados em mesorregiões, UFs e todo o território nacional, o grau de desigualdade dos bancos torna-se cada vez maior, ou seja, a Curva de Lorenz para o agregado de submercados se encontra acima da curva de referência.

Fonte: Elaboração própria com base na revisão de literatura.