

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

MAX CARDOSO DE RESENDE

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO DE AÇO
BRUTO ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2008: UMA ANÁLISE
COM DADOS EM PAINEL PARA OS DEZ MAIORES PAÍSES
PRODUTORES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**FLORIANÓPOLIS
AGOSTO-2011**

MAX CARDOSO DE RESENDE

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO DE AÇO
BRUTO ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2008: UMA ANÁLISE
COM DADOS EM PAINEL PARA OS DEZ MAIORES PAÍSES
PRODUTORES**

**Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Economia da Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito
parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Economia.**

Orientador: Prof. Dr. Milton Biage

**FLORIANÓPOLIS
AGOSTO-2011**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

R43e Resende, Max Cardoso de

Estudo do comportamento da produção de aço bruto entre os anos de 2000 a 2008 [dissertação] : uma análise com dados em painel para os dez maiores países produtores / Max Cardoso de Resende ; orientador, Milton Biage. - Florianópolis, SC, 2011. 174 p.: il., grafs, tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico. Programa de Pós-Graduação em Economia.

Inclui referências

1. Economia. 2. Aço - Fundição. 3. Econometria. 4. Análise de variância. I. Biage, Milton. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

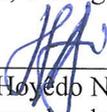
CDU 33

Max Cardoso de Resende

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO DE
AÇO BRUTO ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2008: UMA
ANÁLISE COM DADOS EM PAINEL PARA OS DEZ
MAIORES PAÍSES PRODUTORES**

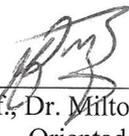
Este (a) Dissertação/Tese foi julgado(a) adequado(a) para
obtenção do Título de “mestre”, e aprovada(o)a em sua forma final pelo
Programa de Pós-graduação em Economia

Florianópolis, 1 de agosto de 2011.

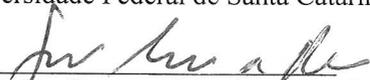


Prof. Dr. Hoyedo Nunes Lins,
Coordenador do Curso

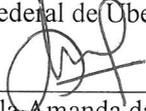
Banca Examinadora:



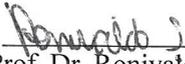
Prof. Dr. Milton Biage,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Germano Mendes de Paula,
Universidade Federal de Uberlândia



Prof.ª, Dra. Eva Yamila Amanda da Silva Catela,
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Ronivaldo Steingraber,
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esta dissertação a meu pai, José Francisco, a minha mãe,
Ludmilla, e a minha irmã, Heloá, por todo carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família, José Francisco, Ludmilla e Heloá, pelo apoio incondicional que me prestaram, para que eu pudesse cumprir com os meus deveres. Sempre apoiaram as minhas escolhas e acreditam no meu potencial.

Ao meu orientador, professor Milton Biage, por sua dedicação, confiança e paciência. Por apoiar e acreditar na minha capacidade em realizar o meu trabalho. Estes são os meus mais sinceros agradecimentos e admiração.

Agradeço também aos comentários e sugestões oferecidos pelos professores componentes da banca examinadora: Prof. Germano Mendes de Paula, Prof. Ronivaldo Steingraber e Profa. Eva Catela.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, Carlos, Lúcio, Artur, Lucas, Camila, João, Cleitom, Juliana, Hudson, Helberte, Ricardo e Rafael por terem me ajudado nesta longa caminhada e, ao amigo e companheiro de casa por cerca de dois anos, Bruno.

Agradeço, também, aos demais professores, membros do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, em especial a Evelise, secretária do curso, pelos seus conselhos e apoio.

A todos que contribuíram de alguma maneira para que a conclusão deste trabalho fosse possível.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos para o curso de mestrado.

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo investigar o comportamento da produção siderúrgica entre os anos de 2000 a 2008 nos dez maiores países produtores de aço bruto a partir da análise de dados em painel. Para tal estudo, fora feita em um primeiro momento uma análise da teoria microeconômica de estruturas de mercado em oligopólio, concorrência e competitividade. Logo em seguida é feita uma avaliação da indústria siderúrgica através da caracterização dos processos técnicos de produção do aço, do levantamento dos principais dados referentes à evolução da indústria siderúrgica a nível mundial. Por fim, foi realizado um estudo econométrico, o qual compreende na determinação do melhor modelo de estimação de dados em painel e a conseqüente escolha estimação por regressão linear heterocedástica multiplicativa. Os resultados apontam que todas as variáveis explicativas escolhidas são significativas, exceto uma, o consumo aparente per capita, devido a discrepâncias entre as demandas interna e a produção de aço bruto entre os países analisados. Também foi feita comparações entre as elasticidades de cada variável para cada país para nos ajudar numa melhor comparação entre os mesmos e foi percebido que os países com menor escala de produção são os mais sensíveis às variações nas variáveis explicativas significativas.

Palavras chave: Produção de aço bruto, modelos de dados em painel, heterocedasticidade.

ABSTRACT

This work has the purpose to investigate the behavior of steel production in the ten biggest crude steel producing countries. from the years 2000 to 2008 using panel data analysis. For this study, was made first an analysis of the microeconomic theory of oligopolistic market structures, competition and competitiveness. Secondly, it was made a study of the steel industry through the characterization of the technical production process, and a research of the main steel data indicators survey data that would help us understanding steel industry's evolution worldwide. Finally, we carried out an econometric study, which includes determining the best estimation model of panel data and the consequent estimation using multiplicative heteroscedasticity linear regression. The results indicates that all explanatory variables chosen are significant, except for one, the apparent consumption per capita, suggesting that the purchasing power does not interfere in the amount of crude steel produced by those countries. It was also made comparisons between the elasticities of each variable for each country to help understand better the difference within countries. The results had implied that countries with smaller scale of production are more sensitive to variations in the significant explanatory variables.

Keywords: Crude Steel production, panel data models, heteroscedasticity

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Produção Mundial de Aço Bruto por Configuração Técnica (10 ⁶ t)	69
Tabela 3.2: Relação entre a Produção por Processo de Lingotamento Contínuo e Produção Total de Aço Bruto	72
Tabela 3.3: Evolução da concentração da produção mundial de aço bruto nos 10 maiores produtores entre 2000 e 2009	76
Tabela 3.4: Taxa de Crescimento do PIB Real e a Produção de Aço Bruto por país (% ..).....	79
Tabela 3.5: Capacidade nominal instalada de produção por país (106t aço bruto /ano).....	87
Tabela 3.6: Mercado Mundial de Minério de Ferro	92
Tabela 3.7: Importação de Minério de Ferro (10 ⁶ t) para os 10 maiores produtores de aço bruto – 2000 a 2008	93
Tabela 3.8: Exportação de Minério de Ferro (10 ⁶ t) para os 10 maiores produtores de aço bruto – 2000 a 2008	94
Tabela 3.9: Preço Sucata Tipo HSM1	97
Tabela 3.10: Custo de mão-de-obra (custo por hora US\$)	100
Tabela 3.11: Evolução do Consumo Aparente de Aço Bruto 2000 - 2008.....	105
Tabela 3.12:Matriz de Correlação entre as curvas de índices de preços para o aço	119
Tabela 5.1: Variáveis utilizadas e códigos STATA 10	142,143
Tabela 5.2: Lista de países da base de dados.....	143
Tabela 5.3: Diagnóstico de multicolinearidade	144
Tabela 5.4: Teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg	145
Tabela 5.5: Teste de Hausman: LSDV para grupo x MEA para grupo	148
Tabela 5.6: Resultados estimados do modelo.....	151,152
Tabela 5.7: Os coeficientes de elasticidade por país	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Os produtos siderúrgicos	66,67
Quadro 3.2 Principais fontes de energia e suas aplicações.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: As forças competitivas.....	42
Figura 3.1: Rota Tecnológica – Usinas integradas.....	63
Figura 3.2: Rota Tecnológica – Usinas Semi-integradas	64
Figura 3.3: Estágio de desenvolvimento do país versus grau de maturidade da indústria siderúrgica	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Produção Mundial de Aço Bruto (10^6 t) – 2000 a 2009.....	71
Gráfico 3.2: Participação regional na produção de Aço Bruto Mundial para os anos de 2000, 2005 e 2008)	75,76
Gráfico 3.3: Produção Mundial de Aço Bruto (10^6 t) por país – 2000 a 2009.....	77
Gráfico 3.4: As principais firmas produtoras de aço bruto (10^6 t) para os anos de 2000, 2005 e 2008	82
Gráfico 3.5: Grau de Concentração da Siderurgia Mundial – Percentual da Produção Mundial das 05 maiores empresas (S5) e das 15 maiores empresas produtoras do setor (S15): 2000, 2002, 2005, 2008.....	83
Gráfico 3.6: Preço Carvão Mineral Coqueificável (US\$/t) – EUA	96
Gráfico 3.7: Preço Ferro Gusa – Brasil - (US\$/t) – FOB	99
Gráfico 3.8: Evolução do Consumo Aparente <i>Per Capita</i> de Aço Bruto (kg/hab.) 2000-2008.....	106
Gráfico 3.9: Mercado de aço para países selecionados (10^6 t)	107 - 109
Gráfico 3.10 Evolução do Índice de Preços global para Produtos Planos e Longos no mercado spot para os anos de 2000	115
Gráfico 3.11: Evolução do preço nominal da bobina laminada a quente nos EUA (FOB) (US\$/t) (2000-2008).....	116
Gráfico 3.12: Evolução do preço real da bobina laminada a quente nos EUA, FOB, deflacionado pelo índice de preços ao produtor (US\$/t) (2000 – 2008)	117
Gráfico 3.13: Índice de preços para o preço do aço na Europa, Ásia e América do Norte (2000 – 2008)	118
Gráfico 5.1: Gráficos representativos dos modelos comparados.....	147
Gráfico 5.2: Gráficos representativos dos modelos comparados.....	149
Gráfico 5.3: Gráficos representativos dos modelos comparados.....	150
Gráfico 5.4: Evolução da variável <i>cap_inst</i> em relação a produção ajustada.....	153
Gráfico 5.5: Evolução da variável <i>abcom</i> em relação a produção ajustada.....	154
Gráfico 5.6: Evolução da variável <i>pib</i> em relação a produção ajustada.....	155
Gráfico 5.7: Evolução da variável <i>prod_o2t</i> em relação a produção ajustada.....	156

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O Desenvolvimento do padrão da siderurgia mundial	16
1.2 A siderurgia no mundo	18
1.3 A relevância do trabalho	22
1.4 Objetivos do trabalho	23
1.4.1 Objetivo geral.....	23
1.4.2 Objetivos específicos	23
1.5 Hipóteses do trabalho.....	24
1.6 Metodologia do trabalho	24
2 TRATAMENTO TEÓRICO SOBRE CONCORRÊNCIA, ESTRUTURA DE MERCADO E COMPETITIVIDADE	27
2.1 Introdução	27
2.2 As estruturas de mercado e concorrência	28
2.2.1 A abordagem ortodoxa.....	28
2.2.1.1 Estruturas de mercado em oligopólio.....	28
2.2.2 A abordagem heterodoxa	31
2.2.2.1 As contribuições de Bain: Estruturas de mercado e barreiras à entrada	31
2.2.2.2 contribuições de Sylos-Labini: Determinação de preço e estruturas de mercado.....	35
2.2.2.3 As contribuições de Steindl: Capacidade produtiva instalada e estruturas de mercado.....	38
2.3 O conceito e os determinantes da concorrência sob a perspectiva dinâmica	41
2.4 Os padrões de concorrência.....	47
2.5 A tipologia das estruturas oligopolísticas modernas	48
2.6 Elaboração de vantagens empresariais	52
2.7 A Competitividade: conceitos, medidas e determinantes	53
2.7.1 Conceitos e medidas	53
2.7.2 Determinantes da competitividade.....	55
2.8 Síntese conclusiva	56
3 ESTRUTURA DA INDÚSTRIA E PADRÕES DE CONCORRÊNCIA	59
3.1 Introdução	59
3.2 Conceitos técnicos e rotas tecnológicas de produção da indústria siderúrgica	60
3.2.1 Os produtos siderúrgicos.....	65
3.3 A Siderurgia em números.....	68
3.3.1 A produção mundial de aço bruto por rotas tecnológica.....	68

3.3.2 A produção mundial de aço bruto por processo de lingotamento contínuo	70
3.3.3 A produção mundial de aço bruto por região geográfica	73
3.3.4 A produção mundial de aço bruto por país	76
3.3.5 A produção mundial de aço por empresas siderúrgicas	80
3.3.6 Capacidade nominal instalada de produção	84
3.4 Os insumos básicos para a produção siderúrgica	89
3.4.1 O minério de ferro.....	90
3.4.2 O carvão mineral coqueificável ou metalúrgico	95
3.4.3 Sucata ferrosa.....	96
3.4.4 A ferro-gusa	97
3.4.5 A mão-de-obra	99
3.4.6 Energia	101
3.5 O consumo aparente de aço bruto	103
3.6 comércio internacional de aço entre os anos de 2000 a 2008....	106
3.7 O preço do aço nos anos 2000.....	113
3.7.1 Os canais de distribuição dos produtos siderúrgicos.....	113
3.7.2 Fatores que influenciam no processo de determinação do preço do aço	114
3.7.3 O comportamento do preço dos produtos siderúrgicos.....	114
3.8 Síntese conclusiva	119
4 MODELOS DE DADOS EM PAINEL.....	120
4.1 Modelos de efeito fixo.....	123
4.2 Modelos de efeito aleatório	127
4.3 Modelos de efeito fixo ou aleatório.....	130
4.4 Testes para avaliar a viabilidade das variáveis.....	132
4.4.1 A multicolinearidade.....	132
4.4.2 A heterocedasticidade	134
5 O MODELO PROPOSTO E SEUS RESULTADOS	139
5.1 A base de dados e as variáveis utilizadas no modelo	140
5.2 A análise das variáveis	144
5.2.1 O teste de multicolinearidade.....	144
5.2.2 O teste de heterocedasticidade	145
5.3 A escolha do melhor modelo.....	146
5.4 A estimação do modelo.....	151
5.5 Os coeficientes de elasticidades	157
6 CONCLUSÃO	162
BIBLIOGRAFIA.....	164
ANEXOS.....	170

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho se dispõe a estudar o setor siderúrgico mundial entre os anos de 2000 a 2008, por este ser considerado de vital importância para o desenvolvimento econômico de um país, principalmente no que diz respeito ao fornecimento de matéria-prima para obras e projetos de infra-estrutura e para outros setores da economia, como o setor de construção civil, eletro-eletrônicos, bens de capital, naval, entre outros.

Tomando por base o Brasil, a siderurgia mostra essa grande expressão no desenvolvimento das economias nacionais. Segundo dados do IBS (2010) a capacidade nominal instalada para a produção de aço bruto no Brasil, em 2008 foi de 41,8 milhões de toneladas, o que colocou o país na 9^o posição no ranking dos maiores produtores mundiais, sendo responsável, neste mesmo ano por mais de 50% da produção da América Latina e por cerca de 3% do total da mundial, (segundo dados da WSA (2009). A produção mundial de aço bruto neste mesmo ano foi de 1,1 bilhões de toneladas)

Para a fabricação do aço, utiliza-se como matéria-prima o minério de ferro, o qual o Brasil tem em abundância e de boa qualidade, o carvão mineral coqueificável, a sucata (carro, ferro retorcido, eletrodoméstico) e a energia elétrica. A importância relativa desses insumos varia de acordo com a rota tecnológica adotada em cada usina e não em função do tamanho da planta industrial.

As indústrias siderúrgicas integradas¹ têm como principais insumos, o minério de ferro e o carvão mineral coqueificável. Os principais produtos originários desta rota de produção são os aços planos, os quais possuem um valor intermediário para a indústria siderúrgica, sendo necessária a produção de alguns milhões de toneladas de aço para se obter ganhos de escala. Neste processo de produção, uma clara preponderância da tecnologia de altos-fornos.

As usinas siderúrgicas semi-integradas² são usinas que operam aciarias elétricas e tem como insumo básico a sucata (EPE, 2009). Suas principais características referem-se ao baixo capital investido e ao menor volume de produção quando comparado com as usinas integradas. Por poderem atuar em escala reduzida (500 mil t/ano),

¹ Para melhor entendimento ver Capítulo 3 Seção 3.1

² Para melhor entendimento ver Capítulo 3 Seção 3.2

minimizando a escala ótima de produção, elas conseguem atender os mercados específicos, apresentando maior flexibilidade para redirecionar a produção e a utilização de insumos mais competitivos no mercado. De acordo com o BNDES (2002), “O termo mini-Mill aplica-se à rota tecnológica (forno elétrico a arco + lingotamento contínuo) e não ao tamanho da usina propriamente dito”.

Segundo dados da WSA (2009), entre os anos de 2000 e 2008, a participação relativa das usinas integradas na fabricação mundial de aço bruto se expandiu em 3,1% enquanto que para as usinas semi-integradas, apesar de elevarem sua produção absoluta em 41,6% no mesmo período, apresentaram uma redução relativa de 3,2%.

1.1 O desenvolvimento do padrão da siderurgia mundial

De acordo com De Muylder (2001), a indústria siderúrgica mundial apresenta três estágios de desenvolvimento, que são caracterizados como segue:

- i. **Período 1 - pós-guerra até final de 1970:** A reconstrução dos países devastados pelas guerras mundiais alavancou o crescimento da produção de aço mundial, favorecendo alguns países no desenvolvimento de suas economias. No aspecto institucional, a siderurgia mundial era uma atividade controlada por capitais nacionais, fossem eles privados ou estatais. Com relação ao Brasil, a criação de estatais siderúrgicas ocorreu devido ao programa de industrialização adotado na época, de substituição de importações, com o intuito de diminuir a dependência externa, aonde teve na Cia. Siderúrgica Nacional (CSN) seu principal expoente (BNDES, 2002).
- ii. **Período 2 – De 1980 até 1988:** de acordo com o BNDES (2001, p.1), “o setor caracterizou-se pela estagnação com produção em torno de 700 milhões de toneladas, em função da desaceleração do crescimento das economias desenvolvidas, influenciando o comportamento da demanda de aço.”

Por causa da forte influência política nas decisões administrativas das siderúrgicas, o Estado acabava reduzindo a velocidade de resposta da empresa em relação aos padrões de comércio e às mudanças no ambiente econômico. Portanto, as empresas eram ineficientes, e passaram a apresentar queda significativa nos níveis de lucro, produtividade e investimentos.

iii **Período 3 – De 1988 até os dias atuais:** Caracterizou-se pela reestruturação do setor, principalmente pelos processos de privatização que tomou conta da siderurgia mundial, baseados pelas idéias de abertura econômica e globalização dos mercados. A história nos mostra que a implantação de um parque siderúrgico requer investimentos vultosos e que o tempo de maturação e retorno destes aportes de capital é relativamente longo, o que fez com que vários países delegassem ao setor público a estratégia de viabilização desta indústria. Mas com o desenvolvimento dos instrumentos financeiros e da necessidade da redução de gastos por parte dos governos, a partir do final dos anos 80 até meados dos anos 90 do século XX, ocorreram numerosos processos de privatização destas indústrias ao redor do mundo. Neste cenário de saída da administração pública do controle das empresas siderúrgicas e aliada com uma forte expansão econômica de alguns países subdesenvolvidos como a China, a Índia e o Brasil promoveram um incentivo a ampliação da capacidade produtiva, do comércio internacional e da competitividade entre os países. Para se ter uma idéia do quão impactante foi esses processos de privatização, enquanto que no final de 1979, a participação estatal mundial no setor representava 75%, em 2000, este índice caiu para 20%. Nos anos 2000, as principais mudanças organizacionais e institucionais estão atreladas aos processos de fusão e aquisição (F&A) que modelam o novo cenário econômico e concorrencial do setor siderúrgico mundial. Dadas as estruturas de custo das firmas operantes no mercado siderúrgico, a ampliação dos processos de fusão e aquisição tem como finalidade ganhos de economias de escala³ e de escopo⁴, conseqüentemente, a obtenção de uma maior taxa de lucro. E, ainda, para Videira *et al* (2006) ao se concentrarem, as indústrias siderúrgicas adquirem uma maior capacidade de negociação, tanto no mercado a montante (fornecedores de matéria prima) quanto à jusante (demandantes dos produtos das siderúrgicas).

³ Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002 p.225 “[...] a empresa apresenta economias de escala quando ela é capaz de duplicar sua produção com menos do que o dobro dos custos”.

⁴ Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002 p.229) ocorrem quando “[...] a produção conjunta de uma única empresa é maior do que as produções obtidas por duas empresas diferentes, cada uma produzindo um único produto”.

O que se percebe ao longo das fases de desenvolvimento desta indústria é que a mesma se tornou uma indústria global por natureza. Uma vez dominadas apenas por países “industrializados”, hoje se produz aço em mais de 60 países ao redor do mundo, sendo os dez maiores países produtores em 2008 (China, Japão, Rússia, Estados Unidos, Índia, Coreia do Sul, Alemanha, Ucrânia, Brasil e Itália) responsáveis por mais de 70% da produção mundial (Tabela 3.3).

Percebe-se também, alterações na geografia de produção do aço. Entre os anos de 1990 e 2008, a produção siderúrgica mundial aumentou em 560 milhões de toneladas. Durante este período, os países do NAFTA⁵ reduziram sua participação no mercado de 14,8% para 13,8%. Durante o mesmo período a forte presença do Japão se enfraqueceu, devido à persistente crise da moeda japonesa (*yen*) e também devido à redução na demanda por automóveis japoneses, que impactaram de forma negativa no consumo doméstico deste país por aço. Enquanto isso, na Europa houve redução de capacidade instalada de produção, tanto nos países centrais como nos do leste e a falência da União Soviética, o que provocou repressão da produção nestas áreas.

Toda esta perda de capacidade produtiva foi superada pelo elevado aumento de produção dos países asiáticos, exceto o Japão. Em 2008, a Ásia, representava mais de 60% da produção global de aço bruto, sendo a China responsável por cerca de 40% da produção mundial daquele ano.

Considerando o último estágio de desenvolvimento da indústria siderúrgica, deve ser enfatizado que as características intrínsecas do mercado, as necessidades de obtenção de economias de escala, a elevada exposição às mudanças tecnológicas e o uso intensivo em capital contribuíram para uma tendência de concentração do setor. Dentro da teoria da Organização Industrial, essas características geram elevadas barreiras à entrada (intensivo em capital, economias de escala) e à saída (presença de custos irreversíveis ou afundados), conforme Videira et al. (2006).

1.2 A Siderurgia no mundo

A indústria siderúrgica chinesa ganhou bastante destaque a partir do início dos anos 2000, atingindo um patamar de destaque nunca

⁵ Tratado Norte Americano de Livre Comércio, assinado em 1 de janeiro de 1994.

alcançado por nenhum outro país, não apenas em capacidade de produção, mas também pelo elevado ritmo de crescimento da produção em um período tão curto de tempo. Considerando que a oferta de aço possui elevada correlação com o nível de investimentos em infraestrutura e grau de desenvolvimento econômico de um país, e a demanda pelo produto estando correlacionado com a forte expansão da renda, ou seja, o crescimento do PIB influenciaria não apenas na velocidade de ampliação da capacidade produtiva de aço, mas também nas expectativas das firmas produtoras, que decidirão sobre a manutenção ou não dos elevados investimentos em ampliação da oferta de produtos siderúrgicos.

Os principais fatores que caracterizam esta expansão acelerada da produção de aço e da economia chinesa em geral foram postos em prática no período pós-reforma de Mao Tse Tung, que são: maior abertura comercial e financeira, aumento significativo do nível de investimento agregado, principalmente públicos, investimento em educação e grandes aportes de capital estrangeiro na cadeia produtiva do país (IDE), devido à abundância de mão-de-obra e as facilidades oferecida pelo governo chinês, a partir de uma política econômica que visava modernizar a sua indústria, tornando-a mais competitiva no cenário internacional.

Enquanto a China enfrenta um *boom* na atividade siderúrgica, países tradicionais como Estados Unidos, Alemanha, Japão e Itália vêm apresentando ao longo dos anos perda de capacidade instalada de produção, conseqüentemente perda de poder de mercado. A indústria siderúrgica nestes países data da segunda revolução industrial, portanto encontra-se em um estágio avançado de consolidação e maturação⁶ deste tipo de indústria, quando comparada a outros países que iniciaram o processo de industrialização mais tardiamente. Adicionalmente em nível de maturidade da indústria, o Japão, por exemplo, vem enfrentando problemas com sua economia desde o início dos anos 90, o que acaba por prejudicar ainda mais o setor siderúrgico. Os países desenvolvidos para terem uma posição de destaque maior no cenário siderúrgico mundial devem continuar investindo em novas tecnologias e encontrem nichos de mercado aonde a combinação de novos processos tecnológicos e mão-de-obra altamente qualificada promovam os meios necessários para a obtenção de vantagens comparativas (especialização) em relação a países menos desenvolvidos. Por isto, existe uma

⁶ Para melhor entendimento ver item 3.3.6

participação muito maior das usinas semi-integradas⁷ na produção total de aço bruto do que em países menos desenvolvidos, que utilizam basicamente usinas integradas.

Quanto aos países da C.E.I (Rússia e Ucrânia), estes apresentaram uma queda brusca na produção de aço durante os anos 90, devido: ao colapso da União Soviética em 1989, a adoção de políticas econômicas (capitalismo de mercado) desastrosas, a crise econômica da Rússia em 1998, que resultou numa forte desvalorização do Rubim, e conseqüente incapacidade de pagamentos externos. Os anos 90 foram marcados por elevado índice de desemprego, inflação e baixo crescimento do PIB, e somente a partir dos anos 2000, com o aumento dos preços do petróleo e do gás natural, que estes países conseguiram se recuperar economicamente e impulsionar tanto a economia regional e a produção de produtos siderúrgicos. O processo tecnológico utilizado na produção de aço na Rússia e na Ucrânia é bastante obsoleto (Altos-fornos Siemens-Martin), o que contribuiu ainda mais para a perda de participação no mercado internacional de produtos siderúrgicos, tendo sua participação no mercado reduzida a apenas 6,7% em 2009 (Gráfico 3.2).

Outro importante produtor mundial a Coréia do Sul teve sua produção de aço anos 2000 bastante influenciada tanto pela crise financeira dos tigres asiáticos em 1997, que provocou uma forte desvalorização de sua moeda, quanto pela estagnação econômica de seu principal parceiro econômico, o Japão. Entre os anos de 1995 e 2008 este país expandiu sua capacidade produtiva em menos de 8%. (WSA,2009).

Assim como vem ocorrendo na China, a Índia vem passando por transformações significativas em sua economia. Com mão-de-obra abundante e significativos investimentos públicos, o país vem alcançando elevadas taxas de crescimento ao longo da ultima década e aliado a estes fatores, por fazer fronteira com a China ainda consegue benefícios para sua economia por causa da forte expansão econômica do país vizinho. Ao longo da década vem ampliando sua capacidade instalada de produção de aço para atender a demanda local, através da construção de novas usinas semi-integradas. A siderurgia indiana busca estar mais preparada para atender a demandas específicas de produção, oriundas de seu principal parceiro comercial, a China.

⁷ Para melhor entendimento ver item 3.3

Quanto ao Brasil, as transformações ocorridas na siderurgia brasileira após as privatizações, aliadas a estabilização econômica, ampliaram significativamente as oportunidades do setor, tanto no mercado interno quanto no internacional, apesar de limitações tributárias e financeiras. O principal indicador dessas transformações é os ganhos de produtividade, tendo a produção por homem/hora aumentada de 141 toneladas para quase 600 toneladas no final de 2006. (IBS, 2007).

Com os investimentos na área administrativa, organizacional e principalmente técnica, o setor tornou-se competitivo no cenário mundial, passando a atrair o interesse dos grandes conglomerados siderúrgicos internacionais, que buscavam penetração ou à expansão da participação no setor. Merece destaque a aquisição da Aços Especiais de Itabira (Acesita) Acesita e da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) por parte da francesa Arcelor, em 1998, e do aumento de participação da Nippon Steel na Usiminas e da associação da Thyssen com a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)

Durante o período de 2001-2005 fora investido na indústria siderúrgica cerca de R\$19,5 bilhões, sendo o BNDES responsável por 25% deste total e estavam previstos para o período de 2007-2011 mais R\$46,4 bilhões em investimentos, o que expandiria a capacidade instalada de produção de aço bruto no país de 41,8 milhões de toneladas/ano para cerca de 72 milhões de toneladas /ano ao final de 2011 (BNDES, 2007), fato este que não se confirmou por motivos que fogem ao escopo deste trabalho.

O alto valor de investimentos deve-se ao custo da produção de aço no Brasil, altamente competitivo. As vantagens competitivas estão em todo o processo de produção, decorrentes, principalmente, da abundância e da qualidade do minério de ferro brasileiro e de logística integrada, que envolve proximidades entre minas, usinas, portos e os centros consumidores.

Fato relevante, diz respeito aos indicadores de rentabilidade, tanto em termos de lucro sobre o capital investido como lucro sobre vendas, é bem maior em comparação com o resto do mundo, mas as usinas brasileiras apresentam despesas financeiras 6,5 vezes maiores do que à média das grandes siderúrgicas globais. (Gomes, Aidar & Videira, 2006)

Toda essa reestruturação gerou pressões sobre racionalização de investimento, redução de custo, necessidades de manutenção e busca de novos mercados consumidores, implicando na atuação em mercados

mais específicos, de acordo com os processos de F&A⁸ ocorridos no mundo. No Brasil, o enfoque na especialização ainda está ocorrendo, e a meta é o fortalecimento para a competição tanto no mercado doméstico quanto no exterior, com o fortalecimento de produtos de maior qualidade, com preços mais competitivos e de maior valor agregado.

O processo de internacionalização vem ocorrendo de forma bastante acelerada durante os anos 2000, principalmente, tendo em vista à comercialização de produtos de maior valor agregado. Com a presença de restrições às importações de produtos siderúrgicos brasileiros por parte de alguns países, existem ações de usinas brasileiras no sentido de firmar parcerias ou de adquirir ativos no exterior, para o processamento final de produtos, como por exemplo, a Gerdau, através de sua subsidiária americana Gerdau AmeriStell (Gerdau Long Steel North America), adquiriu a Chaparral Stell por cerca de US\$ 4 bilhões.

1.3 A relevância do trabalho

A determinação da quantidade produzida e a conseqüente precificação do produto dependem dos seus custos de produção, isto é, do preço pago pelas matérias-primas, da fonte de energia utilizada, da mão-de-obra, da tecnologia, da capacidade instalada e do tipo de estrutura de cada firma.

Ao longo dos anos 2000, se verificou um aumento generalizado no preço dos insumos básicos. Segundo dados do FMI (2010), o preço do minério de ferro aumentou cerca de 70% só em 2008 enquanto o do carvão mineral coqueificável se elevou em quase 200% no mesmo ano. E quando se analisa o preço destes produtos, entre os anos de 2000 a 2008, esta trajetória ascendente fica ainda mais clara. O preço da tonelada do minério de ferro, praticamente, quadruplicou, passando de US\$ 35,00/t para cerca de US\$ 140,00/t, enquanto que o do carvão mineral se elevou em um ritmo um pouco menor, mas significativa de 166%.

Nesses anos, a evolução do preço do aço, acompanhou o movimento verificado nos preços das commodities minerais internacionais, motivados pelo crescimento da demanda chinesa e

⁸ Processos de Fusão e Aquisição – combinações ou interações estratégicas entre empresas que podem ser de comum acordo (fusão) ou por compra (aquisição) com o intuito de aumentar o poder de mercado das firmas participantes destas ações empresariais.

indiana sobre o mercado mundial de produtos siderúrgicos. Esse forte aumento da demanda por aço explica a maioria dos investimentos feitos em tecnologia e expansão da capacidade produtiva feitas tanto pelas principais usinas siderúrgicas mundiais, principalmente nas chinesas.

Portanto, o estudo das variáveis que influenciam a quantidade produzida de aço bruto e as relações que elas mantêm entre si, é de vital relevância para o entendimento correto do setor, principalmente dentro desta perspectiva de integração internacional da fabricação de aço.

Considerando os aspectos salientados, este trabalho tem como propósito responder a seguinte pergunta de pesquisa: *Qual é o comportamento da produção siderúrgica mundial frente às transformações que estão ocorrendo no ambiente, nos anos 2000?* Esta pergunta diz respeito ao objetivo geral, o qual compreende pontos específicos, que são explicitados abaixo.

1.4 Objetivos do trabalho

1.4.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral fazer um estudo teórico e empírico da estrutura da indústria, do desempenho econômico e dos determinantes do comportamento da produção siderúrgica em usinas integradas a nível mundial, com o intuito de verificar suas condições competitivas no mercado global, no período de 2000 a 2008.

Este período foi selecionado devido aos vários processos de reorganização e reestruturação ocorridos na indústria siderúrgica mundial, originados de vários eventos econômicos relevantes, como a crise dos Tigres asiáticos em 1997, crise dos EUA em 2002, da ascensão da China como principal *player* de mercado neste segmento da economia, entre outros fatos. Estes aspectos serão analisados especificamente para cada país no final do Capítulo 3.

1.4.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral serão abordados os seguintes temas específicos:

- i. Fazer discussão teórica sobre concorrência, competitividade, estratégias empresariais e estruturas de mercado em oligopólio no âmbito da microeconomia ortodoxa e heterodoxa.
- ii. Estudar e analisar a estrutura dos processos técnicos de produção e dados econômicos quantitativos e qualitativos referentes à evolução da indústria siderúrgica nos anos 2000.
- iii. Explicar as variações na quantidade de aço fabricado, em função de variáveis econômicas: preço do minério de ferro, taxa de abertura comercial, taxa de variação do PIB real, taxa de câmbio real, entre outras.

1.5 Hipóteses de trabalho

Uma vez estudado o comportamento do setor siderúrgico mundial nos anos 2000 e vendo seu comportamento em relação às práticas comerciais e de consolidação do setor, foram sugeridas as hipóteses:

Hipótese 1: A oferta de aço em cada país é influenciada pela taxa de variação real do PIB, pelo consumo aparente per capital pelos preços mundiais do minério de ferro e do carvão mineral, pelos preços regionais dos produtos siderúrgicos, pela taxa de câmbio, pela capacidade nominal instalada, pela taxa de abertura comercial e pela quantidade produzida do metal em altos fornos.

Hipótese 2 – A elasticidade da produção na China é maior que a ocorrida nos outros países da amostra.

1.6 Metodologia de trabalho

Neste trabalho serão utilizadas técnicas de pesquisa tanto quantitativa quanto qualitativa, levando em consideração cada um dos objetivos específicos. Percebe-se na proposta, que devemos conduzir a pesquisa tanto por meio de estudos teóricos de economia industrial, assim como por meio da análise empírica dos dados estatísticos do setor, utilizando a técnica de painéis de dados, envolvendo variáveis macros e

microeconômicas. Sendo assim, esta pesquisa é baseada no método indutivo⁹ de pesquisa.

Em relação ao segundo capítulo, foi feita a leitura de textos que tratam de economia industrial e estruturas de mercado em oligopólio, visando explicar o conteúdo teórico-analítico de variáveis como concorrência (significado, padrão, etc.), competitividade (fatores determinantes) e estratégias empresariais (tipos de estratégia) e tecnologia (significado, procedimentos e capacitação), entre outros, sendo que as principais obras utilizadas para esta contextualização foram Kupfer *et al* (2002), Possas (1985), Silva (2004) e Varian (2006). Portanto, a análise apresentada no Capítulo II cumpre o objetivo de realizar a discussão teórica sobre concorrência, competitividade, estratégias empresariais e estruturas de mercado em oligopólio, no âmbito da microeconomia ortodoxa e heterodoxa.

O segundo objetivo especificado no item ((ii)) visa à compreensão da estrutura da indústria, dos processos técnicos de produção e do desempenho econômico do setor nos anos 2000. Para tanto, foi estudado um conjunto de variáveis relacionadas ao setor como quantidade de aço bruto fabricada, por país e por região geográfica, capacidade de produção nominal instalada por país, custos dos insumos básicos de produção, custos de mão-de-obra, preços reais de produtos siderúrgicos, tecnologia, comércio internacional de produtos siderúrgicos semi-acabados e acabados, processos de fusão e aquisição, índice de preços do aço para as três principais regiões produtoras mundiais, entre outras, que nos permitiu fazer uma análise descritiva que atende este objetivo, encontrando-se no capítulo III.

O objetivo especificado no item (iii) foi contemplado a partir de um estudo econométrico de dados em painel entre os anos de 2000 a 2008. Os países selecionados para o nosso estudo foram responsáveis, em média por 80% da produção total mundial durante todo o período de análise e são: China, Japão, Rússia, Estados Unidos, Índia, Coreia do Sul, Alemanha, Ucrânia, Brasil e Itália. As variáveis explicativas selecionadas foram: capacidade nominal instalada de produção de aço bruto, consumo aparente per capita, taxa de abertura comercial, taxa de variação do PIB Real, taxa de câmbio real, quantidade produzida por processo de aciaria (Bof – Sopro de Oxigênio), preço do minério de ferro, preço do carvão mineral coqueificável e índice regional de preços

⁹ Método de pesquisa que parte de suposições singulares até chegar a conclusões generalizadas.

de produtos siderúrgicos dos principais países produtores de aço. Foram realizados testes de heterocedasticidade e de multicolinearidade para obter as características estatísticas das variáveis explicativas candidatas a compor o modelo. Uma vez definidas as variáveis que compuserem o modelo e o estimador utilizado, foi definido o melhor modelo, a partir de uma série de comparações entre os diversos tipos, que melhor se ajustou aos dados. Todos os procedimentos econométricos foram realizados no software STATA 10.

Assim, o objetivo (iii) encontra-se atendido em dois capítulos: no capítulo IV, onde foi feita uma descrição da teoria de modelos de painéis e especificados os testes necessários a serem conduzidos, que permitiram escolher o modelo de painel adequado. Aplicada esta teoria, no capítulo V, chegamos ao modelo de regressão de efeito fixo para grupo, adotando a metodologia de regressão linear heterocedástica multiplicativa, por meio da função *reghv* do software STATA 10, para estimarmos os nossos parâmetros. Para que nossos resultados tivessem maior consistência, tivemos que ampliar a dimensão temporal de nossa base de dados, compreendendo o período de 1995 a 2008.

Os dados utilizados em toda pesquisa foram obtidos a partir de fontes secundárias contidos em anuários estatísticos publicado pela *World Steel Association* (WSA), Instituto Aço Brasil (IABr), *reports* voltados para siderurgia fornecidos pela *Steel Business Briefing* (SteelBB), *CRU Group* (CRU), pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), BNDES, pela Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia do governo brasileiro, pelo Fundo Monetário Internacional (FMI), pela Agência Internacional de Energia e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*, USDA) e quanto os dados específicos as empresa siderúrgica foram obtidos nos balanços patrimoniais das mesmas.

2 TRATAMENTO TEÓRICO SOBRE CONCORRÊNCIA, ESTRUTURA DE MERCADO E COMPETITIVIDADE

2.1 Introdução

Este capítulo tem por objetivo tratar e descrever os conceitos a cerca das estruturas de mercado em oligopólio e como as características básicas deste tipo de estrutura influenciam as abordagens de concorrência, de estratégias competitivas e de competitividade, uma vez que o entendimento destes é importante para a análise do setor siderúrgico.

Para tanto, este está dividido em oito seções, sendo que nesta primeira, 2.1, se expressa o objetivo do capítulo. A seção 2.2 apresenta as abordagens ortodoxas e heterodoxas a cerca das estruturas de mercado e da concorrência, conceituando-as e demonstrando como as decisões e comportamentos empresariais são afetados pelas estruturas de mercado e vice-versa. A seção 2.3 diz respeito à análise do conceito e dos determinantes da concorrência sob a perspectiva dinâmica, além de como o processo concorrencial influencia as estruturas de mercado e conseqüentemente a rentabilidade da indústria. A seção 2.4 trata dos padrões de concorrência, os quais são definidos no interior de um espaço concorrencial específico, através das interações entre as características estruturais e de conduta das firmas operantes neste espaço. A partir da análise dinâmica da economia capitalista, a seção 2.5 descreve a tipologia das estruturas de mercado em oligopólio modernas, enquanto a seção 2.6 discorre sobre as maneiras de como as firmas tentam preservar sua posição de mercado no longo prazo dentro destas estruturas a partir de uma análise das estratégias competitivas genéricas. A seção 2.7 traz dos conceitos, medidas e determinantes de competitividade as firmas e como esta se relaciona com o padrão de concorrência vigente no mercado

E por fim, após serem apresentados os conceitos e características dos temas que envolvem a análise microeconômica e comportamental da indústria, a última seção, 2.8, traz uma síntese conclusiva sobre o capítulo.

2.2 As estruturas de mercado e concorrência

2.2.1 A abordagem ortodoxa

A visão ortodoxa sobre as estruturas de mercado tem em Hal Varian e Robert Pindyck como os seus principais pensadores. De acordo com essa visão, serão as decisões individuais de cada empresa, sobre o volume de produção e o preço de mercado, que irão determinar a estrutura de mercado da indústria e neste processo decisório, cada firma leva em consideração as restrições tecnológicas, econômicas e de mercado.

Conforme Varian (2006, p. 411-412), as restrições tecnológicas dizem respeito à função de produção de cada firma, sendo que, mesmo as firmas mais assíduas por lucros devem respeitar as certas combinações ótimas de insumo e de produto, que são dadas pela tecnologia empregada no processo produtivo, enquanto as restrições econômicas refletem a função de custo. As restrições de mercado resumem a curva de demanda com a qual a empresa se defronta, isto é, “uma empresa pode produzir qualquer coisa que seja fisicamente factível e pode fixar qualquer preço que deseje... mas só poderá vender se as pessoas quiserem comprar”.

Desta maneira se haver apenas uma firma no mercado, a sua curva de demanda será definida somente pelo comportamento do consumidor, uma vez que a curva de demanda mede quanto do bem os demandantes estão dispostos a comprar a um determinado preço. Com a presença de outras firmas na indústria, aquela firma ao definir seu preço e nível de produção terá de considerar também o comportamento das demais empresas que compõe a indústria.

2.2.1.1 Estruturas de Mercado em Oligopólio

No intuito de solucionar este problema de decisão, tanto Varian (2006), quanto Pindyck e Rubinfeld (2002) descrevem modelos de estruturas de mercado em oligopólio, partindo da premissa de que em uma indústria específica, mesmo que existam diversas empresas competindo entre si, cada uma pode apresentar algum poder de monopólio, tendo controle sobre o preço, cobrando um valor superior ao custo marginal, ou em relação à quantidade a ser produzida.

Conforme Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 421), a estrutura de mercado de oligopólio corresponde a “[...] um mercado no qual apenas algumas empresas competem entre si e a entrada de novas é impedida. A

mercadoria que produzem pode ser diferenciada, como é o caso dos automóveis, ou não, como é o caso do aço”, sendo a lucratividade e o poder de mercado determinados pelo grau de interação das firmas e pela altura das barreiras à entrada e, além disto, as empresas existentes no setor podem adotar medidas estratégicas que desestimulem a entrada de concorrentes potenciais.

Com a possibilidade das firmas participantes de um mercado em oligopólio deterem algum poder de mercado, as estratégias de precificação e de produção serão influenciadas pelo o que estão fazendo e pela possibilidade de reação das firmas concorrentes. Isto quer dizer que cada empresa estará fazendo o melhor que pode em função do que seus concorrentes estão fazendo – Equilíbrio de Nash.

Os modelos de oligopólio desenvolvidos apresentam como variáveis de decisão o preço e a quantidade ofertada, e o controle das firmas sobre um dessas variáveis. Desse modo, existem modelos nos quais as firmas competem entre si variando a quantidade produzida em momentos distintos – Modelo de Stackelberg ou simultaneamente - Modelo de Cournot – e aqueles nos quais as firmas estabelecem o preço, ao invés da quantidade, simultaneamente – Modelo de Bertrand e por fim temos a solução de conluio ou cartel. Todos estes modelos usam como suposições básicas a presença de apenas duas firmas, não há diferenciação a produção (PINDYCK; RUBINFELD, 2002, p. 427 - 440).

No modelo de Stackelberg, uma empresa estabelece a quantidade que irá produzir primeiro, sendo considerada a firma líder de quantidade, enquanto a outra, a seguidora de quantidade e ambas as firmas sabem que o preço de equilíbrio irá depender da quantidade total produzida. Para determinar o preço de equilíbrio é utilizada a função de demanda inversa. Conforme Varian (2006, p. 518) o nível de produção que a empresa líder escolhe para maximizar seus lucros irá depender de como ela espera que seja a reação da seguidora frente à sua escolha. Neste modelo é vantajoso ser o primeiro a anunciar a escolha da produção, porque isto cria um fato consumado. Logo, a firma seguidora irá definir a sua produção após a maximização de lucro da firma líder.

Ao contrário do modelo acima, no Modelo De Cournot, a decisão a cerca do quanto se produz é tomada pelas firmas de maneira simultânea. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 429) “a essência do modelo de Cournot é que cada empresa considera fixo o nível de produção de sua concorrente e então toma sua própria decisão a respeito da quantidade que produzirá”. Assim, nesse modelo cada firma estabelece uma curva de reação em função da quantidade de produção

que maximiza seus lucros e da projeção da quantidade a ser ofertada pelas firmas concorrentes, portanto cada firma irá determinar seu nível de produção conforme sua própria curva de reação e, o equilíbrio de mercado ocorrerá na intersecção das curvas de reação. Nesta situação, nenhuma das empresas participantes do mercado irá ter incentivos para alterar seu nível de produção, uma vez que já estão maximizando seus lucros.

Apesar da decisão da escolha da quantidade a ser produzida ocorrer em situações diferentes nos dois modelos apresentados acima, ambos deixam que o preço seja determinado no mercado, mas no Modelo de Bertrand, esta situação se inverte, as firmas fixam o preço e deixam o mercado determinar a quantidade a ser ofertada, por considerar um mercado de produtos homogêneos. (VARIAN, 2006, p. 532).

Ao determinar seu preço, a firma deve prever o preço que será fixado pela empresa concorrente e de forma análoga ao equilíbrio de Cournot, pretende-se encontrar um conjunto de preços que maximize o lucro, dada a escolha feita pela outra firma e este preço nunca poderá ser menor que o custo marginal, pois uma empresa poderia aumentar seu lucro, reduzindo o nível de sua produção. Logo, o equilíbrio, de acordo com Varian (2006, p. 533) “é o equilíbrio competitivo, onde o preço se iguala ao custo marginal”, e por isso as empresas não irão incorrer em lucro.

Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 436) afirmam que o modelo de Bertrand “[...] é útil porque nos mostra de que forma o equilíbrio resultante em um oligopólio pode depender de modo crucial da escolha feita pelas empresas sobre qual deverá ser a variável estratégica”. Conseqüentemente, por esta lógica, existe um incentivo as empresas a se organizar para fixar o preço que maximize o lucro do setor, pois a maior divergência entre as firmas resultariam em preços muito menores aos praticados com a formação do conluio.

Nos modelos apresentados acima, as firmas operam de forma independente, mas pode haver situações em que as firmas se juntem para fixar preço e aumentar o lucro do setor, ou seja, se comportam como uma empresa monopolista, e isso é conhecido como cartel. (VARIAN, 2006, p.533)

No cartel, as condições de equilíbrio sugerem que o aumento na receita marginal proveniente da produção de uma unidade extra, não importando em que firma fora produzida, tem de ser a mesma para todas as firmas participantes do mercado, de modo que o custo marginal seja novamente igualado e o equilíbrio restaurado. Para Varian (2006, p.

534), “se uma empresa tiver uma vantagem de custo, de modo que sua curva de custo marginal sempre se situe abaixo da curva de outra empresa, ela então produzirá necessariamente mais em equilíbrio na solução de cartel”. Apesar desse incentivo, o cartel normalmente é instável, no sentido de que dada as diferenças nas curvas de custo das firmas, aquela que apresentar a melhor estrutura de custo será tentada a vender mais do que o acordo havia estipulado, se ela ainda esperar que as outras firmas do setor não alterem suas estratégias de preço e produto.

Ao se comparar os quatro modelos apresentados acima, percebe-se que a solução de conluio ou cartel resulta no mais alto preço e na menor produção e o equilíbrio de Bertrand no menor preço e maior produção, enquanto os outros dois modelos apresentam situações intermediárias entre estes dois extremos.

2.2.2 A abordagem heterodoxa

2.2.2.1 As contribuições de Bain: Estruturas de mercado e barreiras à entrada

Nesta abordagem o termo “estrutura de mercado” segundo Possas (1985, p.94) apresenta um “[...] enfoque estrutural em contraposição ao “behaviorismo” das teorias das firmas, as características da estrutura do mercado assumem um papel preponderante”. Ainda de acordo com Possas (1985, p.122-123) pela análise E – C – D privilegia os aspectos estruturais, e Bain e Sylos-Labini mostram que o mercado é formado de acordo com as “condições de estrutura técnica e econômica da indústria, e não das decisões particulares tomadas pelas empresas que o compõem”.

A partir da década de 50 as proposições do tipo Estrutura–Conduta– Desempenho (E-C-D) passaram a ocupar o posto de paradigma teórico por excelência das teorias microeconômicas autorotuladas como verdadeiramente preocupadas com as questões praticas ligadas às empresas, às indústrias e aos mercados (KUPFER 1991, p.10).

Segundo esta concepção, os elementos estruturais podem ser sistematizados nas condições de entrada de firmas potenciais a integrar certa indústria, ou seja, as barreiras à entrada são a expressão desta abordagem de estrutura de mercado (SILVA, 2004, p.141). Ao escolherem a condição de entrada como variável – síntese das características estruturais, estes autores inovaram em relação aos estudos

empíricos anteriores, que tinham como variável central o grau de concentração das empresas na indústria.

A partir desta análise, Bain e Sylos-Labini propõem não somente uma nova proposta metodológica para associação de variáveis, mas migram as preocupações teóricas para o estudo da concorrência potencial. Para Possas (1985, p.94-95) “a tipificação de uma estrutura de mercado dentro do modelo “estrutura-conduta-desempenho”, é feita a partir “daquelas características da organização de um mercado que parecem exercer uma influencia estratégica sobre a natureza da concorrência e da formação de preços de mercado”.

Portanto nesta concepção se considera como elemento básico da estrutura de mercado a concentração econômica e a intensidade das condições de entrada como um indicador-base de poder de mercado das firmas oligopolistas e co-determinante do nível de preços (POSSAS, 1985).

Os estudos de Bain (1963) apresentam como conceito principal o de condição de entrada em uma indústria. Ao destacar esta condição, o autor indicava como esta influenciava decisivamente na conduta e no desempenho das firmas existentes no mercado, ou seja, além de reconhecer a importância da concorrência efetiva, também considerava relevante a concorrência potencial como reguladora da conduta e do desempenho das empresas. Segundo Silva (2004, p.63), “a idéia contida no trabalho de Bain é que as barreiras à entrada existem porque as empresas estabelecidas – pelo simples fato de já serem estabelecidas – possuem vantagens sobre as potenciais empresas entrantes”. A partir desta visão tem-se que a condição de entrada, ou barreiras à entrada, é antes de tudo uma condição estrutural sendo um conceito estabelecido para o longo prazo.

A condição de entrada pode ser medida quantitativamente e para tal Bain formulou a teoria do preço-limite, valor este superior ao preço competitivo – definido como o mínimo custo médio de produção, e comercialização do produto mais a taxa de retorno normal do investimento – uma vez que julgava relevante numa estrutura de mercado em oligopólio, a influência dos concorrentes potenciais na determinação do preço.

Para Possas (1985, p.96) a concorrência potencial é decisiva na formação de preços “[...] uma vez que estabelece um limite superior para o preço (e, portanto para os lucros, *ceteris paribus*) no qual as empresas que exercem a liderança de preços estão seguras de poder manter-se sem induzir à entrada de outras firmas no mercado”.

Logo, a condição de entrada pode ser encarada como em até que nível as firmas existentes no mercado podem elevar seus preços acima do preço competitivo sem transformar o concorrente potencial em efetivo, impedindo assim a ampliação da capacidade produtiva da indústria.

Com o intuito de extrair os principais determinantes, Bain (1963, p. 166-196) analisou a natureza das vantagens das empresas existentes no mercado frente às rivais em potencial, e foram identificadas algumas características, balizadas em fatores tecnológicos e institucionais, que ditam estas vantagens que são:

a) Vantagens absolutas de custo das empresas estabelecidas – se origina dos aspectos: 1) a entrada de um novo concorrente pode elevar o custo de aquisição de um insumo básico de produção para todas as firmas da indústria, aumentando os custos; 2) as firmas existentes podem possuir facilidades de obtenção e de preço em relação à firma entrante na compra de recursos básicos para a produção e; 3) acesso a melhores tecnologias de produção mais avançadas em relação a entrante o que aumente a produtividade e reduz custos da firma existente. A presença desta vantagem faz com que a firma existente assegure um custo médio mínimo inferior às concorrentes entrantes ou potenciais.

b) Vantagens de diferenciação de produtos – Preferência dos consumidores por produtos de firmas existentes quando comparados com os das novas firmas.

c) Economias de Escala – os custos unitários de produção e de vendas caem com o aumento da escala de produção, portanto as empresas que apresentam uma maior capacidade produtiva têm custos médios inferiores aos das firmas de menor capacidade produtiva Para Silva (2004) as economias de escala são em última análise, as determinantes das barreiras à entrada, representando um impedimento a entrada no mercado da concorrente potencial.

Em síntese, seja qual for a fonte de superioridade das empresas estabelecidas, se existem vantagens assentadas em características estruturais, a entrada na indústria tende a ser obstaculizada de modo que as empresas que atuam no mercado têm a possibilidade de elevar os preços (na média, e por um longo período) acima do nível de custo mínimo sem induzir a entrada (SILVA, 2004, p.70).

De acordo Bain (1963, p.262 - 290) os fatores essenciais para a determinação dos possíveis efeitos das barreiras à entrada sobre a

conduta e o desempenho das firmas e dos mercados, são respectivamente: a) o valor da condição de entrada; b) a fonte da barreira a entrada e; c) o grau de concentração. O primeiro é medido pelo percentual que as firmas estabelecidas podem fixar seu preço acima do competitivo sem provocar a entrada, e este valor é importante para determinar os efeitos da condição de entrada sobre as margens de preço-custo e taxas de lucro, ou seja, a eficiência alocativa e também para analisar o grau de estabilidade dos mercados. Em relação ao segundo, este está relacionado com a existência ou não de significativas economias de escala e de como estas irão impactar na eficiência técnica das firmas – estrutura ótima de produção -. Enquanto o terceiro e ultimo efeito verifica como a interdependência entre as firmas de uma indústria influenciam e a dinâmica e a eficiência nesta. Para Silva (2004, p.80) a interação destes efeitos determinara e condicionara os efeitos da condição ou barreiras à entrada.

Para Possas (1985, p.129-133) dois aspectos são relevantes para analisar a relação entre as economias de escala e o grau de concentração do mercado dentro abordagem E-C-D. O primeiro aspecto diz respeito às circunstancias de o crescimento da escala mínima ótima de produção ocasionar uma crescente concentração industrial e o segundo aspecto trata das economias de escala vinculadas a fatores que não sejam estritamente técnicos, ou seja, não se restringem aos níveis de produto e tamanho da plana industrial, como por exemplo, as economias de multiplantas, pecuniárias, entre outras.

As condições a entrada também refletem no nível de lucratividade das firmas. Nesta abordagem boa parte das explicações a respeito das altas taxas de lucro verificadas nos setores mais concentrados da indústria são atribuídas às barreiras a entrada, portanto, a concentração ou a ação em conjunto exerce influência sobre como uma dada condição à entrada afeta o desempenho e a eficiência do mercado.

Através da análise de resultados obtidos em várias pesquisas¹⁰ que utilizaram a abordagem E-C-D como base e que avaliaram a taxa de lucro e a margem preço/custo, a conclusão mais geral que se pode alcançar é de que existe uma relação positiva, apesar de fraca, entre concentração e a lucratividade. (POSSAS, 1985, p.137)

¹⁰ Pesquisas realizadas por Bain em 1951 e 1956; Weiss, 1974, Scherer, 1970

Apesar das contribuições apresentadas acima, se percebe uma ausência de perspectiva dinâmica das variáveis analisadas, pois o vínculo entre a concentração e a lucratividade sob esta ótica exige que se leve em conta a interação entre estrutura e desempenho. Uma rentabilidade insatisfatória poderá estimular a competição por preços, podendo haver a eliminação de firmas ou formação de conluios o que aumentaria a concentração do mercado, mas uma rentabilidade satisfatória também pode provocar o aumento da concentração, pois poderia encorajar uma das firmas a aumentar a sua participação no mercado, ou seja, a relação dependerá não só se casualmente há ou não um equilíbrio estrutural no mercado, mas sim de qual fato que está em processo afeta o equilíbrio.

Os estudos de Bain focaram principalmente na análise das condições a entrada que determinariam as condições estruturais do mercado e dos efeitos desta sobre a margem de lucro de longo prazo, a determinação do preço e a estabilidade do mercado, ou seja, sua atenção estava voltada para o longo prazo em condições oligopolísticas.

2.2.2.2 As contribuições de Sylos-Labini: Determinação de preço e estruturas de mercado

Da mesma forma que Bain, Sylos-Labini também realizou estudos – quase que simultâneos – referentes à determinação da estrutura de mercado e do nível de preços no longo prazo e também rejeitou as soluções neoclássicas de determinação de preço em oligopólio (custo marginal igual a preço marginal).

Sylos-Labini (1984) incorpora no seu estudo o “princípio do custo total¹¹ e a hipótese da curva de demanda quebrada¹²”. Isto quer dizer que, para a determinação da margem de lucro e para caracterizar o comportamento das empresas oligopolistas, uma vez que uma alteração nos custos diretos (matéria-prima e salários) atinja a indústria como um todo, este acréscimo pode se repassado rapidamente ao nível de preços. Quanto à volatilidade temporária na demanda, ela não implica um repasse automático para os preços, uma vez que não se podem prever as reações dos concorrentes.

Conforme Possas (1985, p.33) estes autores colaboraram para a atribuição de caráter secundário a trajetória da demanda na

¹¹ Metodologia desenvolvida por Hall & Hitch (1939)

¹² Metodologia desenvolvida por Hall & Hitch (1939) e Sweezy (1939) com o intuito de formar o formato geral da curva de demanda individual das firmas oligopolistas.

determinação do preço em condições de oligopólio Conforme afirma o “princípio do custo total”, “[...] não é que a demanda não tenha qualquer influência sobre o preço (...) mas que ela só se manifesta nos casos excepcionais – em que a demanda se altera muito rapidamente ou a empresa (e/ou o mercado) tem um comportamento em preço mais competitivo”.

Uma empresa oligopolista fixa o preço seguindo uma política de preços de tipo “custo total” em qualquer de suas variantes, o que implica para a demanda um papel quando muito restritivo, mas nunca determinantes do preço, tendo em conta custos diretos em geral constantes até o limite da capacidade e que está quase sempre subutilizado (POSSAS, 1985, p.36).

Desta forma, tanto o “princípio do custo total” quanto da “demanda da curva quebrada” remetem as condições de concorrência que caracterizam o comportamento de uma firme sob oligopólio. Ambos os conceitos expressam a preocupação dos empresários com possíveis reações dos concorrentes efetivos e potenciais e ainda de que essa rivalidade pode ser extremamente danosa para o mercado nessas condições, ou seja, há bons motivos para a manutenção do nível de preço e somente sendo alterado quando ocorre uma variação para todos nos custos diretos.

Para Sylos-Labini (1984) a determinação da estrutura de mercado, do preço e da margem de lucro de longo prazo ou equilíbrio deve obedecer a proposições específicas. E para tal, diferentemente de Bain, que tratou a questão das barreiras à entrada a partir de modelos abstratos, este o fez fundamentado em exemplos empíricos para chegar aos valores de equilíbrio (preço de longo prazo).

O processo de determinação do preço é importante para uma indústria que ainda está em processo de consolidação, que apresenta mudanças de significativas de tecnologias ou que ainda não se tenha encontrado um preço aceito por todos os agentes participantes desta. Assim, dado a relevância das barreiras à entrada, a busca pela maximização do lucro de longo prazo, a firma não deve somente considerar as reações dos consumidores a estratégias agressivas de vendas, mas também, e com um maior peso, as reações dos concorrentes efetivos e potenciais e a possíveis desvios na trajetória normal da tecnologia e do mercado. Portanto, a determinação da margem de lucro de longo prazo - preço de longo prazo - será dada a partir do movimento de entrada e saída de firmas concorrentes e por alterações de empresas

existentes no mercado e nas tecnologias, até o ponto em que seja alcançado uma estrutura estável (preço também estável). (SYLOS-LABINI, 1984, p. 51-66)

Utiliza para esta análise o caso de uma indústria altamente concentrada composta por algumas grandes firmas e outras muitas pequenas ou médias empresas. Ao supor um modelo com um produto homogêneo – exclui a diferenciação dos produtos- e preço único. Procedeu com esta abordagem não simplesmente por motivos de simplificação, com o intuito de provar que existe certo poder de monopólio inserido na própria estrutura técnica das firmas que operam nesta estrutura de mercado.

Segundo Silva (2004, p. 111) o que Sylos–Labini desejava era que “[...] no caso do chamado oligopólio concentrado, o dado objetivo final, é o dado técnico, devido à existência de importantes descontinuidades determinadas pela tecnologia, sendo que quanto maior a planta utilizada, maior a produtividade do trabalho”. Portanto, quanto maior a capacidade instalada, maior será seu custo fixo total e menor o custo direto unitário, sendo as firmas que apresentarem as maiores produções as mais eficientes, por apresentarem um custo unitário total menor. Pode-se dizer que as descontinuidades tecnologias associadas a expressivos diferenciais de custo são marcas do processo de concentração do mercado, tendo relação direta com as condições de concorrência do oligopólio.

Ao se determinar o espaço econômico da indústria – fim das entradas e saídas de firmas – verificou-se que a determinação do preço final, ou de equilíbrio, não é predeterminada e pode assumir um entre vários valores, sendo possíveis diversas situações de equilíbrio. Conforme Silva (2004, p.117) o valor final irá depender: a) da estrutura inicial da indústria – extensão absoluta de mercado, elasticidade-preço da demanda, *market share*, distribuição do volume de vendas entre as firmas, preços dos fatores fixos e variáveis, descontinuidades técnicas e diferenciais de custo – e b) e as iniciativas de adaptações e mudanças concretas nas plantas tomadas pelas firmas. A “plurideterminação” da situação de equilíbrio que engloba preços e estrutura de mercado se origina no fato de que “[...] trajetórias diferentes determinam situações finais de equilíbrio diferentes e que são irreversíveis [...]” (Possas (1985, p.114). Portanto, o preço final surge de uma estrutura de mercado diferente da inicial, que é fruto das condições de entrada e saída de empresas e da expansão da capacidade produtiva das empresas existentes. Quanto à margem de lucro de longo prazo, o qual está

associado ao preço final, é função das características estruturais do conjunto da indústria e não somente de uma firma isolada.

Na visão de Possas (1985, p.114) também merece destaque o caráter estrutural da teoria. “Ela estabelece a partir de características da estrutura técnica e econômica da indústria o surgimento inevitável de lucros superiores aos normais e que tendem a permanecer na ausência de alterações nas condições ambientes”. Estes seriam permanentes ao contrário do que iria ocorrer em mercados competitivos.

2.2.2.3 As contribuições de Steindl: Capacidade produtiva instalada e estruturas de mercado

A teoria de Steindl parte das hipóteses de Bain e Sylos-Labini a cerca do equilíbrio de mercado e chama atenção para a importância do papel das assimetrias entre as firmas devido à presença de desigualdades tecnológicas que caracterizam o processo de produção e o processo de diferenciação de produtos.

Esta teoria se comporta de forma adversa ao apresentado pela análise de equilíbrio estático e por isto, Bain (1983, p. 13-21) reconstruiu e renovou alguns conceitos e temas do instrumental teórico – microeconômico. Entre eles os que mais se destacam são os que dizem respeito à articulação dinâmica, que são: o excesso de capacidade produtiva (economias de escala), a rigidez de preços (e margens de lucro) e a acumulação interna dos lucros das firmas.

Quanto ao excesso de capacidade produtiva, Steindl (1983, 33 - 60) parte da visão de que deve haver diferenças de custo e margem de lucro entre as firmas, quando estas retratam a diferenças na capacidade de produção das firmas concorrentes, sendo a assimetria no acesso às economias de escala – produção, distribuição e vendas – quem determina as variações nas estruturas de custo e margem de lucro de cada firma que compõem um determinado mercado. Desta maneira, existe uma relação inversa entre tamanho da empresa e estrutura de custo, e no longo prazo as empresas maiores apresentam, em geral, taxas de lucros mais altas do que as menores.

[...] Steindl procurou mostrar como (...) há uma compulsão ao permanente movimento da estrutura industrial e, ademais, demonstrar como este movimento é no sentido da crescente concentração em nível dos mercados, no mesmo passo em que suas empresas crescem impulsionadas pelas economias internas de escala

e por economias externas que esse mesmo crescimento engendra (SILVA, 2004, p.165).

As vantagens competitivas associadas ao tamanho podem derivar das economias de escala de produção, da planta, do processo produtivo ou originárias de poder de obtenção de preço, de modo que ao se reproduzirem garante a firma de maior tamanho a obtenção da maior margem de lucro e de um melhor posicionamento competitivo no mercado.

Por isto, para Steindl (1983) a existência e a manutenção de capacidade ociosa era um fenômeno de caráter estrutural e que “[...] não poderia ser atribuído a desequilíbrios momentâneos responsáveis por um acréscimo involuntário de capacidade ociosa, mas que deve estar refletindo um padrão normal de competição das indústrias oligopolísticas com fortes barreiras à entrada” (POSSAS, 1985, p.158-159).

Reconhecida as vantagens competitivas não elimináveis das empresas de maior porte em relação às de menor quanto à existência de custos e lucro diferentes, a análise dos efeitos dinâmicos destes, não reflete apenas as diferenças de *market share* de cada firma, mas colaboram para “reforçar esse poder, na medida em que são um estímulo ao maior crescimento das empresas com maiores lucros, o que explicaria a inexorável tendência à concentração dos mercados” (SILVA, 2004, p.169).

A partir desta visão da relação entre rentabilidade e capacidade de expansão das firmas, era criada a possibilidade de mudanças na estrutura de mercado e a extensão dos efeitos dinâmicos dependeria da intensidade da concorrência entre as firmas e esta seria determinada pelas estratégias individuais de cada firma, além dos elementos estruturais de mercado – grau de concentração, variância dos custos existentes - e do próprio comportamento dinâmico desse mercado. Portanto, o lucro é resultado da interação entre as condições estruturais do mercado e a pressão competitiva exercida pelas maiores firmas, assim, a busca pelo crescimento contínuo pode levar a uma concentração de mercado.

[...] a “pressão competitiva” gerada pelo crescimento das margens de lucro das empresas mais lucrativas eventualmente se choca com a capacidade produtiva instalada. Pode resultar daí um processo de absorção de parcelas de mercado rivais, ou a busca de novos mercados, ou a diminuição do grau de utilização da capacidade

aquém do nível desejado – especificamente no caso do oligopólio (concentrado) [...] (POSSAS 1985, p.169-170).

De acordo com Richardson (1998) as vendas e os lucros das firmas oligopolistas são interdependentes, no sentido de que uma ação competitiva de uma firma tem efeitos sobre os resultados operacionais das outras, o que pode provocar reações. Por exemplo, quando uma firma decide em reduzir o preço de seu produto com o objetivo de aumentar sua participação no mercado, provavelmente fará com que suas rivais adotem o mesmo procedimento, eliminando os efeitos dessa estratégia e este é o que ocorre em indústrias de grande escala de produção, como a siderúrgica e a de petróleo.

Portanto, o reconhecimento dessa dependência mútua significa que as firmas consideram nas suas tomadas de decisões competitivas estratégicas as possíveis reações que as suas rivais podem vir a adotar. E nesse cenário, as empresas, juntas, apresentam grande poder de determinação de preços, levando o setor a obter lucros extraordinários ao longo do tempo, dado que as características de escala de produção dificultam a entrada de novas empresas no neste.

A questão da rigidez de preços é explicada por Steindl (1983, p.29 – 32) em relação ao comportamento dos empresários. Por um lado, os empresários não reduzem preços porque temem uma guerra de preços na indústria, do outro, não cobram preços mais altos por temerem uma perda de mercado em relação a seus concorrentes efetivos se esse aumento de preços não for acompanhado por todas as firmas e também por temerem a entrada de concorrentes potenciais, uma vez que esse aumento de preço possa ser suficiente para romper as barreiras á entrada.

O temor de represálias e o principio de formação de preços e de margens de lucro pelo “custo total” implicam para Possas (1985, p.161) que “[...] mudanças no curto prazo na demanda em regra não afetam os preços nos mercados industriais oligopolizados, apenas os volumes de vendas e (com algum retardo) produção [...]” Assim mesmo que os preços estejam sujeitos a alterações nos custos – aumento de produtividade e níveis tecnológicos - as margens de lucro deverão manter-se constantes, frente o comportamento da demanda da indústria, tornando-se rígidos para baixo e flexíveis para cima apenas em uma situação de recessão.

Dadas as hipóteses teóricas sobre as estruturas de custo, formação de preços e padrões de concorrência em indústrias em oligopólio, Steindl (1983, p. 61u-74) mostrou que diferenciais de custo,

tamanho, margens de lucro, potencial de expansão e capacidade de inovação entre as firmas, ou seja, as características específicas de cada firma e considerando também às condições de entrada, tudo isso, influencia na intensidade da concorrência, por conseguinte, no processo de formação de preços. Conclui-se que estas assimetrias explicam o processo de transformação e configuração das estruturas de mercado.

A partir desta visão, o conceito de concorrência pode ser entendido como o “processo fundamental, que assentada na própria natureza da economia capitalista, é capaz de gerar o movimento incessante em que se realiza a acumulação de capital que conforma e transforma a estrutura do mercado” (SILVA, 2004, p.200).

Assim as principais contribuições de Steindl (1983) são no sentido de criar as bases dinâmicas de conformação e transformação no âmbito das firmas e da indústria em geral e as bases microeconômicas de uma teoria de concorrência.

2.3 O conceito e os determinantes da concorrência sob a perspectiva dinâmica

Para Possas (1985, p.34) apesar de diversos autores¹³ tratarem a concorrência de maneiras distintas, ela pode ser conceituada “[...] como um processo de luta por apropriação de poder de compra e garantia de espaço de valorização do capital [...]” e sua intensidade e abrangência dependem das forças competitivas que atuam na indústria específica e a partir deste conceito, a firma tem como meta de estratégia competitiva se posicionar de tal maneira que a coloque em uma posição ótima dentro da indústria, para que a mesma possa usar as forças competitivas em benefício próprio.

Conforme dito acima, as forças competitivas são determinados pelas características estruturais básicas da indústria, logo “o conjunto destas forças determina o potencial de lucro final da indústria, que é medido em termos de retorno a longo prazo sobre o capital investido (PORTER, 1991, p. 22)

Para Porter (1991, p.24-27) a identificação da estrutura da indústria além de determinar o conjunto de forças competitivas que nela atuam é uma das etapas para compreender o correto funcionamento de um mercado ou indústria específico. Portanto, esta análise tem com o

¹³ McNulty (1968) – trata a concorrência como uma forma de competição em mercado, por contraposição a monopólio; Marshall (1890)- a trata como uma maneira do homem se relacionar em sociedade, por contraposição à cooperação, etc.

objetivo situar o setor em relação às cinco forças competitivas, que são: a) entrantes potenciais; b) produtos substitutos; c) poder de negociação de compradores; d) poder de negociação de fornecedores; e) rivalidade entre os atuais concorrentes.

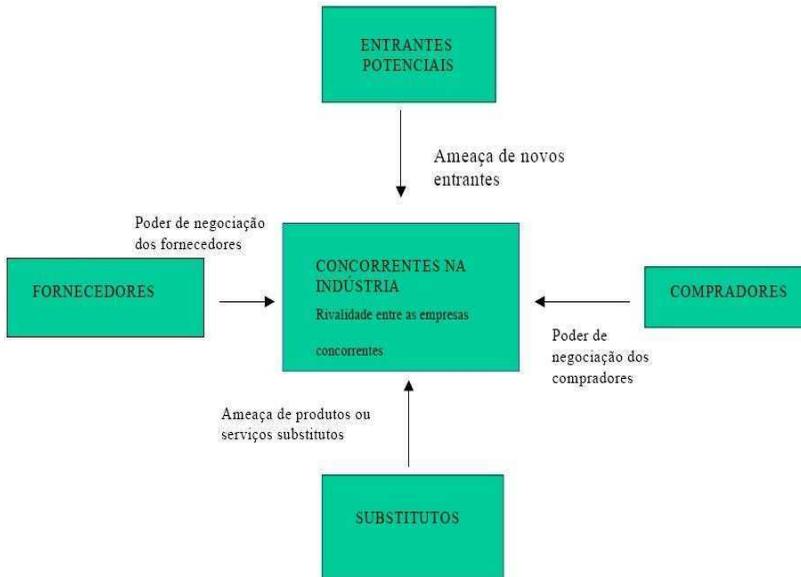


Figura 1.1 – As forças competitivas

Fonte: Porter (1991, p.23)

Segundo Porter (1991, p.24) as cinco forças em conjunto mostram que a concorrência “não está limitada aos participantes estabelecidos”. O autor considera também como concorrentes para as firmas da indústria clientes, fornecedores e entrantes em potencial, aonde cada um tem seu nível de influência, dependendo de seu tipo de operação e inserção no mercado. Neste sentido, o mesmo expande o conceito de concorrência, podendo ser entendida como rivalidade ampliada. Já a intensidade de concorrência dentro do mercado é também determinada pela ação conjunta dessas forças.

A seguir será feita uma breve explanação a cerca de cada uma das cinco forças competitivas, conforme proposto por Porter (1991, p. 34 – 44)

a) entrantes potenciais – representado pelas novas firmas que entram na indústria, com nova capacidade e desejo de ganhar mercado e recursos. Essa entrada pode causar distorções no mercado, afetando preços e

custos dos já participantes, impactando nas margens operacionais de cada uma dessas de forma mais ou menos significativas. Para Porter (1991) as principais barreiras à entrada são: 1) economias de escala; 2) diferenciação de produtos; 3) Necessidades de Capital; 4) Custos de Mudança; 5) Acesso aos canais de distribuição; 6) Desvantagens de Custo Independentes de Escala; e 7) Política Governamental

b) produtos substitutos - as firmas participantes de uma indústria competem, em termos amplos, com indústrias que fabricam produtos substitutos. Esses produtos substitutos reduzem os retornos de uma indústria, introduzindo um preço-limite que as empresas podem fixar como lucros.

c) poder de negociação de compradores - se refere à destreza que estes possuem para reduzir os preços de um produto ou serviço específico, barganhando melhor qualidade e serviços, gerando conflitos entre os concorrentes para a redução dos seus custos de compra, tudo à custa da rentabilidade da indústria. O quão uma firma ou grupo é influente irá depender das seguintes circunstâncias:

- * Porcentagem alta de compra do volume total ofertado pelos vendedores
- * Quantidade de produtos adquirida tem participação significativa nos custos da firma compradora, o que faz com que o comprador esteja disposto a gastar de maneira seletiva e a preços flexíveis, os recursos necessários para adquirir o produto.
- * Produtos padronizados ou não-padronizados
- * Lucros baixos – incentivos para reduzir os custos de compra
- * Ameaça de Integração Vertical por parte dos compradores
- * Produto adquirido não tem relevância na qualidade final do produto do comprador.
- * Informação simétrica sobre o mercado do produto a ser adquirido.

d) poder de negociação de fornecedores - É a possibilidade de exercer poder de negociação sobre os participantes de uma indústria ameaçando elevar os preços ou reduzir a qualidade de bens e serviços fornecidos. Dependendo do tamanho do fornecedor podem reduzir drasticamente as receitas operacionais e conseqüentemente o lucro, quando a indústria compradora desse produto for incapaz de repassar os aumentos de custos para os seus preços. Assim como no item acima, o quão uma firma ou grupo é influente irá depender das seguintes circunstâncias:

- * deve ser mais concentrado do que a indústria para a qual vende;
- * Produtos que não apresentam substitutos
- * Indústria compradora não tem participação expressiva na carteira de vendas;

* O produto do fornecedor é essencial para o negócio do comprador;

* Produtos dos fornecedores são diferenciados.

e) rivalidade entre os atuais concorrentes – ocorre entre as firmas devido à disputa de posição e poder de mercado e utilizam como táticas a concorrência de preços, *marketing*, introdução de novos produtos e serviços, além de vantagens e garantias no pós-venda. A disputa ocorre quando um ou mais agentes se sintam ameaçados ou por perceberem melhores oportunidades de negócio que irão alterar seu posicionamento na indústria. Segundo Alves (2006, p. 45) “Na maioria das indústrias, os movimentos competitivos de uma firma tem fortes efeito sobre a concorrência, podendo levar à deflagração de um processo contínuo de retaliação e criando um padrão de ação e reação”. Isto nos dá uma percepção de que todas as firmas dentro da indústria são dependentes e a maneira de como estes movimentos é adotada, pode levar tanto ao aprimoramento quanto a uma situação pior que a inicial. A rivalidade é consequência da interação de fatores como presença de custos fixos e de estoque altos, crescimento lento da indústria, concorrentes numerosos ou bem equilibrados, investimentos em capacidade, interesses estratégicos, etc.

Para Possas (1999, p.34-56) a sistematização da teoria da concorrência sob a perspectiva dinâmica deve ser feita via análise dos principais “mecanismos estratégicos” que são: a) diferenciação de produtores; b) desdiferenciação ou igualação; c) Renovação constante das diferenças; e d) possibilidade de alianças.

a) diferenciação de produtores – é um procedimento geral para a obtenção de lucros. Não se trata apenas de diferenciação de produtos, mas de tudo aquilo que possa dar a cada produtor uma vantagem sobre os demais, até mesmo alterações de custo. Para a autora a literatura econômica trata desse assunto de quatro maneiras distintas

Abordagem 1 – Formado por autores como Walras e Pigou, aonde estes ignoram e não dão nenhuma relevância as diferenças entre os produtores;

Abordagem 2 – Admite a diferença, mas não lhe dá relevância, e a considera de um ponto de vista estático. A diferença existe, sem maiores consequências. Eventualmente, mas como uma anomalia de certos mercados, pode vir a surgir um monopólio de algum produtor sobre algum item do processo produtivo. Essa vantagem deve permitir ao monopolista tirar proveito particular. Essa abordagem neoclássica tem como principais expoentes os autores Ricardo e Marshall;

Abordagem 3 – Nessa abordagem, a diferença entre os produtores é vista como razão para as vantagens competitivas que alguns produtores têm perante concorrentes efetivos e potenciais. Mas, ao contrário da Abordagem 2, esta diferença é tomada como um traço característico e elemento explicativo dos mercados capitalistas, em especial dos oligopólios. Ao contrário da abordagem anterior admitem a relevância das diferenças e preocupam-se apenas no modo como essas diferenças influenciam nos preços e nas barreiras a entrada e a saída, mas não se interessam sobre as conseqüências de como isto influi no comportamento dos agentes. Segundo Possas (1999) os principais autores são Bain, Sylos-Labini e Steindl.

Abordagem 4 – É a mais completa e que mais se adapta a economia capitalista e tem como principais ícones Marx e Schumpeter. Aqui, a diferença é vista como algo dinâmico, ou seja, está em constante transformação e criação. Se um produtor deseja ser preferível em relação a seus concorrentes a forma mais eficaz disto acontecer é fazer com que seus produtos sejam mais atraentes que os demais. Portanto, a busca por ganhos de diferenças, os quais são caracterizados pelo desenvolvimento das inovações, deve levar em consideração as especificidades de cada indústria e de seu mercado, devendo o processo de concorrência ser visto, em sintonia com a teoria das barreiras à entrada, como uma busca permanente por lucros extraordinários, originárias de vantagens competitivas monopolísticas.

Diferentemente de Porter (1991), que se interessa mais pelas estratégias que as firmas devem adotar para manter e desenvolver as diferenças entre os produtores. Possas (1999), julga mais relevante a análise das características gerais do processo competitivo. Apesar desta divergência, ambos enfatizam a importância dos processos de diferenciação no âmbito da concorrência.

b) desdiferenciação ou igualação - Este mecanismo está baseado na livre mobilidade de capitais (capitais e trabalhadores), que migram com a possibilidade de auferir maiores ganhos financeiros e é conceituado como o processo em que os produtores, que estão atrasados em relação a outros em relação a algum tipo de vantagem competitiva tenta se aproximar deste para que não seja excluído do mercado, uma vez que não compete em igualdade de condições. Portanto esse comportamento endógeno da indústria afeta as suas expectativas, as estratégias desenvolvidas, as decisões de entrantes em potencial e quando a mobilidade não seja visto a anulação da heterogeneidade do sistema, tudo isso influi de maneira significativa na concorrência e conseqüentemente na estrutura de mercado.

c) Renovação constantes das diferenças – Um produtor que obteve uma diferenciação no processo produtivo só permanecera com lucro extraordinário enquanto não for perfeitamente igualado, isto é, não basta obter uma única vez uma vantagem favorável é preciso continuar na tentativa de obtenções de novas formas de diferenciação e é este fenômeno que a da a concorrência a sua perspectiva dinâmica. As obtenções de diferenças constantes, além de garantir lucros extraordinários para a firma, alteram a estrutura do mercado, fazendo com que tudo que pertence a ele se modifique desde processos produtivos mais eficientes e *market share* ao modo de como as firmas buscam novamente essas vantagens.

Portanto esse caráter de cumulatividade dos lucros extraordinários e das inovações tecnológicas ocasionados pela procura sistemática de vantagens competitivas é extremamente relevante para o tratamento da concorrência como um fenômeno dinâmico e para o entendimento da estrutura do mercado, pois afeta diretamente o tamanho das firmas, ou seja, o nível de concentração do mercado.

Silva (2006, p.8) também corrobora com este pensamento ao afirmar que, “[...] é o impulso por buscar lucrar e crescer incessantemente que nos permite entender a própria evolução da grande empresa moderna e explicar a lógica geral de importantes processos resultantes (concentração de mercado e crescentes diversificação e internacionalização das empresas)”.

d) possibilidade de alianças- A necessidade de ampliação do capital faz com que muitas firmas passem a atuar em conjunto, não existindo oposição entre concorrência e cooperação. A última está subordinada a primeira. Exemplo disto são os de processos de fusão e aquisição e arranjos institucionais que normalmente ocorrem com o intuito de reforçar e ampliar o *market share* da firma, ou seja, seu poder monopolístico. Tem a mesma finalidade que a redução de custos, e as inovações tecnológicas que é ampliar o poder econômico dos participantes, visão esta que se posiciona contrária a aquela que defende que as integrações geram distorções em preços, ganhos de produtividade e alocação ótima dos processos produtivos. Vale ressaltar que a possibilidade de alianças não é fato necessário para o mecanismo da concorrência.

Apesar de existirem diferenças entre os autores todos chegam a uma conclusão única, de que a interação entre as diversas forças

competitivas¹⁴ ou mecanismos estratégicos¹⁵ determinam além da estrutura e da força da concorrência a rentabilidade da indústria, sendo que o predomínio de uma ou mais dessas forças no mercado é essencial para a formulação das estratégias competitivas e dos padrões de concorrência, ou seja, a busca constante por vantagens competitivas, que é condição necessária para a obtenção de lucros extraordinários, é o aspecto fundamental do processo de concorrência.

2.4 Os padrões de concorrência

Os padrões de concorrência representam as interações entre as empresas, o mercado, a concorrência e competitividade.

Para Ferraz *et al* (1996) e Kupfer (1991) o padrão de concorrência pode ser definido pelas características estruturais e de condutas do ambiente competitivo que podem estar relacionadas tanto ao setor de atuação da firma quanto ao ambiente econômico em geral.

Os padrões de concorrência apresentam duas características básicas, segundo Ferraz *et al* (1996, p.31-32) que são:

- 1) Idiossincráticos de cada setor da estrutura produtiva: A natureza setor-específico dos padrões de concorrência faz com que cada tipo de vantagem competitiva apresente importância variável e diferentes graus de oportunidade;
- 2) Mutáveis no tempo: Ajustam-se as transformações que ocorrem nas tecnologias, organização industrial e no ambiente econômico. (FERRAZ *et al*, 1996, p.31-32)

Essas características obrigam as firmas a terem que buscar e inovar a todo instante em relação as suas estratégias de conduta (investimentos, *marketing*, financiamentos, etc.) com o intuito de fornecê-las capacidade de concorrer nas diversas dimensões da concorrência (preço, diferenciação, etc.) e que estejam compatíveis com o padrão de concorrência setorial.

Segundo Kupfer (1991, p.19) “[...] Em cada espaço de competição (mercado ou indústria, região, nação) vigoraria um padrão definido como um conjunto de formas de concorrência que se revelam dominantes nesse espaço [...]”, cercado por inúmeras formas de concorrência que englobam preço, qualidade, serviços pós-vendas, diferenciação, etc.

¹⁴ Ver Porter (1991, cap.1)

¹⁵ Ver Possas (1999, cap. 1)

Uma questão que se ascende a cerca dos padrões de concorrência é a de como este se define no interior de um espaço concorrencial específico que pode ser respondida através da análise das características estruturais de um mercado e das estratégias de conduta das firmas que nele operam e da interação de ambas na formação das formas ou dimensões de concorrência dominantes.

Desta maneira Possas (1999) afirma que a busca constante por vantagens competitivas serve de trunfo para a agregação do máximo de valor possível e que a característica física, de uso dos produtos, dos processos produtivos, juntamente com elementos institucionais, influenciam na importância que cada tipo de vantagem competitiva pode exercer em um segmento de mercado. Para as diversas possibilidades de vantagens competitivas, a autora utiliza a expressão “dimensões da concorrência”, que podem ser de duas formas:

1) Vantagens de Custo – Representado pelas economias de escala, economias de escopo, capacidade de financiamento da firma, patentes e licenciamentos de tecnologia, relações com fornecedores ou garantias de matérias-primas, relações com a mão-de-obra, organização da produção, eficiência produtiva e capacitação.

2) Vantagens de diferenciação de produto - Especificações, desempenho ou confiabilidade, durabilidade, ergonomia e design, estética, linhas de produto, custos de utilização do produto, imagem e marca, formas de comercialização, assistência técnica, financiamento e relação com usuários.

2.5 A tipologia das estruturas oligopolísticas modernas

Um dos primeiros autores a descrever a tipologia das estruturas de mercado foi Sylos-Labini (1984, p. 35-36). Propôs uma tipologia de formas de oligopólio baseado na análise dinâmica do comportamento das estruturas de mercado, criando três categorias de estruturas oligopolísticas, que foram ao lado do modelo de determinação de preços de longo, importantes contribuições à teoria microeconômica:

1) Oligopólio Concentrado: As firmas de uma indústria produzem bens substancialmente homogêneos e um número restrito de firmas controlam a maior parte da produção. A estrutura deste tipo se funda nas economias de escala técnicas;

2) Oligopólio diferenciado: Caracterizado pelo grau de diferenciação de produtos e apesar de haver uma concentração mais baixa, as firmas tem poderes de mercado bem definidos e a concorrência direta ocorre

somente com alguns poucos rivais mais próximos. Diferentemente do primeiro tipo, a estrutura deste se funda nas economias de escala de vendas. Tanto no caso anterior quanto neste a concorrência em preços é restringida a eventos específicos onde o equilíbrio da estrutura é abalada apenas por pressões competitivas internas e externas;

3) **Oligopólio Misto**: uma situação intermediária entre os dois casos e que apresenta características de diferenciação e concentração.

Com esta classificação das tipologias de oligopólio, para Silva (2004, p.126) Sylos-Labini ansiava em mostrar “[...] dissecar as diferenças e especificidades das duas situações extremas de nela retratadas, de modo a entender a natureza particular das barreiras criadas pela técnica (...) vis-à-vis as barreiras oriundas da diferenciação dos produtos (...), embora, ele mesmo reconhecesse que, na realidade dos mercados, as características se misturam”.

Fundamentado nas contribuições de Bain (1963) e Sylos-Labini (1984) - conceito de barreiras à entrada e tipologia de estruturas de mercado- e das análises dinâmicas de Steindl e Schumpeter, Possas (1985) formula uma tipologia de estruturas mercados em oligopólio e reconstrói os conceitos de oligopólio¹⁶ de modo a salientar a relação entre os condicionantes à entrada e o tipo de estratégia de concorrência mais adequado em cada mercado.

Para Silva (2004, p.204) esta classificação “[;...] enfatiza os condicionantes estruturais da concorrência, que coloca a empresa sob a situação de ter de adotar estratégias condizentes com as condições estruturais.

A partir deste enfoque mais dinâmico, obtêm-se uma visão mais clara a cerca dos determinantes estruturais dos padrões de concorrência que caracterizam as decisões estratégicas das firmas em mercados oligopolísticos, com ênfase as vantagens associadas às economias de escala e de diferenciação

Conforme Possas (1985, p.181) a tipologia de estruturas de mercado capaz de dar base a análise dinâmica da economia capitalista deve considerar dois princípios básicos, que são:

1) Os critérios de classificação das diversas indústrias devem priorizar os elementos da estruturas técnica produtiva e do processo produtivo que configurem um padrão de concorrência;

¹⁶ Não mais necessariamente caracterizado por um pequeno número de concorrentes, mas pela presença de barreiras à entrada e pela presença de interdependência de ações entre as firmas.

2) A classificação deve proporcionar uma aplicação analiticamente proveitosa, de modo que não perca os traços mais importantes e não perca seu potencial interpretativo e possa ser aproveitado para complementar as pesquisas que já existem sobre o tema.

A partir desses princípios básicos, Possas (1985, p.183 - 194) identifica quatro tipologias¹⁷ de estruturas de mercado em oligopólio, que são:

1) Oligopólio concentrado – Caracterizado pela ausência de diferenciação de produtos e pela alta concentração técnica-produtiva aonde a competição não ocorre por preços e sim pela introdução de novos processos tecnológicos que possam reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos ofertados. O alto índice de concentração “[...] deve-se à ocorrência de economias técnicas de escala e/ou descontinuidades técnicas consideráveis, que criam importantes barreiras à entrada, ao lado do elevado montante de capital inicial mínimo e, em alguns casos, do controle de tecnologia ou de insumos, ou ainda maior facilidade de acesso a estes [...]” (POSSAS, 1985, p. 18)

2) Oligopólio Diferenciado – Caracterizado pela existência de diferenciação dos produtos, sendo este fator básico de competição no mercado. Diferentemente do primeiro caso, a concorrência em preços não está totalmente excluída, apesar de não ser um recurso comum, pois poria em risco a estabilidade do mercado e das firmas que nele atuam, devido a influencia destes nos custos indiretos, como publicidade e comercialização. Para Silva (2003, p.152) “a característica central é a existência de significativo grau de diferenciação do produto” que tem efeitos específicos sobre a estrutura e a dinâmica do mercado. Quanto aos efeitos sobre a estrutura de mercado, por a diferenciação estar mais relacionada aos mercados de bens de consumo duráveis e não duráveis, a competição concentra-se principalmente nos campos da publicidade, da comercialização e da permanente inovação dos produtos. Quanto à dinâmica do comportamento do mercado Possas (1985) a examina sob três óticas que dizem respeito: a) “ao efeito sobre o investimento de um dado nível de crescimento projetado das vendas e que depende do excesso de capacidade planejado e da relação capital/produção”. (Possas, 1985, p. 188); b) projeção de crescimento de *market share* e; c) a efetiva diferenciação de um produto, isto é, quando isto se concretiza

¹⁷ Classificações não muito diferentes das apresentadas por Sylos-Labini (1956), op.cit

em uma inovação, “[...] introduzindo um dos principais componentes de tendência da dinâmica [...]” (POSSAS, 1985, p.189)

3) Oligopólio Diferenciado – Concentrado ou misto – Segundo Sylos-Labini (1956, p.48) apud Silva (2003, p. 153) “corresponde a uma situação intermediária, que apresenta as características da concentração e da diferenciação.” Isto resulta da combinação da diferenciação de produtos com os requisitos mínimos de escala de produção ótimas associados à produção dos bens de consumo duráveis, os quais configuram este tipo de mercado (indústria automobilística). Neste mercado, as altas barreiras à entrada se devem tanto a economias de diferenciação, quanto as economias de escalas técnicas.

As estratégias de mercado também são condicionadas por esses dois aspectos. De acordo com Possas (1985, p.189) “[...] não só se planeja excesso de capacidade para atender às descontinuidades técnicas e antecipar o crescimento do mercado, mas principalmente como contrapartida, em nova capacidade produtiva, do esforço de ampliar o mercado pela diferenciação e inovação de produto.”

4) Oligopólio Competitivo – Caracterizado pela alta participação no mercado de algumas empresas e aonde a concorrência se realiza predominantemente em preços, apesar de haver oportunidade para diferenciação de preços. É considerado competitivo devido à coexistência entre as firmas marginais e as de maior porte, aonde as primeiras, além de deterem um *market share* razoável no mercado poderem ampliar a sua fatia de mercado através da competição via preços. “[...] O comportamento dos preços segue as normas usuais de *mark up*, geralmente com liderança de preços, e o ajuste à demanda, ao menos entre as empresas melhor situadas, via grau de utilização da capacidade. [...]” (Possas, 1985, p.192). Por não existirem economias de escala, técnicas de inovação e discrepâncias entre as técnicas produtivas utilizadas importantes a concentração do mercado quanto à nível das barreiras à entrada é reduzida.

2.6 Elaborações de vantagens empresariais

Dado o interesse das firmas em preservarem sua posição no mercado no longo prazo, Porter (1991) e Possas (1999) apresentam as principais maneiras de se obter vantagem competitiva, dado o ambiente concorrencial que as empresas enfrentam.

Porter (1991, p.49 - 50) afirma que essa busca por uma posição favorável na indústria e a obtenção de retornos elevados por um período extenso pode ser encontrada através das estratégias competitivas genéricas, que são: 1) Liderança no custo total; 2) Diferenciação; e 3) Enfoque de mercado. Será a estrutura da indústria que irá definir a rentabilidade que a firma pode obter ao adotar alguma das estratégias genéricas.

A definição proposta por Porter (1991, pg. 50-52) a respeito de cada tipo de estratégia competitiva genérica é apresentada a seguir:

1) Liderança no Custo Total – Exige à construção agressiva de instalações me escala ambiente, perseguição pela redução de custos pela experiência, controle rígido das despesas e dos custos gerias, proibição de formação de contas marginais de clientes, além da minimização de custos em P&D, assistência, vendas, publicidade, entre outros. A rígida fiscalização por parte da administração se faz necessário para atingir essas metas. Uma vez que a firma apresente uma posição de custo baixo, não importando a intensidade das forças competitivas, a firma produzirá retornos acima da média, uma vez que seus concorrentes não apresentam a mesma escala de produção.

2) Diferenciação – Diferenciar o produto ou o serviço ofertado pela firma, criando algo que seja único no ambiente da indústria. Essa estratégia pode surgir várias formas: projeto ou imagem da marca, tecnologia, peculiaridades, serviços sob encomenda, fornecedores, assistência técnica, etc. Essa estratégia enfrenta as forças do mercado de um modo diferente do praticado na de liderança de custos, pois esta proporciona isolamento contra a rivalidade competitiva devido à fidelização dos consumidores com relação à marca, reduzindo a sensibilidade dos consumidores em relação ao preço, excluindo a necessidade da adoção de estratégias de baixo custo.

3) Enfoque de Mercado- Enquanto as estratégias acima visam toda a indústria, esta se concentra em um segmento específico, podendo focar em comprador singular, um mercado geográfico ou de linhas de serviços ou produtos e a estratégia se baseia na premissa de que a firma é capaz de atender as especificidades de seus clientes.

Conforme apresentado acima, as três estratégias diferem uma das outras, apesar de apresentarem algumas implicações em comum, e por isso o sucesso da aplicação dessas exige recursos e habilidades próprios de cada uma. E para que se tenha sucesso “[...] o compromisso contínuo como uma das estratégias como alvo primário é geralmente necessário [...]” (PORTER, 1991, p.54).

2.7 A Competitividade: Conceitos, medidas e determinantes

2.7.1 Conceitos e medidas

A grande maioria dos estudos trata a competitividade como um fenômeno relacionado às características de desempenho e eficiência produtiva de cada firma e considera competitividade entre países como um somatório desses resultados, mas a noção do termo não é compreendida da mesma maneira pelos diversos autores resultados de bases teóricas e percepções da organização industrial divergentes.

Para Ferraz *et al* (1996, p.29) competitividade pode ser conceituada “[...] como a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”. Enquanto, Haguenuer (1989, p.13) define competitividade como:

A competitividade poderia ser definida como a capacidade de uma indústria (ou empresa) produzir mercadorias com padrões de qualidades específicos, requeridos por mercados determinados, utilizando recursos em níveis iguais ou inferiores aos que prevalecem em indústrias semelhantes no resto do mundo, durante certo período de tempo.

Estas divergências podem ser organizadas em duas grandes famílias: (HAGUENAUER, 1989, p.1-2)

a) Competitividade como desempenho – Associa competitividade ao desempenho da balança comercial industrial. É, portanto um conceito *ex-post*, pois avalia a competitividade através de seus efeitos sobre o comércio internacional. É considerado o conceito mais amplo por incluir além das condições de produção, políticas macroeconômicas (taxas de câmbio, política de salvaguardas), indicar os níveis de financiamento e fluxos financeiros e, ainda, identificar as principais estratégias empresariais como processos de fusão e aquisição, internacionalização,

etc. que podem inibir ou ampliar a comercialização dos produtos e serviços industriais. Conclui-se que nessa família são competitivas as indústrias que conseguem ampliar sua oferta de produtos no cenário internacional.

b) **Competitividade como eficiência** – É a capacidade de uma indústria ou país produzir um bem com a mesma, ou melhor, eficiência do que o observável em outras economias, portanto a competitividade é vista como uma característica estrutural, sendo considerado um fenômeno *ex-ante*, pois reflete o grau de capacitação detidas pela firma, que é traduzido nas ações produtivas e administrativas das firmas em geral. Isto é, o domínio de tecnologias e processos mais produtivos permitem a firma competir com maior sucesso, representando a causa última a da competitividade, sendo a capacitação a responsável pelo desempenho operacional da empresa.

Mas para Ferraz *et al* (1996) esta subdivisão do conceito de competitividade é limitada, por apenas analisarem o comportamento histórico dos indicadores, não apresentando as relações causais que ambos tem com a evolução da competitividade, isto é, não utilizam o referencial de dinâmica da concorrência para balizar a sua avaliação, devendo ser entendida como uma característica relacionada ao padrão de concorrência vigente no mercado, uma vez que o padrão de concorrência corresponde a todos os fatores que levam a firma ao sucesso em um determinado mercado.

Kupfer (1991) também critica este agrupamento de conceitos, devido à característica estática do desempenho e da eficiência, a qual torna insuficiente o uso de ambos para a argumentação sobre competitividade, por reduzirem a mensuração dos resultados das estratégias competitivas.

Ferraz *et al* (1996, p.29) a define "[...] como a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado".

Ao se analisar a competitividade a partir da perspectiva dinâmica da concorrência, a obtenção de vantagens comparativas é decorrente da capacitação acumulada das firmas, refletindo nas estratégias competitivas adotadas que é função de suas expectativas futuras a cerca do processo concorrencial e da economia em geral.

Para Kupfer (1991) tanto as características tecnológicas quanto as formas de comercialização adotadas atualmente foram estabelecidas em estratégias em um período anterior, portanto as decisões são tomadas

no tempo e não expressam unicamente escolhas intertemporais, isto porque o futuro é incerto e, portanto desconhecido pelas firmas e as decisões são tomadas com base em expectativas incertas e isso torna necessário o desenvolvimento de uma abordagem dinâmica da competitividade, assim como ocorre para a concorrência.

Partindo desse ponto de vista, Kupfer (1991) defende que a competitividade deva ter uma dimensão extrínseca à firma ou produto, e relacionada ao mesmo tempo com o padrão de concorrência vigente no mercado. Assim, a competitividade (variável dependente) será determinada pelo padrão de concorrência (variável explicativa). Para o autor a competitividade deve ser entendida “como sendo a adequação das estratégias adotadas pela firma em relação ao padrão de concorrência vigente na indústria considerada”. (KUPFER, 1991, p.9)

2.7.2 Determinantes da competitividade

São inúmeros os fatores que em conjunto determinam a competitividade de uma firma. Além dos determinantes endógenos, temos os que ultrapassam os limites desta, que estão relacionados à estrutura da indústria e do mercado e ao ambiente econômico. Utilizando desse critério Ferraz et al (1996, p.32 - 43) definiu três grandes grupos de fatores: os empresariais (endógenos a firma); os estruturais (referentes à indústria) e os sistêmicos (externalidades *strictu sensu*).

a) Fatores empresariais – Fatores sobre os quais a firma detém poder de decisão ou controle. Referem-se ao estoque de recursos acumulados e às estratégias de ampliação dos mesmos pelas empresas, em termos das quatro áreas de competências apresentadas anteriormente. Os principais fatores são: Eficácia da Gestão de posicionamento estratégico da empresa de acordo com fatores de sucesso no mercado e da capacidade de integrar estratégias; capacitação e desempenho operacional; capacitação tecnológica em processos e produtos; capacitação produtiva em termos de equipamentos, instalações, organizações e controle da produção e produtividade dos recursos humanos.

b) Fatores Estruturais – Fatores sobre os quais a empresa tem influência limitada pelo processo de concorrência e apresenta especificidades setoriais na medida em que está diretamente relacionada com o padrão de concorrência preponderante em cada indústria. Além de abranger as características da demanda e da oferta, esta sob o julgo de instituições exógenos que definem o regime de incentivos e regulação da

concorrência dominante. Integram esses fatores as características: de Mercado - tamanho e dinamismo, taxas de crescimento, grau de sofisticação tecnológica e acesso a mercados internacionais -, de Configuração da Indústria – progresso técnico, desempenho e capacitação, Estrutura patrimonial e produtiva, processos de fusões e aquisições e integrações - e dos Regimes de Incentivos e Regulação da Concorrência – barreiras tarifárias exposição ao comércio internacional, papel do estado, etc.

c) Fatores Sistêmicos – São aqueles sobre os quais a firma possui mínima capacidade de intervir, sendo relevantes para o processo diretório. Podem ser macroeconômicos, político-institucionais (políticas tributária e tarifária), legais-regulatórios (defesa da concorrência e proteção ao consumidor, Infra-estruturais (custos de transporte, acesso a insumos), sociais (educação, seguridade social) e internacionais (fluxos internacionais de capital, acordos multilaterais).

Desta forma, para um correto entendimento sobre a competitividade deve-se levar em consideração os padrões de concorrência, os quais são particulares de cada indústria, as capacidades de expansão e de transformação de cada firma e fatores exógenos a firma, como legislação e tributação, por exemplo.

2.8 Síntese Conclusiva

Em suma, o capítulo apresentou os elementos das abordagens ortodoxas e heterodoxas das estruturas de mercado identificando suas principais contribuições para a análise da concorrência, da formulação das estratégias empresariais e da competitividade.

A abordagem ortodoxa das estruturas de mercado e concorrência tem como hipótese básica que cada empresa conhece as funções de demanda e oferta de suas rivais e a partir daí define seu preço e produção, implicando em um caráter estático, não realista e não dinâmico, para as relações entre as empresas.

A abordagem heterodoxa sobre condições de concorrência em oligopólio insere a análise das estruturas de mercado e concorrência dentro de uma perspectiva dinâmica, mostrando como ocorre a evolução e transformação tanto das estruturas de mercado quanto do comportamento das firmas em relação a suas rivais, ou seja, buscam uma perspectiva mais próxima da realidade que possa explicar as relações entre as empresas e o mercado.

Dentro desta abordagem, os estudos de Bain, Sylos-Labini, Steindl e Schumpeter são vitais para o entendimento do caráter

dinâmico das estruturas de mercado, da concorrência e das políticas empresariais.

Os estudos de Bain (1963) e Sylos-Labini (1984) apresentam uma complementaridade no tratamento do oligopólio. Ambos os autores dão ênfase aos aspectos estruturais para a explicação a adequação do mercado às estruturas técnicas e econômicas da indústria, mas não considerarão as decisões singulares de cada firma pertencente à indústria, em especial, as decisões empresariais de investimento. Para Kupfer (1992) isso levou a um desprezo da influência das condutas das firmas no processo concorrencial, não havendo espaço políticas de preço e nem entrada e saída de concorrentes potenciais e efetivos. Quanto ao enfoque dinâmico das barreiras à entrada, ambos os estudos se mostraram insuficiente. Pois, deixam a critérios exógenos a explicação do processo de constituição e transformação da estrutura de mercado. Para Possas (1985, p.123) “ao concentrar a análise nos requisitos de equilíbrio a longo prazo, (...) limitaram seu alcance ao de uma estática comparativa, em lugar de, focalizando o móvel da transformação e as interações que ela desencadeia, atender aos pressupostos de uma abordagem efetivamente dinâmico”.

Assim, de acordo com Possas (1985) e Silva (2004) ambos os autores focaram nas condições de concorrência e desempenho nas características estruturais do mercado, mas poucos contribuíram em relação aos determinantes de longo prazo das conformações e mutações das próprias estruturas de mercado.

Os estudos de Steindl rompem com o enfoque estático da abordagem ortodoxa ao desenvolver uma teoria dinâmica da concorrência, reformulando os conceitos de excesso de capacidade produtiva e rigidez de preços e margens de lucro, trazendo para o foco de sua análise as inter-relações entre concorrência e o crescimento das empresas, dado o ritmo de crescimento da demanda e da estrutura oligopolística do mercado (Coutinho, 1983, p. i – xvi).

Com base nas hipóteses de formação de preço, estruturas de custo e modos de concorrência, ou seja, na dinâmica entre as articulações micro e macro sua contribuição a respeito da capacidade produtiva das empresas e da concentração dos mercados merece destaque na análise da concorrência oligopolística.

Baseados nos diversos estudos, referentes à concorrência sob a perspectiva dinâmica, Possas (1985) e Porter (1991) desenvolvem um conceito moderno para a concorrência, como sendo o processo de disputa por melhores posições de mercado e de valorização do capital e a sua intensidade irá depender das forças competitivas que caracterizam

a indústria em análise. Estas forças competitivas são determinadas pelas estruturas de mercado, as quais influenciam de maneira significativa o potencial de lucro da indústria.

Portanto, a interação entre as forças competitivas ou mecanismos estratégicos determinam a estrutura de mercado, a força da concorrência e a rentabilidade da indústria, sendo que o predomínio de uma ou mais dessas forças no mercado irá a guiar as decisões estratégicas empresariais e os padrões de concorrência, uma vez que o ajustamento desses é dado pelo nível de competitividade das firmas. Deste modo, a busca constante por vantagens competitivas é dada como o aspecto fundamental do processo de concorrência.

3 ESTRUTURA DA INDÚSTRIA E PADRÕES DE CONCORRÊNCIA

3.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo caracterizar os processos técnicos de produção do aço, além de apresentar dados quantitativos referentes à evolução da indústria siderúrgica e sobre o comércio internacional nos dez maiores países fabricantes do produto.

Para tanto está dividido em oito, sendo que nesta primeira, 3.1, se expressa o objetivo do capítulo. A seção 3.2 identifica as duas principais rotas tecnológica de produção do aço bruto, apresentando suas características, etapas e fluxos, além de discorrer sobre os principais produtos siderúrgicos, classificando-os por tipo de aço e por forma geométrica. A seção 3.3 apresenta os dados relativos à produção mundial de aço bruto por rota tecnológica, por processo de lingotamento contínuo, por país, por região e ainda traz os números das principais empresas siderúrgicas globais. Essa seção também traz os dados sobre a capacidade instalada de produção de cada país e as implicações que essa ociosidade crônica tem sobre a indústria. A seção 3.4 infere sobre os principais insumos básicos para a fabricação do metal, dentre eles, o minério de ferro, o carvão mineral coqueificável, a sucata ferrosa, a ferro-gusa, a mão-de-obra e a energia e suas respectivas relevâncias sobre cada uma das rotas tecnológica.

Enquanto as seções iniciais discorrem a cerca dos processos de obtenção e de oferta do metal, as restantes falam sobre a demanda e o consumo aparente dos produtos siderúrgicos em geral. A seção 3.5 trata do consumo aparente de aço bruto, enquanto a seção 3.6 diz respeito, ao fluxo internacional comercial de produtos acabados e semi-acabados de aço entre os anos de 2000 e 2008 para os dez maiores países produtores, o qual será comparado com a produção e o consumo aparente de aço bruto de cada país e a sétima seção, 3.7, analisa o processo de formação e de comportamento dos preços dos produtos siderúrgicos e se existe relação entre os preços praticados nas diversas localidades do mundo.

Após serem analisados os aspectos qualitativos e quantitativos que envolvem a produção de aço bruto, a última seção, 3.8, traz uma síntese conclusiva a respeito do capítulo.

3. 2 Conceitos técnicos e rotas tecnológicas de produção da indústria siderúrgica

O aço é uma liga metálica formada basicamente de ferro e carbono, contendo entre 0,008% e 2,11% deste último, além de outros elementos químicos, como o silício, o manganês, o fósforo e o enxofre, provenientes da utilização das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação da liga, sendo o primeiro obtido através do beneficiamento do minério de ferro e o segundo do carvão mineral.

Para a Empresa de Pesquisa Energética¹⁸ (EPE) (2009) a fabricação do aço pode ocorrer por duas rotas tecnológicas - por usinas integradas ou por usinas semi-integradas - e em áreas indústrias dependentes, mas distintas.

a) Usinas Integradas – Nesta, o minério de ferro é o elemento central no processo de produção. Segundo o Instituto Brasileiro de Siderurgia (BS) este se divide em quatro etapas: preparação da carga, redução, refino e laminação.

1 - Preparação da Carga:

Ocorre o beneficiamento do minério-de-ferro, via aquecimento, cuja fonte energética principal é o carvão mineral. Utiliza-se esta fonte “[...] pela razão técnica fundamental de suportar as grandes pressões de cargas nos altos-fornos de grande escala” (Morandi, p.8 apud Maciel, 1988 p.8). Para otimizar o rendimento destas matérias primas ocorre a aglomeração do minério-de-ferro utilizando-se cal e finos de coque, resultando na sinter (Sinterização). Enquanto isso na Coqueria o carvão é processado, transformando-se em coque.

2 – Redução

Após a preparação destas matérias primas, as mesmas são carregadas no alto-forno. Segundo Morandi (1997, p.12) “o alto-forno está entre os maiores investimentos de uma usina e é a razão principal da grande escala de produção.” Logo em seguida, o oxigênio é aquecido a uma temperatura de 1000°C e é soprado para dentro do alto-forno pela parte de baixo. Quando este entra em contato com o carvão, gera calor que funde a carga metálica, dando início ao processo de redução da sinter, transformando-a em um metal líquido, o ferro-gusa. Ele é uma liga de ferro e carbono, contendo de 4 a 4,5% de carbono. Para o EPE

¹⁸ Empresa Pública, criada em 2004, vinculada ao Ministério de Minas e Energia que tem por objetivo desenvolver estudos e pesquisas com o intuito de subsidiar o planejamento energético.

(2009), p.39) “o processo de redução do minério é a etapa mais energointensiva da produção de aço primário”.

3 – Refino

Essa etapa consiste na remoção do carbono e de impurezas contidas no ferro-gusa. A área responsável por esta tarefa é a Aciaria, que é classificada de acordo com o processo tecnológico, aonde o gusa líquido é transformado em aço líquido. Nas usinas integradas mais modernas, se usa para o processo de refino do aço o conversor a oxigênio, a Aciaria LD/BOF – Linz-Donawitz / *Blast Oxygen Furnace*, o qual consiste na oxidação do carbono contido no ferro-gusa via injeção de oxigênio. E em alguns países (Rússia, por exemplo) ainda se utiliza o processo de forno aberto Siemens-Martin/ *Open Hearth Furnace - OH*), tecnologia essa considerada obsoleta nos dias atuais, para o refino do aço. Mas enquanto o ciclo de produção (tempo entre uma carga e outra) no processo LD/BOF dura cerca de 45 minutos, no Siemens-Martin dura de 8 a 11 horas. (MORANDI, 1997, p.12)

Após a etapa de transformação, o aço líquido é levado ao forno panela, onde se adiciona elementos químicos para a obtenção de diferentes propriedades devido aos diversos usos do produto, baseado nas especificações dos clientes. Depois dessa etapa, o aço é transferido para o equipamento de lingotamento contínuo, aonde são guilhotinados em tamanhos pré-determinados saindo na forma de um lingote quadrado contínuo, conhecido como tarugo, lingote ou semi-acabado. Essa liga é então despejada em um molde, aonde é resfriado de fora para dentro, permitindo assim, que ele mantenha seu formato ao sair desse equipamento.

Em 2008, no parque siderúrgico mundial, 67,2% das aciarias utilizavam conversores a oxigênio LD/BOF, enquanto do restante 30,7% são aciarias elétricas EAF e apenas 2,2% aciarias de forno aberto Siemens-Martin (OH). Entre os anos 2000 e 2008 houve um aumento de cerca de 6% na participação do primeiro na produção de aço, e uma redução de 3,2% e 2,1% para o segundo e terceiro processos, conforme apresentado no Anexo 3.1.

O país que mais utiliza a aciaria a oxigênio para o refino do ferro-gusa é a China. Esta aumentou a participação do conversor LD/BOF de 82% em 2000 para 90% em 2008. Além da China, o Japão (75%), o Brasil (76%) e a Alemanha (67%) empregaram essa tecnologia na produção do aço primário nos anos 2000. Nenhum desses países utiliza nessa etapa os fornos do tipo Siemens-Martin. E mesmo naqueles que o ainda utilizam (Rússia e Ucrânia), se percebe uma gradual

redução na percentagem de utilização dele na produção do aço. (WSA, 2009)

4 – Laminação

Os lingotes, blocos e tarugos serão novamente reaquecidos nos fornos poços a uma temperatura constante e passarão pelo laminador, aonde finalmente assumirão a forma pelo qual serão comercializados (chapas grossas e finas, vergalhões, arames, fios, etc.). Os laminadores podem funcionar a quente ou a frio e relativos á forma dos produtos produzidos sendo classificados em planos ou longos.

Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) o metal pode ser laminado¹⁹ a quente ou a frio. Na laminação a frio, o laminador promove reduções no metal a uma temperatura mínima de aproximadamente 350°C (igual à temperatura de recristalização do alumínio), enquanto na fria, o processo de redução da espessura e o nivelamento do aço ocorrem em temperaturas inferiores a do processo de laminação a quente e utilizam como matéria-prima os produtos oriundos desta. Normalmente os produtos laminados a frio possuem maior valor de mercado.

¹⁹ O processo de laminação a quente e a frio está descrito por completo em http://www.abal.org.br/aluminio/processos_laminacao.asp. Acesso em 30/12/2010

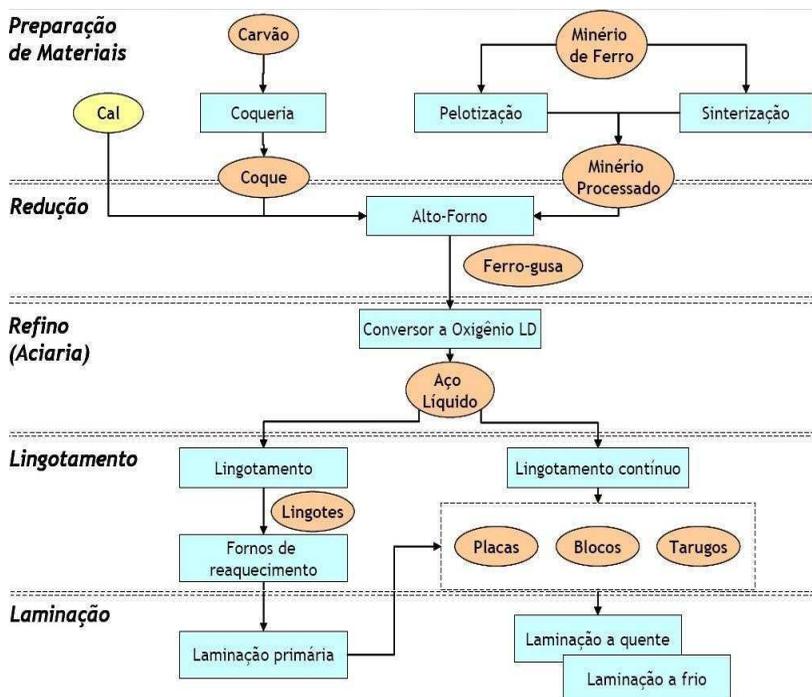


Figura 3.1: Rota tecnológica - Usinas Integradas

Fonte: EPE apud SETEPLA/TECNOMETAL engenharia, 2009

b) Usinas Semi-Integradas – Nessas usinas, o processo siderúrgico é mais curto e este opera apenas as fases de Refino e Laminação. Estas não utilizam o minério-de-ferro para a produção do aço, e sim o ferro-gusa sólido e a sucata ferrosa, excluindo dessa maneira as etapas de preparação da carga e redução e também pelo fato da principal fonte de energia ser a eletricidade.

1 – Refino

O processo tecnológico utilizada na Aciaria aqui é a elétrica, ou forno elétrico a arco (EAF) que opera com sucata e ferro-gusa. Sua escala de produção é bem menor do que o utilizado nas usinas integradas, mas permite produzir quantidades menores para atender a demandas específicas. Após carregar o forno, a eletricidade é usada para aquecimento deste e ocorre a fusão da carga, produzindo o aço líquido. Assim como ocorrera no processo anterior será adicionado substâncias químicas que darão as características finais do produto e logo em seguida transportado para o equipamento de lingotamento

contínuo. O líquido então será cortado e solidificado produzindo semi-acabados.

O país que mais emprega esse processo entre os dez maiores produtores de aço bruto do mundo é a Itália, aonde em 2008, cerca de 65% de todo o aço fabricado ocorreu via usinas semi-integradas, também conhecidas como *mini-mills*. Além da Itália, os Estados Unidos (58%), Índia (58%) e a Coreia do Sul (44%) refinaram a maioria do aço líquido gerado por suas respectivas indústrias via fornos EAF. (WSA, 2009)

Segundo o IBS (2010) no Brasil, apesar da grande maioria das aciarias operarem conversores a oxigênio, se percebeu um pequeno aumento no uso dos conversores EAF, aumentando sua participação de 20,6% em 2000 para 23% em 2009.

2 – Laminação

De modo semelhante ao processo anterior, os produtos semi-acabados passarão por equipamentos de laminação e transformados em produtos diversos, cuja nomenclatura depende de suas características físico-químicas.

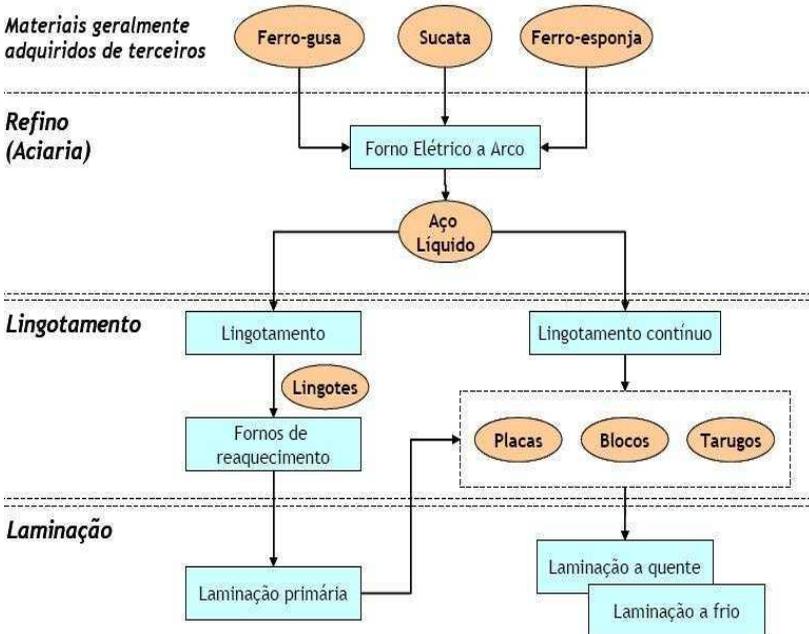


Figura 3.2 Rota tecnológica Usinas Semi-Integradas

Fonte: EPE apud SETEPLA/TECNOMETAL engenharia, 2009

3.2.1 Os produtos siderúrgicos

Existe uma grande quantidade de formas e de tipos de produtos de aço, pois cada uma de suas aplicações exige uma composição físico-química específica. Segundo o IBS (2010), estes podem ser classificados quanto a sua composição química e quanto a sua forma geométrica e podem ser agrupados conforme o quadro abaixo.

Quadro 3.1 Os produtos siderúrgicos

Classificação	Tipos	Definição	Produtos
Por tipo de Aço	Aços Ligados Especiais	São aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas.	Aços Ferramenta e Aços Construção Mecânica
	Aços Carbonos	São aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas.	-
Por forma Geométrica	Forma	Definição	Produtos
	Produtos Longos	Produtos siderúrgicos, resultado de processo de laminação, cujas seções transversais têm formato poligonal e seu comprimento é extremamente superior à maior dimensão da seção, sendo ofertados em aços carbono e especiais.	Em aços carbono
			Em aços ligados / especiais
			Em "aços especiais"
Produtos Planos	Produtos siderúrgicos, resultado de processo de laminação, cuja largura é extremamente superior a espessura ($L \gg E$), e são comercializados na forma de chapas e bobinas de aços carbono e especiais.	Revestidos, em "aços carbono"	
Semi-Acabados	Produtos oriundos de processo de lingotamento contínuo ou de laminação de desbaste, destinados a posterior processamento de forjamento a quente.		Não revestidos, em "aços carbono"
			Tangos
			Blocos
			Placas

Sub-Produtos
-
Sub-Produtos
Perfis leves ($h < 80$ mm), Perfis médios ($80 \text{ mm} < h \leq 150$ mm), Perfis pesados ($h > 150$ mm) Vergalhões, Fio-máquina (para arames, Tubos sem costura, Trefilados, Tubos sem costura
Barras em aço ferramenta, Barras em aço construção mecânica, Barras em aço inoxidáveis e para válvulas
Fio-máquina (para parafusos e outros), Tubos sem costura, Trefilados
Bobinas e chapas em aços ao alto carbono ($C \geq 0,50\%$) e em outros aços ligados
Bobinas e chapas em aços ao sílico (chapas elétricas) e em aços inoxidáveis
Bobinas e chapas de ligas alumínio-zinco; Bobinas e chapas pré-pintadas
Bobinas e chapas zincadas a quente (HDG - Hot Dipped Galvanized)
Bobinas e chapas eletro-galvanizadas (EG - Electrolytic Galvanized)
Folhas para embalagem
Bobinas e chapas laminadas a frio (BF/CF) e Bobinas e chapas finas laminadas a quente (BQ/CFQ)
Bobinas e chapas grossas do laminador de chapas grossas - LCG ($E > 12,7$ mm)
Bobinas e chapas grossas do laminador de tiras a quente - LTQ ($5 \text{ mm} < E < 12,7\text{mm}$)
-
-
-

Fonte: Formatação Própria a partir de dados da IBS (2010)

Portanto, a partir da análise do Quadro 3.1 fica evidente a importância da indústria siderúrgica como fornecedora de matéria-prima para diversos setores da economia, como o de construção civil.

No que diz respeito à classificação por tipo de aço (composição química), esta se subdivide em dois segmentos, os aços ligados especiais e os aços carbono. Os primeiros são constituídos por um percentual de carbono bem mais elevado que o segundo e pela adição ou não de ferroligas, que lhes fornecem características físicas específicas (corrosão e resiliência e características eletromagnéticas e garantem um desempenho superior em relação ao aço carbono em relação a uma variedade de requisitos técnicos.

Quanto à forma geométrica, esta se subdivide em três categorias. Tanto os produtos planos quanto os longos são originários do processo de laminação e se distinguem em relação às suas medidas geométricas. Os produtos planos apresentam a largura extremamente superior à sua espessura, enquanto os longos são comercializados sob a forma poligonal e tem seu comprimento muito superior a qualquer outra dimensão do corte. Enquanto os produtos semi-acabados ainda não sofreram nenhum processo de laminação e servirão de insumo para outras indústrias de transformação.

3.3 A Siderurgia em números

3.3.1 A produção mundial de aço bruto por rotas tecnológicas

Conforme visto na seção 3.2, as duas principais rotas tecnológicas para a produção do aço são as integradas e as semi-integradas e para identificá-las utiliza-se como base os processos de aciaria.

Quando para a fabricação e o refino do aço se utiliza o processo de aciaria LD (BOF) (*Linz-Donawitz Blast Oxygen Furnace*) – que utiliza o conversor a oxigênio - ou o processo *Open Hearth* (OH), que utiliza o forno aberto do tipo Siemens-Martin²⁰, são característicos de usinas do tipo integradas. Enquanto as usinas que utilizam fornos elétricos ou EAF (*Electric Arc Furnace*) são típicas de uma usina semi-integrada (ARAÚJO, 2008). Quanto à utilização do processo de redução direta, por esta representar uma fatia percentual mínima da produção de aço bruto, não foi considerado em nosso estudo. A partir deste entendimento, podemos dividir a produção mundial de aço por tipo de configuração técnica da seguinte maneira.

²⁰ Esse tipo de forno, fora amplamente utilizado até o final da segunda guerra mundial, ainda é muito utilizado nos países da C.I.S. Devido a seu elevado custo e por ser grande poluente os principais países produtores de aço bruto praticamente não o utilizam mais. De acordo com dados da WSA, em 2009, a produção via fornos Siemens–Martin foi responsável por apenas 1,7% da produção mundial de aço bruto.

Tabela 3.1: Produção Mundial de Aço Bruto por Configuração Técnica (10⁶ t)

Ano	Integradas		Semi-Integradas		TOTAL
	Produção	Participação (%)	Produção	Participação (%)	
2000	559,4	66,10%	287,4	33,90%	846,8
2001	564,3	66,40%	285,1	33,60%	849,4
2002	598,1	66,20%	304,9	33,80%	903
2003	644,4	66,50%	324,4	33,50%	968,8
2004	708,8	66,70%	353,1	33,30%	1.061,90
2005	779,8	68,10%	365,1	31,90%	1.144,90
2006	852,6	68,30%	395,4	31,70%	1.247,90
2007	933,6	69,10%	416,6	30,90%	1.350,20
2008	920,4	69,30%	407	30,70%	1.327,40

Fonte: Formatação própria a partir de dados da WSA(2009)

Analisando a tabela, verificamos que tanto a produção total por usinas integradas e por semi-integradas aumentaram consideravelmente, mas no período em análise, enquanto a primeira expandiu 64,5%, a segunda em 41,6% afetando suas participações na produção mundial de aço. Portanto, a produção de aço através das usinas integradas que operam altos fornos e conversores LD vem se expandindo em detrimento da produção proveniente das usinas semi-integradas que operam fornos elétricos e tem como insumo básico a sucata.

Para Morandi (1997, pg.11), “a evolução do processo produtivo nessa indústria ao mesmo tempo que gerou economias de escala, resultou, também, em crescentes entraves à sua modernização”, devido principalmente aos custos do capital fixo e as conseqüentes dificuldades de reposição, manutenção e modernização. E é por esse motivo, que segundo Morandi (1997,pg.11) há uma grande variedade de processos tecnológicos no setor, “cuja convivência pode ser explicada, e parte, pelos elevados custos de reposição dos equipamentos e pelas fortes barreiras à saída, o que torna o processo de modernização relativamente lento na indústria.”

Quanto à competitividade das rotas tecnológicas ou configurações técnicas de produção de aço para Andrade *et al* (1998, pg.4) os fatores que mais a afetam são “os custos, englobando investimentos e operação, as necessidades de energia e a disponibilidade e preço das matérias primas”.

Em relação aos custos, as usinas integradas apesar de apresentarem vantagens nos custos operacionais, perdem para as semi-integradas no quesito de custos de capital (elevados custos fixos, ociosidade de capacidade de produção, etc.). Estima-se que o custo de capital em uma usina integrada para produção de aço laminado a quente, dependendo do produto do produto final pode ser de duas a três vezes maior que o praticado em uma usina semi-integrada.

Quanto à energia, as usinas integradas apresentam um consumo de energia bruta por tonelada de aço líquido duas vezes maior que as semi-integradas. Quando se considera todo o processo de obtenção do produto siderúrgico, a usina semi-integrada consome somente 60% da energia que seria necessária para a integrada.

O outro fator importante de competitividade considera a disponibilidade, proximidade e custos de obtenção das matérias-primas. O minério-de-ferro e a sucata são os principais insumos utilizados na fabricação do metal o que torna necessária a monitoração da oferta e dos preços desses para o bom desempenho econômico da indústria siderúrgica. Conforme a OECD (2010), entre os anos de 2004 e 2008, o preço *Spot* da tonelada métrica do minério de ferro variou em 142,2% enquanto o da sucata oscilou bem menos, 77,6%. Com o advento da crise financeira mundiais entre 2008 e 2009, ambos os insumos tiveram seus preços reduzidos em torno de 45%. Como o preço do minério de ferro é mais volátil do que o da sucata, as usinas integradas estão mais expostas as oscilações do mercado do que as semi-integradas.

3.3.2 A produção mundial de aço bruto total e por processo de lingotamento contínuo

A produção mundial de aço bruto foi de 1.219.715 milhões de toneladas de aço bruto em 2009, o que corresponde a um aumento de 43,5% em relação ao valor apresentado em 2000 . A produção mundial de aço teve crescimentos consecutivos no valor médio de 6,83% ao ano até 2007, atingindo um pico de 1.346.210 milhões de toneladas de aço bruto produzidas, porém a partir de 2008, essa tendência se inverteu apresentando um declínio de 1,3% na produção desse ano e uma queda

ainda mais ascentuda em 2009 de 8,13% devido as repercussões da crise financeira mundial deflagrada no final do ano de 2008.

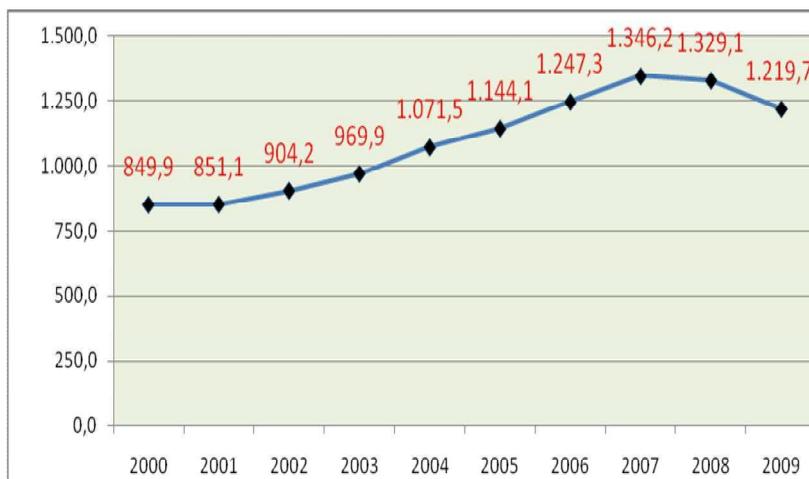


Gráfico 3.1: Produção Mundial de Aço Bruto (10⁶ t) – 2000 a 2009

Fonte: Formatação Própria a partir de dados da WSA (2010)

Atualmente, o lingotamento contínuo é o principal processo de solidificação de metais utilizado na siderurgia, apesar de existirem outras técnicas, como o lingotamento convencional e o aço para fundição (Oliveira, 2003). No final de 2008, 92,6% da produção mundial de aço bruto foi realizado por meio desse processo, o que equivale a um total produzido de 1.231.043 milhões de toneladas de aço bruto sob a forma solidificada (tarugo), o que significa um aumento de cerca de 5% na participação entre os anos de 2000 a 2008.

Este aumento na participação da produção de aço bruto mundial e na dos dez maiores países produtores, entre os anos de 2000 e 2008, é apresentado na tabela a seguir:

Tabela 3.2: Relação entre a Produção por Processo de Lingotamento Contínuo e Produção Total de Aço Bruto

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
China	86,50%	87,80%	91,10%	93,60%	93,10%	97,70%	97,40%	96,90%	96,70%
Japão	97,30%	97,50%	97,80%	97,70%	97,80%	97,70%	97,90%	98,00%	97,90%
Rússia	49,70%	50,90%	54,30%	53,10%	54,30%	54,00%	68,40%	71,20%	71,20%
Estados Unidos	96,40%	96,90%	97,30%	97,30%	97,20%	96,80%	96,60%	96,70%	96,90%
Índia	60,90%	63,30%	65,20%	65,30%	65,90%	71,60%	69,70%	69,30%	66,60%
Coreia do Sul	98,60%	98,50%	98,60%	98,50%	98,30%	98,10%	98,00%	97,80%	97,50%
Alemanha	96,30%	96,00%	96,40%	96,20%	96,80%	96,40%	96,30%	96,20%	95,90%
Ucrânia	19,60%	19,80%	34,70%	44,60%	44,60%	44,80%	33,50%	34,30%	38,70%
Brasil	90,20%	91,60%	92,60%	91,90%	92,70%	92,40%	92,30%	93,30%	94,20%
Itália	96,30%	96,00%	99,30%	95,60%	95,90%	95,60%	95,40%	95,40%	95,60%
Mundo	86,90%	87,30%	89,20%	89,90%	90,20%	91,70%	92,20%	92,30%	92,60%

Fonte: Formatação própria a partir de dados da WSA (2009)

Cada vez mais os grandes países produtores de aço bruto vêm adotando o lingotamento contínuo em relação a outras formas de solidificação de metais. Segundo Oliveira (2003), isso vem ocorrendo porque o processo de lingotamento contínuo “assegura notáveis

vantagens sobre o processo convencional, permitindo a eliminação de uma série de etapas intermediárias entre o aço líquido e o semi-produto (placa ou tarugo), resultando em um menor custo operacional, menor custo de energia e maior produtividade.” Para Morandi (1997, pg. 13) além de trazer benefícios financeiros e operacionais, esse método dispensa o uso de equipamentos como fornos-poços, lingoteiras e laminador-desbastador, procedimentos comuns na solidificação do aço líquido por lingotamento convencional.

É importante salientar que o processo de lingotamento utilizado em determinada região depende da tecnologia empregada na produção de aço bruto, investimentos, disponibilidade e custos dos principais insumos, ou seja, características de cada região. Exemplo disso é a baixa participação do processo de lingotamento contínuo na produção de aço bruto em países como a Rússia e a Ucrânia, com participações respectivas de 71,2% e 38,7% ao final de 2008, enquanto países como China, Brasil e Estados Unidos praticamente 100% de suas respectivas produções de aço bruto baseado nesse tipo de processo.

3.3.3 A produção mundial de aço bruto por região geográfica

Passando para a esfera regional a principal área geográfica produtora é a Ásia, apresentando em 2009 um total de 776.330.000 milhões de toneladas de aço bruto, o que representa 63,9% da produção global de aço bruto. A produção na região aumentara a uma taxa média anual de 9,99%, atingindo seu pico de crescimento entre os anos de 2004 e 2005, quando a mesma crescera a 16,2% e vale ainda ressaltar que em nenhum momento houve retração ou declínio na produção de aço bruto na região. Toda essa pungência se deve principalmente a China, a qual fora responsável em 2009 por 73,19% da produção asiática, ou seja, um aumento de 189,6% em relação a sua participação regional no início da década.

A segunda maior região produtora de aço bruto é a Europa, produzira em 2009 um total de 167.957.000 milhões de toneladas. Essa quantidade equivale a uma queda de 20,4% em relação a do ano 2000. O nível de participação na produção mundial também apresentou uma queda, reduzindo de 24,7% em 2000 para apenas 13,5% em 2009. O pico de produção no período ocorreu em 2007, mas com o desencadeamento da crise financeira mundial, a produção oscilou negativamente em 4,4% de 2007 para 2008 e em 26,9% de 2008 para 2009, isto é, uma queda acumulada 31,4% em apenas 2 anos. Os dois

principais países fabricantes de aço bruto são a Alemanha e a Itália, os quais ocuparam a 7ª e 10ª posição no ranking dos países produtores de aço bruto em 2009,

Quanto ao continente americano, temos duas sub-regiões a América do Norte, a qual produziu em 2009, 82,3 milhões de toneladas (equivalente a 6,8% da produção global), e essa quantidade quando comparada a de 2000, assim como ocorrera na Europa, se percebe uma retração produtiva de 53,1 milhões de toneladas, ou seja, um declínio de 39,2% na produção de aço bruto.

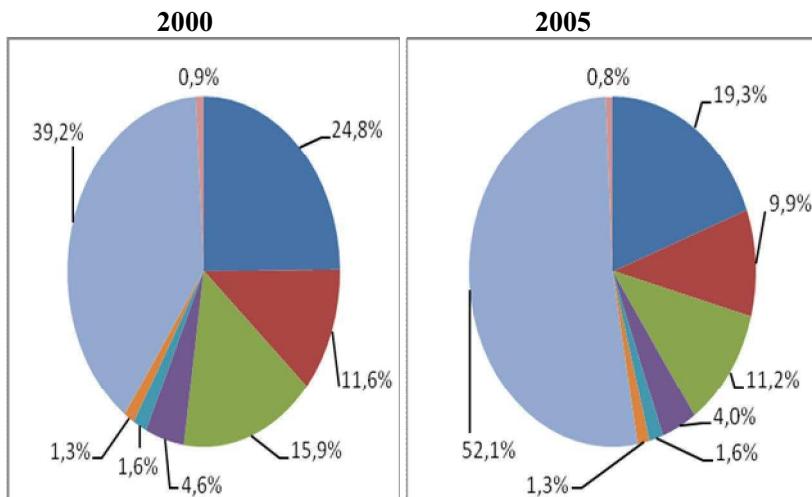
Nessa sub-região, o principal país produtor é os Estados Unidos, o qual apresentou uma participação de 70,69% em relação à produção total regional da América do Norte, e assim como a região também apresentou uma redução ainda maior de 42,9% na sua produção interna durante a década.

A segunda sub-região do continente americano, a América do Sul, apresentou uma participação de 3,1% na produção mundial em 2009, produzindo um total de 37.819.000 milhões de toneladas de aço bruto, o que representa uma queda no total de quantidade produzida em comparação com o ano 2000, de 3,3%. A América do Sul atingiu seu pico de produção em 2008, quando produziu 47.354.000 milhões de toneladas de aço bruto, mas mesmo nesse ano o nível de participação em relação à produção mundial, foi inferior a média do período, que é de 4,0%. Na América do Sul, o principal país produtor é o Brasil, com uma participação média anual de 71,35% da produção regional.

Outra importante região produtora é aquela formada pelos países que compõem a C.I.S (Comunidade dos Estados Independentes), representando em 2009, 8,0% da produção mundial com um total produzido de 82,251 milhões de toneladas de aço bruto. Ao contrário das demais regiões citadas, a quantidade total de aço bruto produzida em 2000 foi praticamente a mesma da realizada em 2009, com uma mínima oscilação negativa de 1,1%. Os principais países produtores são a Rússia e a Ucrânia, os quais estão entre os 10 maiores países produtores de aço bruto, sendo cada um responsável por uma participação anual média regional de 59,1% e 33,4% respectivamente. Uma curiosidade que deve ser ressaltada sobre o modo de produção e refino do aço é ainda a grande presença de altos-fornos Siemens-Martin (*Open Hearth Furnaces*) que são menos produtivos, apresentam maiores custos de manutenção e ainda trazem grandes prejuízos ambientais, sendo responsáveis por cerca 20% da produção russa e por quase 50% da produção ucraniana.

Em relação à África, a Oceania e o Oriente Médio, as três regiões em conjunto representaram em 2009 apenas 3,07% da produção global produzindo um total de 37.4 milhões de toneladas de aço, valor esse que equivale a 4,8% da produção asiática. Enquanto na Oceania houve uma forte redução na produção de 23,1% entre 2000 e 2009, na África e principalmente no Oriente Médio ocorreram o contrário, ambos apresentaram expansões de 7,4% e 53,9% respectivamente.

A seguir, seguem os gráficos com a evolução da participação de cada região na produção mundial de aço bruto e os dados referentes à quantidade produzida por cada região encontram-se no Anexo 3.2.



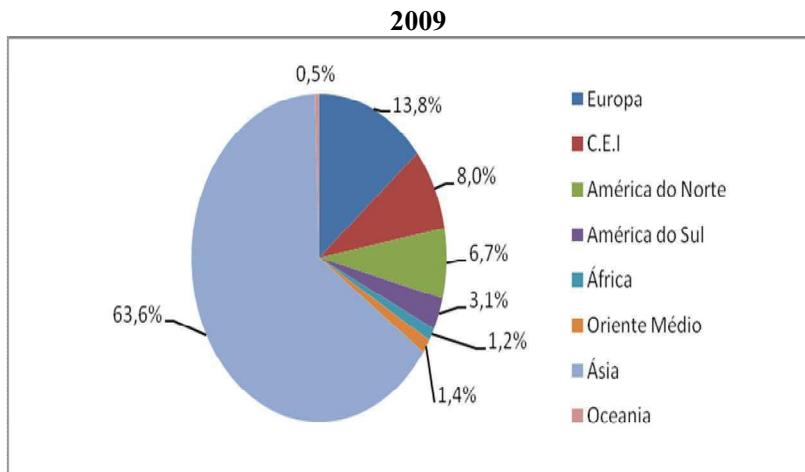


Gráfico 3.2: Participação regional na produção de Aço Bruto Mundial para os anos de 2000, 2005 e 2009

Fonte: Formulação Própria a partir de dados da WSA – Crude Steel Production by Month 2009

3.3.4 A produção mundial de aço bruto por país

Dadas as principais características de estrutura de mercado do setor siderúrgico mundial, que são a presença de custos fixos elevados, excesso crônico de capacidade produtiva, necessidade constante de aportes de capital para manutenção de estoque e do próprio parque industrial (Richardson, 1998) se percebe ao longo dessa década uma continuidade no processo de concentração do setor.

A tabela 2 evidência esse fenômeno ao mostrar que enquanto no ano 2000 a produção estava concentrada em 70% nos dez maiores países produtores de aço, em 2009 esse valor aumentou para cerca de 80%, o que mostra que cada vez mais os países que não estão neste grupo apresentam uma dependência cada vez maior em relação a ele.

Tabela 3.3: Evolução da concentração da produção mundial de aço bruto mundial nos 10 maiores produtores entre 2000 e 2008.

	2000	2003	2006	2007	2008	2009
10 países	597,4	706,1	956,8	1.041,9	1.038,2	987,3
Mundo	849,9	969,9	1.247,3	1.346,2	1.329,1	1.219,7
Participação	70,3%	72,8%	76,7%	77,4%	78,1%	80,9%

Fonte: Formulação Própria a partir de dados da WSA (2010)

Entre os principais países produtores, o que mais se destaca é a China. Este elevou sua participação na produção mundial total de aço bruto de 15,1% em 2000 para quase 40% em 2008, ou seja, um aumento real de 289,3% de acordo com dados fornecidos pelo WSA (2010)

A evolução e a tendência da produção de aço bruto por país e mundial podem ser analisadas pelo Gráfico 3.3 e pelo Anexo 3.3.

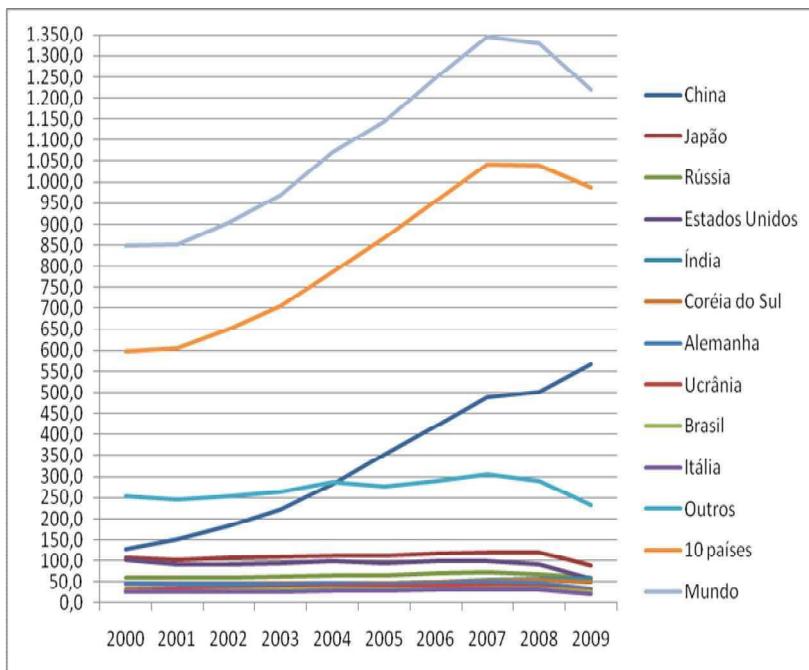


Gráfico 3.3: Produção Mundial de Aço Bruto (10^6t) por país – 2000 a 2009

Fonte: Formulação Própria a partir de dados da WSA (2010)

Percebe-se no Gráfico 3.3, que o país que mais expandiu sua produção de forma sistemática e agressiva, no período em análise fora a China, a expandindo em 346,6%, enquanto o segundo país, a Índia, ampliou sua produção em 133,5%. Mas mesmo com esse considerável aumento de capacidade indiano, ao final de 2009 ela produziu no final de 2009, esta produziu cerca de 10 vezes menos que o país vizinho. Além destes dois países, apenas a Coréia do Sul e a Rússia conseguiram aumentar sua produção, mas de maneira bastante irrelevante se comparado aos dois primeiros. Cada um destes elevou sua produção no período em 12,7% e 1,5%, respectivamente. (WSA,2010).

Países tradicionais e influentes no mercado siderúrgico como Estados Unidos, Japão e Alemanha virão sua importância nesse mercado ser diminuída, não só pelo crescimento da China mas pela redução de seus níveis de produção e por apresentarem problemas macroeconômicos durante o período de análise. Em 2000, os Estados Unidos produziram 101,8 mmt de aço bruto, enquanto o Japão 106,4 mmt e a Alemanha 46,4 mmt. Em 2009, a produção respectiva desses países fora de 58,1 mmt, 87,5 mmt e 32,7 mmt, ou seja, ocorreu redução de 42,8% para o país norte americano, de 17,8% para o asiático e de 29,5% para o europeu.

A análise dos dados mostra que existe uma grande diferença entre os níveis de produção de aço bruto dos países analisados. Como a indústria siderúrgica está extremamente relacionada ao desenvolvimento econômico de um país dada a sua posição estratégica na cadeia produtiva industrial, fornecendo matéria-prima para outros setores da economia, principalmente o automobilístico, o de construção civil, de bens de capital, materiais de transporte, etc. e pelos países analisados se encontrarem em diferentes estágios de desenvolvimento econômico, viu-se que ao longo dos anos 2000 houve uma redução da atividade econômica nos países “desenvolvidos”, enquanto houve um *boom* econômico nos países periféricos, principalmente na Índia, China, Rússia e Brasil, influenciando de forma significativa na produção e na ampliação da capacidade produtiva de aço bruto.

Nesses países houve momentos em que o crescimento real da produção de aço superasse em mais de duas vezes a taxa de crescimento do PIB Real. Ao se comparar as duas taxas de crescimento da China, apenas no período de 2007-2008 a taxa de crescimento do PIB Real fora maior que a da produção e ainda houve períodos em como de 2002-2003 e de 2003-2004, enquanto o PIB Real crescera 10,0% e 10,1% a de aço 21,9% e 27,2%.

Os dados sobre a Índia mostram no período de 2004-2005, enquanto o PIB Real avançou 9,2%, o aço 40,9%. A China apresentou uma taxa média de crescimento do PIB Real de 10,2%, a de produção média de aço bruto de 18,2% enquanto a Índia de 7,4% e 10,6%. Abaixo segue uma tabela comparativa²¹ entre as taxas de crescimento real do produto interno bruto e a produção de aço bruto.

²¹ Dados referentes à taxa real de crescimento do PIB da Ucrânia não foram encontrados e por isso o país não foi incluído na tabela 2.

Tabela 3.4: Taxa de Crescimento do PIB Real e da Produção de Aço Bruto por país (%)

Período	China		Japão		Rússia		Estados Unidos		Índia		Coreia do Sul		Alemanha		Brasil		Itália	
	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto	PIB Real	Aço Bruto
2000-2001	8,3	18,0	0,2	-3,4	5,1	-0,3	1,1	-11,5	3,9	1,4	4,0	1,7	1,2	3,4	1,3	-4,1	1,8	-0,8
2001-2002	9,1	20,3	0,3	4,7	4,7	1,4	1,8	1,7	4,6	5,6	7,2	3,5	0,0	0,5	2,7	10,8	0,5	-1,8
2002-2003	10,0	21,9	1,4	2,6	7,3	2,8	2,5	2,3	6,9	10,3	2,8	2,0	-0,2	-0,5	1,1	5,2	0,0	3,8
2003-2004	10,1	27,2	2,7	2,0	7,2	6,7	3,6	6,4	7,9	2,7	4,6	2,6	1,2	3,5	5,7	5,7	1,5	5,7
2004-2005	10,4	24,9	1,9	-0,2	6,4	0,9	3,1	-4,8	9,2	40,3	4,0	0,6	0,8	-4,0	3,2	-4,0	0,7	2,6
2005-2006	11,6	18,7	2,0	3,3	7,7	7,1	2,7	3,9	9,8	8,0	5,2	1,3	3,2	6,1	4,0	-2,2	2,0	7,8
2006-2007	13,0	16,7	2,4	3,4	8,1	2,2	2,1	-0,5	9,4	8,1	5,1	6,3	2,5	2,8	5,7	9,3	1,6	-0,2
2007-2008	9,0	2,3	-0,7	-1,2	5,6	-5,4	0,4	-6,9	7,3	8,1	2,2	4,1	1,3	-5,6	5,1	-0,2	-1,0	-3,1

Fonte: Formatação Própria com base em dados OECD \2009) e WSA (2009)

Enquanto na China e na Índia há um grande crescimento econômico, o mesmo não vem ocorrendo em economias tradicionais como Japão, Alemanha, Estados Unidos e até mesmo no Brasil. Nos Estados Unidos apenas em dois momentos a taxa de crescimento da produção de aço fora maior que a do PIB Real. Esses países tiveram uma taxa média de crescimento real da economia de 1,3%, 2,2% e 1,3% respectivamente, enquanto apresentaram taxas de crescimento de aço bruto de 1,4% o país asiático, -1,2% o norte americano e de -0,1% o país europeu.

O Brasil apesar de apresentar um forte crescimento econômico na segunda metade dos anos 2000, a média de crescimento da produção de aço bruto fora inferior ao crescimento real do seu PIB, 3,6% e 2,6% respectivamente. Assim como ocorreu em outros países, desde 2003, o país vem perdendo espaço na produção mundial de aço bruto, reduzindo de 3,2% para 2,2% em 2009 sua participação na produção mundial, devido não só ao crescimento acelerado da produção chinesa como a uma estagnação de sua produção. Assim como ocorrera em 2000, em 2009 o Brasil foi o nono maior produtor mundial de aço bruto, o maior da América Latina e o segundo maior do continente americano, atrás apenas dos Estados Unidos, que ocupou a quarta posição no ranking mundial em 2009.

3.3.5 A produção mundial de aço bruto por empresas siderúrgicas

No âmbito da reestruturação do setor siderúrgico mundial, tem-se visto inúmeros e contínuos processos de fusão e aquisição (F&A) entre os anos de 2000 e 2009, objetivando maior lucratividade e queda nos custos de produção através, principalmente, de ganhos de economias de escala. Para Gomes et al (2006, p.144) “ao se concentrarem, as indústrias siderúrgicas adquirem uma maior capacidade de negociação tanto no mercado a montante (fornecedores de matéria prima como, por exemplo, produtores de ferro-gusa) quanto à justante (indústria automobilística).”

Para Gomes *et al* (2006, p.) os processos de F&A atrelados a crescente internacionalização das firmas do setor siderúrgico, contribuíram para alterar a escala empresarial e operacional, que tornem a indústria viável e modificaram também o tipo de capital dominante, migrando de capital doméstico, seja ele privado ou estatal para o internacional.

E para Alves apud Marcus *et al* (2005), na siderurgia os processos de F&A estão ocorrendo de maneira mais intensa, o que acarreta em mudanças consideráveis na estrutura de mercado, promovendo mudanças de comportamento nos agentes participantes. Para os autores a aceleração no nível de concentração é devido: a) a indústria está tomada por um modismo de processos de F&As; b) expectativa de criação de novas plantas até o ano de 2015 com capacidade de produção anual de 50 a 100 milhões de toneladas; c) é mais barato e mais rápido aumentar a participação no mercado via aquisições do que construir uma nova usina e; d) maior poder de mercado e controle sobre o ciclo de produção do aço.

Assim como vem ocorrendo com a produção mundial por país de aço bruto, quando se analisa esta sob a ótica das empresas siderúrgicas, percebe-se também uma forte concentração da produção em umas poucas empresas, sendo que, em 2009, quinze delas respondiam por quase 40% da produção mundial de aço bruto, sendo o grupo ArcelorMittal, formado em 2006 pela fusão da Arcelor com a Mittal Steel, o maior produtor mundial, responsável por cerca 10% do aço bruto produzido em todo mundo, fabricando 103,3 milhões de toneladas de aço bruto. Enquanto no ano 2000, as quinze maiores firmas representavam cerca de 30% da produção global, aonde a japonesa Nippon Steel era a principal empresa do mercado, produzindo uma quantidade 3,6 vezes menor que a firma líder de 2009.

Conforme pode ser visto no Gráfico 3, a principal indústria siderúrgica brasileira é a Gerdau. Esta elevou sua produção em 187,3% durante a primeira década do século XXI, aumento este respaldado por um forte crescimento de 545,6% no total de ativos da empresa, devido principalmente a processos de F&A com empresas de diversas partes do mundo, se tornando em 2009 a décima – terceira maior empresa siderúrgica em termos de quantidade produzida. Essa mudança na gestão empresarial da empresa resultou em um aumento de 185,57% no lucro líquida entre os anos de 2000 e 2008.

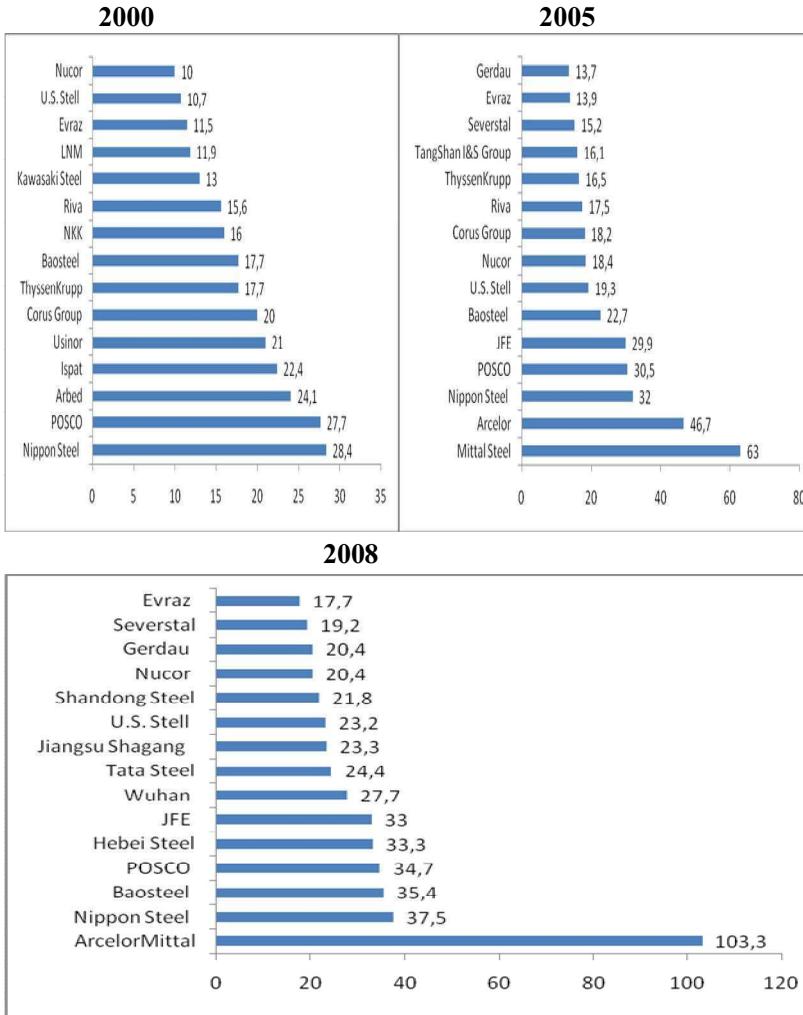


Gráfico 3.4 As principais firmas produtoras de aço bruto (10⁶ t), para os anos de 2000, 2005 e 2008

Fonte: Formatação Própria a partir de dados da WSA (2009)

Em relação aos principais processos de F&A que alteraram o modo operacional desse setor, temos: em 2001 ocorreram duas mega-fusões envolvendo as usinas Arbed (Luxemburgo), Aceralia (Espanha) e Usinor (França) dando origem a Arcelor e as japonesas NKK e Kawasaki Steel, criando a JFE. Em 2002, a Nucor Steel adquiriu os ativos da Birmingham Steel e da Trico Steel, ao mesmo tempo em que a

Gerdau adquiriria o controle da Co-Steel (Canadá) e a britânica LNM comprava a Ispat, tornando o grupo liderado por Lakshmi Mittal o segundo maior produtor de aço bruto do mundo, e esta com a fusão com a americana ISG, em 2004, tornava-se a líder mundial na produção desse material. (Gomes apud De Paula, 2006)

Em 2006, a Mittal Steel assume o controle do grupo Arcelor, formando a ArcelorMittal com uma capacidade de produção de mais de 100 milhões de toneladas de aço bruto, se tornando a maior empresa do setor. No primeiro ano de sua existência apresentou uma receita líquida de 58,87 bilhões de dólares e lucro líquido de 6,1 bilhões de dólares, valor este duas vezes superior ao atingido pela sua principal concorrente, a Nippon Steel, o que mostra o quão importante é o processo de internacionalização para a alteração da estrutura do setor siderúrgico. Ainda em 2006, a Gerdau adquire 50% da Empresa Siderúrgica del Peru e surge a chinesa Anshan Benxi, originada a partir da fusão das siderúrgicas chinesas Anshan e Benxi. E por fim, em 2007, o governo chinês realizou o último grande processo de fusão do período em análise, entre as firmas estatais Jinan e Laiwu, formando a Shandong Steel Group. No Brasil, em 2010, está previsto o começo das operações da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), joint-venture formada pelas empresas VALE e ThyssenKrupp.

Portanto, nos últimos anos, a reestruturação no setor, além de promover mudanças na importância das empresas no cenário mundial, levou a alterações no nível de concentração do setor.

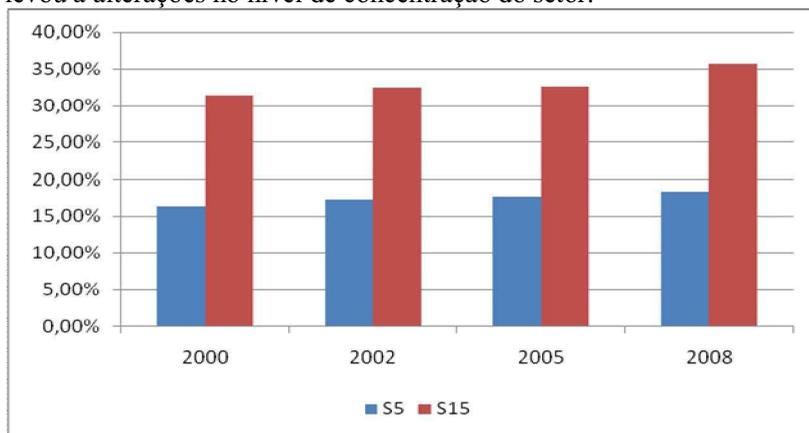


Gráfico 3.5 – Grau de Concentração da Siderurgia Mundial – Percentual da Produção Mundial das 05 maiores empresas (S5) e das 15 maiores empresas produtoras do setor (S15) 2000, 2002, 2005, 2008

Fonte: WSA (2009) - Formatação Própria

Assim como ocorreu no âmbito dos principais países produtores, o gráfico 3.5 mostra que o grau de concentração da siderurgia mundial em nível das empresas, apresenta uma tendência de crescimento. Em 2000, o grupo das 15 maiores siderúrgicas (S5) detinha 31,5% e no ano de 2008, passa para 35,8%. Já o grupo das 05 maiores produtoras (S5) respondia por 16,35 da produção no setor, situação que pouco se alterou até 2008, atingindo uma concentração de 18,3%, como se observa no Gráfico 3.5.

3.3.6 Capacidade nominal instalada de produção

O setor siderúrgico, a nível mundial, possui capacidade nominal instalada de 1.806.000 toneladas/ano de aço bruto, sendo que, em 2009, a produção mundial foi de 1.219.715 toneladas e, portanto, uma taxa de utilização de capacidade de 67,5%, ou uma ociosidade de 32,5%.

Entre os anos de 2000 e 2009 a taxa mundial média de utilização de capacidade nominal instalada foi de 81,4%, atingindo seu pico um ano antes da deflagração da crise financeira mundial em 2008, com 92,3%.

Para EPE (2009) existe uma relação entre a evolução da indústria siderúrgica e o grau de desenvolvimento econômico de um país, aonde a “[...] a taxa de crescimento da capacidade instalada da indústria siderúrgica tende a ser crescente coma expansão da renda do país, com desaceleração à medida que a infra-estrutura é construída e, em mercados maduros, este crescimento é declinante.” (EPE, 2009, pg. 1).

Ao longo dos anos 2000, os países emergentes expandiram consideravelmente sua capacidade instalada de produção de aço bruto, impulsionada pelas altas taxas de crescimento econômico que ocorreram durante o mesmo período, dinamizando todos os setores industriais. As inversões de recursos nestes países ainda estão em fase de maturação e a tendência é que a produção do metal continue em ritmo acelerado por alguns períodos. Enquanto ocorre esse boom econômico nos países menos desenvolvidos, nos países considerados desenvolvidos e nos tigres asiáticos esse ciclo não ocorre com a mesma velocidade e tendência. Por apresentarem baixas taxas de crescimento do PIB, e um mercado consumidor já consolidado há bastante tempo, os níveis de investimento nos setores produtivos esta consolidados, o que reduz a quantidade de dinheiro investida por tonelada produzida.

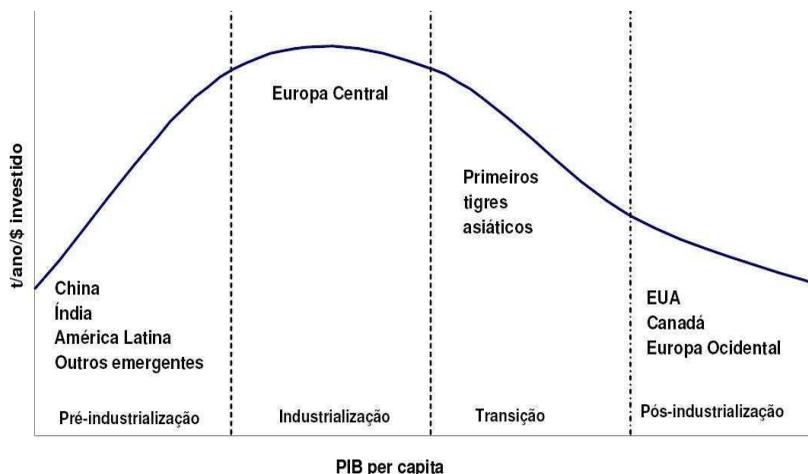


Figura 3.3 Estágio de desenvolvimento do país versus grau de maturidade da indústria siderúrgica

Fonte: EPE, apud IBS 2008.

Entre os dez maiores países produtores de aço aquele que apresentou o maior aumento na capacidade nominal instalada foi a China com um aumento relativo de 387,9% no período em análise, o que representou um aumento de capacidade de produção entre 2000 e 2009 de 580,4 milhões de toneladas de aço bruto. A taxa de utilização média anual foi de 78,7% e o pico se deu em 2000 e em 2005 com 85%. A capacidade instalada cresceu a uma taxa anual de 19,8% e em certos momentos, como entre os anos de 2002-2003 e 2005-2006 que essa expansão foi de 40,8% e 35,3%.

Além da China, outro país que também aumentou de forma expressiva sua capacidade nominal produtiva foi a Índia. Entre os anos de 2000 a 2009 a capacidade cresceu em 37,7 milhões de toneladas de aço bruto, ou seja, um aumento de 99,1% no período. Devido ao seu forte crescimento econômico, o país chegou a apresentar taxa média de utilização de capacidade de 97,0% para os anos de 2005 a 2008.

Um dado importante, é que a Índia foi o único país em que o aumento de sua capacidade nominal instalada de produção, entre os anos de 2000 a 2009, foi menor que o aumento da produção de aço bruto, 99,1% contra 110,5%.

O sexto maior produtor mundial de aço bruto em 2009, a Coréia do Sul, elevou sua capacidade de produção máxima em 32,1%, aumentando de 48,6 milhões de toneladas/ano em 2000 para 64,2 milhões de toneladas/ano em 2009. A taxa de utilização média foi de

88,4%, enquanto o pico ocorrera em 2003 (93,6%). Assim como ocorrera entre 9 dos 10 principais países produtores de aço bruto (exceto na China, que teve seu menor índice de utilização de capacidade produtiva em 2004) a menor taxa de utilização ocorreu em 2009, com um valor de 75,7%, valor este 8,2% maior que a média mundial.

O Japão e os Estados Unidos apresentaram reduções na suas respectivas capacidades instaladas. Enquanto os Estados Unidos apresentaram uma redução marginal de 1,6%, a do Japão declinou em 11,6% para o período em análise. Apesar dessa maior queda na capacidade instalada, o Japão apresentou uma taxa de utilização anual média cerca de 2,0% maior que a americana entre os anos de 2000 e 2008, mas devemos ressaltar que enquanto a produção japonesa de aço bruto aumentou em 11,5%, a americana reduziu em 10,6%. Em 2009, os efeitos da crise financeira mundial atingiram de forma significativa as taxas de utilização de capacidade instalada em ambos os países. O Japão apresentou uma taxa de 66,1%, enquanto os Estados Unidos utilizaram apenas 50,9% de sua capacidade total de produção de aço bruto.

Na Alemanha, enquanto o acréscimo de capacidade instalada ocorrera de forma marginal, aumentando em 1,5 milhão toneladas/ano durante a primeira década do século XXI, a produção de aço bruto entre os anos de 2000 a 2008 permaneceu relativamente constante, apresentando uma taxa média de utilização de capacidade de 87,7%. Mas com a deflagração da crise financeira mundial ocorreu uma queda bruta na produção de 28,7% entre os anos de 2008 e 2009, reduzindo a taxa de utilização para 60,3% ao final de 2009.

No Brasil, a capacidade instalada de produção de aço bruto aumentou de 29,9 milhões de toneladas/ano em 2000 para 43,1 milhões de toneladas/ano em 2009, o que significa um aumento de 44,3%. Apesar desse aumento expressivo, a produção brasileira apresentou uma redução de 4,8%, aumentando a taxa de ociosidade de 6,7% em 2000 para 38,7% em 2009, taxa essa maior que a mundial, que fora de 32,5%, para o mesmo ano.

Os dois principais países que compõem a C.I.S, a Rússia e a Ucrânia, elevaram a capacidade instalada em 20,7% e em 29,8% respectivamente. Durante o período a taxa máxima de utilização ocorreu em 2007 na Rússia, com uma utilização de 92,0% e em 2005 na Ucrânia com 95,6%. Após quase atingir o ponto de saturamento da produção de aço bruto em ambos os países, ocorreu uma redução na utilização da capacidade já no ano seguinte e em 2009 a Rússia apresentou uma taxa de utilização de 70,9%, a quarta maior entre os 10 maiores países produtores de aço mundo, enquanto a Ucrânia de 56,0%.

Na Itália, a capacidade instalada para produção de aço bruto praticamente não se alterou, aumentando marginalmente de 36,1 milhões de toneladas/ano para 38,0 milhões de toneladas/ano. Apresentou uma taxa de utilização anual média de 74,1% e apresentou sua taxa máxima de utilização em 2006 (83,2). No ano de 2009, apresentou um percentual de utilização de 51,9%, a qual se comparada dentro do grupo dos 10 principais países produtores só é maior que a dos Estados Unidos. A capacidade nominal instalada de produção de aço bruto para os dez principais países é apresentada na Tabela 3.5

Tabela 3.5: Capacidade nominal instalada de produção por país (10⁶ t aço bruto/ano)

	China	Japão	Rússia	Estados Unidos	Índia	Coréia do Sul	Alemanha	Ucrânia	Brasil	Itália
2000	149,6	149,9	70	116,2	34	48,6	52,7	40,9	29,9	36,1
2001	188,8	145,8	70	113,8	34,1	49,9	52,1	40,9	33,1	36,5
2002	228	121,4	70	103	34,2	49,3	51,5	40,9	33,4	36,8
2003	321	121,4	70	110,3	40,7	49,5	51,4	40,9	33,8	37,6
2004	367,5	121,4	79	105,2	43,9	51,4	51,8	40,9	34,7	38
2005	414	120,9	78	108,8	47,1	53,3	52,9	40,4	36,4	38
2006	560	124,7	78,4	114,9	51,6	56	52,9	44,9	39	38
2007	601,1	128,6	78,7	120,9	56,1	58,6	52,9	49,4	41,5	38
2008	665	129,8	82,7	111,9	59,1	60,1	53,2	53,1	41,8	38
2009	730	132,4	84,5	114,3	67,7	64,2	54,2	53,1	43,1	38

Fonte: Formatação própria a partir de dados da OECD (2010)

A partir da análise destas referências, se percebe uma ociosidade crônica na capacidade produtiva. Entre os países da amostra, os que apresentaram o maior índice médio de utilização da capacidade produtiva foram a Índia e a Coréia do Sul, com 88,3% cada. A China, apesar de ser a maior produtora mundial superou apenas a Itália na utilização de seu parque siderúrgico, com uma taxa média de 78,7%, mas isso é explicado pela forte expansão e modernização das linhas de produção, além de medidas de consolidação do setor que visam fortalecer o mesmo. O Brasil apresentou um valor médio de 83,9%, um pouco acima da média mundial, que foi de 81,4%. Estes valores vão de encontro com o proposto pela Figura 3.3, que dado o grau de maturidade da indústria e de desenvolvimento de um país, a fabricação de aço e

conseqüentemente, a taxa de utilização da capacidade, serão determinadas pela integração de ambas.

Para Richardson (1998) a ociosidade crônica na capacidade produtiva ocorre pelos seguintes motivos:

- A demanda por aço é cíclica e a capacidade instalada precisa estar apta a atender a maior fração possível durante os picos de demanda,
- Problemas de oferta durante períodos de picos de demanda podem levar a perdas de *market share* e a aumentos nos níveis de importação que são difíceis de serem reduzidos quando a demanda se enfraquece novamente,
- Ajustes lentos na capacidade ocasionada por uma redução permanente no nível de produção ocorrem devido à durabilidade e a natureza dos ativos siderúrgicos, a presença de custos irrecuperáveis, o que significa que os custos do capital só podem ser amortizados via comércio,
- A interdependência entre um pequeno número de grandes ofertantes no mercado siderúrgico faz com que qualquer um dos participantes do mesmo se torne relutante em ser o primeiro a entrar em um processo de racionalização,
- Incerteza a cerca da característica da queda de demanda, se permanente ou não, sobre o futuro da mesma e se deve ser adotadas medidas para a redução da capacidade produtiva. (*op.cit* tradução do autor)

Para Geman²² (2005), por ser a taxa de produção de aço relativamente inflexível, quando há uma redução nesta, as indústrias incorrem em desperdício de capital investido em aumento de capacidade produtiva, e em recursos não estocáveis, como a mão-de-obra. Portanto, a quantidade estocada do produto tem um papel ativo no equilíbrio entre demanda e oferta, uma vez que um excesso de oferta leva a aumentos nos estoques e um aumento extraordinário do consumo leva a reduções neste.

²² Cap. 8 pg. 192 ; Capitulo escrito por Chris Harris

3.4 Os insumos básicos para a produção siderúrgica

Os principais insumos básicos para a produção de aço bruto são o minério de ferro, a sucata, o carvão mineral, a ferro-gusa, energia elétrica e mão-de-obra, onde a relevância de cada um depende da rota tecnológica e da tecnologia utilizada na produção, além de sua localização geográfica.

Nas usinas integradas as principais matérias-primas utilizadas para a obtenção do aço são: o minério de ferro, principalmente a hematita (Fe_2O_3) e o carvão mineral coqueificável (o coque também pode ser utilizado), que é utilizado no processo de aquecimento e beneficiamento do primeiro – retirada de impurezas e redução do teor de carbono. Segundo Morandi (1998, pg.9) as usinas integradas contam com duas unidades industriais – a sinterização e a coqueria – para aumentar o rendimento dessas duas matérias-primas. Outro importante agregador de valor no custo de produção é a energia. Por ser um processo relativamente intensivo em energia, o custo deste insumo corresponde a aproximadamente 10,0% da produção.

Quanto às usinas semi-integradas, as quais produzem o aço bruto em fornos elétricos utilizam como matéria prima básica o ferro secundário, ou seja, a sucata do aço e em menor escala a ferro-gusa, eliminando a etapa de redução do minério de ferro. A combinação ótima desses dois insumos depende dos preços e a oferta de cada um. De acordo com dados da Gerdau (Disponível em <http://www.investinfo.com.br/Temp/N055022P.pdf>), essa combinação varia entre 60% de sucata de aço e 40% de ferro-gusa, a 90% e 10% de sucata e ferro-gusa. Ainda de acordo com a empresa essas proporções otimizam o uso da sucata sem pressionar o mercado deste insumo. Assim como nas usinas integradas, a energia tem um peso importante no processo de produção e seu custo, assim como ocorre na anterior, também é de aproximadamente 10,0%. Essa configuração técnica é competitiva no suprimento de mercados regionais e específicos, por operarem em escalas reduzidas e apresentarem menores custos de investimento e maior flexibilidade, principalmente na produção de produtos siderúrgicos mais elaborados, como os aços especiais

Logo, dada as características dos produtos, de seu valor agregado e de questões logísticas relacionadas ao acesso a matérias-primas e transporte do produto final e do mercado, se local ou mundial, deve se optar pela produção em usinas semi-integradas ou integradas.

3.4.1 O minério de ferro

O minério de ferro é o principal insumo utilizado na fabricação do aço, e o tipo principal utilizado na siderurgia é a hematita a qual apresenta um conteúdo teórico de ferro de 67,55% em cada 1 grama.

Entre os dez principais países produtores de aço bruto, apenas o Brasil e a China tem peso no comércio mundial de minério de ferro, cada um sendo responsável em 2008 respectivamente por 16,1% e 16,6% da produção mundial de minério de ferro.(USGS, 2009) Por causa da disponibilidade farta desse tipo de mineral nos dois países, a produção de aço via usinas integradas são bem superiores as usinas que utilizam fornos elétricos. Na China, em 2008, 90,8% da fabricação se aço ocorreu por esse tipo de configuração técnica, enquanto no Brasil foi de 74,8%, de acordo com dados da WSA.

A definição do preço do minério de ferro, durante o período analisado, se deu pela política de *benchmark*, a qual vigorou por cerca de 40 anos. Esta metodologia consistia na formação de um preço único para o mineral, reajustados com periodicidade anual, sendo definido em conjunto pelas três maiores mineradoras do mundo que são: a) VALE que em 2010 apresentou uma capacidade de produção de 417,1 milhões de toneladas, o que equivale a 19,16% da capacidade produtiva mundial, b) Rio Tinto que detém 12,57% da capacidade produtiva mundial e c) BHP Billiton com 8,66% da capacidade mundial, de acordo com dados fornecidos pela *Steel on the Net* (2010). Uma vez definido o preço, o mesmo deve ser seguido por todas as firmas do setor e os prêmios (descontos) oferecidos pelas mesmas devem ser estabelecidos sobre esse valor. Uma das principais críticas a este sistema é a sua incapacidade em responder mais rapidamente a mudanças no mercado.

Após o deflagração da crise financeira mundial em 2008, vem se discutindo alternativas para a política do *benchmark*. O desenvolvimento do mercado *spot* ou a vista na China é a principal alternativa a esta metodologia, que tem como objetivo fundamental de dar maior poder de negociação aos demandantes do insumo, ou seja, reduzir o poder daquelas três firmas mineradoras que vem estabelecendo os preços há quase meio século.

No mercado *spot*, os preços são determinados no dia do fechamento do negócio, e contrariamente ao anterior, é difícil estabelecer uma estimativa de tendência única, uma vez que os preços dependem tanto das áreas de origem quanto de destino. Atualmente este mercado tem grande participação no comércio internacional de minério

de ferro, e foi por causa dele que, durante a crise financeira de 2008 e 2009, várias indústrias siderúrgicas romperam contratos firmados em *benchmark* para adquirir o minério de ferro em patamares menos elevados e minimizarem os efeitos da crise financeira.

Atualmente, segundo artigo²³ publicado pela InfoMoney, as principais mineradoras não mais praticam a política de ajuste anual, e sim, praticam reajustes em bases trimestrais, de modo que os preços reflitam mais a situação de momento do mercado internacional de minério de ferro. Como exemplo a VALE utiliza o sistema de preços IODEX (*IronORE Index*), em alternativa ao *benchmark*.

Tradicionalmente os contratos de fornecimento de minério de ferro são de médio e longo prazo e dependendo da situação em que se encontra a economia global pode ser positivo ou negativo. Por exemplo, em uma economia aquecida e com previsões de demanda crescente, o preço anual do mineral se eleva e os contratos acabam sendo firmados com um custo maior do que se a economia estivesse com uma perspectiva de retração.

Os efeitos que uma demanda crescente de minério de ferro tem sobre o nível dos preços do mesmo pode ser visto na Tabela 3.6. Com um aumento de 53,9% do consumo aparente mundial de aço bruto entre os anos de 2000 e 2008, o preço da matéria prima se elevou em 388,3% para o mesmo período, apesar de um aumento na produção de 107,5%.

²³ Artigo disponível em <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/1820860>.

Tabela 3.6 Mercado Mundial de Minério de Ferro (Política de *Benchmark*)

Ano	Preço (c/dmtu)	Var. Preço	Produção (10⁶t)	Var. Produção	Valor Bruto (US\$ milhões)
2000	28,79	-	1060	-	20.614,00
2001	30,03	4,31%	1060	0,00%	21.502.,00
2002	29,33	-2,33%	1080	1,89%	21.397.,00
2003	31,95	8,93%	1160	7,41%	25.035.,00
2004	37,90	18,62%	1340	15,52%	34.305.,00
2005	65,00	71,50%	1540	14,93%	67.617. 00
2006	77,35	19,00%	1800	16,88%	94.049.,00
2007	84,70	9,50%	2000	11,11%	114.429.,00
2008	140,60	66,00%	2200	10,00%	208.945.,00
2009	101,00	-28,17%	2300	4,55%	156.918.,00

Fonte: Formatação Própria a partir de dados do FMI (2010) e USGS (2010)

Obs: Var. Abreviatura de variação.

O principal país consumidor de minério de ferro é a China, que além de ser um grande produtor é também um grande importador, sendo responsável em 2008 por 47,6% do volume total mundial de importações de minério de ferro e dado o aumento significativo no preço do insumo, entre os anos de 2000 e 2008, enquanto o volume de importações aumentou em 534,6%, o custo das importações aumentou em 2997,6%, totalizando um valor de 42,169 bilhões de dólares em 2008.

A seguir, as Tabelas 3.7 e 3.8 apresentam o volume de minério de ferro importado e exportado pelos principais países produtores de aço bruto de 2000 a 2008.

Tabela 3.7 Importação de Minério de Ferro (10⁶ t) para os 10 maiores produtores de aço bruto – 2000 a 2008

	China	Japão	Rússia	Estados Unidos	Índia	Coreia do Sul	Alemanha	Ucrânia	Itália	MUNDO
2000	70	131,7	9,2	15,7	0,5	39	47,5	7,4	17,6	510,8
2001	92,4	126,3	8,8	10,6	0,3	45,9	40,1	6,3	15,8	506,7
2002	111,4	129,1	9,3	12,5	0,2	43,3	44,3	5	14,9	513,3
2003	148,1	132,1	10,5	12,5	0,5	43,1	33,9	7,6	15,2	583
2004	208,1	134,9	10,5	11,8	1	44,2	38,9	3,3	16,7	669,9
2005	275,3	132,3	19,2	13	1,3	42,3	39,1	3	17,6	752,5
2006	326,3	134,3	10,1	11,5	0,8	42,8	44,9	2,1	17,8	803
2007	383,1	138,9	10,7	9,4	1,1	43,7	46,2	3,5	17	855,5
2008	444	140,4	11,8	9,2	0,6	49,5	44,3	2,9	16,3	933,2

Fonte: Formatação própria a partir de dados da WSA (2009)

Obs: Apenas o Brasil é auto-suficiente no produto, não sendo necessária a soma importação

Tabela 3.8 Exportação de Minério de Ferro (10^6 t) para os 10 maiores produtores de aço bruto – 2000 a 2008

	Rússia	Estados Unidos	Índia	Ucrânia	Brasil	MUNDO
2000	17,4	6,1	34,9	19,5	160,1	499,0
2001	23,3	5,6	36,6	18,1	155,7	493,3
2002	13,0	6,8	54,9	18,7	170,0	534,0
2003	16,2	6,8	57,3	20,2	184,4	582,1
2004	17,0	8,5	62,7	18,1	236,8	673,9
2005	17,5	11,8	89,6	19,6	225,1	745,7
2006	23,7	8,3	86,8	20,2	246,6	788,0
2007	31,8	9,3	93,7	20,7	269,4	853,5
2008	24,6	11,2	101,4	22,8	281,7	908,7

Fonte: Formatação própria a partir de dados da WSA (2009)

Obs: Para o período em análise: Para China Japão, Coréia do Sul, Alemanha e Itália - Não houve exportação, por não possuírem o minério ou por consumi-lo todo internamente.

A partir destas referências, fica clara a importância da China. Além de ser uma das principais produtoras, é também importadora líquida deste insumo, sendo responsável, somente em 2008, por 45% da importação mundial. Assim como a China, porém em escalas bem menores, o Japão, a Coréia do Sul, a Alemanha e a Itália são importadoras líquidas de minério de ferro. Entre os maiores produtores de aço, apenas o Brasil produz acima de sua quantidade demanda internamente, o que o torna exportador líquido do produto, trazendo benefícios para a balança comercial do país.

Dada importância do minério de ferro no processo siderúrgico, aqueles países que detêm grande volume de reservas da rocha apresentam vantagens competitivas em relação aos outros Além de se beneficiarem da negociação desse insumo e de seus derivados, ainda conseguem reduzir o custo da produção de aço bruto, através da redução do custo de logística e minimizando os efeitos das oscilações na oferta do produto.

3.4.2 Carvão mineral coqueificável ou metalúrgico

Enquanto para as usinas semi-integradas o preço do carvão mineral coqueificável não tem influência sobre o custo final da produção de aço, o mesmo não ocorre para as usinas integradas. Como ele é utilizado no processo de beneficiamento do minério de ferro, é considerado um dos componentes-chaves nos custos de produção deste tipo de rota tecnológica.

O crescimento médio da produção de carvão coqueificável foi de 5,85%, valor este inferior ao ritmo médio de expansão da produção das usinas integradas, que foi de 6,5%, o que irá influenciar diretamente na determinação do preço deste insumo. Entre os dez maiores países produtores de aço bruto, apenas a China foi responsável por 52,0% da produção mundial de carvão mineral coqueificável em 2009. Com participações bem menores nesse mercado temos a Rússia (7,0%), os Estados Unidos (5,9%) e Índia (4,1%), enquanto o Brasil, Japão, Coreia do Sul, Itália, Alemanha e Ucrânia, não possuem produção significativa sendo altamente dependentes da produção externa. Os dados referentes à produção total mundial e por país da matéria-prima encontram-se no Anexo 3.4.

Segundo Crossetti et al (2006) “o mercado de carvão é o menos transparente de todos os mercados de combustíveis fósseis por vários fatores como: negocia; ao de preços feitos historicamente de forma bilateral e confidencial; um mercado futuro limitado e de pouca liquidez; e um volume pequeno de transações se comparado a outras *commodities* similares, como petróleo e o gás natural”.

Por ser o setor siderúrgico o principal demandante do coque, pode-se concluir “[...] que a demanda pelo carvão metalúrgico é definida pelas decisões de produção da indústria de aço, sendo, portanto fundamental analisar o desenvolvimento deste setor para explicar o desempenho do mercado de carvão metalúrgico.” (BNDES, 2006, p.225)

A elevação do preço do carvão mineral coqueificável ou metalúrgico entre os anos de 2000 e 2008 foi resultado dos efeitos do crescimento da produção de aço nas usinas integradas. Em uma análise mais profunda, a demanda por este produto foi influenciado pelo desempenho da economia chinesa e os efeitos desta sobre a demanda mundial do insumo.

Logo, dada a relação direta entre a produção de aço e a de carvão mineral metalúrgico e o rápido crescimento da demanda por esse insumo no período, provocou um aumento acentuado nos preços desse,

conforme pode ser visto no Gráfico 3.7, impactando de maneira significativa nos custos de produção do metal.

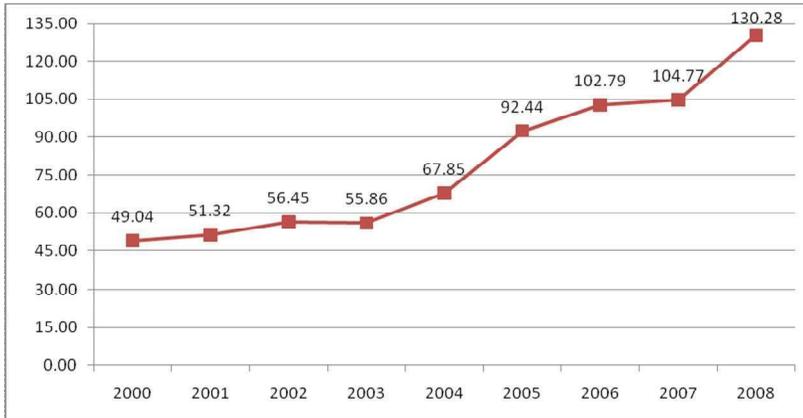


Gráfico 3.6 Preço Carvão Mineral Coqueificável - (US\$/t) – EUA

Fonte Formatação própria a partir de dados da AIE (2010)

3.4.3 A Sucata ferrosa

A sucata ferrosa é o principal insumo metálico da carga de fornos elétricos predominante nas usinas semi-integradas.

É considerada sucata os restos de produção da indústria automotiva, de eletrodomésticos e de embalagens, assim como carros velhos, geladeiras, etc. que são descartados pela sociedade, que são adquiridos pelos sucateiros, o que torna o comércio de sucata um importante ramo dentro da indústria siderúrgica.

Para Andrade et al (2000, pg.1) "de forma genérica, a sucata é obtida pela eliminação de rejeitos industriais e pela obsolescência de bens de consumo e de capital" e podem ser gerados tanto internamente na indústria ou adquiridas no mercado.

O mercado de sucata é tipicamente local e seu grau de desenvolvimento difere de região para região, sendo influenciado pela demanda e pelo custo do frete, diferenciando bastante de país para país quanto a sua organização e ao número de firmas participantes.

Os preços internacionais da sucata ferrosa são determinados pelo mercado interno dos Estados Unidos, país que também é o principal exportador do insumo, mas esses preços podem vir a variar de região para região, conforme evidenciado na tabela abaixo.

Tabela 3.9 Preço Sucata Tipo HSM1

Ano	Sucata HSM1		
	<i>Estados Unidos</i>	<i>Roterdã</i>	<i>Japão</i>
	<i>US\$/gross tonne*</i>	<i>US\$/t</i>	<i>US\$/t</i>
2004	212,39	219,58	201,60
2005	195,28	198,13	186,54
2006	222,65	233,13	207,72
2007	255,56	292,67	279,44
2008	377,24	461,25	440,52
2009	206,12	247,30**	241,71

* Como 1 *gross tone* é igual a 1,01604691, segue que o preço em *gross tonne* é convertido para tonelada simplesmente o dividindo por 1,01604691.

**Média de preços de janeiro a novembro de 2009

Fonte: Formatação própria a partir de dados da OECD (2009)

Esta tabela traz os preços da sucata do tipo HSM1 (sucata industrializada), para os anos de 2004 a 2008 referentes a três localidades diferentes.

Apesar da diferença de unidades de medida, se percebe que, enquanto nos Estados Unidos os preços variaram em cerca de 80% entre os anos de 2004 a 2008, no Japão e na Holanda os mesmos tiveram uma elevação de mais de 100%. Entre os anos de 2008 e 2009 há uma forte retração nos níveis de preço do produto, devido à acentuada redução do volume de produção em usinas semi-integradas norte americanas e europeias, provocada pela queda na demanda por produtos siderúrgicos em função da crise financeira internacional.

3.4.4 A ferro-gusa

A ferro-gusa é o principal produto resultante do beneficiamento do minério de ferro no alto-forno. É uma liga ferro-carbono que apresenta alto teor de carbono e teores variáveis de manganês, fósforo, enxofre e silício.

Trata-se da matéria-prima utilizada para a fabricação de aço tanto em usinas integradas quanto em semi-integradas, e na última a quantidade a ser utilizada depende da relação ótima entre a gusa e a sucata que é definido de acordo com preço, oferta e demanda de produtos siderúrgicos.

Segundo dados da WSA (2009), o maior produtor mundial de ferro-gusa em 2008 foi a China com 50,9% da produção mundial, seguido por Japão (9,3%), Rússia (5,2%) e Brasil (3,7%). A China também é o país que apresenta o maior consumo aparente desse insumo entre os dez maiores produtores mundiais de aço bruto. Enquanto em 2000 seu consumo aparente representava 21,9% do mundial, em 2008 esse valor mais que dobrou, passando a representar 50,3% do consumo mundial de aço bruto. O mundo apresentou uma variação positiva no consumo de 60,9%, ou seja, a evolução do consumo chinês superou em 4,40 vezes o mundial. Países tradicionais na produção de aço como Estados Unidos e Alemanha apresentaram reduções de 27,2% e 4,2% respectivamente na demanda pelo material. No Japão, Rússia e Itália ocorreram aumentos marginais, enquanto no Brasil, a quantidade demandada da matéria-prima se elevou em quase 20%.

Países tradicionais na produção de aço como Estados Unidos e Alemanha apresentaram reduções de 27,2% e 4,2% respectivamente na demanda pelo material. No Japão, Rússia e Itália ocorreram aumentos marginais, enquanto no Brasil, a quantidade demandada da matéria-prima se elevou em quase 20%.

O comércio mundial de ferro-gusa é pouco dinâmico, sendo exportado em 2008 apenas 1,8% do que fora produzido e importado 2,5%, conforme dados da WSA (2009). Os principais players de mercado são o Brasil e a Rússia, sendo ambos responsáveis por 70,0% de toda a exportação mundial da matéria-prima.

Quanto ao preço internacional desse insumo, o mesmo é determinado no Brasil, dada a relação direta entre a ferro-gusa e o minério de ferro. Observa-se entre os anos de 2000 a 2008, uma elevação média anual de 21,57%.

O Gráfico 3.4 apresenta a trajetória do preço de exportação da ferro-gusa e nos apresenta também que apesar dos efeitos da crise financeira internacional no preço do insumo, o valor desse aumentou em 310,52% entre os anos de 2001 a 2008, baseado em números disponibilizados pela *SteelontheNet*.

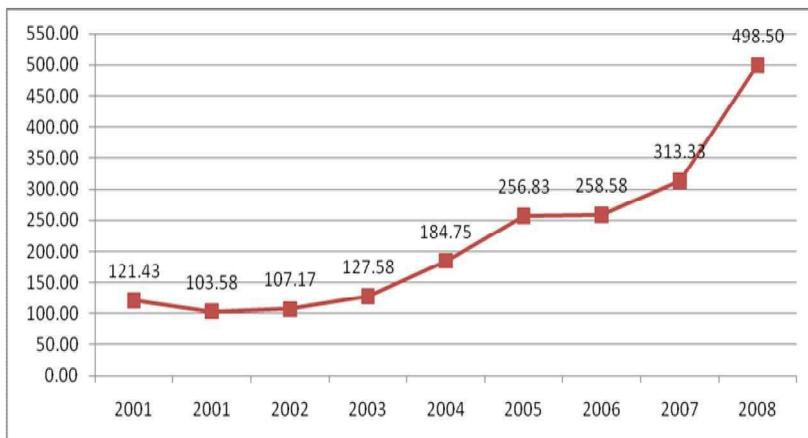


Gráfico 3.7 Preço Ferro Gusa - Brasil (US\$/t) FOB

Fonte: Formatação Própria a partir de dados da SteelonTheNet

3.4.5 A mão-de-obra

Para Rocha (1992), “o conceito de custo de mão-de-obra compreende todos os gastos relacionados ao “ciclo de vida da mão-de-obra”” e os seus principais elementos componentes são:

- Gastos com admissão;
- Gastos com aprendizagem, treinamento, desenvolvimento e formação profissional;
- Remuneração indireta (férias, décimo - terceiro salário, seguro-saúde, etc.)
- Encargos sociais;
- Gastos com desligamento.

O custo da mão-de-obra nos principais países produtores de aço se difere significativamente, devido a qualificações dos trabalhadores, investimento em treinamentos, legislação trabalhista, a proibição ou não e ao nível de desenvolvimento das organizações de trabalhadores, a elasticidade da oferta de mão-de-obra e essa discrepância pode ser vista na Tabela 3.10, que compara os valores entre estes, exceto para a Rússia, para os anos de 2000 a 2005.

Tabela 3.10 Custo da Mão-de-obra (Custo por Hora US\$)

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Brasil	3.5	3.0	2.6	2.7	3.0	3.2
China	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
Alemanha	22.7	22.5	24.2	29.6	32.5	34.1
Itália	13.8	13.6	14.8	18.1	20.5	21.7
Ucrânia	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8
Estados Unidos	19.7	20.6	21.4	22.3	23.2	23.8
Índia	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9
Japão	22.0	19.4	18.7	20.3	21.9	21.4
Coréia do Sul	8.2	7.7	8.8	10.0	11.5	14.1

Fonte: Formatação própria a partir da Steelonthenet. Disponível em :www.steelonthenet.com

Os dados mostram que na Alemanha, Estados Unidos, Itália, Japão e Coréia do Sul o custo da mão-de-obra está bem acima do praticado na China, Brasil, Índia e Ucrânia. Na Alemanha, enquanto o custo do trabalhador se elevou de 2000 para 2005 em 13,4 dólares por hora, no Brasil houve uma redução de 0,20 dólares e essa diferença é ainda maior quando comparado com o maior produtor mundial de aço bruto – China – aumentando de 22,3 para 33,00 dólares entre os mesmos anos.

Para Amora (2010 pg.71), “uma das principais vantagens competitivas da China seria seu excedente de mão-de-obra, que conferiria a China, em comparação com outros países, um dos mais baixos custos de mão-de-obra do mundo”.

Por causa desse grande número de trabalhadores, a oferta chinesa de mão-de-obra é “quase infinitamente elástica” (AMORA p.71, apud NONNEMBERG *et al.* 2008), e o aumento da demanda por produtos siderúrgicos não provoca alterações consideráveis nos salários. Além disso, a legislação chinesa não permite que os trabalhadores se organizem em sindicatos e há também a questão cultural de hierarquia e disciplina que normaliza as relações sociais naquele país, o que dificulta de maneira considerável a tentativa de exercer pressões por melhores salários. (AMORA, apud NONNEMBERG *et al.* 2008). Apesar disso, percebe-se um aumento de 83,33% no custo do trabalhador chinês entre os anos de 2000 e 2005 e uma redução na diferença para outros países analisados, o que para Amora (2010, p.71) “indicaria uma elevação do nível de qualificação dos trabalhadores chineses.”

Entretanto, considerando a produção média por trabalhador, fator este que impacta diretamente no custo final da mão-de-obra, os trabalhadores da China, por exemplo, produziam bem menos do que os japoneses, alemães e americanos. No ano de 2005, enquanto a produção média por trabalhador na China era de 211,19 toneladas por ano, no Japão e na Alemanha era de respectivamente 1183,91 e 487,67 toneladas por ano. Mas quando comparamos esses países em 2007, se percebe um aumento significativo na produção média por trabalhador da China, aumentando em 36,5% de 2005 a 2007, enquanto na Alemanha e no Japão esse acréscimo foi de apenas 7,7% e 2,2% respectivamente.

A análise desses valores corrobora com a afirmação de Amora (2010) sobre a diminuição na diferença de produtividade entre os trabalhadores da China em relação à de outros países e que isso provavelmente vem ocorrendo pela elevação do nível de qualificação da mão-de-obra chinesa.

A gestão de recursos humanos é um fator que deve ser enfatizado para a minimização dos custos de produção dos produtos siderúrgicos, dado o acirrado ambiente econômico de competição e da necessidade de produtos de maior qualidade. Nesse contexto, o Brasil, a China, a Ucrânia e a Índia têm vantagens competitivas frente a seus concorrentes internacionais no que se refere à mão-de-obra, influenciando na competitividade desses países.

3.3.6 Energia

A produção de aço é considerada energia-intensiva e sua eficiência energética, de acordo com a WSA, dependem da configuração técnica, do tipo de minério de ferro e carvão utilizados, do escopo de produtos siderúrgicos, das tecnologias de controle operacional, do uso eficiente das matérias-primas, além do tamanho e da utilização da capacidade instalada da firma.

A energia constitui um fator significante no custo total da produção de aço, variando entre 20% e 40%, dependendo do país. Por exemplo, enquanto na Índia esse valor oscila entre 30% e 35% (SINGHAL, 2009) durante os primeiros anos do século XXI, nos Estados Unidos esse valor se reduz para cerca de 20%. (AISI, 2005) - em 2008 a siderurgia americana gastou US\$6,8 bilhões em energia. - E de acordo com dados da AIE, em 2005, a indústria siderúrgica americana foi 10% mais intensiva em energia do que a Coreia do Sul, 7% a mais que a Alemanha e 6% a mais que o Japão, isto é, os americanos

apresentam um custo maior com energia quando comparado a seus principais concorrentes.

O consumo de energia pelos produtores de aço pode ocorrer de forma direta e indireta. A forma direta, que será apresentada na tabela a seguir, inclui além dos insumos utilizados como redutores do minério de ferro, outras fontes de energia, enquanto o consumo indireto ocorre através da mineração, preparação e transporte das matérias primas e na produção de gases para o processo siderúrgico, como o oxigênio. (AISI, 2005)

Quadro 3.2 Principais fontes de energia e suas aplicações

Fonte de Energia	Aplicação	
	Como Energia	Como Redutor
Carvão		Produção de Coque
		Injeção de carvão pulverizado no alto forno
		Produção por Redução Direta (DRI)
Gás Natural	Fornos	Injeção em altos fornos (BF)
		Produção por Redução Direta (DRI)
Eletricidade	Forno Elétrico a Arco - EAF	
	Laminação	
	Vários outros motores	
Óleo	Produção de Vapor	Injeção em alto forno

Fonte: Formatação própria, a partir de informações da AISI (2005)

Dado que a maior parte do consumo de energia para a produção de aço ocorre durante os processos de beneficiamento do minério de ferro, fusão, refino e lingotamento do aço líquido, a configuração técnica da usina produtora irá definir as principais fontes de energia e a quantidade a ser utilizada na fabricação do aço bruto.

A obtenção do aço via usinas integradas consome bem mais energia do que nas semi-integradas. Nas usinas integradas, cerca de 98% da energia é consumida no processo de obtenção do aço líquido, onde o carvão é a principal fonte de energia, representando de 90 a 95% do insumo total de energia. Já a produção via fornos elétricos a arco (EAF) é o modo singular mais eficiente para a produção deste quando se deseja minimizar o custo energético. De acordo com dados da *Worldsteel*, em 2007 enquanto a produção que utiliza auto-forno (BOF)

consome entre 19,8 – 31,2 GJ por tonelada de aço bruto produzido, a via forno elétrico a arco (EAF) consome entre 9,1 – 12,5 GJ por tonelada aço bruto produzido.

Ao se analisar o processo produtivo por inteiro, a fabricação do aço por indústrias integradas consome cerca de três vezes mais energia do que a produção que utiliza como insumo básico a sucata. (EPE, 2009)

[...] Assim, substancial economia de energia pode ser obtida pela substituição do processo constituído por alto-forno e aciaria a oxigênio pelo uso de sucata em fornos elétricos a arco, com a ressalva da limitação de aplicação da sucata, tanto pela qualidade do produto final como pela disponibilidade, que é maior em países desenvolvidos, diferença que tende a desaparecer com o amadurecimento da economia (EPE, 2009, p.72).

Dado o forte aumento no preço das principais fontes de energia entre os anos 2000 e 2009 (carvão mineral - 223,16%; gás natural -156,4%, eletricidade²⁴ – 48,33%) a gestão, o monitoramento dos custos energéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias menos intensivas em energia e mais eficientes e a reciclagem de produtos e de subprodutos do processo é de suma importância para o posicionamento da firma dentro dessa indústria.

3.5 O consumo aparente de aço bruto

Segundo dados da *WorldSteel Association* (2009) o consumo aparente mundial de aço de bruto cresceu 53,9% entre os anos de 2000 e 2008, isto é, a uma taxa média anual de 5,59%, atingindo seu pico em 2007, quando fora consumindo 1317 milhões de toneladas de aço bruto.

A China é o país com o maior consumo aparente de aço bruto do mundo, o qual aumentou em 242,5% de 2000 para 2008, passando de 124,3 milhões de toneladas para 425,7 milhões de toneladas. A demanda chinesa pelo metal cresceu 4,5 vezes a mais que a mundial e 615 vezes a do Japão, seu principal rival comercial na Ásia. Essa expansão acelerada é respaldada pela velocidade, duração e expectativa de conservação do atual ritmo de crescimento econômico do país, que no período em

²⁴ Preço médio mensal para consumidores industriais nos Estados Unidos. Preços expressos em centavos de dólar por Kilowatt hora.

estudo cresceu a uma média anual de 10,0%, enquanto a global a 3,0%. (Amora, 2010, p.66).

A Índia foi o segundo país que mais elevou seu nível de consumo, crescendo em porcentagem, 109,56%, seguida pela Coréia do Sul (52,2%) e Brasil (51,9%), porém sobre uma base bem inferior a da China. Enquanto o primeiro cresceu bem acima da média mundial (53,9%), a expansão nos dois últimos praticamente seguiu a mesma tendência global.

Em relação aos países da Comunidade dos Estados Independentes (CEI), a Rússia apresentou uma expansão um pouco maior que a Ucrânia, país que apresenta o menor nível de consumo aparente entre os dez países estudados, de 45% contra 40%.

Enquanto vem ocorrendo uma expansão no consumo de aço bruto nos países considerados subdesenvolvidos, os países pertencentes ao grupo dos desenvolvidos apresentaram uma estagnação ou até mesmo retração na demanda do metal durante os anos de análise. A Alemanha e a Itália expandiram sua demanda em apenas 12% cada, enquanto o consumo no Japão em 2008 foi praticamente o mesmo do ocorrido em 2000 e os Estados Unidos houve um decréscimo de 15%

Conforme é apresentado no Gráfico 3.8 e no Anexo 3.5 fica evidente a tendência de crescimento na demanda mundial de aço bruto para o período analisado, e apenas no ultimo ano, 2008, devido provavelmente aos efeitos da crise financeira, ocorreu uma inversão marginal nesta trajetória. Fica claro também a influência da demanda chinesa na mundial, nos indicando que o crescimento do consumo aparente global de aço bruto foi impulsionado, principalmente, expansão economia daquele país.

Tabela 3.11 Evolução do Consumo Aparente de Aço Bruto 2000-2008

	2000	2004	2007	2008	Crescimento Anual (%) 2000/2008
China	124,3	275,8	413,7	425,7	16,9
Japão	76,1	76,8	79,6	76,4	0,1
Rússia	24,4	26,3	40,4	35,4	5,3
Estados Unidos	114,7	117,4	108,0	97,5	-1,5
Índia	25,1	35,3	49,5	52,6	9,8
Coréia do Sul	38,5	47,2	55,2	58,6	5,3
Alemanha	37,0	36,3	42,7	41,5	1,8
Ucrânia	4,9	5,8	8,3	6,9	5,4
Brasil	15,8	18,3	22,1	24,0	5,2
Itália	30,5	33,2	36,6	34,3	1,7
Mundo	845,1	1060,2	1317,0	1300,7	5,6
Mundo (exceto China)	720,8	784,4	903,3	875,0	2,5

Fonte:Formatação própria a partir de dados da WSA(2009)

Em relação ao consumo *per capita*, este cenário se altera consideravelmente. De acordo com dados da WSA (2009) o país que apresentou em 2008 o maior valor foi à Coréia do Sul (1263,2 kg/hab), seguido por Japão (653,6 kg/hab) e Itália (601,4 kg/hab), conforme o Anexo 3.6

Entre os países analisados, aqueles que apresentaram as maiores taxas de crescimento foram a China, elevando de 108,8 kg/hab em 2000 para 340,5 kg/hab, ou seja, um aumento de 212,9%, e a Ucrânia, 153,9%, mas apesar disso, nota-se que seus valores são baixos quando comparado a países como a Coréia do Sul e a Alemanha. Já, o pior desempenho foi registrado nos Estados Unidos, aonde houve uma redução de cerca de 30% no consumo *per capita* de aço bruto. Entre os anos de 2007 e 2008 os únicos países em que esses valores não se reduziram foram na China, Brasil e Ucrânia.

No Brasil, o consumo por habitante foi de 135,8 kg em 2008, valor este que aumentou em 36 kg em relação a 2000, mas ainda 9,3 vezes menor que o demandado na Coréia do Sul e 2,5 vezes menor que

nos Estados Unidos, o que indica que há um grande potencial de crescimento da demanda de aço no país.

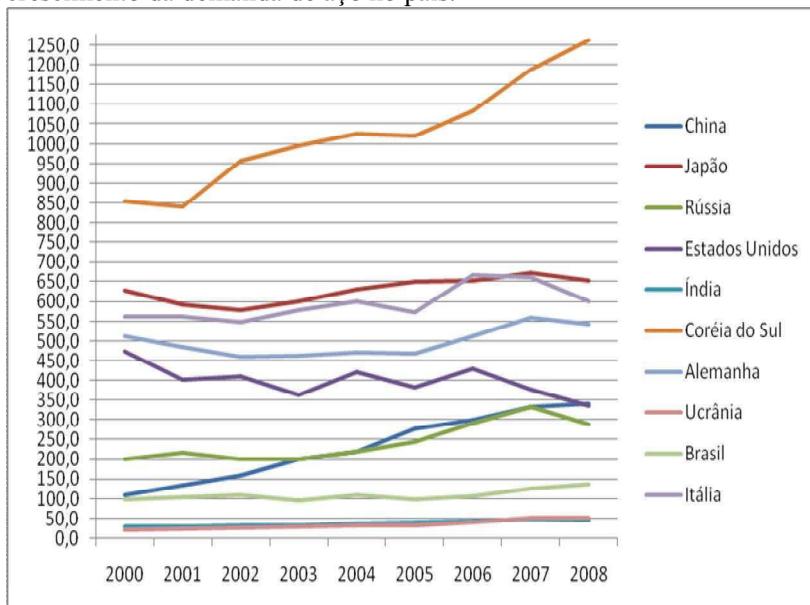


Gráfico 3.8 Evolução do Consumo Aparente *Per Capita* de Aço Bruto (kg/hab) 2000-2008

Fonte: WSA - Steel Statistical Yearbook 2009

3.6 O comércio Internacional de aço entre os anos de 2000 e 2008

Em 2008, foi disponibilizado no comércio internacional de produtos semi-acabados e acabados, um volume de 434,3 milhões de toneladas, o que significa um incremento de 127,7 milhões de toneladas em relação ao ano 2000. Apesar desse aumento na quantidade transacionada, ocorreu uma ligeira redução de 3,3% quando este é comparado com a produção mundial de aço bruto ao longo do período.

No que tange o comércio internacional de produtos siderúrgicos, o Gráfico 3.10, traz para o período de 2000 a 2008, a evolução das produções e dos consumos aparentes de aço bruto, além das exportações e importações de produtos acabados e semi-acabados de aço bruto, para os dez principais países produtores de aço bruto.

Gráfico 3.9. a) China

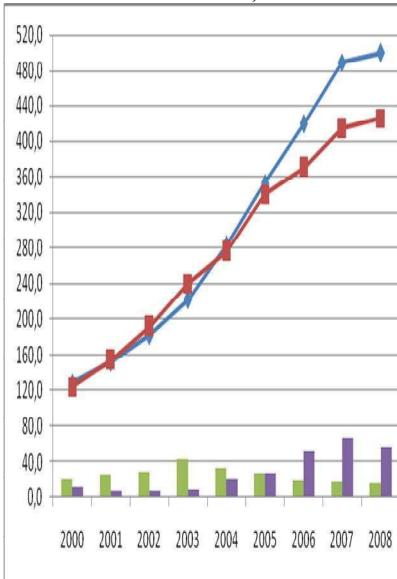


Gráfico 3.9.b) Japão

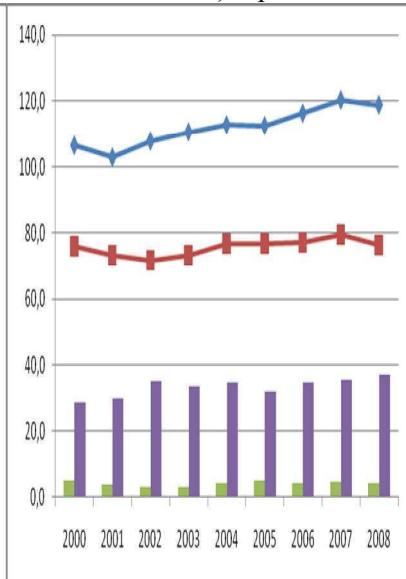


Gráfico 3.9.c) Rússia

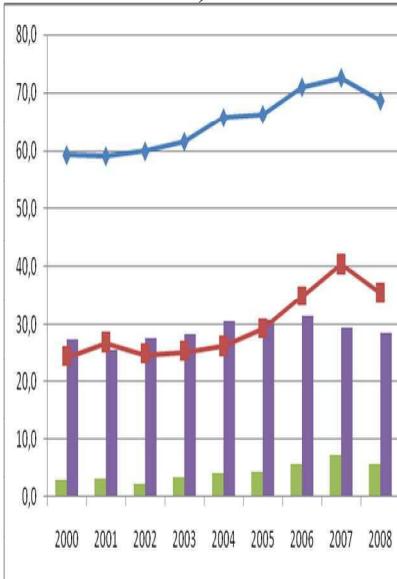


Gráfico 3.9.d) Estados Unidos

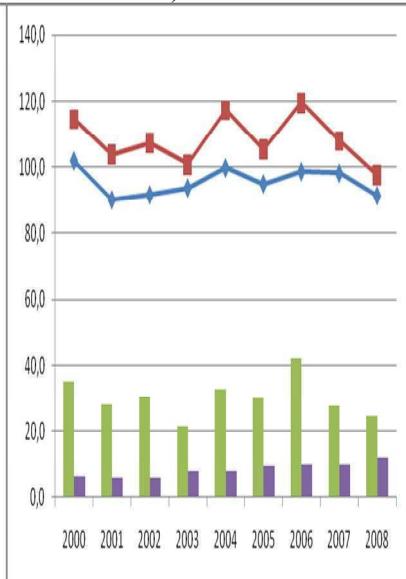


Gráfico 3.9 continua na página a seguir.

Gráfico 3.9. e) Índia

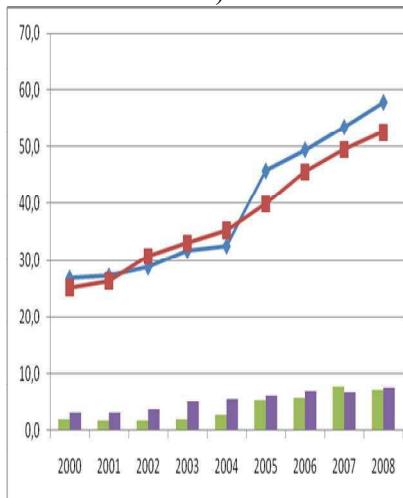


Gráfico 3.9.f) Coreia do Sul

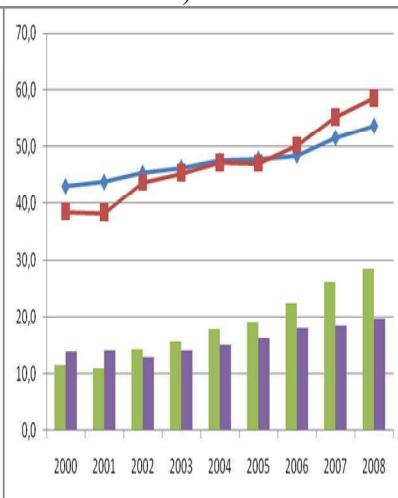


Gráfico 3.9.g) Alemanha

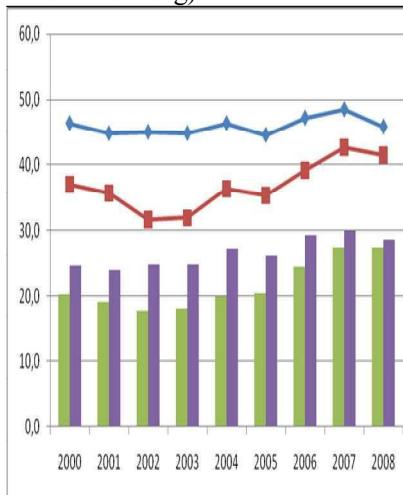


Gráfico 3.9.h) Ucrânia

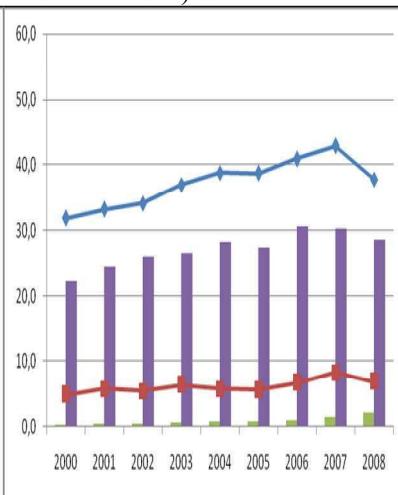


Gráfico 3.9 continua na página a seguir.

Gráfico 3.9.i) Brasil

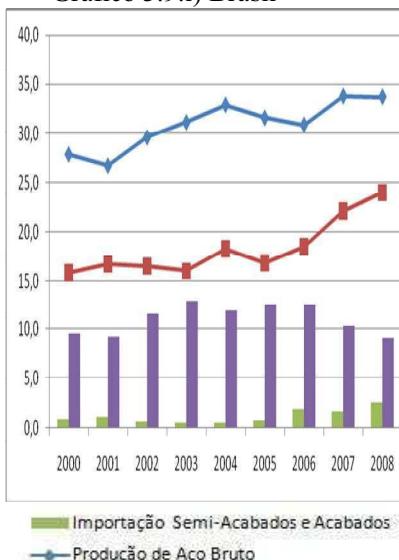
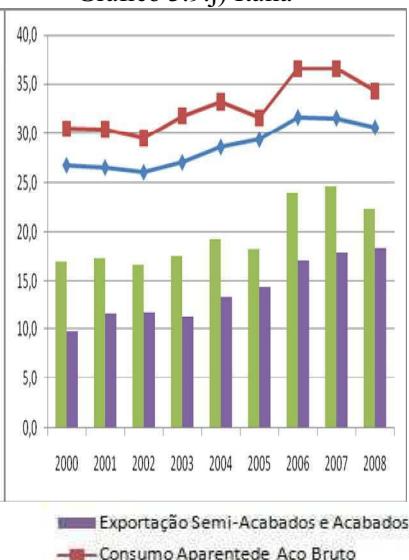


Gráfico 3.9.j) Itália

Gráfico 3.9 Mercado de aço para países selecionados (10⁶ t)

Fonte: Formatação própria a partir de dados da WSA(2009)

A China, que é atualmente o país com a maior produção e consumo aparente de aço bruto do mundo, no início do século era importadora líquida de produtos siderúrgicos, mas essa situação se altera em 2005, quando sua produção supera o consumo aparente, tornando-a exportadora líquida de produtos siderúrgicos. Apesar de ter aumentado em quatro vezes a quantidade de produtos exportados, a fatia da produção que é exportada se expandiu em apenas 2,5% entre 2000 e 2008 e neste ano a China respondia por 12,9% das exportações mundial de produtos acabados e semi-acabados. Os produtos mais comercializados foram os produtos longos e os planos, os quais, juntos, praticamente dobraram suas participações na pauta de exportação, elevando de 44% para 84% em apenas nove anos. Essa mudança na carteira de vendas foi lucrativa para o país, pois de acordo com *CRU Steel Price Index*²⁵ (*CRUSpi*), os índices de preços Globais para Aços Planos e Aços Longos subiram respectivamente 131,2% e 230,1%.

²⁵ Consultoria independente inglesa que faz estudos sobre a tendência dos preços mundiais do aço. Disponível em: <http://cru.com/Pages/default.aspx>

Enquanto na China houve uma mudança drástica no cenário siderúrgico, no Japão isto não ocorreu. Houve um aumento de apenas 10% na produção e um crescimento marginal no consumo aparente. Mas em conformidade com o ocorrido na China, apresentou uma queda de 12% na importação de produtos siderúrgicos e um aumento de quase 30% nas exportações. Em 2008, os produtos planos correspondiam por quase 66% de todos os produtos comercializados, porém sua participação vem decrescendo ao longo desses nove anos. A maioria dos produtos siderúrgicos japoneses é fabricada por laminação a quente, os quais tiveram um aumento de preço de cerca 190%, segundo dados da *Steel Market Update*²⁶ (SMU), e isso aliado com o aumento no valor dos aços planos contribuíram positivamente para com o saldo na balança comercial desse país.

Em relação aos países integrantes da CIS, tanto a Rússia quanto a Ucrânia são exportadoras líquidas do produto. No que tange o primeiro país, esta variável se manteve estável entre os anos de 2000 a 2008, mas houve um aumento de cerca de 100% na quantidade importada, segundo a WSA (2009), a qual fora impulsionada pelo aumento do consumo aparente de 45% e por uma expansão média anual de 6,5% do PIB Real. Mas mesmo com esse desenvolvimento econômico, em média, 45% do que era produzido anualmente era destinado ao mercado internacional. Os principais produtos comercializados são os laminados planos, os quais, em 2008, correspondiam a 28% da carteira de vendas desse país. Já no que diz respeito ao segundo, cerca de 70% do que é produzido é exportado, e de forma semelhante ao ocorrido na Rússia, mas de forma mais acentuada, ocorreu um incremento de mais de cinco vezes na quantidade importada, volume esse que respondeu, em 2008, por 31,5% do consumo aparente, o que demonstra certa dependência para com países estrangeiros, principalmente no que diz respeito a produtos de maior valor agregado. Ambos os países, por apresentarem uma produção elevada, consumo aparente relativamente baixo e uma quantidade importa pequena tudo isso, os coloca entre os países com os melhores saldos, em volume, das exportações líquidas de aço. A Ucrânia foi em 2008 o país que em

²⁶ Consultoria independente americana que faz análises sobre o preço dos produtos siderúrgicos laminados a quente e a frio. Disponível em: <http://www.steelmarketupdate.com/>

volume menos importou entre os dez maiores países produtores de aço bruto.

Por sua vez os Estados Unidos, ao contrario dos países citados acima, se manteve como um dos principais importadores de produtos siderúrgicos. A sua produção não é suficiente para suprir o seu consumo aparente, quem em 2008, foi o segundo maior do planeta. Mas essa dependência externa vem se modificando ao longo dos anos em análise, pois, enquanto em 2000 o país comprava 35,2 milhões de toneladas em produtos siderúrgicos, em 2008 esse volume é reduzido para 24,6 milhões de toneladas. Enquanto as importações apresentam tendência de redução, muitas vezes ocasionados por políticas alfandegárias de sobretaxas, as exportações se elevaram em quase 100%.

Assim como ocorreu na China, apenas nos meados da primeira década do século XXI, a Índia atingiu um valor de produção que superasse o seu consumo aparente. Devido a isso, em 2004, o país passou a ser exportadora de aço. Apesar dessa mudança de perfil, entre os anos de 2000 e 2008 o país consumiu praticamente todo o aço que fabricara, sendo exportado nesse ultimo ano apenas 12% do que foi produzido.

A Coréia do Sul alterou seu posicionamento no comércio internacional de produtos siderúrgicos, uma vez que entre 2000 e 2002 era exportadora líquida e a partir daí, com aumento do seu consumo aparente (entre os anos em análise, elevou o consumo per capita em 148% é líder mundial e sempre foi o país com a maior demanda por habitante), o qual não foi acompanhado no mesmo ritmo pela produção, passou a ser importadora líquida de aço. Se tornando deficitária, em volume, na balança comercial de produtos semi-acabados e acabados. Os principais produtos comercializados são os Planos. Estes representaram em 2008, 55% do que foi importado e 75% daquilo que fora exportado.

Na Alemanha ocorreu uma redução marginal na quantidade total produzida, enquanto o consumo aparente teve uma expansão média de 1,8%, o que levou a um aumento médio de 4,3% nas importações. As exportações também apresentaram alta, porem em menor escala, 2,1%. Em volume, as importações cresceram 36,1%, enquanto as exportações 16,7% entre os anos analisados. Mesmo com essa variação menor na quantidade vendida em relação à comprada, o país comercializou 50% de todo o aço fabricado. Os aços planos são os principais produtos comercializados pelo país europeu, representaram em média 50% do que fora vendido, seguido pelo aços longos, 25%.

De maneira análoga a que acontece nos Estados Unidos, a Itália possui um consumo aparente maior do que sua produção de aço e ainda tem o terceiro maior consumo per capita do planeta, o que faz necessário a importação de diversos produtos siderúrgicos. Em volume, o principal produto importado são os aços Planos, em 2008 foi comprado mais de 12 milhões de toneladas desse bem. Já na pasta de exportação os produtos planos e longos apresentaram ao longo do período em análise a mesma relevância, sendo comercializada praticamente a mesma quantidade de ambos os produtos.

Entre os anos 2000 e 2008 o Brasil teve no comércio internacional de produtos siderúrgicos uma importante fonte de recursos, exportando 49,99 bilhões de dólares (FOB) enquanto importara apenas 13,5 bilhões de dólares (FOB, assumindo assim um papel de fornecedor deste insumo para a indústria mundial. Esse perfil se origina do fato do país produz muito mais do que é demandado pela sua indústria interna. Mas apesar deste perfil, houve ao longo do período analisado, um aumento de 536,2% e de 185,5% no valor e na quantidade dos produtos importados respectivamente. Enquanto isso na exportação essa tendência não ocorreu. A quantidade total vendida se reduziu em 4,4% enquanto o valor foi 2,7 vezes menor do que o proporcionado pelas importações. O principal produto exportado pelo Brasil são os semi-acabados, os quais representaram em 2008, 61,5% da carteira brasileira, seguidos pelos laminados Planos (18,5%) e pelos Laminados Longos (15,9%). Naquele ano, em relação aos importados, o país adquiriu basicamente produtos laminados, produtos planos (57%) e longos (25%), tendência essa que ocorreu ao longo dos anos 2000. Naquele ano o principal destino dos produtos semi-acabados e acabados brasileiros foi a Argentina (12,6%) seguida de Coréia do Sul (8,9%), Estados Unidos (8,5%), China (6,8%) e Peru (4,7%). Quanto as importações, os principais parceiros comerciais foram a China (16,3%), os Estados Unidos (8,6%), Japão (7,8%) Áustria (6,5%) e Reino Unido (6,2%) (IBS, 2010).

3.7 O preço de aço nos anos 2000

3.7.1 Os canais de distribuição dos produtos siderúrgicos

Para Richardson (1998), os produtos siderúrgicos podem chegar aos consumidores finais por três canais diferentes de distribuição:

Canal 1 – Contratos Específicos Diretos – Neste canal, o produto é comercializado diretamente com o consumidor final, como acontece nos casos de mercados altamente especializados, como o automobilístico e de bens duráveis da linha branca. O volume de produtos siderúrgicos submetidos a contratos diretos é apenas uma pequena fração do total de vendas de cada produto e varia de país para país. Nesse mercado, em tempos de demanda aquecida, os preços *spot* ou pronto ficam acima dos contratados e quando esta volta à normalidade, esta relação é revertida. Normalmente a duração dos contratos é curta (1 ano) para a que as variações entre os preços *spot* e contratado sejam reduzidas a um curto espaço de tempo. Em mercados “fracos”, grandes consumidores finais podem fazer pressão para que as siderúrgicas revisem para baixo seus preços contratados e normalmente quando são renegociados se tem como *benchmark* o mercado á vista.

Canal 2 – Via Trader ou mercado de estoques- Responsável por grande maioria dos negócios neste mercado. Por ser o número de contratos diretos reduzidos e como o restante do mercado é muito grande e está sujeito a volatilidade, o que obriga os agentes a fazerem operações de *hedge* (proteção) podendo utilizar operações de derivativos, swaps, ou instrumentos físicos como estoques, o mercado de preços *spot* consegue representar as forças de competição de todo o mercado de aço, e por isto reflete de forma mais precisa o processo de precificação do aço do que o praticado no canal 1.

Canal 3 – Mercado Spot – Se refere a negócios realizados com pagamentos à vista e pronta entrega da mercadoria, em oposição aos canais de contratos diretos e de estoques, lembrando que a entrega, não significa entrega física, mas sim de determinado valor correspondente à quantidade de mercadoria transacionada.

3.7.2 Fatores que influenciam no processo de determinação do preço do aço

Para Richardson (1998) apesar de o aço ser uma commodity singular que é negociada internacionalmente, o mercado não aparente funcionar pelo mecanismo de preço, não trazendo demanda e oferta potencial (capacidade instalada) a um equilíbrio de maneira suave. As oscilações nos preços dos produtos siderúrgicos tendem a superar os ciclos econômicos. Por ser o excesso de capacidade, uma característica fundamental dessa indústria, causando preços a se manterem baixos mesmo quando aumenta a demanda. Portanto as principais características deste mercado que influenciam na determinação do preço do bem são: a) Estoques (Canais de distribuição), b) capacidade ociosa, c) estrutura de custos (elevados custos fixos, necessidade de constantes aportes de capital para manutenção dos equipamentos, etc.), d) tecnologia, e) liderança de preços (*price leadership*), f) taxas de câmbio, g) subsídios e h) não tarifação do comércio.

Ainda de acordo com Richardson (1998) o principal elemento no processo de determinação de preços é a força da demanda. O consumo de aço é mais influenciado pelo nível de atividade econômica do que pelo seu preço, e isso acontece por ser considerada a siderurgia, uma indústria intermediária, portanto, os preços do aço são extremamente inelásticos. Como resultado, a elasticidade-renda é elevada, enquanto a elasticidade-preço é baixa.

3.7.3 O comportamento do preço dos produtos siderúrgicos

De acordo com Alves apud Paula (2005), “[...] os preços nominais dos produtos siderúrgicos no mercado têm apresentado um comportamento nitidamente cíclico [...]” e Marcus et al (2003) apud Alves (2006) relacionam esse comportamento oscilante com a estrutura de mercado internacional do setor.

Isso é comprovado ao se observar a trajetória do nível de preços dos produtos laminados Planos e Longos, no Gráfico 3.11, que apresenta os índices praticados no final da primeira semana de cada mês entre 2000 e 2008. Apesar dessas informações representarem duas categorias gerais de produto, se constata perfil semelhante para outras formas relevantes de classificação do aço.

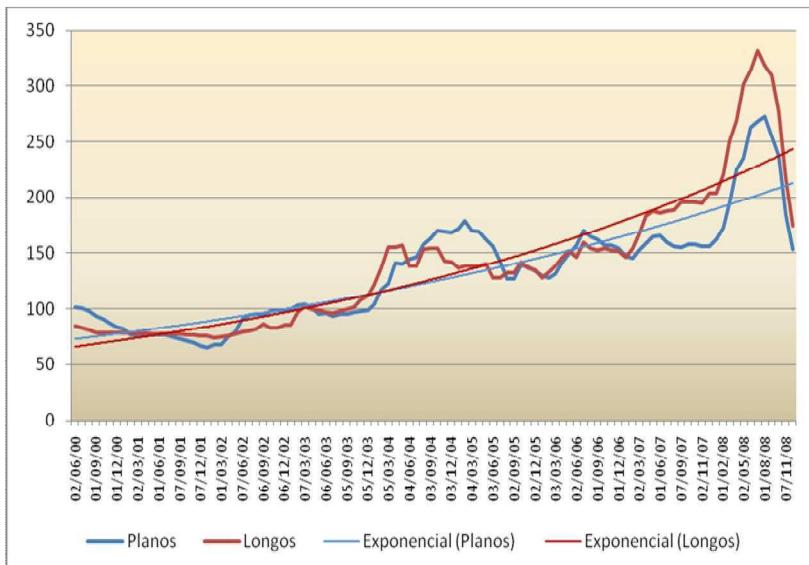


Gráfico 3.10 Evolução do Índice de Preços global para Produtos Planos e Longos no mercado spot para os anos 2000

Fonte: Formatação própria a partir de dados CRUSpi (2011). Disponível em <http://cruonline.crugroup.com/SteelandFerroalloys/CRUSteelPrices/SteelCharts/tabid/544/Default.aspx> Acesso em 05/01/2011

Analisando mais atentamente o Gráfico 3.11, verifica-se uma forte aceleração no nível de preços em dois momentos distintos, sendo os preços mais elevados foram praticados no primeiro momento entre dezembro de 2004 e janeiro de 2005 e depois em julho de 2008. Em contrapartida, o mínimo foi registrado no início de 2002. Entre os anos analisados o nível de preços dos laminados planos variou 51,7%, enquanto dos Longos 195,1%. (CRUSpi, 2011).

O caráter cíclico dos preços nominais dos produtos siderúrgicos no mercado internacional também é comprovado ao se observar a trajetória de preços das bobinas laminadas a quente no mercado dos Estados Unidos, conforme ilustra o Gráfico 3.12.

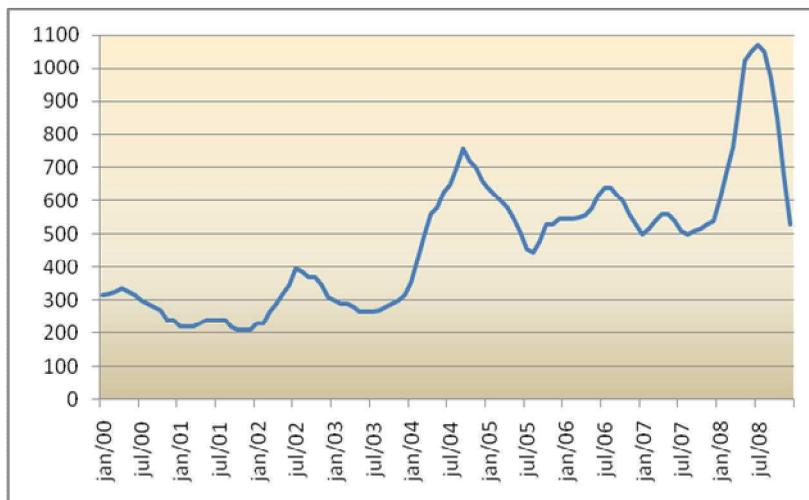


Gráfico 3.11 Evolução do preço nominal da bobina laminada a quente nos EUA (FOB) (US\$/tonelada) (2000 – 2008)

Fonte: Formatação própria a partir de dados da Steel Market Update (2011)

Assim, verifica-se que os preços nominais máximos foram registrados em 2004 e em 2008, sendo os praticados nesse último ano os mais elevados. Entre janeiro de 2000 e julho de 2008, os preços subiram 269%. Em contrapartida os preços nominais mínimos foram observados, em 2001, 2003 e em dezembro de 2008. Para Marcus et al (2004) apud Alves (2006) o valor cobrado pelo metal no comércio internacional oscila bruscamente durante os ciclos refletindo a estrutura competitiva da indústria. Concluem, portanto que a estrutura do mercado está relacionada com o comportamento dos preços do produto e que a competição por preços é a principal força provedora de modificações na estrutura setorial.

Quanto ao comportamento dos preços reais do aço, se faz uso novamente os preços nominais da BLQ. Estes foram deflacionados pelo índice de preços ao produtor (PPI), e foi verificado que apesar dos efeitos da crise financeira mundial em 2008 e da forte desvalorização da moeda americana – tradicionalmente os produtos siderúrgicos são cotados em dólares norte-americanos -, houve uma elevação anual média anual de 7,1% e de 1,7% para todo o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2008. Esta tendência ascendente é contrária a defendida por Marcus *et al* (2004) apud Alves (2006) que destacam um movimento contínuo de redução do preço real, quando se considera a

desvalorização da moeda, por representar um estímulo extra a elevação dos preços internacionais dos produtos siderúrgicos.

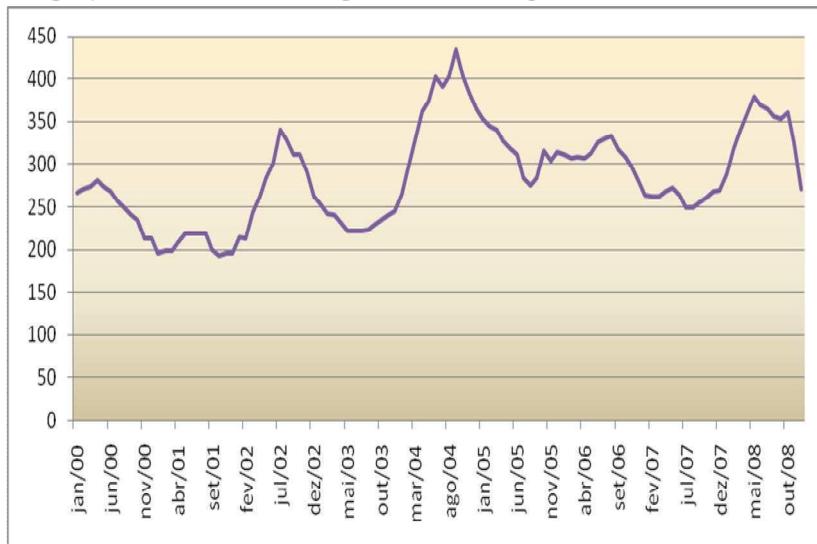


Gráfico 3.12 Evolução do preço real da bobina laminada a quente nos EUA, FOB, deflacionado pelo índice de preços ao produtor (US\$/tonelada) (2000-2008).

Fonte: Formatação própria a partir de dados da Steel Market Update (2011) e Bureau of Labor Statistics (2011)

O Gráfico 3.12 traz a evolução dos preços reais da BLQ, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2008 e mostra de forma clara o caráter cíclico do preço, a amplitude de suas variações e os momentos de máximo e mínimo dessa trajetória. Os picos de preços reais ocorreram em julho de 2002, setembro de 2004 e maio de 2008, sendo que no segundo, foram praticados os preços mais altos do período avaliado. Quanto aos valores reais mínimos praticados, observa-se a ocorrência em quatro momentos distintos. O primeiro ocorreu entre fevereiro e dezembro de 2001, o segundo em julho de 2003, o terceiro entre fevereiro e junho de 2007 e o último em dezembro de 2008. Apesar da redução de preços a partir de junho de 2008 ter sido a mais drástica, essa não foi suficiente para baixar o preço a um valor inferior ao praticado em janeiro de 2000. O fato é que a força desses três momentos de picos, apesar de partirem de diferentes bases de preços, foram suficientes para modificar a tendência estrutural de redução nos valores dos preços reais, e mantiveram o valor real da bobina laminada a quente em um patamar superior ao praticado em janeiro de 2000.

Dado o aspecto global da indústria siderúrgica, se faz necessário a análise a possível influência na precificação dos produtos siderúrgicos nas diferentes regiões geográficas. Para tal fim, com base em dados fornecidos pela CRU Group (2010), será comparado o índice de preços do aço para os mercados da América do Norte, Europa e Ásia, entre os anos de 2000 e 2008.

Ao se observar o Gráfico 3.13, constata-se uma forte aderência entre os três mercados, sendo o mercado europeu aquele que apresentou a menor oscilação entre as três curvas, enquanto a do mercado da Ásia é a que apresenta o maior desvio-padrão no período. Até 2006, os preços praticados na Europa estavam em patamares superiores aos praticados nas outras partes do mundo, sendo superado pelos asiáticos, influenciados principalmente pela expansão da demanda na China e na Índia, enquanto preço praticado no mercado norte americano foi praticamente o menor durante todo o período analisado.

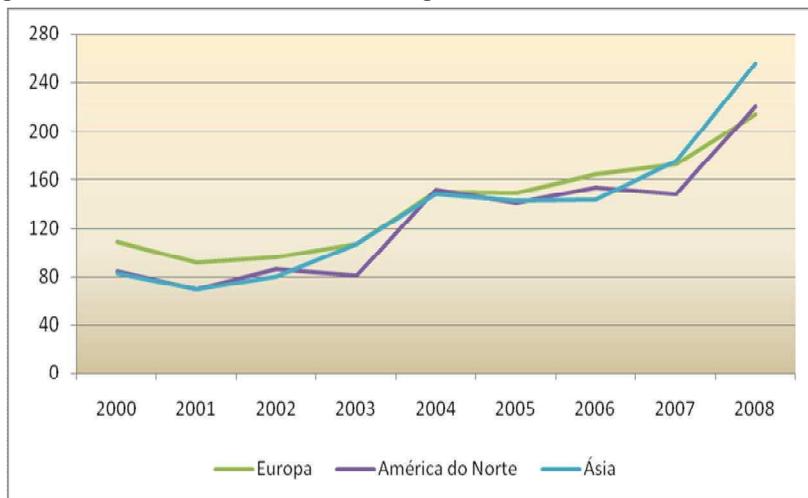


Gráfico 3.13 Índice de Preços para o preço do aço na Europa, Ásia e América do Norte (2000 – 2008)

Fonte: Formatação própria a partir de dados CRUSpi (2011). Disponível em <http://cruonline.crugroup.com/SteelandFerroalloys/CRUSteelPrices/CRUSteelPriceIndexCRUSpi/tabid/143/Default.aspx>. Acesso em 05/01/2011

Através de uma análise estatística, a partir do cálculo de correlação, pode-se comparar a relação das três curvas – duas a duas – e os resultados estão apontados na Tabela 3.12. Percebe-se a existência de forte relação entre as três curvas de preço, com maior intensidade entre os mercados Europa e América do Norte, cujo índice foi de 0,981.

Tabela 3.12 Matriz de Correlação entre as curvas de índices de preços para o aço.

	América do Norte	Europa	Ásia
América do Norte	1		
Europa	0,981	1	
Ásia	0,964	0,975	1

Fonte; Formatação própria a partir de dados da CRU Group (2010)

Tais informações evidenciam a natureza global da indústria siderúrgica e de como o desenvolvimento ocorrido em algum país irá afetar rapidamente as outras regiões, uma vez que, em média, para o período analisado 34% de todos os produtos produzidos globalmente foram comercializados internacionalmente.

3.8 Síntese Conclusiva

O presente capítulo procurou identificar as principais características do setor a nível mundial e conforme fora indicada ao longo do texto. A principal influência sobre o setor para o período, de 2000 a 2008, foi o forte crescimento econômico chinês, que se expandiu a uma taxa média anual de 10%, impulsionando a produção, a demanda, e o comércio mundial tanto do aço quanto de seus principais insumos de fabricação, principalmente o minério de ferro e o carvão mineral metalúrgico.

Entre os dez maiores países produtores de aço bruto, a China foi o país que mais expandiu sua produção do metal, a incrementando em 341,9%, Esse aumento foi superior 7,5 vezes a produção mundial, aumentando sua participação na fabricação mundial de 15% no início do período para mais de 40% no final dele.

Enquanto se viu essa aceleração nos níveis de produção do país asiático, países tradicionais, como a Alemanha, Estados Unidos, Japão e Itália, dada o elevado nível de maturação e de desenvolvimento industrial e por apresentarem taxas de variação do PIB real bem abaixo dos incorridas na China, apresentaram reduções nos níveis de produção, apesar da elevação marginal da capacidade instalada, gerando mais problemas de ociosidade da capacidade produtiva e de perda de competitividade no comércio internacional.

4 MODELOS DE DADOS EM PAINEL

A análise econométrica de dados empíricos representa um dos principais instrumentos criados pela Economia contemporânea para o estudo das mais variadas relações entre variáveis macro e microeconômicas. A partir deste processo de análise, os dados são transformados em informações úteis para as empresas, governo e indivíduos, as quais servirão de base para os diferentes tipos de decisões econômicas.

Segundo Gujarati (2006, p.19-22) existem três tipos diferentes de dados empíricos, que são classificados em: a) séries temporais, os quais representam os valores que uma variável evoluindo ao longo do tempo, onde as observações próximas normalmente estão correlacionadas e por isso, a forma de ordenamento da série é de vital importância para a análise econométrica; b) dados *cross-section* ou corte transversal, diferentemente da análise de dados em série temporal, o ordenamento cronológico das variáveis não é tão relevante, e são dados de diferentes variáveis coletados no mesmo período de tempo e; c) dados combinados ou dados em painel, este tipo combina características tanto de séries temporais quanto de corte transversal, onde a mesma unidade em corte transversal, um país ou uma firma, por exemplo, é pesquisada no decorrer do tempo, sendo um modelo bidimensional, ou seja, apresenta uma dimensão espacial e outra temporal.

Além desta vantagem, para Wooldridge (2002, p. 169), afirma que possuir dados ao longo do tempo para a mesma unidade *cross-section* é importante por permitir a análise dinâmica das relações entre os diversos dados pesquisados, algo que não ocorre quando se estuda apenas uma unidade de corte transversal em um período de tempo único, e também por permitir o controle sobre heterogeneidade não-observada de *cross-section*, uma vez que não considera a diferenciação entre as diversas unidades de corte transversal ou ao longo do tempo, pois o não controle deste risco pode levar a resultados que não representem o seu verdadeiro valor.

Além deste controle de heterogeneidade individual, Baltagi (2005, p. 4-7) chama atenção para outras vantagens de dados em painel. Eles geram dados mais informativos, com mais grau de liberdade ($N \times T$), menor colinearidade entre as variáveis analisadas e estimadores mais eficientes²⁷ são mais indicados para estudos de ajustamento

²⁷ Um estimador é mais eficiente, quanto menor for a sua variância.

dinâmico, permitindo a construção e o teste de modelos comportamentais mais sofisticados do que aqueles proporcionados por análises cross-section estritas, entre outros benefícios.

Apesar de todas estas vantagens, os dados em painel apresentam algumas limitações. Baltagi (2005, p. 7-8) estes problemas estão relacionados a distorções nas medidas de erro – originadas de informações incorretas, erros de memória, respostas pouco precisas devido a questionários mal feitos, erros de arquivamento de dados, entre outros – se a dimensão temporal for curta, o que pode vir a causar problemas de estimação, correlação entre unidades *cross-section* – painéis de países com uma grande dimensão espacial podem não considerar a possibilidade de dependência entre eles, o que geraria resultados incorretos.

A partir da análise dos benefícios e limitações, Greene (2003, pg. 284)²⁸ afirma que a “principal vantagem do uso de dados em painel em relação a dados cross-section é que esta irá permitir ao pesquisador grande flexibilidade em modelar diferenças comportamentais entre os indivíduos”, sendo o modelo de regressão básico representando pela equação a seguir:

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}'_i\boldsymbol{\alpha} + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

onde i representa a i -ésima unidade de corte transversal e o t o t -ésimo período de tempo. Dada as N unidades de corte transversal e T períodos de tempo, o número de observações é dado por $N \times T$. Existem K regressores (variáveis explicativas) em \mathbf{x}_{it} , sem considerar a constante. O efeito individual ou a heterogeneidade entre as unidades de corte transversal é captado pelo termo $\mathbf{z}'_i\boldsymbol{\alpha}$, por estar contido em \mathbf{z}_i tanto o termo constante quanto uma série de variáveis específicas a cada unidade cross-section, que podem ser observadas, como por exemplo, desenvolvimento tecnológico, leis locais, preferências, etc., e que são consideradas constantes ao longo do tempo. Mas segundo Greene (2003, p.285)²⁹, “se \mathbf{z}_i é observado de forma geral, ou seja, para todos os indivíduos, então, todo o modelo pode ser tratado como um modelo linear qualquer e ajustado pelo método dos mínimos quadrados” e por esta visão, a heterogeneidade poderá ocorrer entre os coeficientes da regressão ($\boldsymbol{\beta}$), ou na estrutura do termo de erro ε_{it} .

²⁸ Tradução própria.

²⁹ Tradução própria.

Desta forma Greene (2003, p.285-286) apresenta cinco especificações diferentes para a análise de dados em painel.

A primeira especificação trata do modelo de regressão *pooled*. Neste modelo o termo z_i representa apenas o intercepto, ou seja, o termo constante, portanto estimar o modelo por OLS irá gerar estimadores consistentes e eficientes³⁰. Logo podemos dizer que modelo considera constante a relação entre os indivíduos tanto no tempo quanto no espaço.

O segundo modelo apresentado é o modelo de efeito fixo, mas diferentemente do primeiro, o termo z_i não é observado e está correlacionado com x_{it} , portanto, estimar por OLS irá gerar parâmetros viesados³¹ e inconsistentes em consequência da omissão da variável. Neste instante, o modelo toma a seguinte forma:

$$y_i = X_i \beta + i\alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

sendo $\alpha_i = z_i' \alpha$, um termo que engloba todos os efeitos observáveis e ainda especifica uma média condicional estimada. Portanto, para Marques (2000, p.6) este modelo tem por hipótese que todas as unidades *cross-section* irão apresentar os mesmos coeficientes angulares, mas cada uma terá seu próprio intercepto, ou seja, este é específico a cada grupo no modelo de regressão.

A terceira forma é o modelo de efeitos aleatórios. Considerando que a heterogeneidade específica de cada unidade *cross-section* não está correlacionada com as variáveis exógenas, ou seja, conforme Marques (2000, p. 13) "[...] o comportamento específico dos indivíduos e do período de tempo é desconhecido, não podendo ser observado, nem medido [...]”, logo o modelo pode ser descrito da seguinte forma:

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it} \beta + (\alpha + u_i) + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

Portanto, o modelo de efeito aleatório irá examinar como a unidade *cross-section* e/ou o tempo influenciam no erro da variância, onde o termo u_i , representa o elemento aleatório específico de cada grupo, sendo através dele introduzido a heterogeneidade das unidades *cross-section*.

³⁰ Um estimador é consistente, quando a medida que o tamanho da amostra aumenta assintoticamente, os valores dos parâmetros estimados tendem a ser do verdadeiro parâmetro e eficientes, quando a variância do estimador é mínima.

³¹ Quando um parâmetro for viesado, implica que seu valor esperado $E(\hat{\beta}_i)$ não é igual ao verdadeiro valor de β_i Gujarati (2006, p. 63).

O quarto modelo é Modelo de Coeficientes Aleatórios é uma especificação do modelo de efeitos aleatórios e sua estimação é entendida como um modelo com um termo aleatório constante (\mathbf{h}_i), e dependendo da base de dados, esta suposição de aleatoriedade pode ser estendida a todos os coeficientes das diferentes unidades cross-section. O modelo é apresentado a seguir:

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it} (\boldsymbol{\beta} + \mathbf{h}_i) + (\alpha + u)_i + \varepsilon_{it}, \quad (4.4)$$

Desta forma, o vetor aleatório que irá induzir a heterogeneidade entre os grupos, é o vetor \mathbf{h}_i .

O ultimo modelo é aquele que mira a fonte da heterogeneidade no modelo, e é conhecido como Modelos de Estrutura de Covariância, aonde a heterogeneidade é inserida dentro da variação média condicionada, ou seja, a função da regressão é especificada pela parte linear $x'_{it}\boldsymbol{\beta} + \alpha$, mas a variância do erro ε_{it} difere entre as unidades *cross-section*.

4.1 Modelos de efeito fixo

Conforme apresentado acima, ao tratarmos de modelos de efeitos fixos, estamos considerando a hipótese que as diferenças entre as N unidades cross-section são capturadas no intercepto α_i , ou seja, segundo Greene (2003, p.287)³² “cada α_i é tratado como um parâmetro desconhecido a ser estimado”.

Sendo \mathbf{y}_i e \mathbf{X}_i vetores com T observações para cada i -ésima unidade cross-section, i ser a $T \times 1$ coluna de valores das variáveis binárias (0 ou 1) e estando ε_i associado a um vetor $T \times 1$ de distúrbio, temos:

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta} + \mathbf{1} \alpha_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \quad (4.5)$$

ou

$$\mathbf{y} = [\mathbf{X} \ \mathbf{d}_1 \ \mathbf{d}_2 \dots \ \mathbf{d}_n] \begin{bmatrix} \boldsymbol{\beta} \\ \boldsymbol{\alpha} \end{bmatrix} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (4.6)$$

tendo em \mathbf{d}_i a representação da variável *dummy* da i -ésima unidade cross-section e irá valer um (1) quando $i = n$ e a zero (0), quando do

³² Tradução própria.

contrário. Logo, considerando $\mathbf{D} = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_n]$ como uma matriz $n \times T \times n$, o modelo é assim desenvolvido:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{D}\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (4.7)$$

Esta equação é normalmente conhecida como modelo *least square dummy variable* (LSDV), tendo K parâmetros no vetor \mathbf{X} e n colunas em \mathbf{D} e esta regressão terá o total de $K+n$ parâmetros. Devemos tomar cuidado com o problema da multicolinearidade perfeita entre as variáveis dummies, isto é, sempre que formos estimar um modelo deste tipo, devemos excluir uma variável da amostra para que não ocorra o problema da armadilha das variáveis binárias. O modelo LSDV não trabalha com todas as variáveis dummies do modelo.

Neste modelo, segundo Marques (2000, p. 10) e Baltagi (2005, p. 13) a estimação do modelo LSDV por OLS irá gerar parâmetros BLUE³³, apesar de incorrer em perdas de graus de liberdade dada a inclusão de variáveis binárias e que pode vir a ocasionar problemas de multicolinearidade. Desta forma, tanto o coeficiente angular (β) quanto o intercepto (α) apresentam variância mínima, maior eficiência e são não-viesados, uma vez que os resíduos, ou erro, apresentam distribuição normal, média zero (0), variância constante e não são correlacionados.

Além desta maneira de estimarmos o modelo de efeito fixo, podemos também utilizar o modelo de efeito fixo de transformação interna e o modelo de efeito fixo entre grupo, os quais serão analisados em detalhe, logo abaixo. Ambas as estratégias reportam o mesmo coeficiente angular (β) para as variáveis explicativas não binárias, mas existem vantagens e desvantagens nos usos destes dois modelos.

O modelo LSDV pode apresentar problemas a partir do momento que, mantendo T fixo, aumentamos a quantidade de unidades cross-section. Neste caso, apenas os estimadores das variáveis explicativas serão consistentes, enquanto o coeficiente das variáveis binárias serão inconsistentes, devido ao aumento no número desses parâmetros com o aumento das unidades de corte transversal. Nestas circunstâncias, estimar o modelo de efeito fixo por LSDV é ineficaz, sendo necessária a adoção de outro método de regressão.

O modelo de transformação interna não utiliza variáveis binárias, apresentando um ganho de graus de liberdade em relação ao modelo anterior e utiliza a diferença entre o valor das variáveis no grupo e suas respectivas médias, assumindo assim a seguinte forma funcional:

³³ Estimador Linear Não-Viciado de variância mínima.

$$y_{it} - \bar{y}_{it} = x_{it} - \bar{x}_{it} + \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_{it} \quad (4.8)$$

Os parâmetros estimados por transformação interna terão os mesmos valores que aqueles obtidos por LSDV, mas apesar de eliminar o problema da incidência de parâmetros, ele apresenta algumas desvantagens em relação ao anterior. Como nenhuma variável dummy é utilizada, o modelo apresentara maiores graus de liberdade, o que resulta em um baixo MSE e incorretos desvios padrões dos coeficientes estimados. Devido à exclusão do intercepto, o R^2 reportado estará errado. (Apesar da exclusão da variável binária, é possível calcular o valor desta usando a fórmula $d = \bar{y} - \beta \bar{x}_{it}$)

Outra possibilidade para se estimar modelos de efeito fixo é o modelo de efeito entre grupos ou modelo de regressão média geral que utiliza a média da variável dependente e das explicativas para calcular os parâmetros do modelo, tomando como hipóteses, a não existência de efeitos de grupo ou de tempo. A seguir segue sua forma funcional:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = \sum_{t=1}^T \gamma_i = 0 \quad (4.9)$$

Como este modelo utiliza a média do grupo, cada unidade cross-section será representada por apenas uma observação n , e por isto, este modelo irá apresentar mais graus de liberdade do que ambos os modelos anteriores ($n \times T$). Este modelo também reporta R^2 incorreto.

No modelo LSDV proposto anteriormente, estabelecemos com fixo o tempo e que as variáveis binárias diferem somente entre unidades cross-section, mas segundo Greene (2003, p. 291), o modelo de efeito fixo também pode ser estimado em relação ao tempo, bastando para isto, utilizarmos variáveis binárias para tempo ao invés das de grupo e ainda há outra possibilidade, que seria a expansão o modelo LSDV, utilizando ao mesmo tempo variáveis dummies de tempo e de grupo.

Para a análise do modelo de efeito fixo no tempo, o qual investigar o quanto o tempo cronológico afeta o intercepto, deve ser adotada a mesma lógica e procedimentos iguais aos utilizados no modelo com variáveis binárias de indivíduos. Portanto, assim como no modelo que utiliza dummies para indivíduos, neste também podemos estimar os parâmetros através do modelo de transformação interna e do modelo de regressão média modelo de regressão média. Para Marques (2000, p.11) dada a analogia de estimação de ambos os modelos, “as

propriedades dos estimadores LSDV mantêm-se, com a variante de o estimador de α ser consistente desde que $N \rightarrow \infty$.

Em relação ao modelo LSDV expandido, ou seja, quando se utiliza ao mesmo tempo variáveis binárias de indivíduo e de tempo, este procedimento tenta retratar o comportamento das unidades cross-section de forma mais real. Ou seja, este modelo evidenciam como questões estruturais e cronológicas influenciam no comportamento de cada indivíduo. Conforme Greene (2003, p.291), o modelo pode ser assim apresentado:

$$\begin{aligned} H_0 : Cov(\varepsilon_i, x_{it}) &= 0 \\ H_1 : Cov(\varepsilon_i, x_{it}) &\neq 0 \end{aligned} \quad (4.10)$$

Mas deve ser imposta as seguintes restrições para que se evite o problema da multicolinearidade (armadilha das dummies):

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = \sum_{t=1}^T \gamma_t = 0 \quad (4.11)$$

Neste caso, a estimação por transformação interna, não será possível, visto que, com a eliminação dos efeitos individuais temporais, não será possível a estimação de variáveis que não variem no tempo ou de indivíduo para indivíduo. (Marques, 2000, p. 11).

Apesar de ser um modelo mais geral, ele apresenta uma grande perda de graus de liberdade e também por se tratar de um modelo estático, ele pode não capturar efeitos em alguns períodos passados, dentro da amostra analisada.

Uma vez definido o modelo, deve ser verificada a validade do mesmo. Para a realização deste teste devemos comparar o modelo OLS *pooled*, ou modelo restrito por apresentar apenas um intercepto geral, com o modelo LSDV irrestrito, o que implica na realização de um teste *F* ou um simples Teste *Chow*. Por estarmos interessados em determinar diferenças entre grupos, será testada a hipótese nula (H_0) aonde todos os termos constantes são iguais, ou seja, o melhor modelo a ser estimado é o OLS modelo *pooled*. Portanto, a razão *F* utilizada para este teste é segundo Greene (2003 p. 289)

$$F(n-1, nT-n-k) = \frac{(R_{LSDV}^2 - R_{Pooled}^2) / (n-1)}{(1 - R_{LSDV}^2) / (nT-n-k)} \quad (4.12)$$

Segundo Duarte et al (2007, p.5) o modelo LSDV é preferível em relação ao modelo *pooled*, “[...] quando o intercepto está

correlacionado com as variáveis explicativas em qualquer período de tempo[...]” e quando temos disponíveis, todos os dados de uma determinada população, uma vez que o intercepto é tratado como um parâmetro fixo.

Apesar das facilidades de utilização de modelos de efeito fixo, Gujarati (2006, p.520-521) chama a atenção para alguns problemas que podem surgir, que estão relacionados com a perda de graus de liberdade, diminuindo a consistência dos parâmetros. Isto, devido ao grande número de variáveis explicativas pode ocorrer problemas de multicolinearidade, afetando os estimadores. O efeito da inclusão de variáveis que não mudam com o tempo podem não ser captados e a suposição de que os erros sejam homocedásticos pode não estar correta, levando a conclusões enganosas.

4.2 Modelos de efeitos aleatórios

O modelo de efeito fixo permite que o efeito individual não observável possa estar correlacionado com as variáveis explicativas, e que as diferenças entre unidades *cross-section* são apresentadas apenas através de funções com interceptos distintos, uma vez que os resultados obtidos valem somente para aquelas unidades *cross-section* que participam do estudo, ou seja, não representam a total população, mas “se os efeitos individuais são estritamente não-correlacionados com os parâmetros, é apropriado modelar o intercepto específico individual como aleatoriamente distribuído entre as unidades *cross-section*”. (Greene, 2003, p.293)³⁴. E esta visão será verdadeira se acreditarmos que os indivíduos que compõem a amostra representam as características de toda a população. Portanto, a principal diferença entre os dois modelos recai sobre o modo de tratamento do intercepto, enquanto no modelo de efeito fixo ele é um parâmetro fixo, no modelo de efeitos aleatórios é aleatório.

Dentro desta concepção, temos que os modelos de efeitos aleatórios têm como hipótese básica que o comportamento específico da unidade de corte transversal e do período de tempo é desconhecido, isto é, não pode ser observado e nem previsto, podendo ser esta falta de “conhecimento” expressa por meio do termo de erro u_{it} (GUJARATI 2006, p.521).

³⁴ Tradução própria.

Este modelo não trata o intercepto como um fator fixo, mas sim como uma variável aleatória que capta a média da heterogeneidade não observada, e que permanece constante ao longo do tempo, e deste modo a heterogeneidade é induzida através da variância da variável endógena e não pelo termo independente. (MARQUES, 2000, p.14)

O intercepto de cada unidade cross-section é representado por Gujarati (2006, p.521) assim:

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad i= 1, 2, \dots, N \quad (4.13)$$

Sendo a amostra obtida de forma aleatória de uma população, as diferenças entre os indivíduos serão captadas no termo de erro, ε_i , enquanto o termo β_1 representa um valor médio comum para o intercepto de toda a população e que vai incidir sobre cada unidade cross-section de forma idêntica. A seguir segue o modelo proposto por Gujarati (2006, p. 521-522):

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \dots + \beta_n x_{nit} + \varepsilon_i + u_{it} \quad (4.14)$$

Admitindo-se $w_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$, temos:

$$y_{it} = \beta_1 + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \dots + \beta_n x_{nit} + w_{it} \quad (4.15)$$

O termo de erro, w_{it} , é formado por dois componentes: ε_i , representa a influência específica de cada unidade *cross-section*, ou seja, é o intercepto do modelo de efeitos fixos, e u_{it} , correspondente ao intercepto populacional, que combina elementos da unidade *cross-section* e da série temporal. Devido a esta junção de componentes dos erros, o modelo de efeitos aleatórios também é conhecido como modelo de componentes de erro.

Segundo Gujarati (2006, p. 522) os pressupostos básicos do componente dos erros são:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (4.16)$$

$$u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2) \quad (4.17)$$

$$E(\varepsilon_i u_{it}) = 0 \quad E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad (i \neq j) \quad (4.18)$$

$$E(u_{it} u_{is}) = E(u_{it} u_{jt}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s) \quad (4.19)$$

A partir destas propriedades dos componentes do termo de erro, podemos inferir, que os componentes dos erros individuais não são autocorrelacionados e também não há presença de autocorrelação entre as diferentes unidades *cross-section*, e sendo o termo de erro de cada individuo não observável, podemos inferir que: (GUJARATI, 2006, p. 522)

$$E(w_{it}) = 0 \quad (4.20)$$

$$\text{var}(w_{it}) = \sigma_{\varepsilon}^2 \sigma_u^2 \quad (4.21)$$

Assim, a análise destas propriedades nos permite concluir, que w_{it} é homecedástico. Mas pode haver casos em que os termos de erro de cada unidade *cross-section* estão correlacionados em períodos diferentes de tempo. O coeficiente de correlação será: (GUJARATI, 2006, p. 522)

$$\text{corr}(w_{it}, w_{is}) = \frac{\sigma_{\varepsilon}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_u^2} \quad (4.22)$$

Esta estrutura de correlação deve ser a mesma para todas as unidades de corte transversal. Como o resultado desta correlação é diferente de zero (0), implicará que estimar o modelo por OLS não é a técnica mais recomendada, porque resultaria na estimação de parâmetros inconsistente. Neste caso, o Judge *et al* (1999,p.417) afirma que “o estimador de mínimos quadrados generalizados, que utiliza um modelo transformado, com termo de erro transformado apropriadamente, é um estimador melhor”.

O Modelo de efeito aleatório até agora apresentado, considera que as distorções estatísticas diferem apenas entre as unidades *cross-section*, mas não se alteram ao longo do tempo. Assim como fizemos no Modelo de efeitos fixos, podemos expandir este modelo. . A estimação pode também ser feita de maneira que as distorções estatísticas diverjam no tempo, mas se mantendo constantes ao longo de todas as unidades *cross-section*, ou que estas distorções difiram tanto nos efeitos seccionais e temporais simultaneamente.

Para testar a validade do Modelo de efeitos aleatórios, Breusch e Pagan (1980) apud Greene (2003, p.298-299) desenvolveram um teste baseado no multiplicador de Lagrange referenciado nos resíduos de OLS:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left[\sum_{t=1}^T e_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} \right]^2 \quad (4.23)$$

O Teste LM apresenta distribuição qui-quadrado com um (1) grau de liberdade e são testadas as seguintes hipóteses nulas e alternativas:

$$\begin{aligned} H_0 : \sigma_u^2 &= 0 \\ H_a : \sigma_u^2 &\neq 0 \end{aligned} \quad (4.24)$$

Para Duarte et al. (2007, p.10) a aceitação da hipótese nula implica que a estimação por modelo de efeitos fixos é preferível ao modelo de efeitos aleatórios para os dados analisados.

As principais vantagens no uso do Modelo de efeitos aleatórios para o tratamento de dados em painel, diz respeito à sua capacidade de trabalhar com dados das mais variadas dimensões, sua inferência estatística é derivada dos testes de hipóteses usuais, apresenta maiores graus de liberdade (não utiliza variáveis binárias), entre outras.

4.3 Modelos de efeito fixo ou aleatório?

A decisão sobre qual modelo utilizar para modelar dados em painel é baseada nas hipóteses que se faz a cerca da relação entre a componente do erro individual e os parâmetros. Partindo de um pressuposto prático de que apesar da estimação por LSDV é penosa quanto à perda de graus de liberdade, o que afeta a consistência dos parâmetros. Para Greene (2003, p.301) este método de estimação apresenta uma considerável virtude, pois trata os efeitos específico de cada unidade cross-section correlacionado com os parâmetros, característica, o que não ocorre no tratamento dos dados pelo modelo dos componentes do erro. Por causa disto, a regressão pelo ultimo método “pode sofrer de inconsistência devido a existência desta correlação entre as variáveis exógenas e o termo de erro aleatório”

Portanto, se houver correlação entre os parâmetros das variáveis exógenas e a componente do erro individual, ε_i , o modelo de efeitos fixos é preferível ao aleatório, porque os parâmetros do primeiro são não-viesados, enquanto do segundo, viesados.

Caso estejamos lidando com uma dimensão temporal muito maior do que seccional ($T \gg N$), os valores dos parâmetros estimados por cada um dos dois modelos irá apresentar uma pequena diferença, sendo indiferente a escolha de uso entre estes modelos. Mas se esta situação se inverter ($N \gg T$) as estimativas obtidas por ambos os modelos serão bem diferentes, pois, dada as premissas a cerca dos interceptos de ambos os modelos, a escolha entre um modelo e outro dependerá de quão aleatória é a amostra. Por exemplo, se acreditar que a seleção de unidades cross-section não são extrações aleatórias, opta-se pelo Modelo de efeito fixo, caso contrário, o Modelo de componentes do erro. (GUJARATI, 2006, p. 524)

Com o intuito de formalizar a metodologia de escolha, Hausman (1978) propõe um teste “baseado na idéia que sobre a hipótese de não correlação do componente do erro individual com as variáveis exógenas, que tanto os estimadores gerados por OLS no modelo LSDV e GLS para o de efeito aleatório são consistentes, mas apenas os parâmetros de OLS são ineficientes” (GREENE, 2003, p. 301)³⁵. Sobre a hipótese alternativa, OLS é consistente, mas GLS, não. Portanto, a partir de uma distribuição chi-quadrado, o teste de hipótese é definido:

$$\begin{aligned} H_0 : Cov(\varepsilon_i, x_{it}) &= 0 \\ H_1 : Cov(\varepsilon_i, x_{it}) &\neq 0 \end{aligned} \quad (4.25)$$

Isto implica que sob H_0 , os dois métodos de estimação não são sistematicamente diferentes e por isso, este teste é baseado na diferença entre os vetores de parâmetros do modelo de efeitos fixos (\mathbf{b}) e o de efeitos aleatórios ($\hat{\boldsymbol{\beta}}$). O teste ainda utiliza outra variável de extrema importância, que é a matriz de covariância da diferença dos vetores $[\mathbf{b}, \hat{\boldsymbol{\beta}}]$.

$$Var[\mathbf{b} - \hat{\boldsymbol{\beta}}] = Var[\mathbf{b}] + Var[\hat{\boldsymbol{\beta}}] - Cov[\mathbf{b}, \hat{\boldsymbol{\beta}}] - Cov[\hat{\boldsymbol{\beta}}, \mathbf{b}] \quad (4.26)$$

Para tanto, Greene (2003, p.301) caracteriza que o resultado essencial do teste de Hausman é a de que a covariância entre a diferença dos vetores de parâmetros eficientes e um vetor de parâmetros ineficientes seja zero (0).

³⁵ Tradução própria.

$$Cov[(\mathbf{b} - \hat{\boldsymbol{\beta}}), \hat{\boldsymbol{\beta}}] = 0 \quad (4.27)$$

Através das pressuposições de cada um dos dois modelos e com o auxílio do teste de Hausman, temos condições de determinar qual modelo melhor se ajusta aos dados disponíveis.

4.4 Testes para avaliar a viabilidade das variáveis

Antes de realizarmos a estimação dos modelos, devemos testar as probabilidades estatísticas das variáveis explicativas, para que a estimação dos dados em painel produza resultados consistentes e confiáveis. Para tal objetivo, normalmente, são realizados os testes de multicolinearidade e de heterocedasticidade.

4.4.1 A Multicolinearidade

A ocorrência de multicolinearidade deriva da existência de dependência linear entre as variáveis explicativas que irão integrar o modelo. Dependendo do grau de interação das mesmas, podemos ter a multicolinearidade perfeita, o que representa uma combinação linear perfeita entre duas ou mais variáveis, ou a quase-perfeita, as variáveis explicativas também estão correlacionadas, mas em menor grau.

O modelo de regressão clássico tem por hipótese a inexistência de multicolinearidade entre todas X_i , por que:

[...] se a multicolinearidade for perfeita [...], os coeficientes de regressão das variáveis X são indeterminados e seus erros –padrão, infinitos. Se a multicolinearidade for menos perfeita [...], os coeficientes de regressão, embora determinados, terão grandes erros-padrão (em relação aos próprios coeficientes), o que significa que os coeficientes não podem ser estimados com grande precisão ou exatidão (GUJARATI, 2006, p.277-278).

Dependendo do grau de interação entre as variáveis explicativas, podemos encontrar alguns problemas. Em decorrência de um alto grau de multicolinearidade, ao estimar o modelo por OLS seus parâmetros serão não-viesados, mas inconsistentes, e interfere também no intervalo de confiança, inviabilizando a previsão e considera significativos parâmetros, a partir de teste de hipótese para a estatística T , que na verdade não o são. Um forte indicio da ocorrência deste

problema é quando temos um R^2 superior a 0,90, mas as variáveis exógenas reportam estatísticas t não significantes.

Apesar de não existir um teste definitivo para a detecção da presença de multicolinearidade, a existência desta pode ser detectada a partir do uso de uma regra prática, o Fator de Inflação de Variância (FIV). Este método utiliza as medidas variâncias e covariâncias dos parâmetros (β_i) das variáveis explicativas (x_i) para realizar o teste, portanto, com o uso desta fórmula pode-se calcular o quanto as variâncias dos coeficientes angulares do modelo é afetado pelo grau de multicolinearidade das variáveis explicativas. Conforme pressuposto, o teste é definido como:

$$FIV = \frac{1}{1 - r_{ij}^2} \quad (4.28)$$

onde r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis explicativas x_i e x_j . Quanto maior o grau de multicolinearidade, conseqüentemente, maior será o valor absoluto da covariância de β_i, β_j , mais r_{ij} tende a um (1). Assim sendo, “o FIV mostra como a variância de um estimador é inflada pela presença de multicolinearidade. À medida que r_{ij}^2 se aproxima de 1, o FIV se aproxima do infinito”(Gujarati, 2006, p.283). Portanto, quanto maior a colinearidade, maior será a variância do estimador e menos eficiente este vai ser. A média do teste FIV deve ser inferior a 10, que implica numa presença fraca de colinearidade.

Com base nos valores obtidos para cada variável no teste FIV, podemos calcular uma medida de tolerância, $TOL = \left(\frac{1}{FIV} \right)$, que gera um intervalo de variância de uma variável independente específica que não é explicada pelas outras variáveis independentes do modelo.

A análise relevante a ser feita sobre a questão da multicolinearidade é verificar o teu grau de influência no modelo. Para amenizar os seus efeitos, Gujarati (2006, p.293-297) lista alguns procedimentos práticos: Entender melhor a teoria no qual servira de fundamentação para a análise dos dados, excluir variáveis com alto grau de colinearidade, transformação de variáveis por diferenças, etc..

4.4..2 A heterocedasticidade

Para Greene (2003 p.215) o termo de erro da função de regressão, ε_i , é considerado heterocedástico quando não apresenta variância constante ao longo das observações, fato este que contraria a premissa clássica do método OLS, de homocedasticidade, ou seja, variância constante do termo de erro (ε_i). Assim, no modelo de regressão heterocedástico, temos que:

$$\text{Var}[\varepsilon_i | \mathbf{x}_i] = \sigma_i^2, i = 1, \dots, n, \quad (4.29)$$

onde ε_i representa o termo de erro e \mathbf{x}_i , o vetor de regressores.

A heterocedasticidade pode ser provocada por erros de especificação do modelo, problemas no processo de coleta dos dados, formas funcionais incorretas, assimetrias na distribuição das variáveis independentes, dimensão tempo bastante reduzida, etc.

Na presença de heterocedasticidade, a estimação dos parâmetros por OLS, provoca inferências enganosas, pois os coeficientes serão ineficientes, apesar de manterem as características de não-tendenciosos, consistentes e distribuição assintótica normal. Nesta situação, deve ser utilizada a técnica de estimação dos Mínimos Quadrados Generalizados (*Generalized Least Squares*, GLS).

O modelo GLS, nada mais é do que o modelo OLS transformado. A partir da estrutura de um modelo qualquer é possível transformar um modelo de erro heterocedástico em homecedástico. Para um maior conhecimento, consultar Greene (2003, p.215-217)

Em relação a detecção da heterocedasticidade, esta pode ser feita através de métodos informais e formais. Um exemplo da forma informal é o método gráfico, o qual consiste na construção de um gráfico de dispersão entre o termo de erro ao quadrado, ε_i^2 , e a variável dependente estimada. Caso existe uma relação sistemática entre estas duas variáveis, pode-se suspeitar que exista heterocedasticidade. Entre os testes formais de heterocedasticidade, o que mais se destacam são os testes de *Breusch-Pagan-Godfrey* (BPG) e o de White.

O teste BPG é uma técnica derivada do teste *Goldfeld-Quandt*. Enquanto o sucesso do último depende da identificação correta da variável a ser usada na separação das observações, esta limitação não se aplica ao teste BPG. Tomando por hipótese que:

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 f(\alpha_0 + \mathbf{a}'\mathbf{z}_i) \quad (4.30)$$

onde \mathbf{z}_i é um vetor de variáveis independentes ou estocásticas. Assim, temos que σ_i^2 é uma função linear de \mathbf{z}_i e que o modelo de regressão estimado será homocedástico se $\boldsymbol{\alpha} = \mathbf{0}$ (GREENE, 2003, p.223-224)

O procedimento prático para o teste BPG pode ser dividido em cinco (5) etapas, conforme Gujarati (2006, p. 332). A primeira etapa consiste na obtenção dos resíduos, ε_i , estimados por OLS de um modelo de regressão linear com k variáveis.

Na segunda etapa deve-se obter:

$$\tilde{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{n} \quad (4.31)$$

onde, n é o número de observações. Na terceira etapa ocorre a construção das variáveis p_i , definidas como:

$$p_i = \frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{\tilde{\sigma}^2} \quad (4.32)$$

O quarto passo consiste em admitir p_i como variável dependente e regrei-lo sobre as variáveis explicativas contidas em \mathbf{z}_i :

$$p_i = \alpha_0 + \boldsymbol{\alpha}'\mathbf{z}_i + v_i = \alpha_0 + \alpha_m z_{mi} + v \quad (4.33)$$

onde v_i é o termo residual dessa regressão.

A quinta e ultima etapa consiste na definição do teste estatístico, o qual é definido pelo teste do o Multiplicador de Lagrange ou pela soma dos quadrados explicados (SQE). Temos:

$$LM = \frac{1}{2}(SQE) = \theta \mid \theta \underset{asy}{\sim} \chi_{m-1}^2 \quad (4.34)$$

Sobre a hipótese nula de heterocedasticidade, LM segue uma distribuição qui-quadrado com o número de graus de liberdade igual ao numero de variáveis em \mathbf{z}_i ($m-1$). Isto é, se LM (ou θ) calculado for superior ao valor crítico de χ^2 ao nível de significância escolhida, a hipótese nula será rejeitada; caso contrário, se aceita.

O teste geral de heterocedasticidade de White é considerado um teste puro, por não depender da premissa de normalidade como o anterior e seu teste de hipóteses é definido pro Greene (2003, p. 222) da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 H_0 : \sigma_i^2 &= \sigma^2 \\
 H_1 &= \text{Rejeita } H_0
 \end{aligned}
 \tag{4.35}$$

onde a rejeição de H_0 , significa não aceitar os pressupostos clássicos de modelos de regressão, ou seja, a variância do termo de erro é constante.

A versão operacional do teste estatístico de White pode ser subdividida em 4 etapas, segundo Gujarati (2006, p. 333-334). A primeira etapa consiste na regressão básica dos dados e a obtenção do erro, ε_i . Na segunda etapa, estima-se uma regressão auxiliar. Faz-se uma regressão do termo de erro ao quadrado, ε_i^2 contra todas as variáveis contidas no vetor \mathbf{x} , seus valores elevados ao quadrado e os produtos cruzados destes mesmos regressores. Supondo um modelo de três (3) variáveis, a equação auxiliar será a seguinte:

$$\varepsilon_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1i} + \alpha_2 x_{2i} + \alpha_3 x_{1i}^2 + \alpha_4 x_{2i}^2 + \alpha_5 x_{1i} x_{2i} + v_i \tag{4.36}$$

Reiterando apenas que os coeficientes obtidos nesta equação são diferentes daqueles obtidos quando se quis estimar ε_i assim como o termo de erro. Logo, um novo R^2 estimado.

A terceira etapa consiste em multiplicar o número de observações (n) pelo R^2 da regressão auxiliar – $n \times R^2$ –, para demonstrar que a estatística do teste acompanha assintoticamente a distribuição quadrado para $P-1$ graus de liberdade, aonde P é o número de variáveis explicativas ou regressores da regressão auxiliar (excluindo o intercepto). Assim:

$$n * R^2 \sim \chi_{P-1}^2 \tag{4.37}$$

O último passo consiste na comparação entre o valor calculado de chi-quadrado obtido na etapa anterior e o valor crítico de chi-quadrado no nível de significância desejado. O modelo será heterocedástico se o valor crítico de chi-quadrado for inferior ao valor calculado de chi-quadrado a $p-1$ graus de liberdade.

Para Greene (2003, p. 222-223) uma das principais qualidades do teste de White é o fato dele não necessitar de nenhuma premissa a cerca da variância não constante dos resíduos, porém, isto pode gerar sérios problemas, que ao invés de apontar para problemas de heterocedasticidade pode identificar algum problema relacionado a um erro de especificação e também a perda de graus de liberdade devido a criação da regressão auxiliar.

O método de correção de heterocedasticidade por mínimos quadrados ponderados e pelo teste de White são utilizados conforme o conhecimento ou não da variância individual, σ_i^2 . Quando este é conhecido, se utiliza a primeira metodologia, pois os parâmetros estabelecidos serão BLUE, e quando σ_i^2 não é conhecido, utilizam-se as correções estabelecidas pela segunda abordagem, uma vez que podem ser feitas inferências estatísticas assintoticamente verdadeiras para amostras grandes. A estimação de parâmetros que utilizam as variâncias e erros-padrão corrigidas por White podem ser obtidos através da execução de rotinas inseridas em programas econométricos para computadores.

Outra metodologia utilizada de estimação na presença de heterocedasticidade são os modelos de regressão multiplicativos heterocedásticos, nos quais a variância do termo de erro é dada como proporcional a uma das variáveis explicativas elevada a uma determinada potencia, λ (HARVEY, 1976, p. 461). A variância do i -ésimo termo de erro pode ser escrito como:

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 X_i^\lambda \quad (4.38)$$

Como a estimação simples por OLS, na presença de heterocedasticidade, provoca erros de interpretação em relação aos parâmetros estimados, através deste método é possível utilizar um estimador diferente de erros padrões dos coeficientes da regressão conhecida como estimador *Huber/White/robust/sandwich* (estimador “robusto”). A estimação do erro padrão por este estimador será consistente, mesmo que os resíduos sejam heterocedásticos. Portanto, os teste de hipóteses baseados nestes erros padrões robustos também serão consistentes. (WEESIE, 1998, p.28)

Um método de se contornar a heterocedasticidade através de modelos de regressão heterocedásticos multiplicativos, é utilizar o procedimento de estimação dois estágios proposto por Park (1966) apud Harvey (1976, p. 461). O primeiro estágio consiste na obtenção do logaritmo natural dos quadrados dos resíduos, originários da estimação por OLS na equação inicial. Na segunda etapa, este termo deve ser regredido junto com os logaritmos das variáveis explicativas, ou covariadas, para que desta forma possamos obter os valor de λ e de logaritmo de σ^2 , que serão usados para a formação de estimadores GLS

Conforme apresentado em 4.37, este modelo exige o modelamento da variância dos resíduos da variável dependente, em termos das variáveis explicativas que se apresentem com resíduos heterocedásticos.

A fórmula funcional geral do modelo de regressão com heterocedasticidade multiplicativa é assim definida por Weesie (1998, p.28):

$$y_i = \mu_i + \sigma_i e_i$$

$$\mu_i = E y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad i = 1, \dots, n \quad (4.39)$$

onde y_i é a variável dependente com média μ_i , variância σ_i^2 e x_i , o vetor das médias das variáveis explicativas covariadas.

Admitindo-se um vetor de parâmetros z_i que represente a log-variância de y_i , e que o seu primeiro elemento será sempre um termo constante, teremos:

$$\sigma_i^2 = \text{Vary}(i) = \exp(\gamma_o + \gamma_1 z_{i1} + \dots + \gamma_m z_{im} + w_i) \quad (4.40)$$

Então, tem-se um modelo linear para o valor esperado (μ_i) e um modelo log-linear y_i , condicionada a um conjunto de variáveis explicativas covariadas que prevêm tanto a média quanto a variância.

Assim, para Harvey (1976, p.462) a estimação de dois estágios (*two-step estimator*) para o parâmetro de heterocedasticidade γ é baseada na equação:

$$\log \hat{u}_i^2 = z_i' + w_i \quad (4.41)$$

Tal que:

$$w_i = \log \left(\frac{\hat{u}_i^2}{\sigma_i^2} \right) \quad (4.42)$$

Portanto, de acordo com a concepção deste modelo, temos que os resíduos e_i (conseqüentemente u_i e w_i) apresentam uma distribuição normal e independente e são assintoticamente homocedásticos, logo os estimadores γ são considerados eficientes.

Harvey (1976) além de sugerir o procedimento de dois estágios para solucionar o problema da heterocedasticidade, também apresenta a opção do uso do estimador de Máxima Verossimilhança, o qual pode ser feita de maneira mais simples que a primeira.

5 O MODELO PROPOSTO E SEUS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo identificar qual o melhor método de regressão que deva vir a ser utilizado para a análise dos dados em painel deste trabalho, os quais englobam os dez (10) maiores países produtores de aço bruto do mundo. Uma vez definida a melhor técnica de estimação, será apresentado os seus resultados. Apesar da heterogeneidade existente entre estes países, pretende-se comparar como a quantidade real de produção de aço bruto de cada país para os anos de 2000 a 2008 se comporta frente à oscilação de variáveis macros e microeconômicas para o mesmo período.

A análise desta variável é de suma importância para a compreensão dos ciclos econômicos e do fortalecimento das economias nacionais, uma vez que a indústria siderúrgica se localiza no centro da cadeia produtiva, fornecendo insumos básicos para a indústria automobilística, naval, de construção civil, eletrodomésticos, entre outras, ao mesmo tempo em que necessita de insumos da indústria de mineração e de energia.

Nos modelos de regressão de painéis utilizados, estimou-se os impactos das variáveis capacidade instalada de aço bruto, quantidade produzida de aço bruto através de alto-fornos (BOF), abertura comercial³⁶, consumo aparente per capita, taxa de variação real do Produto Interno Bruto (PIB), taxa de câmbio real, preços do minério de ferro e do carvão mineral coqueificável, e índice de preços de produtos siderúrgicos na quantidade fabricada de aço bruto.

Nas próximas seções serão feitas análises mais detalhadas da base de dados, a definição do melhor modelo de estimação, a qual foi feita a partir da comparação via Teste de Hausman para um conjunto de modelos de painéis, entre os quais: modelos *pooled* no tempo e no grupo, de efeitos fixos e de efeitos aleatórios (componentes do erro) - todas as alternativas realizadas, utilizam o modelo de regressão linear heteroscedástica multiplicativa (Harvey, 1976 e Weesie, 1998), técnica esta que garante que os resíduos sejam homoscedásticos – e a análise de seus coeficientes.

Todas estas rotinas foram implementadas na plataforma STATA 10.

³⁶ Foi calculada a partir de dados reais da quantidade exportada e importada de produtos siderúrgicos acabados e semi-acabados de cada país dividido pela produção real de aço bruto.

5.1 A base de dados e as variáveis utilizadas no modelo

Neste subsecção apresentar-se-á as variáveis utilizadas no modelo, assim como as suas respectivas fontes. Apesar da nossa pesquisa focar na análise do comportamento da produção de aço para os anos de 2000 a 2008, para que possamos minimizar problemas de estimação - como heterocedasticidade, multicolinearidade e de dimensões temporais, por exemplo - foi necessária a expansão da base dados. Por estarmos tratando de dados de periodicidade anual, e dada à disponibilidade dos mesmos, o ano inicial foi 1995 e o final 2008.

Os dez países em conjunto, responderam em 2008, por 80% da produção mundial de aço bruto, segundo dados da WSA, e por isto os resultados obtidos neste modelo podem ser inferidos para todos os demais países fabricantes do produto ao redor do mundo que não fazem parte da amostra.

Os dados utilizados no trabalho tem como fonte os Anuários Estatísticos do Aço (*Steel Statistical Yearbook*), formulados pela *World Steel Association* (WSA); os livros estatísticos *Iron and Steel Industry* publicados pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento da Economia (OECD), além das séries de dados fornecidas pela *Economic Research Service* do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture, USDA*), pela Divisão de Estatística Energética da Agencia Internacional de Energia (*International Energy Agency, IEA*), pelo Fundo Monetário Internacional, através da utilização da plataforma IFS e também pelo grupo de consultoria focada em economia mineral e siderúrgica CRU Group (*CRU*).

A partir destas fontes de dados, foram escolhidas as variáveis explicativas que tem como finalidade identificar o comportamento da produção de aço bruto. A seguir serão apresentadas estas variáveis com seus respectivos códigos de entrada no STATA 10, as quais são:

- 1) Produção total de aço bruto por país (referenciada no código STATA 10 como *prod*): Quantidade produzida de aço bruto anual em milhões de toneladas (10^6 t) Dados fornecidos pelo Steel Statistical Yearbook (WSA);
- 2) Capacidade nominal de produção de aço bruto por país (referenciada no código STATA 10 como *cap_inst*): Capacidade instalada de produção de aço bruto anual em milhões de toneladas (10^6 t) para os países selecionados. Dados fornecidos pelos livros estatísticos *Iron and Steel Industry* (OECD) e para os casos da

- China e da Índia (antes de 2000) informações obtidas através de publicações específicas da OECD;
- 3) Abertura comercial para o setor siderúrgico por país (código STATA 10: *abcom*): Medida anual do percentual negociado internacionalmente de produtos siderúrgicos semi-acabados e acabados em relação a produção total de aço. . Esta variável foi calculada em relação a cada país para cada ano da seguinte maneira: soma-se a quantidade de produtos siderúrgicos exportados com o de importados, e em seguida, esta soma é dividindo pela quantidade total produzida de aço bruto em cada país em cada ano e multiplicando por 100. Dados fornecidos pelo *Steel Statistical Yearbook* (WSA).
 - 4) Produção total de aço por processo de aciaria que utiliza conversor a oxigênio (LD-BOF) (referenciada no código STATA 10 como *prod_o2*): Quantidade produzida de aço bruto anual por conversores a oxigênio em aciarias LD (BOF) em milhões de toneladas (10^6 t) Dados fornecidos pelo *Steel Statistical Yearbook* (WSA);
 - 5) Consumo aparente per capita de aço bruto por país (referenciada no código STATA 10 como *cons_pc*): consumo em quilogramas por habitante de produtos siderúrgicos (kg/hab). Dados fornecidos pelo *Steel Statistical Yearbook* (WSA);
 - 6) Taxa de variação do PIB Real para cada país (Ano base 2005) (referenciada no código STATA 10 como *pib*): Representa a variação percentual da taxa de variação do PIB Real. Dados fornecidos pelo *Economic Research Service* do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA);
 - 7) Taxa de câmbio real por país (Ano base 2005) (referenciada no código STATA 10 como *cambio*): Representa o preço da moeda americana (dólar) medido em termos da moeda nacional, refletindo assim o custo de uma moeda em relação à outra. Dados fornecidos pelo *Economic Research Service* do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA);
 - 8) Preço anual do minério de ferro (*c/dmtu*) FOB (referenciada no código STATA 10 como *ore*): dada a política tradicional de benchmark para a precificação internacional do mineral e por se tratar de uma *commodity*, os preços cobrados nos países da amostra serão idênticos. O produto é definido em centavos de

dólar por dmtu³⁷ (c/dmtu) . Dados fornecidos pelo sistema IFS do Fundo Monetário Internacional;

- 9) Preço anual do carvão mineral coqueificável (\$/t) (referenciada no código STATA 10 como *coal*): Preços representam a média do preço de compra trimestral por tonelada de carvão mineral coqueificável por indústrias produtoras de coque. Os preços utilizados como base são os praticados nos EUA e assim como foi feito para o minério de ferro, por ser uma commodity, estes preços também podem ser considerados para os demais países da amostra. Dados fornecidos pela Divisão de Estatística Energética da Agencia Internacional de Energia;
- 10) Índice de preços para produtos siderúrgicos (referenciada no código STATA 10 como *cru*): índice de preços fornecidos pela consultoria CRU Group para as sub-regiões: Ásia, América do Norte, Europa e Global. Para os países da amostra localizados na Ásia foi adotado o índice de preços para o mercado asiático (*Asia Steel Price Index*), para aqueles que estão na Europa, o índice de preços para países europeus (*Europe Steel Price Index*), os que se localizam na América de Norte, adotaram-se o índice de preços para a América do Norte (*North America Steel Price Index*) e para o único país (Brasil), da pesquisa, que não está localizado em nenhuma destas três sub-regiões, fez-se uso do índice de preços global (*Global Steel Price Index*).

As informações sobre as variáveis apresentadas acima são condensadas na Tabela 5.1, com suas unidades e suas respectivas referências no código STATA 10.

Tabela 5.1 Variáveis utilizadas e códigos STATA 10

Variáveis	Unidade de Medida	Código STATA 10
Produção total de aço bruto por país	10 ⁶ t	Prod
Capacidade nominal de produção de aço bruto por país	10 ⁶ t	cap_inst
Abertura comercial por país	%	Abcom
Produção total de aço por conversor a oxigênio (LD-BOF)	10 ⁶ t	prod_o2

³⁷ Unidade de tonelada métrica seca

Consumo aparente per capita de aço bruto por país	Kg /habitante	cons_pc
Taxa de variação do PIB Real para cada país	% constante a 2005	Pib
Taxa de câmbio real por país	US\$ constante 2005	Cambio
Preço anual do minério de ferro	cUS\$/dmu - fob	Ore
Preço anual do carvão mineral coqueificável	US\$/t	Coal
Índice de preços para produtos siderúrgicos	Número índice base 100=1994	Cru

Fonte: Elaboração própria

Conforme apresentado ao longo desse trabalho, o grupo dos 10 países selecionados para a análise do comportamento da produção siderúrgica respondeu em média por 75% da produção global de aço bruto entre os anos de 2000 e 2008 e foram durante todos os anos selecionados como os maiores produtores mundiais do produto, possibilitando, assim, maior significância estatística ao trabalho. A seguir apresenta-se a Tabela 5.2, com todo o grupo amostral, com seu respectivo código na base de dados, os quais serão referenciados, em algumas situações, na análise de dados.

Tabela 5.2 Lista de países da base de dados

Código	País
1	China
2	Japão
3	Rússia
4	Estados Unidos
5	Índia
6	Coréia do Sul
7	Alemanha
8	Ucrânia
9	Brasil
10	Itália

Fonte: Formatação própria, com base no WSA (2009)

Toda a base de dados utilizada foi editada no software STATA 10, e por isto todos os testes de variáveis, estimações de parâmetros, entre outros cálculos, foram feitas a partir de rotinas e comandos elaborados na programação STATA 10.

5.2 A análise das variáveis

De acordo com a seção 4.4, é necessário um pré-estudo referente às características estatísticas das variáveis explicativas candidatas a compor o modelo. Para tal fim, foram realizados os testes de multicolinearidade e de heterocedasticidade sobre as mesmas.

5.2.1 O teste de multicolinearidade

A aplicação deste teste implica na determinação da existência de dependência linear entre as variáveis explicativas, pois dependendo do grau de dependência, podemos incorrer em problemas de viés nos parâmetros estimados por modelos de regressão de painel.

A realização deste teste no STATA 10 foi feita, após a edição da base de dados no programa, através do comando *collin*, comando este que estima a colinearidade entre as variáveis exógenas através da técnica FIV, a qual fora descrita detalhadamente na seção 4.4.1. Os resultados obtidos por ambas as metodologias são descritos na tabela abaixo:

Tabela 5.3 Diagnóstico de multicolinearidade

Variável	VIF
cap_inst	2,17
Abcom	2,1
cons_pc	3,22
Ore	20,5
PIB	1,36
Cru	7,83
Coal	20,48
prod_o2	1,34
Cambio	2,44
Média VIF / Total Acumulado	6,81

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

Tendo como regra de bolso, a análise do teste FIV proposto por Gujarati (2006, p.283), é constatada a presença de fraca colinearidade entre as variáveis explicativas, pois a média do teste (6,81) é menor do que dez (10), portanto, apesar de ore, cru e coal apresentarem um valor de VIF bem superior às demais variáveis, isto não parece ser um problema significativo.

5.2.2 O teste de heterocedasticidade

Depois de verificada a fraca interação entre as variáveis exógenas, foi verificada através do teste Breusch-Pagan|Cook-Weisberg se existe dependência entre a variância do termo de erro e uma ou mais variáveis explicativas, sendo testada a hipótese nula de homocedasticidade.

Com esta finalidade aplicamos o comando *htest* no STATA 10, o qual estabelece um teste de *score*, que possibilita a determinação de um modelo paramétrico para a variância do termo de erro em função de um vetor de variáveis explicativas. Os testes de significância de heterocedasticidade são estabelecidos para cada variável inclusa no modelo de painel.

Tabela 5.4 Teste Breusch-Pagan|Cook-Weisberg

Variável	Score	p-valor
cap_inst	95,98	0,0000
Abcom	34,14	0,0000
cons_pc	1,76	0,1846
Ore	0,00	0,9815
PIB	1,34	0,2462
Cru	0,01	0,9132
Coal	0,03	0,8630
prod_o2	34,36	0,0000
Cambio	0,18	0,6684
Combinado	1115.94	0,0000

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

A partir dos dados da Tabela 5.4, conclui-se que as variáveis `cap_inst`, `abcom` e `prod_o2` rejeitam a hipótese nula de homocedasticidade a um nível de significância de 10%, ou seja, são heterocedásticas.

Portanto, devido à presença de heterocedasticidade, optamos por escolher o estimador de regressão heterocedástico multiplicativo (*Huber/White/robust/sandwich*), que apresentou resultados superiores aos apresentados pelo estimador GLS heterocedástico, conforme pré-soluções executadas no estudo.

5.3 A escolha do melhor modelo

Uma vez definidas as variáveis que irão compor o modelo e o estimador a ser utilizado, agora se faz necessário a definição de qual modelo de painel melhor se ajusta aos dados.

Por termos definido o modelo de regressão heterocedástico multiplicativo como estimador padrão para o nosso estudo, devemos antes de estimar os modelos, definir as variáveis que irão fazer parte do vetor \mathbf{z}_i , ou seja, o modelo log-linear. Esta definição é feita a partir da análise do p -valor obtido por cada variável explicativa no teste Breusch-Pagan\Cook-Weisberg, conforme explicado na seção 4.4.2. Como estamos trabalhando com um nível de significância de 10%, as variáveis que irão compor o modelo log-linear são: `cap_inst`, `abcom` e `prod_o2` (variáveis heterocedásticas). O comando utilizado no STATA 10 para este procedimento é o *reghv*.

A primeira comparação foi feita entre o modelo *pooled* e um modelo específico para cada unidade temporal. Tendo em vista, o menor número de graus de liberdade apresentado no segundo modelo ($n=10$) em relação ao primeiro ($n=140$), o modelo *pooled* prevalece sobre o modelo específico para cada unidade temporal.

O segundo teste realizado avalia a possibilidade de uso do modelo *pooled* restrito com o modelo de efeito fixo para grupo irrestrito (LSDV). Através da realização do teste F descrito na Equação 4.12 e do seu respectivo teste de hipóteses, podemos identificar qual especificação prevalece: A estatística F estimada conduziu ao seguinte probabilidade de aceitação da H_0 :

$$F(9,121) = \frac{(0,9785 - 0,9544) / 9}{(1 - 0,9785) / 121} = 248.6012 \quad (5.1)$$

$$\text{probabilidade} = 1.29461462437e-73$$

Pelo teste F a um nível de significância de 1%, constata que a estimação por LSDV para grupo se sobressai sobre o modelo *pooled*. Contudo, observa-se nas Gráficos 5.1.a e 5.1.b que não se pode verificar alguma diferença significativa, a partir da análise gráfica dos dois modelos. Como análise de praxe, um modelo apresenta resultados satisfatórios, quando a inclinação da reta entre, neste caso, produção observada e produção estimada (ajustada) pelo modelo apresenta uma inclinação de igual a 1 (um) e é isto que observamos, tanto para o modelo LSDV, como para o modelo *pooled*, o que caracteriza que do ponto de vista global, os dois modelos ajustam de forma similar e praticamente iguais, contudo, os ajustes das relações de impactos individuais, entre variáveis explicativas e variável dependente, o ajuste estabelecido pelo modelo LSDV é superior, conforme resultado da estimativa da estatística F , na Eq. 5.1

5.1.a) Modelo *pooled*

5.1.b) Modelo LSDV para grupo

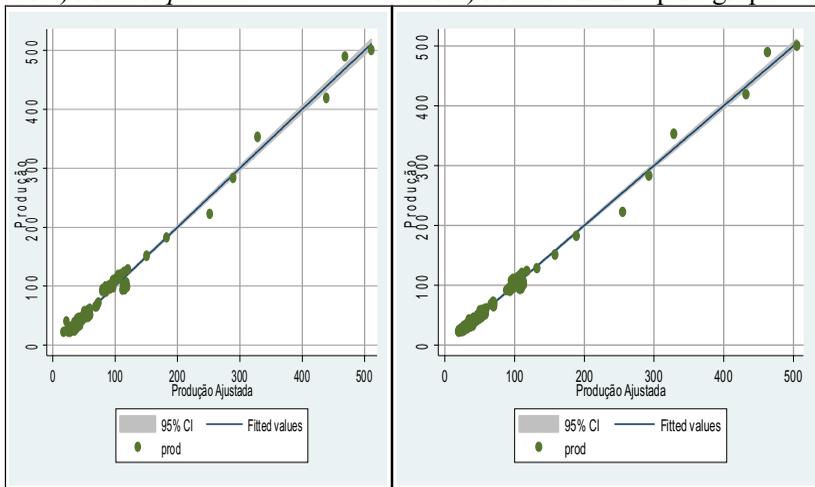


Gráfico 5.1 Gráficos representativos dos modelos comparados

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

Uma vez que o modelo LSDV para grupo é preferível em relação ao modelo *pooled*, devemos agora compará-lo em relação ao MEA no grupo. Para tanto, procede-se o teste de Hausman, descrito na seção 4.3, cujo resultado encontra-se na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Teste de Hausman: LSDV para grupo x MEA para grupo

Variáveis	Coeficientes		Diferença	Raiz Quadrada
	LSDV grupo	MEA grupo		
	(b)	(B)	(b-B)	(V _b - V _B)
cap_inst	0,69874	0,73040	-0,03165	0,00919
Abcom	0,14671	-0,01158	0,15829	0,06897
cons_pc	-0,00321	0,00487	-0,00808	0,01011
Ore	-0,26060	-0,22250	-0,03810	-
Pib	0,68415	0,97311	-0,28896	0,07923
Cru	0,08185	0,02510	0,05675	-
Coal	0,31053	0,33610	-0,02557	-
prod_o2	0,51976	0,19023	0,32952	0,10802
cambio	0,02576	0,00007	0,02569	0,01181
constante	-51,69643	-25,11462	-26,58181	6,91306

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 5.5, percebemos que existem pequenas diferenças entre os valores dos coeficientes estimados para os dois modelos e que o *cons_pc* apresenta sinais contrários. Para a definição do melhor modelo de estimação, o teste de Hausman, realiza a seguinte hipótese do teste de Hausman com uma distribuição chi-quadrado com as dez variáveis explicativas (inclui-se o intercepto) para a realização do teste:

$$H_o = b \text{ e } B \text{ são consistentes e eficientes}^{38}$$

$$H_o = b \text{ é consistente e } B \text{ é ineficiente}$$

³⁸ Conceitos definidos na nota de rodapé n. 29

O valor obtido da probabilidade chi-quadrado foi 0,0001, o que implica em uma aceitação da hipótese nula. A aceitação de H_0 implica na não existência de diferença sistemática entre os dois modelos estimados, ou seja, conforme a estatística do teste de Hausman, tem-se que o modelo LSDV no grupo é melhor que o de MEA no grupo. A seguir apresentamos os Gráficos 5.2.a e 5.2.b representativos para os dois modelos testados.

5.2.a) Modelo LSDV para grupo 5.2.b) Modelo MEA para grupo

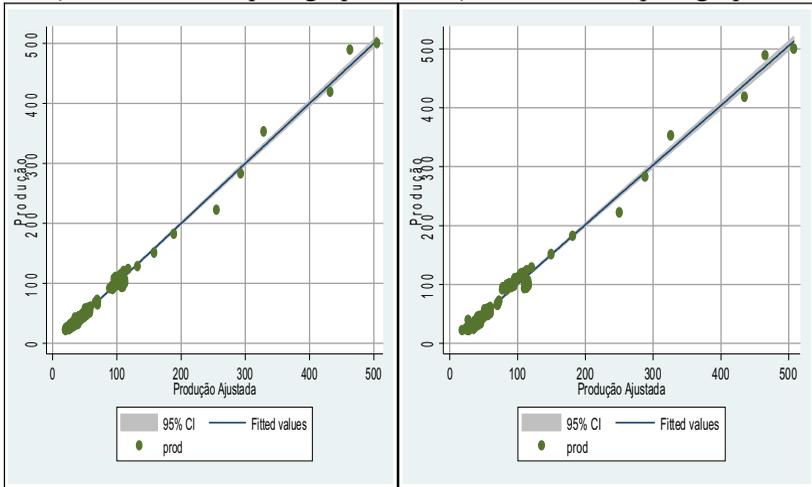


Gráfico 5.2 Gráficos representativos dos modelos comparados

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

Também, como anteriormente, observa-se nos Gráficos 5.2.a e 5.2.b que não se pode constatar alguma diferença básica entre os dois modelos, a partir da análise gráfica das respectivas figuras. A inclinação da reta entre produção observada e produção estimada (ajustada) pelos dois modelos (LSDV e MEA) apresentam uma inclinação de igual a 1 (um), o que caracteriza que do ponto de vista global, também estes dois modelos ajustam de forma similar e praticamente iguais, contudo, os ajustes das relações de impactos individuais entre variáveis explicativas e variável dependente estabelecido pelo modelo LSDV é superior, conforme resultado dos testes de hipótese apresentado pelo teste de Hausman, acima especificado.

Preferimos o modelo LSDV para grupo em relação ao MEA para grupo porque tanto empiricamente quanto teoricamente a heterogeneidade não observável de cada unidade cross-section é

diferente entre si, pois cada país apresenta suas características particulares não contempladas na especificação do modelo.

Uma quarta comparação foi feita entre o modelo OLS *pooled* e o modelo de estimador robusto de efeito fixo no tempo e no grupo. A viabilidade de ambos foi testada através do teste F , o mesmo utilizado na comparação entre o modelo LSDV irrestrito para grupo e o *pooled* restrito.

$$F(22,108) = \frac{(0,9772 - 0,9544) / 22}{(1 - 0,9772) / 108} = 6132,6714 \quad (5.2)$$

probabilidade = 1

Pelo teste F a um nível de significância de 1%, constata que a estimação por LSDV para grupo e tempo é pior que o modelo *pooled*, em termos de estimativas das relações de impactos individuais, contudo, não se observa alguma diferença de ajuste global entre os dois modelos, conforme Gráficos 5.3.a e 5.3.b, apresentados abaixo.

5.3.a) Modelo *pooled*

5.3.b) Modelo LSDV para fixo e tempo

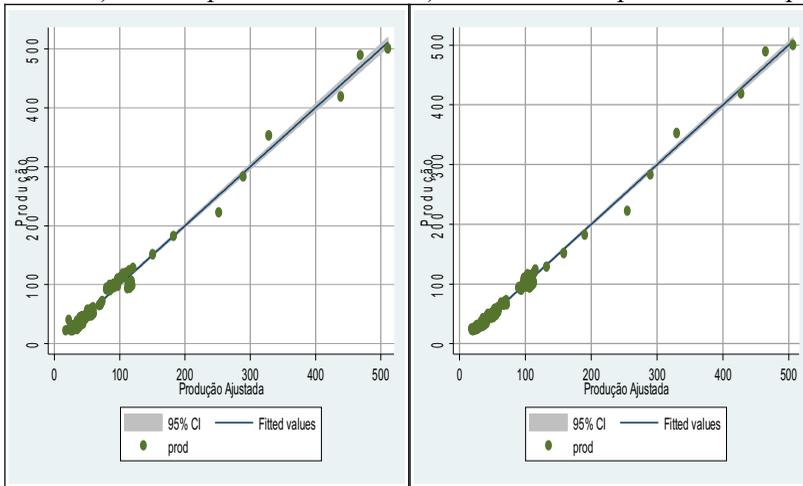


Gráfico 5.3 Gráficos representativos dos modelos comparados

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

O modelo de estimador robusto LSDV para grupo e para tempo foi preterido em relação ao modelo *pooled* de acordo com o teste F . Um dos fatores que podem contribuir na perda de poder do teste, e conseqüentemente a não rejeição da hipótese nula, é o excesso de parâmetros estimados devido ao excesso de regressores em função de

variáveis dummies para cada unidade *cross-section* e unidade temporal. Logo, a uma grande perda de graus de liberdade por parte do primeiro modelo analisado.

Sendo o modelo LSDV para grupo melhor do que o *pooled*, admitimos o modelo LSDV para grupo com estimador de regressão heterocedástico multiplicativo como nosso modelo de trabalho.

5.4 A estimação do modelo

Definido o modelo do trabalho, adotamos a metodologia DVOLSH (Dummy Variable Ordinary Least Square Multiplicative Heteroscedasticity), utilizando a função *reghv* do software STATA 10, para estimarmos os nossos parâmetros. Os resultados são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 5.6 Resultados estimados do modelo

Regressão heterocedástica Multiplicativa				
Estimador: 2sls				
Prod	Variáveis	Coefficientes	Z	P> z
Eq_Média	d1	10,41302	1,55	0,122
	d2	-0,33921	-0,06	0,953
	d3	-2,69945	-0,63	0,529
	d4	17,72656	4,49	0,000
	d5	3,63601	0,69	0,489
	d6	-26,61505	-2,25	0,025
	d7	-10,70015	-2,59	0,010
	d8	-5,18448	-1,32	0,185
	d9	-11,28664	-1,81	0,070
	cap_inst	0,69874	19,15	0,000
	Abcom	0,14671	2,48	0,019
	cons_pc	-0,00321	-0,39	0,697
	Ore	-0,26060	-4,11	0,000
	PIB	0,68415	4,65	0,000

	Cru	0,08185	2,69	0,007
	Coal	0,31053	3,70	0,000
	prod_o2	0,51976	4,55	0,000
	Cambio	0,02576	2,99	0,000
	Constante	-49,19149	-7,03	0,000
Eq_Log-linear				
	cap_inst	0,00810	3,48	0,000
	Abcom	-0,00007	-0,01	0,993
	prod_o2	0,01276	0,82	0,415
	Constante	1,96254	1,92	0,055
	Log Likelihood = -417.400			
	Número de Observações = 140			
	Modelo chi (21) = 774,078			
	Prob> chi(2) = 0,0000			
	Vwls R ² = 0,9785			

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

A partir dos resultados evidenciados na Tabela 5.6 e aceitando um nível de significância de 10% podemos concluir que:

- As variáveis binárias *d1*, *d2*, *d3*, *d5*, *d8*: não são significativas, segundo o teste da estatística Z^{39} , conforme especificado na Tabela 5.3 de resultados. Para estes casos, observa-se que não ocorreram a existência de políticas normativas e legislativas que favoreceram e nem prejudicaram estes países indistintamente (no caso, *d1*= País 1 , *d2*= País 2, *d3*=País 3, *d5*= País 5, *d8*= País 8), no que se refere a efeitos endógenos, relativos ao país 10. Portanto, para os países 1, 2, 3, 8 e 10, o efeito autônomo sobre a produção de aço bruto é idêntico e captado pelo intercepto, sendo de -49,19149. Este efeito advém de fatores

³⁹ o *software* STATA 10 utiliza a estatística *Z*, ao invés de *t*, porque o tamanho da amostra é grande e neste caso, as duas estatísticas são iguais, devendo a estatística *Z* ser analisada da mesma maneira que seria um teste *t*.

que não detectados pelas variáveis explicativas e atuam de forma negativa nos níveis de produção de aço bruto;

- As variáveis binárias $d4$, $d6$, $d7$ e $d9$ são significativas na estatística, conforme especificado na Tabela 5.3 de resultados. Isto implica que a utilização do modelo efeito fixo foi o correto, e os países 4, 5, 7 e 9 da amostra apresentaram efeitos autônomos sobre a produção de aço bruto importantes, ou seja, outros que não sejam aqueles captados pelas variáveis explicativas do modelo. Estes efeitos autônomos alteram os interceptos do modelo para os países especificados e apresentam os seguintes valores estimados: País 4, -31,46493; País 6, -75,80654; País 7, -59,89164, País 9, -60,47813. Observa nestes resultados que, exceto para o país 4, o efeito autônomo atua como um fator negativo mais drástico que pra os países especificados no item anterior, na produção de aço bruto;
- variável cap_inst : a estatística Z é significante e seu sinal é positivo esta apresenta um comportamento positivo em relação a variável estimada, isto é, quando maior a produção mundial de aço bruto, maior deve ser a capacidade instalada de produção. Esta relação é evidenciada no gráfico abaixo:

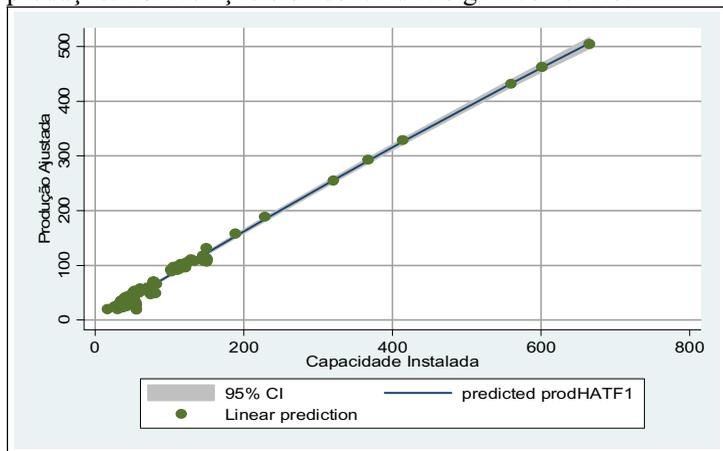


Gráfico 5.4: Evolução da variável cap_inst em relação a produção ajustada

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

- variável $abcom$: é significante conforme a estatística Z e tem sinal negativo. Dentro de um contexto de aumento do comércio internacional, de expansão econômica mundial e de tempo na

maturação dos investimentos em ampliação da capacidade efetiva de produção da indústria siderúrgica, o aumento da produção implica em num aumento no comércio internacional de produtos siderúrgicos semi-acabados e acabados, ocasionado pelo aumento da demanda mundial e por isto, o coeficiente estimado tem sinal positivo. Ou seja, aqueles países que apresenta uma menor capacidade produtiva, aliadas a uma alta taxa de consumo interno, serão os que vão apresentar uma maior taxa de abertura comercial. Esta relação é apresentada no gráfico abaixo:

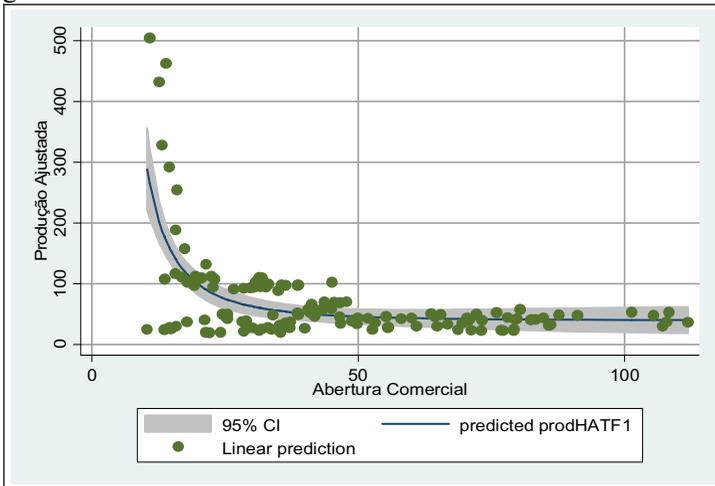


Gráfico 5.5: Evolução da variável *abcom* em relação a produção ajustada

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

- variável *cons_pc*: é não significativa, segundo a estatística Z. Tem este comportamento porque os países que apresentaram as maiores produções do produto como a China, a Índia e a Rússia, têm um consumo aparente per capita muito pequeno quando comparado a outros países da amostra (Japão e Coréia do Sul). Dada estas discrepâncias de demanda interna e produção nacional, a variável apresentou-se não significante.
- variável *ore*: é significativa e tem sinal negativo: Por ser a principal matéria-prima utilizada mundialmente na produção de aço em usinas integradas e pela metodologia usada para precificação do insumo no período em análise (política *benchmark*) constata-se que quanto mais caro esta for, maiores

serão os custos de fabricação do aço neste tipo de rota tecnológica, reduzindo assim produção neste tipo de rota tecnológica. Normalmente, as usinas integradas tem capacidade de produzir o ferro-gusa (insumo utilizado pelas usinas semi-integradas) que é u produto derivado do minério de ferro. Como as *mini-mills* necessitam da ferro-gusa para a sua produção de aço, as usinas integradas tem mais incentivo em produzir este insumo a aço, levando a uma queda ainda maior na produção mundial agregada de aço bruto.. Desta forma um aumento de preços do mineral implica em uma redução da quantidade produzida de aço.

- variável *pib*: é significativa e tem sinal positivo. Por estar posicionada no centro da cadeia produtiva de um país, a expansão do produto interno bruto real tem impacto determinante na expansão da produção siderúrgica, conforme evidenciado no Gráfico 5.6 abaixo:

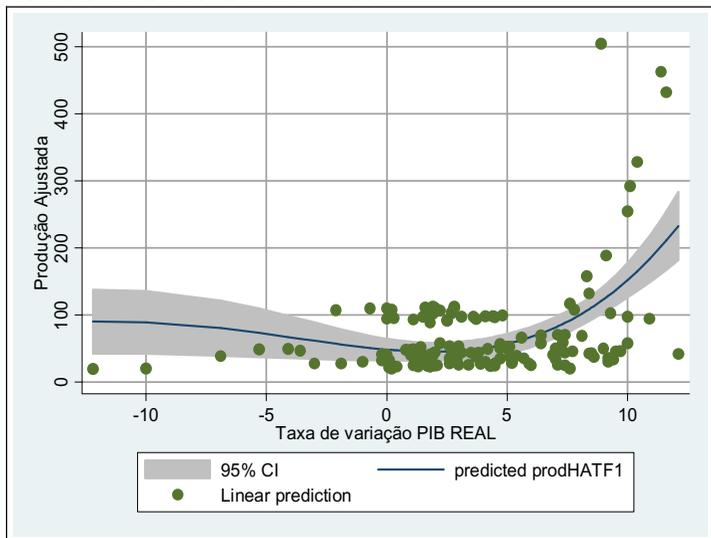


Gráfico 5.6: Evolução da variável *pib* em relação a produção ajustada

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

- variável *cru*: é significativa e tem sinal positivo. Quanto maiores os preços dos produtos siderúrgicos, mais as empresas tem incentivos para produzir.

- variável *coal*: é significativa segundo a estatística *Z* e apresenta sinal positivo. Por ser a principal fonte de energia para produção de aço via utilização de altos-fornos, e também pelo aumento da quantidade de aço bruto produzida absoluta por este processo, a maior demanda do insumo, a qual implica em um aumento dos preços praticados, não irá provocar um comportamento contrário por parte da produção de aço. A produção siderúrgica consome mais de 80% da produção mundial de carvão mineral coqueificável, o que faz com que a demanda pelo produto seja definida pelas decisões estratégicas das usinas siderúrgicas. Dado o baixo investimento na ampliação da oferta de carvão, uma maior produção siderúrgica, implica em um aumento nos preços da *commoditie*, afetando o nível de preços no mercado de produtos siderúrgicos.
- variável *prod_o2*; é significativa segundo a estatística *Z* e apresenta sinal positivo.. Por ter havido no período uma maior expansão das indústrias siderúrgicas integradas em relação às semi-integradas, a fabricação e o refino do aço através do processo BOF aumentou. Esta relação é perceptível no gráfico abaixo:

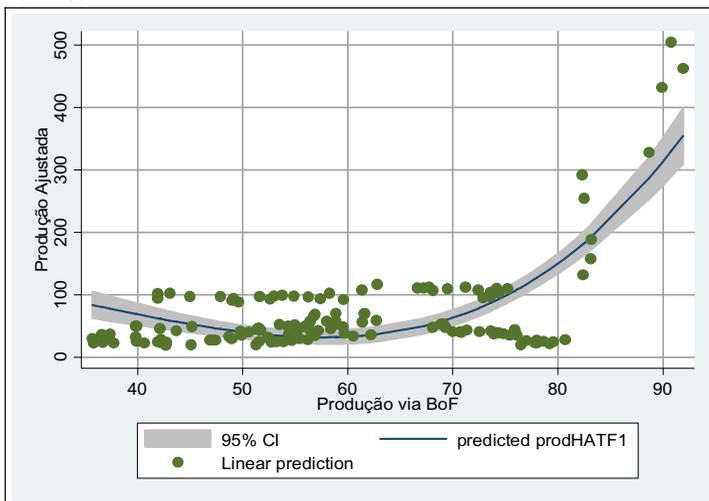


Gráfico 5.7: Evolução da variável *prod_o2* em relação a produção ajustada

Fonte: Formatação própria, com base no programa STATA 10.

- variável *cambio*: ; é significativa segundo a estatística Z e apresenta sinal positivo.. Quanto mais depreciada estiver a moeda local em relação ao dólar, maior será a produção de aço daquele país, uma vez que na análise intra-amostra os países que apresentam as maiores produções são aqueles que apresentam as taxas de câmbio mais desvalorizadas.
- variável *constante*: é significativa segundo a estatística Z e apresenta sinal negativo, o que significa que, independentemente das variáveis explicativas, a variável dependente vai variar negativamente ao valor da constante.

A Tabela 5.6 nos mostra também que o modelo proposto apresentou um alto coeficiente de ajustamento ($Vwls R^2 = 0,9785$), ou seja, em torno de 98% das variações na variável dependente são explicadas por variações nas variáveis explicativas do modelo e que o valor da log da verossimilhança que apresenta um p-valor (χ_1^2) com probabilidade igual zero (0) nos indica que estamos trabalhando com um modelo de boa qualidade de ajustamento.

Desta forma, a análise em conjunto dos parâmetros estimados com os resultados apresentados na parte inferior da Tabela 5.6, nos permite concluir o modelo estimado tem os pressupostos básicos para que possa ser feitas inferências estatísticas a cerca da produção siderúrgica mundial.

5.5 Os coeficientes de elasticidade

A partir da relação entre os parâmetros estimado, produção média e média de cada valor das variáveis explicativas significativas podemos calcular a proporcionalidade existente entre as variações que ocorrem na produção de aço e as variações provocadas por uma variável exógena qualquer, permanecendo todos os demais fatores constantes ou seja, a elasticidade.

Sendo assim, Gujarati (2006, p. 154) propõe a seguinte fórmula para a obtenção deste valor, para modelos de regressão lineares:

$$e = \beta_i \left(\frac{\bar{X}_i}{\bar{Y}} \right) \quad (5.3)$$

onde, β_i representa o parâmetro estimado da variável que se deseja calcular a elasticidade, \bar{X}_i , a média da variável explicativa escolhida e \bar{Y} a média da variável dependente.

A partir desta fórmula, a Tabela 5.7 apresenta os valores dos coeficientes de elasticidade para cada variável explicativa significativa de cada país do estudo.

Tabela 5.7 Os coeficientes de elasticidade por país

Elasticidade										
Código	País	cap_inst	abcom	ore	PIB	cru	coal	prod_o2	cambio	
1	China	0,88	0,01	-0,05	0,03	0,04	0	0,17	0	
2	Japão	0,89	0,04	-0,12	0,01	0,09	0,2	0,35	0,02	
3	Rússia	0,89	0,01	-0,21	0,05	0,17	0,36	0,51	0	
4	Estados Unidos	0,81	0,05	-0,13	0,02	0,1	0,22	0,27	0	
5	Índia	0,77	0,08	-0,37	0,14	0,29	0,64	0,77	0,03	
6	Coreia do Sul	0,78	0,19	-0,28	0,07	0,22	0,48	0,66	0,64	
7	Alemanha	0,81	0,28	-0,28	0,02	0,23	0,48	0,82	0	
8	Ucrânia	1,02	0,23	-0,38	0,05	0,31	0,66	0,78	0	
9	Brasil	0,82	0,17	-0,43	0,07	0,34	0,74	1,38	0	
10	Itália	0,95	0,43	-0,45	0,03	0,37	0,78	0,74	0	

Fonte: Formulação própria a partir de dados do STATA 10.

A análise dos coeficientes de elasticidade apresentados na Tabela 5.7 nos permite concluir que para os dez países analisados, obteve-se como máximo impacto positivo sobre a produção, a variável *prod_o2* que para cada 1% de aumento, para o Brasil, a produção sofre 1,38%. Por outro lado, enquanto o máximo impacto negativo foi para a variável *ore*, que para 1% de aumento, no caso da Itália, houve uma queda de 0,45%.

O país que apresentou o maior impacto médio sobre a produção, da variável *cap_inst* foi Ucrânia que para um aumento de 1% na capacidade instalada, a produção cresceu de 1,02%. O menor impacto ocorre na Índia, onde um aumento de 1,0% na capacidade efetiva provoca um aumento de 0,77% na produção, ou seja, 25% a menos que o país do leste europeu.

Como era esperado, os países que mais sofrem impacto da taxa de abertura comercial são aqueles em que o comércio internacional de produtos siderúrgicos é mais intensa. Os países onde esta variável teve maior impacto foi a Alemanha e a Itália, onde o aumento de 1,0% desta variável representa, respectivamente, um aumento de 0,28% e 0,23% na produção. O menor impacto foi percebido na China, devido a sua grande demanda interna, que faz com que praticamente tudo que se produz no país seja consumido internamente.

O resultado negativo para a variável *ore* era esperado, uma vez que o modelo de regressão proposto estimou uma relação contrária entre o preço da *commoditie* e a quantidade de aço produzida. Percebemos que aqueles países que apresentam uma maior capacidade de produção de aço bruto são aqueles menos afetados pelas variações no preço desta *commoditie*, uma vez que apresentam maior poder de barganha junto a fornecedores e por conseguirem minimizar os custos marginais em relação a esta variável quando comparados a países com menor capacidade de produção, e é por isto que China e Estados Unidos são os países que apresentaram os menores valores de coeficiente de elasticidade para a variável, enquanto para Brasil e Itália estes valores são os mais elevados..

O *pib* mostrou-se pouco impactante na produção siderúrgica. O maior impacto foi registrado na Índia, onde um crescimento econômico de 1,0% implica em uma expansão de apenas 0,14% na fabricação do metal, seguido do Brasil. Conforme apresentado na Tabela 3.12, o crescimento médio anual do consumo aparente de aço bruto para o período em análise foi de apenas 2,5%, o que pode explicar a fraca influência desta variável na produção de aço. Os EUA apresentaram uma queda no consumo aparente de aço bruto de 1,5%, enquanto no

Japão a demanda pelo produto permaneceu praticamente inalterada e Alemanha e Itália apresentam crescimento marginal. Aliado a este fraco incremento na demanda por aço bruto nos países “desenvolvidos”, a indústria siderúrgica nestes países encontra-se num processo de pós-industrialização (Figura 3.3) implicando em uma redução da quantidade produzida anual por capital investido e dado o estágio econômico de desenvolvimento desses países, menor é a sua necessidade de aço para expansão e melhoria de sua infra-estrutura (EPE, 2009).

O valor dos coeficientes de elasticidade da variável *pib* para os quatro países “desenvolvidos” apresentam claramente o efeito destas características na evolução da produção de aço. Foram os países que apresentaram o menor impacto da variação da renda agregada no estímulo a fabricação de aço. Enquanto que os países que apresentaram maior crescimento médio do consumo aparente, maiores taxas de crescimento PIB real, que necessitam de grandes obras de infra-estrutura e que sua indústria encontra-se num estágio de maturidade intermediário da indústria siderúrgica, foram os que apresentaram os maiores coeficientes de elasticidade, respectivamente, Índia, Coréia do Sul, Brasil e Rússia.

Um outro fator que pode ter influenciado na obtenção de baixos coeficientes de elasticidade para a variável *pib*, é o aumento da eficiência do uso do aço, conseqüentemente utilizando-se menos aço atrelado a uma expansão do uso de produtos derivados do petróleo, como plástico e PVC, além do maior uso do alumínio.

Os preços dos produtos siderúrgicos tiveram impactos mais elevados nos países que apresentam menor capacidade produtiva. O máximo impacto positivo foi obtido na Itália, de 0,37%, enquanto o menor impacto positivo foi registrado na China. No país asiático uma elevação de 1,0% nos preços do metal, equivale a um incremento praticamente marginal na escala de produção, de apenas 0,4%.

Como os países utilizam como principal fonte de energia para o aquecimento dos altos-fornos, o carvão mineral coqueificável, o impacto desta variável mostrou-se importante na variação da produção siderúrgica. Assim como ocorreu para o minério de ferro, o aumento do nível de preços da matéria-prima deve ser acompanhado por um aumento maior da produção em países que apresentam menor escala de produção. O máximo impacto foi obtido na Itália, onde um aumento de 1,0% implicou em um aumento de 0,78% na fabricação de aço. A China não sofreu impacto por ser a principal produtora mundial deste tipo de insumo, o que lhe garante fácil acesso a este produto. Esta variável apresenta impactos relevantes na produção de aço bruto não somente

pela inelasticidade da oferta de curto prazo da oferta, mas também por grande parte da produção ser controlada por poucas empresas, influenciando os preços deste mineral, conseqüentemente, os custos líquidos da produção siderúrgica.

Quanto a variável *prod_o2*, o maior choque ocorreu no Brasil, onde u aumento de 1% na quantidade produzida por este processo, gera um aumento esperado na produção de 1,38%. A grande oferta de minério de ferro de boa qualidade e o baixo custo logístico deste produto no mercado brasileiro são fatores que possivelmente fazem com que a utilização deste tipo de processo tenha maior impacto no Brasil do que nos países da amostra.

A variável que menos impactou na produção siderúrgica foi a taxa de câmbio, praticamente nula em nove dos dez países que compõem a amostra. Conforme apresentado na tabela acima, apenas a Coréia do Sul apresentou influência desta variável sobre a produção. Mas esta distorção em relação aos demais países da amostra é explicada pela ocorrência de uma grave crise monetária que provocou uma forte desvalorização da moeda local em 1998,

Também podemos inferir a partir da Tabela 5.7 que aqueles países que apresentam menor escala de produção, foram aqueles que apresentaram maior sensibilidade às variações nas variáveis explicativas significativas.

6 CONCLUSÃO

Podemos concluir nas condições de realização desta pesquisa, que a China tem um papel fundamental na dinâmica da evolução mundial da indústria siderúrgica no período analisado. Com a sua expressiva expansão de capacidade produtiva (vide Tabela 3.5) consegue diluir seus custos de produção e ser o principal *player* de mercado, podendo influenciar sobre as políticas de preço tanto dos insumos básicos de produção quanto do preço final dos produtos siderúrgicos, e conseqüentemente, está menos exposto a oscilações de variáveis que possam vir a influenciar na determinação da quantidade produzida de aço bruto, conforme demonstrado a partir dos cálculos de coeficientes de elasticidade (Tabela 5.7)

A Índia foi o segundo país que mais ampliou sua produção no período estudado, ficando atrás apenas da China, segundo dados apresentados nas Tabelas 3.4 e 3.5 e no Anexo 3.3. Devido a seu grande mercado interno, expansão econômica, localização estratégica em relação ao mercado chinês, disponibilidade e proximidade de fornecedores de matéria-prima, tudo isto nos leva a crer que esta ampliação de capacidade produtiva irá se manter por um período considerável, tornando o país menos suscetível a oscilações nos fatores que determinam tanto a quantidade quanto o preço final do aço.

O Brasil também apresentou uma boa ampliação da sua produção, principalmente nos anos do governo Lula, mas assim como os outros países estudados, também foi bastante sensível às variações nos preços do insumo básicos, de acordo com dados da Tabela 5.7 principalmente, em relação ao carvão mineral coqueificável, uma vez que o país não possui em seu território reservas de boa qualidade desse produto, sendo necessária a sua importação.

Países tradicionais, como Japão, Estados Unidos, Alemanha e Itália com a estagnação de suas economias pouco fizeram em relação à ampliação de sua capacidade produtiva. Quanto aos dois primeiros países ocorreu uma perda significativa de capacidade de produção, o que faz com que estes possam vir a enfrentar problemas, principalmente relacionados com variações nos preços dos insumos básicos de produção. Os dois últimos países praticamente nada fizeram em relação ao aumento da quantidade fabricada de aço, e assim como os dois primeiros, também é sensível a distúrbios nos preços das matérias-primas, além de depender bastante do comércio internacional de produtos siderúrgicos, o que pode elevar ainda mais os custos de

produção destes países. Nos países do leste europeu também houve uma estagnação da produção de aço, mas diferentemente dos países europeus centrais, são menos sensíveis a oscilações no mercado internacional de aço.

O comportamento da produção na Coreia do Sul mostrou-se praticamente ao ocorrido na Alemanha, diferenciando apenas pela sensibilidade a variações na taxa de câmbio. O país asiático foi a nação que apresentou a maior sensibilidade em relação à variação do valor de sua moeda perante o dólar americano.

Após a análise de todas as variáveis explicativas propostas e das medidas de elasticidade em relação à produção, ao analisarmos percebemos que a ampliação da produção siderúrgica mundial depende, principalmente, da evolução dos preços cobrados pelos insumos básicos de produção, aliado a necessidade de recorrer ao mercado externo para a obtenção das mesmas, conforme demonstrado na Tabela 5.7.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, M. A. **Estudo do comportamento da demanda do aço laminado plano nos mercados interno e externo**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

ARCELOR MITTAL. **Balanco Patrimonial 2008**. Disponível em <http://www.arcelormittal.com/>. Acesso em 2009, dez, 28.

BAIN, J.S. **Organización Industrial**. Ediciones Omega: Barcelona, 1963

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. Nova York: John Wiley & Sons, 1996.

BRASIL, Banco Nacional de Desenvolvimento. Impactos da Privatização no Setor Siderúrgico. BNDES, 2001. Disponível em <http://www.bndes.gov.br>. Acesso em 2009, out, 22.

BRASIL, Instituto Aço Brasil. Anuário estatístico. Rio de Janeiro: IABr, 2010.

BRASIL, Instituto Aço Brasil. **Processo Siderúrgico**. Rio de Janeiro, IABr, 2009. Disponível em <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/produtos--tipo-aco.asp>. Acesso em 2009, dez, 15.

BRASIL, Instituto Aço Brasil. **Produtos**. Rio de Janeiro, IABr, 2009. Disponível em <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/produtos--tipo-aco.asp>. Acesso em 2009, dez, 20.

CRU Group. Índice de preços internacionais de acordo com a região e o produto. Disponível em <http://crugroup.com/Pages/default.aspx>. Acesso em: 2010,abr, 12.

DE ALMEIDA, R.M.; LARA, J.E. **Estratégias de internacionalização na siderurgia: o caso CST-USINOR-ARCELOR**. 3º Congresso IFB – AE. Grenoble, 2005

DEPPERU,D.;CERRATO,D. **Analyzing Internation competitiveness at the firm level: Concepts and Measures**. Università Cattolica del Sacro Cuore. Piacenza.

DUARTE, P.C.;LAMOUNER, W.M.;TAKAMATSU,R.T. Modelos Econométricos para Dados em Painel; Aspectos Teóricos e Exemplos de Aplicação à Pesquisa em Contabilidade e Finanças. Disponível em <http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos72007/523.pdf>, 2007. Acesso em: 2011, jun, 02

DURAND,M.; GIORNO,C. **Indicators of International competitiveness: conceptual aspects and evaluation**. OECD Economic Studies, n.9, p.147-181. Paris, 1988

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Caracterização do uso da Energia no Setor Siderúrgico brasileiro**. Série: Estudos Setoriais. Nota técnica DEA 2/09. Rio de Janeiro, 2009.

FERGUSON, C.E. **Microeconomia**. 20 ed Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003

FERRAZ, J.C.;KUPFER,D.; HAGUENAUER,L. **Made in Brazil: Desafios competitivos para a Indústria**. Rio de Janeiro: Campus, .

FERREIRA, G.F. **O processo estratégico de Internacionalização da GERDAU**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia e Administração. PUC – SP. São Paulo, 2007.

FONTE, I.C.O. **Panorama mundial da indústria do ferro e do aço**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Preço Minério de Ferro**. Base IFS.

GOMES, C.; AIDAR, O.; VIDEIRA,R. **Fusões, aquisições e lucratividade: Uma análise do setor siderúrgico brasileiro**. Revista EconomiA, Selecta, Brasília (DF), v.7, n.4, p.143–163, dezembro/2006.

GREENE, W.H.. **Econometric Analysis**. 5° ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. 3ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

HAGUENAUER, L. **Competitividade: Conceitos e medidas**. Texto para Discussão IEI/UFRJ, n.211, Rio de Janeiro, 1989.

HARVEY, A.C. **Estimating regression Models with Multiplicative Heterocedasticity**. *Econometrica*, Vol. 44, No. 3 (May, 1976), pp. 461-465. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/1913974>. Acesso em 2011, jun, 20.

INDIANA UNIVERSITY. **Linear regression models for Panel Data Using SAS, STATA, LIMDEP, and SPSS**. Disponível em <http://www.indiana.edu/~statmath/stat/all/panel/panel.pdf>. Acesso em: 2011, mai, 05

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2000. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2001. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2002. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2003. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2005. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUteE. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2007. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUte. **Steel Statistical Yearbook**, Brussels: IISI, 2009. Disponível em: <http://www.worldsteel.org>. Acesso em: 2010, set, 22.

JUDGE, G.; HILL, R.C; GRIFFITHS,W.E. **Econometria**. 2º ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2003.

KUPFER,D. **Padrões de Concorrência e Competitividade**. IEI/UFRJ. Rio de Janeiro, 1991.

MARQUES, L.D. Modelos Dinâmicos com Dados em Paineis: revisão de literatura. Faculdade de Economia do Porto. Texto para Discussão n.1000, 2000.

MORANDI, A.M. A siderurgia e sua adaptação ao novo paradigma tecnológico. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, ano 15, n.28, p.05-34, set/1997.

NIPPON STEEL. **Balço Patrimonial 2008**. Disponível em <http://www.nsc.co.jp/en/index.html>. Acesso em 2009, dez, 28.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 1996. Ed. 1998 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 1999. Ed. 2001 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2000. Ed. 2002 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2001. Ed. 2003 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2002. Ed. 2004 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2003. Ed. 2005 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2004. Ed. 2006 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

ORGANIZATION OF ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Iron and Steel industry in 2009. Ed. 2010 Paris Disponível em: <http://www.oecd.org>. Acesso em 2010,out,10.

PAULA, G.M. **Estratégias corporativas e de internacionalização de grandes empresas na América Latina**. CEPAL- Serie Desarrollo productivo, n.137 . Santiago do Chile, 2003.

PICCININI, V.C.; OLIVEIRA, S.R.;RUBENICH, N.V. **A siderurgia brasileira: Do protecionismo à internacionalização**. 5º Congresso IFB-AE. Grenoble, 2009.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 5. Ed. Trad. De Eleutério Prado. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

PINHO, M. **Reestruturação produtiva e inserção internacional da siderurgia brasileira**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia e Administração. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

PINHO, M.; LOPES. A.L. Dinamica tecnológica e internacionalização na siderrurgia: oportunidades para a indústria brasileira. In: FURTADO. J. (org) **Globalização das cadeias produtivas do Brasil**. São Carlos; EdUFSCar, 2003. P.85-146.

PORTER, M.E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

PORTER, M.E. **Competition in Global industries**. Boston: Harvard Business Press, 1990.

POSSAS, M.L. **Estruturas de Mercado em Oligopólio**. São Paulo: Hucitec, 1985.

POSSAS, S. **Concorrência e Competitividade: Notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista**, São Paulo: Hucitec, 1999.

RICHARDSON, P.K. **Steel Price determination in the European Community**, 1998.

SBICCA, A.; FERNANDES, A.L. A racionalidade em Simon e a firma evolucionária de Nelson e Winter: Uma visão sistêmica. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Natal, 2005. **Anais**, Natal, 2006

SILVA, A.L.G. **Concorrência sob condições oligopolísticas**. Instituto de Economia. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia e Administração. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SCHUMPETER, J.A.. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SYLOS-LABINI, P.S. **Oligopólio e Progresso Técnico**. Série Os Economistas. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1984.

STEEL ON THE NET. Steel making costs. Disponível em http://www.steelonthenet.com/commodity_prices.html. Acesso em 2010, nov, 18.

STEEL MARKET UPDATE. Steel Prices. Disponível em: <http://www.steelmarketupdate.com>. Acesso em 2010, Nov, 22.

STENIDNL, J. Maturidade e Estagnação no Capitalismo Americano. Série Os Economistas. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1983.

WESSIE, J. **Regression analysis with multiplicative heteroscedasticity**. STATA TECHNICAL BULLETIN. n.42, 1998 Disponível em <http://www.stata.com/products/stb/journals/stb42.pdf>. Acesso em: 2011, jun, 05.

VARIAN, H.R. **Microeconomia: Princípios Básicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

WOOLDRIDGE, J.M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. England: Mit Pres.

ANEXOS

Anexo 3.1 – Produção Mundial de Aço Bruto por processo de Aciaria (2000 – 2008)

Ano	Processo de Aciaria			Processo de Aciaria		
	LD/BOF (%)	EAF (%)	OH (%)	LD/BOF (10 ⁶ t)	EAF - (10 ⁶ t)	OH - (10 ⁶ t)
2000	61,6	33,9	4,3	522,68	287,39	36,75
2001	62,2	33,5	4,1	529,06	285,11	35,20
2002	62,5	33,7	3,7	564,77	304,89	33,36
2003	63	33,5	3,4	611,24	324,44	33,15
2004	63	33	3,2	674,73	353,07	34,05
2005	65,4	31,9	2,8	747,78	365,14	32,01
2006	65,7	31,6	2,6	819,51	395,36	33,04
2007	66,9	30,8	2,4	900,65	416,60	32,98
2008	67,2	30,7	2,2	891,65	407,02	28,77

Fonte: WorldSteel Association - Steel Statistics 2009 (2010)

Anexo 3.2 - Produção de Aço Bruto por região (10⁶ t) 2000 – 2009

	Europa	C.E.I	América do Norte	América do Sul	África	Oriente Médio	Ásia	Oceania	Mundo
2000	210,4	98,5	135,4	39,1	13,8	10,8	333,1	7,8	849,9
2001	205,1	99,7	119,9	37,4	14,9	11,7	354,5	7,9	851,1
2002	207,5	101,2	122,9	40,9	15,8	12,5	395	8,3	904,2
2003	213,8	106,5	126,2	43	16,3	13,4	442,3	8,4	969,9
2004	226,5	113,4	134	45,7	16,7	14,3	512,5	8,3	1.071,50
2005	220,6	113,2	127,6	45,3	18	15,3	595,5	8,6	1.144,10
2006	235,2	119,9	131,8	45,3	18,8	15,4	672,3	8,7	1.247,30
2007	240,3	124,2	132,6	45,2	18,8	16,5	756,9	8,8	1.346,20
2008	229,8	114,3	124,5	47,4	17,1	16,6	771	8,4	1.329,10

Fonte: WorldSteel Association - Steel Statistics 2009 (2010)

Anexo 3.3 Produção de Aço Bruto por país (10⁶ t) 2000 – 2009

	China	Japão	Rússia	Estados Unidos	Índia	Coréia do Sul	Alemanha	Ucrânia	Brasil	Itália	Mundo
2000	128,5	106,4	59,1	101,8	26,9	43,1	46,4	31,8	27,9	26,8	849,9
2001	151,6	102,9	59	90,1	27,3	43,9	44,8	33,1	26,7	26,5	851,1
2002	182,4	107,7	59,8	91,6	28,8	45,4	45	34,1	29,6	26,1	904,2
2003	222,3	110,5	61,5	93,7	31,8	46,3	44,8	36,9	31,1	27,1	969,9
2004	282,9	112,7	65,6	99,7	32,6	47,5	46,4	38,7	32,9	28,6	1.071,50
2005	353,2	112,5	66,1	94,9	45,8	47,8	44,5	38,6	31,6	29,4	1.144,10
2006	419,1	116,2	70,8	98,6	49,5	48,5	47,2	40,9	30,9	31,6	1.247,30
2007	489,3	120,2	72,4	98,1	53,5	51,5	48,6	42,8	33,8	31,6	1.346,20
2008	500,3	118,7	68,5	91,4	57,8	53,6	45,8	37,7	33,7	30,6	1.329,10

Fonte: WSA (2010)

Anexo 3.4 Produção Mundial de Carvão Mineral Coqueificável – 2000– 2009 (10⁶ t)

	China	Rússia	Estados Unidos	Índia	Alemanha	Ucrânia	Brasil
2000	123,7	51,0	54,3	22,1	18,9	27,8	0,0
2001	128,8	53,8	44,9	20,6	17,1	28,5	0,0
2002	148,8	52,3	38,8	21,8	18,0	27,5	0,1
2003	165,8	56,6	40,0	21,8	17,3	26,3	0,1
2004	225,7	61,1	44,2	22,4	16,6	26,2	0,2
2005	280,6	55,5	46,4	23,6	15,2	23,2	0,2
2006	339,0	54,0	44,6	23,7	13,1	23,1	0,1
2007	379,1	57,4	47,3	25,6	13,8	21,5	0,1
2008	385,0	54,4	57,4	25,3	10,6	19,8	0,3

Fonte: Agência Internacional de Energia (2010)

Obs: Japão, Coréia do Sul e Itália não apresentaram produção para o período analisado.

Anexo 3.5 Consumo Aparente de Aço Bruto 2000-2008

	China	Japão	Rússia	Estados Unidos	Índia	Coréia do Sul	Alemanha	Ucrânia	Brasil	Itália
2000	124,3	76,1	24,4	114,7	25,1	38,5	37,0	4,9	15,8	30,5
2001	153,6	73,2	26,9	103,8	26,3	38,3	35,6	5,8	16,7	30,4
2002	191,3	71,7	24,9	107,3	30,7	43,7	31,6	5,5	16,5	29,5
2003	240,5	73,4	25,3	100,8	33,1	45,4	31,9	6,4	16,0	31,8
2004	275,8	76,8	26,3	117,4	35,3	47,2	36,3	5,8	18,3	33,2
2005	340,2	76,7	29,3	105,4	39,9	47,1	35,3	5,6	16,8	31,6
2006	369,8	77,3	34,9	119,6	45,6	50,2	39,2	6,7	18,5	36,6
2007	413,7	79,6	40,4	108,0	49,5	55,2	42,7	8,3	22,1	36,6
2008	425,7	76,4	35,4	97,5	52,6	58,6	41,5	6,9	24,0	34,3

Fonte: WSA - Steel Statistical Yearbook 2009

Anexo 3.6 Consumo Aparente *Per Capita* de Aço Bruto 2000-2008

	China	Japão	Rússia	Estados Unidos	Índia	Coréia do Sul	Alemanha	Ucrânia	Brasil	Itália
2000	108,8	628,1	200,5	472,6	30,0	854,0	512,1	20,6	99,3	562,8
2001	133,6	592,3	218,2	401,3	30,5	841,5	485,4	23,5	103,4	561,4
2002	160,2	578,7	201,6	411,0	32,8	957,1	460,4	25,9	108,4	547,6
2003	200,2	599,9	201,4	364,5	32,3	996,7	461,7	29,6	96,4	579,7
2004	221,2	631,5	220,7	422,8	36,5	1026,0	470,0	33,2	109,1	599,7
2005	277,1	650,0	245,7	383,4	39,5	1020,7	468,3	32,6	98,8	574,1
2006	299,4	653,3	292,2	430,8	44,3	1084,9	511,5	40,6	107,5	666,2
2007	333,0	673,3	332,1	378,5	49,4	1189,7	559,0	51,4	126,6	661,2
2008	340,5	653,6	289,9	336,9	47,0	1263,2	542,3	51,9	135,8	601,4

Fonte: WSA - Steel Statistical Yearbook 2009