

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS, ESTRATÉGIAS E
DESENVOLVIMENTO – IE / PPED

PEDRO PAULO DIAS MESQUITA

INOVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE RENDA DA PRODUÇÃO DE AÇO BRASILEIRA
NO SÉCULO 21

RIO DE JANEIRO
2017

PEDRO PAULO DIAS MESQUITA

INOVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE RENDA DA PRODUÇÃO DE AÇO BRASILEIRA
NO SÉCULO 21

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre

RIO DE JANEIRO
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

M578 Mesquita, Pedro Paulo Dias
Inovação e distribuição de renda da produção de aço brasileira no século 21 /
Pedro Paulo Dias Mesquita. - 2017.
102 p . ; 31 cm.

Orientador: Paulo Bastos Tigre.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2017.

Bibliografia: p. 98 – 102.

1. Distribuição de renda. 2. Inovação. 3. Relações intersetoriais. I. Tigre, Paulo Bastos, orient. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. III. Título.

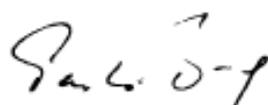
CDD 339.2

PEDRO PAULO DIAS MESQUITA

INOVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE RENDA DA PRODUÇÃO DE AÇO BRASILEIRA
NO SÉCULO 21

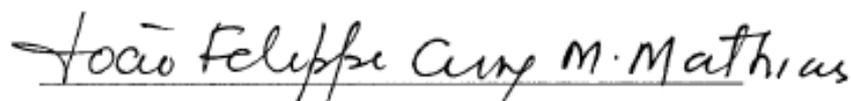
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Aprovada por:



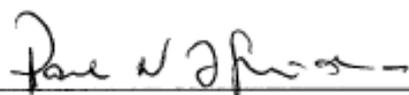
Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre

Universidade Federal do Rio de Janeiro – PPED/UFRJ



Prof. Dr. João Felipe Cury Marinho Mathias

Universidade Federal do Rio de Janeiro – PPED/UFRJ



Prof. Dr. Paulo N. Figueiredo

Fundação Getúlio Vargas – EBAPE/FGV

RIO DE JANEIRO
2017

“Tudo quanto te vier à mão para fazer, faze-o conforme as tuas forças,
porque na sepultura, para onde tu vais, não há obra nem projeto, nem
conhecimento, nem sabedoria alguma”

Salomão (Eclesiastes 9:10)

“Mas, quando fizeres convite, chama os pobres, aleijados, mancos e
cegos”

Jesus Cristo (Lucas 14:13)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me permitido cursar esse programa de mestrado, porque Ele é o autor da minha vida e da minha história.

À minha família e amigos pelo apoio e compreensão desde o início de minha caminhada nesse programa.

Ao meu orientador, Professor Paulo Bastos Tigre, por emprestar sua reconhecida experiência e pela compreensão ao longo de todo o curso do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Glauco Arbix pelo incentivo e inspiração durante o tempo que pudemos trabalhar juntos no objetivo de elaborar e executar políticas públicas com foco no desenvolvimento tecnológico e econômico do Brasil.

Aos meus superiores hierárquicos e amigos do BNDES, que me apoiaram e concederam as condições necessárias para a conclusão desse programa.

Ao corpo docente do PPED pela dedicação e seriedade para tornar possível a realização de um programa tão rico.

Aos colegas do PPED que me acompanharam ao longo do programa, em especial à amiga Renata Monteiro pela inspiração e apoio ao longo das etapas vencidas.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram e contribuem para a construção de instituições públicas dedicadas a políticas públicas e estratégias voltadas ao desenvolvimento da nossa nação, e que são plenamente capazes de exercer seu papel junto à sociedade brasileira, como é o caso do Instituto de Economia/UFRJ e do BNDES. Em tempos em que o respeito pelas instituições e pela sociedade brasileira parece colocado em segundo ou terceiro plano pela classe política no poder, aqueles que acreditam numa nação inclusiva capaz de prover liberdades e melhores condições de vida a todos os brasileiros devemos renovar nossas forças em defesa dessas instituições e das capacidades nacionais.

RESUMO

MESQUITA, P. P. D. (2017). Inovação e distribuição de renda da produção de aço brasileira no século 21. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED). Instituto de Economia (IE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro: Agosto de 2017.

O desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias do século 21 e maior transversalidade dessas tecnologias, consideradas por muitos a base de uma nova revolução industrial, têm elevado o conteúdo tecnológico de setores produtivos tradicionais. Essa nova onda tecnológica conjugada ao cenário de globalização e maior competição global e à pressão por maior sustentabilidade ambiental tende a promover transformações significativas na atividade de produção de aço, fortemente afetada por esses vetores de mudança. Este trabalho tem por objetivo central analisar o impacto da evolução do processo de inovação sobre a organização e distribuição da renda da siderurgia no Brasil, no século 21, e apresentar perspectivas para evolução futura. A hipótese vislumbrada para o setor é de incorporação de cada vez mais conhecimento e tecnologia aos produtos e processos de produção e, conseqüente, transferência de renda auferida pela produção do aço no Brasil para setores mais dinâmicos de países mais avançados, associados ao desenvolvimento e difusão de tecnologias e soluções industriais, com efeito negativo sobre a distribuição da renda direta da produção de aço entre capital e trabalho.

Palavras-chave: siderurgia, serviços de transferência de tecnologia, servitização, manufatura avançada, inovação, transformação tecnológica, relações intersetoriais, distribuição de renda.

ABSTRACT

MESQUITA, P. P. D. (2017). Inovação e distribuição de renda da produção de aço brasileira no século 21. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED). Instituto de Economia (IE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro: Agosto de 2017.

The development and diffusion of 21st century technologies, more pervasive and considered by many to be the basis of a new industrial revolution, have raised the technological content of traditional productive sectors. This new technological wave combined with the deepening globalization, global competition and pressure for environmental sustainability tends to promote significant transformations in steel production, on the target of these vectors of change. This paper aims to analyze the impact of the evolution of the innovation process on the organization and distribution of steel income in Brazil in the 21st century, and present perspectives for the future. The hypothesis envisaged for the sector is the incorporation of more and more knowledge and technology to the products and production processes and, consequently, the transfer of income earned by steel production in Brazil to more dynamic sectors of advanced nations, general associated to the development and diffusion of industrial technologies and solutions, and with negative impact over the distribution between labor and capital of steel direct income.

Keywords: steel industry, technology transfer services, servitization, advanced manufacturing, innovation, technological transformation, intersectoral relations, income distribution.

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1: Produção mundial de aço entre os principais países, em 2015.	15
Figura 2: Dispêndios com Atividades de P&D, conhecimento, software e treinamento.	48
Figura 3: Dispêndios com atividades diretamente relacionadas a adições e modernizações de capacidade produtiva.	48
Figura 4: Dispêndios com atividades internas de P&D contínuas.....	49
Figura 5: Composição de investimentos em siderúrgicas brasileiras de 2000 a 2016.	54
Figura 6: patentes publicadas no mundo sobre siderurgia (CIP C21), por país de publicação.	59
Figura 7: patentes publicadas no mundo sobre siderurgia (CIP C21) em 2016, por país de publicação.	60
Figura 8: patentes internacionais de tecnologias no CIP C21 dos principais requerentes.	61
Figura 9: patentes publicadas no mundo em pré-tratamento de minérios ou sucata, CIP C22B 1/00.	63
Figura 10: patentes publicadas no mundo em ligas de aço, CIP C22C 38/00.....	64
Figura 11: Contratos e atos de transferência de tecnologia para produção de aço.....	69
Figura 12: Distribuição funcional da atividade “Fabricação de aço e derivados”.....	85
Figura 13: Valores destinados à depreciação, pessoal e juros pela USIMINAS (R\$ milhões)	91

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Penetração das importações chinesas de ferro fundido, ferro e aço no Brasil.....	16
Tabela 2: Dispêndios com atividades inovativas das indústrias de “produtos siderúrgicos” ...	47
Tabela 3: Dispêndios acumulados entre atividades internas de P&D, e aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento.....	50
Tabela 4: Pessoal ocupado em atividades internas de P&D.....	51
Tabela 5: Relações de cooperação das empresas inovadoras na indústria de produtos siderúrgicos.....	52
Tabela 6: Composição de investimentos em siderúrgicas brasileiras de 2000 a 2016.....	56
Tabela 7: Participação média de equipamentos nacionais e importados nos investimentos....	56
Tabela 8: patentes internacionais de tecnologias no CIP C21 dos principais requerentes.....	62
Tabela 9: Serviços de assistência técnica e fornecimento de tecnologias para produção de aço em 2010 e 2015.	71
Tabela 10: principais países fornecedores de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2010 e 2015.	72
Tabela 11: Principais empresas estrangeiras fornecedoras de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2010.....	72
Tabela 12: Principais empresas estrangeiras fornecedoras de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2015.....	73
Tabela 13: Coeficientes técnicos de insumos da produção do aço.....	79
Tabela 14: Principais componentes da FBKF.	80
Tabela 15: Demanda total por máquinas e equipamentos nacionais e importados.	81
Tabela 16: Demanda total por serviços de informação e outros serviços prestados nacionais e importados.	81
Tabela 17: Investimentos na siderurgia e importação de bens de capital para metalurgia.....	82
Tabela 18: multiplicador setorial e distribuição funcional da renda direta e indireta da produção de aço.	84
Tabela 19: Participação da siderurgia na renda total gerada pela produção de aço.	84
Tabela 20: Valor da produção e consumo intermediário da fabricação de aço.....	86
Tabela 21: Distribuição funcional da renda da fabricação de aço.....	87
Tabela 22: Pessoal ocupado e remuneração média na siderurgia.....	88
Tabela 23: Demonstração de Valor Adicionado da USIMINAS (R\$ milhões).	90
Tabela 24: Demonstração de Valor Adicionado da CSN (R\$ milhões).....	93

LISTA DAS SIGLAS E ABREVIATURAS

Alice Web: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior
BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CIP: Classificação Internacional de Patentes
COP 21: Conference of Parties, in Paris, 2015
EOB: Excedente Operacional Bruto
FBKF: Formação Bruta de Capital Fixo
FGV: Fundação Getúlio Vargas
GEE: Gases de Efeito Estufa
IABR: Instituto Aço Brasil
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPI: Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPA: Índice de Preços ao Produtor Amplo
IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
KIBS: Knowledge-Intensive Business Services
MCTIC: Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
MDIC: Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio
NNMI: National Network for Manufacturing Innovation
NSF: National Science Foundation
OMPI: Organização Mundial de Propriedade Intelectual
PCT: Patent Cooperation Treaty
PINTEC: Pesquisa de Inovação
PSS: Product-Service System
RAIS: Relação Anual de Informações Sociais
SCN: Sistema de Contas Nacionais
SMLC: Smart Manufacturing Leadership Coalition
UNEP: United Nations Environment Programme
VBR: Visão Baseada em Recursos
WSA: World Steel Association

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Contextualização e Formulação do problema	13
1.2. Objetivos.....	21
1.3. Justificativa.....	21
1.4. Metodologia.....	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.1. Inovação e Transformação industrial	26
2.2. Vantagem competitiva e Capacidades dinâmicas.....	30
2.3. Inovação via servitização e integração produto-serviço.....	36
2.4. Relações Intersetoriais e Distribuição Funcional da Renda	40
3. INOVAÇÃO NA SIDERURGIA BRASILEIRA NO SÉC 21.....	43
3.1. Evolução do esforço para inovar	46
3.1.1. Dispendios em atividades inovativas	46
3.1.2. Pessoal ocupado em P&D.....	50
3.1.3. Cooperação em projetos de inovação	52
3.2. Composição de capital e tecnológica nas plantas siderúrgicas brasileiras	54
3.3. Distribuição e concentração tecnológica	57
3.4. Inovação via aquisição de serviços e tecnologia externa	65
4. DISTRIBUIÇÃO SETORIAL E FUNCIONAL DA RENDA DO AÇO.....	76
4.1. Fluxo e distribuição setorial da renda do aço	77
4.2. Distribuição funcional da renda do aço	82
4.2.1. Multiplicador setorial e a distribuição funcional da renda do aço e sua cadeia de fornecimento.....	83
4.2.2. Distribuição funcional da renda da atividade de “Fabricação de aço e derivados” ...	84
4.2.3. Pessoal ocupado na Siderurgia.....	87
4.2.4. Distribuição do valor adicionado de siderúrgicas brasileiras	88
5. CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS	99

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e Formulação do problema

O avanço e a difusão do paradigma das tecnologias da informação promoveram o crescimento acelerado de setores intensivos em informação e conhecimento e exige das instituições o desenvolvimento de formatos e estratégias cada vez mais intensivas e dependentes de informação e conhecimento. Esse paradigma impõe às empresas e organizações a urgência de desenvolverem comportamentos e estratégias que às tornem capazes de criar, aprimorar e proteger recursos determinantes para a manutenção e construção de vantagens competitivas.

Em meio ao ambiente cada vez mais dinâmico de competição em diversos mercados, a inovação amplia sua relevância na estratégia das empresas e algumas têm se mostrado capazes de observar, aprender e aproveitar as novas oportunidades advindas desse dinamismo e, assim, se manterem competitivas em seus mercados. Em alguns casos o caminho da inovação e busca por competitividade passa pelo avanço sobre atividades ao longo da cadeia produtiva a qual se inserem, a exemplo de movimentos de verticalização observados nas cadeias do aço e materiais de alto desempenho.

Segundo Teece (2007), em ambientes de negócios de rápidas mudanças, abertos à competição internacional e onde as fontes ou recursos de inovação e produção estão dispersos entre diversas regiões e organizações, vantagem competitiva sustentável requer mais do que dispor de recursos heterogêneos, internos à firma. A sustentabilidade de longo prazo nesse tipo de ambiente requer também capacidades dinâmicas únicas e difíceis de replicar. Trata-se de capacidades para continuamente criar, estender, aprimorar, proteger e manter a relevância ou a geração de valor de seu conjunto único de ativos.

A criação e difusão de novas tecnologias do século 21 e maior transversalidade dessas tecnologias têm elevado o conteúdo tecnológico de setores considerados tradicionais e em geral menos intensivos em tecnologia. Junto a um ambiente de maior competição global por mercados e pressão por desenvolvimento sustentável, alguns setores tradicionais deverão enfrentar profundas transformações em seus mercados e organização produtiva. A inovação contínua passa a ser um imperativo também nesses setores, que deverão vivenciar mais

fortemente a instabilidade, segundo as correntes Marxista e Schumpeteriana, inerente ao sistema capitalista no qual se inserem.

O setor de metais é um desses setores, fortemente afetado pelos principais vetores de mudança a impactar as estruturas de produção mundiais nas primeiras décadas deste século. Destaque neste setor, a cadeia de produção do aço enfrenta nos últimos anos uma das maiores crises de sua história, segundo representantes da indústria siderúrgica.

O mundo tem observado o acirramento da competição global entre empresas e países no período atual, pós crise financeira 2007-2008, que pode ser caracterizado por um desequilíbrio econômico global, derivado principalmente do aprofundamento do processo de globalização, com unificação de mercados e fontes de recursos, e da interrupção do ciclo de aprofundamento do déficit comercial dos EUA. Um cenário marcado pela perpetuação de taxas reduzidas de crescimento do produto mundial, e pela participação global e determinação chinesa em manter taxas elevadas de crescimento de seu produto.

Esse movimento tem impactado fortemente os mercados tradicionais produtores de commodities. Tais mercados vivem uma situação de sobreoferta da produção mundial, tendo observado quedas drásticas de preços. Os preços nominais em US\$ de produtos siderúrgicos caíram em média 36% nos últimos 5 anos e a demanda por aço enfrentou uma brusca inflexão de sua trajetória de forte crescimento para redução.

Sobreoferta, redução dos preços de mercado, queda das margens de retorno e maior competição no mercado externo caracterizam a conjuntura atual enfrentada pelas empresas na cadeia de produção de aço.

Os últimos anos foram marcados por um período de intensa elevação da capacidade produtiva nesses setores, diante dos movimentos de crescimento persistente da economia chinesa e da sua demanda por metais ferrosos e não ferrosos e, conseqüentemente, minerais utilizados para produção desses diversos metais. Esse comportamento é bem observado no mercado de aço e no mercado de minério de ferro, principal insumo do aço.

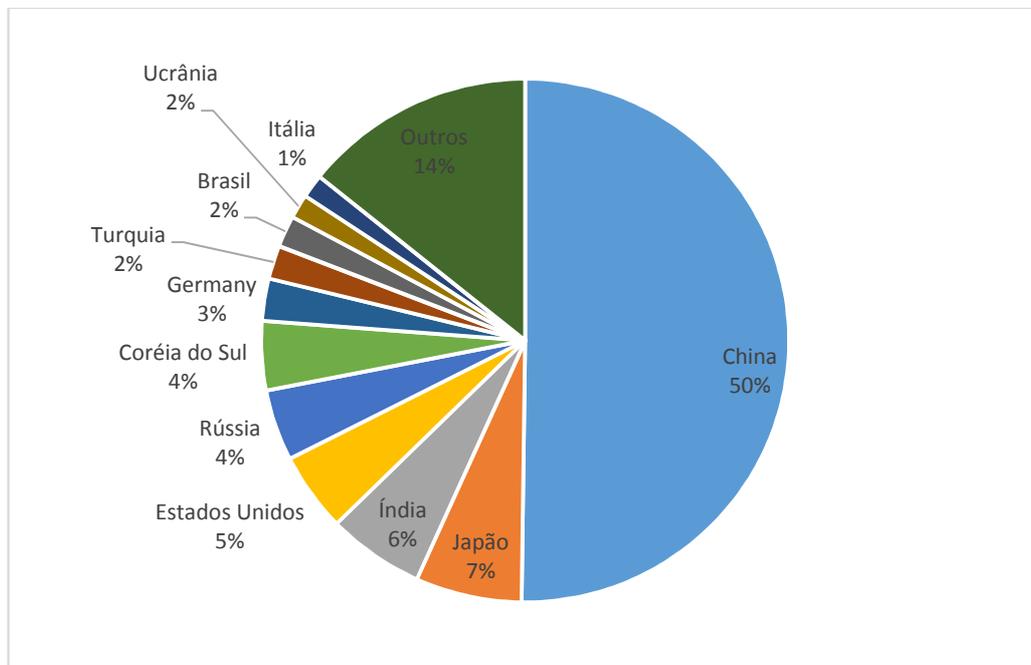
A grande elevação da demanda de aço observada de 2000 a 2007 (crescimento médio de 7,3% a.a.) foi responsável por um conjunto de investimentos em novos empreendimentos que entraram em produção nos anos recentes, notadamente marcados pela desaceleração da demanda chinesa e mundial. Os anos de 2014 e 2015 são particularmente marcados por uma mudança do cenário previsto de desaceleração gradual para uma retração mais expressiva da demanda e produção mundial de aço. Esse cenário não esperado pelos especialistas de

mercado, conjugado à maturação de grandes projetos de adição de capacidade, tem sido desastroso para o equilíbrio desses mercados, os quais amargaram quedas das margens de rentabilidade dos agentes.

Segundo dados do Instituto Aço Brasil (IABR), o excesso de capacidade mundial de produção de aço em 2015 chegou a cerca de 700 milhões de toneladas (30% da capacidade total mundial), enquanto os preços amargaram os valores mais baixos dos últimos 10 anos.

A China é o maior produtor e consumidor de aço do mundo e responde por cerca de 50% da produção e do consumo atual, como pode-se observar nos dados divulgados pela *World Steel Association (WSA)*.

Figura 1: Produção mundial de aço entre os principais países, em 2015.



Fonte: elaboração própria, com base nos dados da *World Steel Association – WSA*.

Essa elevada participação torna o comportamento da economia chinesa o principal determinante do desempenho mundial do mercado de aço. A estabilização das taxas de crescimento chinesas em patamares inferiores ao observado na década anterior bem como a interrupção do ciclo de crescimento da taxa de formação bruta de capital fixo (FBKF) em relação ao produto interno bruto (PIB), observados a partir de dados do Banco Mundial, têm impactado negativamente os preços do aço no comércio mundial.

Além do efeito de redução brusca do consumo mundial, a China se tornou exportadora líquida em alguns mercados, o que impõe um enorme desafio para as empresas produtoras dos demais países competirem no mercado internacional. Nesse sentido, o mercado mundial de aço observa uma elevação da penetração das importações chinesas em diversos países, com impacto direto sobre os preços domésticos e margens de retorno.

A estabilização da taxa de formação bruta de capital fixo na China parece ampliar o apetite dos produtores chineses por mercados internacionais e elevar a competição em produtos acabados, resultantes de etapas mais avançadas na cadeia produtiva. Tendência refletida na elevação do saldo da balança comercial chinesa em 2014 e 2015, segundo dados do Banco Mundial, e no aumento da participação das importações de produtos de ferro fundido, ferro e aço, máquinas e equipamentos mecânicos, e máquinas e aparelhos elétricos de origem chinesa nas importações totais brasileiras a partir de 2010.

Tabela 1: Penetração das importações chinesas de ferro fundido, ferro e aço no Brasil.

Importações		2010	2011	2012	2013	2014	2015
China	US\$ FOB milhões	1.204,88	957,29	807,06	978,06	1.388,24	935,54
	Peso (ton)	1.548.218	1.019.343	902.307	1.230.474	1.867.960	1.421.076
Total	US\$ FOB milhões	4.721,82	3.953,37	3.677,57	3.248,35	3.384,65	2.475,95
	Peso (ton)	5.372.056	3.489.035	3.413.180	3.284.808	3.607.168	2.881.980
Tx. Penetração (Valor)		26%	24%	22%	30%	41%	38%
Tx. Penetração (Peso)		29%	29%	26%	37%	52%	49%

Fonte: elaboração própria, com base em dados do Aliceweb, MDIC.

As produtoras chinesas de aço operaram o ano de 2014 com margens de retorno negativas, ao passo que houve aumento da produção de aço no mesmo período. Isso aponta para uma lógica de operação que pode estar baseada em baixos preços de commodities tradicionais utilizadas como insumos em diversas cadeias industriais, com o objetivo de prover maior competitividade a produtos de maior complexidade tecnológica nos mercados internacionais.

A competição das indústrias chinesas em produtos de maior complexidade tecnológica impõe um desafio às empresas líderes mundiais por inovação, aumento de qualidade e redução de custos.

Além da pressão derivada da competição internacional, o setor também é afetado diretamente pela agenda de promoção de desenvolvimento sustentável e a criação e difusão de um conjunto de novas tecnologias capazes de transformar as atividades de desenvolvimento e produção em setores tradicionais.

A metalurgia, cuja principal atividade é a produção de aço, com elevado impacto ambiental, é um dos setores mais intensivos em energia e emissões de gases de efeito estufa (GEE), além de grande consumidor de água, sendo alvo direto das ações de preservação do clima em todo o mundo. De acordo com dados do balanço energético nacional de 2015 (ano-base 2014), a metalurgia respondeu por 27,9% do consumo industrial de energia. O setor emitiu 46,6% da emissão total do setor processos industriais em 2012 – dados de estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil (MCTI, 2014). Considerando as emissões brasileiras totais, o setor respondeu por cerca de 3,3%.

Os resultados e compromissos firmados na conferência do clima realizada em 2015 em Paris (COP 21) fortalecem a agenda de promoção do desenvolvimento sustentável e demonstram a realidade de uma agenda contínua impositiva quanto à adoção de tecnologias mais sustentáveis. A COP 21 foi marcada por um compromisso mais forte dos países com a redução das emissões nos próximos cinco anos, com o objetivo de alcançar os resultados esperados de longo prazo para a segunda metade do século.

As tecnologias do século 21 representam oportunidades e desafios para os agentes industriais quanto a incorporação e desenvolvimento de inovações capazes de promover maior competitividade e sustentabilidade de seus processos industriais. Por fim, a coevolução dessas tecnologias, poderá promover também uma redução de escalas mínimas de produção de bens industriais e contribui para um ritmo de inovações e mudanças maior sobre o setor.

No cenário atual de difusão das tecnologias de big data, internet das coisas, manufatura aditiva e novos materiais, uma série de esforços tem sido empregados no desenvolvimento e inovação de sistemas e processos mais eficientes de produção. Esses esforços são bem representados pelos conceitos alemão e norte americano de “*Industrie 4.0*” e “*Smart Manufacturing*”, respectivamente.

A chamada Indústria 4.0 faz referência ao que seria uma quarta revolução industrial, baseada principalmente na digitalização e interconectividade dos sistemas e elos das cadeias de desenvolvimento e produção. Trata-se de conceito derivado dos esforços de

desenvolvimento relacionados à manufatura avançada, mas que pretende abranger outros segmentos, como serviços e cidades inteligentes.

Semelhantemente, os esforços norte americanos para desenvolvimento da chamada manufatura inteligente envolvem maior aprofundamento e transversalidade da aplicação de tecnologias de informação e comunicação para promoção de maior interconectividade nas diversas etapas de produção e fornecimento. O objetivo é desenvolver mecanismos que permitam um controle ótimo integrado dos diversos processos, parâmetros e insumos ao longo das cadeias de produção. Esses esforços contam com recursos do orçamento público federal da *National Science Foundation (NSF)* e estão parcialmente concentrados em instituições voltadas especificamente para a inovação em processos de produção, a exemplo das instituições suportadas pela *National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)* e da *Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)*, organização sem fim lucrativo, que engloba indústrias, fornecedores, empresas de tecnologia, universidades, entes de governo e laboratórios, voltados para a adoção e difusão de sistemas de manufatura inteligente.

As principais áreas de pesquisa envolvidas no desenvolvimento da manufatura avançada são sensores e monitoramento, incluindo novos métodos de mensuração de dados, análise de processos em tempo real e integração com tecnologias de controle; sistemas de controle e automação, envolvendo a integração rápida entre os diversos mecanismos de produção e negócios, e modelos de simulação; sistemas digitais para simulação e visualização 3D, capazes de permitir design de produto e definição de métodos de produção simultaneamente; além de plataformas digitais, padrões e protocolos de comunicação para suporte a esse fluxo e integração de dados e sistemas digitais e reais.

A busca de oportunidades de adoção desses conceitos e tecnologias é parte dos esforços de desenvolvimento observados e a atividade siderúrgica apresenta oportunidades para a aplicação e ganhos de produtividade, principalmente considerados também a necessidade de redução de riscos e impactos ambientais.

Segundo Malerba (2002), mudanças na base de conhecimento de atividades de inovação tendem a requerer novas competências e promover desestabilização da organização industrial, com emergência de novas empresas e alteração na liderança. O autor afirma ainda que mudanças de demanda, usuários e aplicações seriam um outro importante fator indutor de

mudanças no sistema setorial, podendo favorecer a entrada de novas firmas em detrimento de firmas já estabelecidas.

O aumento do ritmo de inovações e incorporação de novos processos e tecnologias pelo setor é uma realidade, bem como o aumento da interação entre fornecedores, produtores e usuários que compõem um sistema setorial de produção e inovação na cadeia do aço. É possível identificar alguns casos de reorganização de atividades inseridas no desenvolvimento e produção de metais. Nesses casos, pode-se observar um aumento do fluxo de renda destinado a agentes e setores com capacidades dinâmicas, capazes de se transformar e construir vantagem competitiva sustentável.

Parte desse fluxo de renda ocorre por meio da aquisição de tecnologia externa à empresa, outrora mais concentrada na aquisição de equipamentos e que atualmente incorpora conteúdo crescente de serviços técnicos de desenvolvimento e engenharia de produtos e processos, e implantação, manutenção e mesmo operação de sistemas industriais. As principais oportunidades de inovação e construção de vantagem competitiva se concentram no desenvolvimento e incorporação de processos autônomos, com maior eficiência energética e menos emissões, bem como o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis e de melhor desempenho quanto às necessidades dos clientes produtores de bens finais.

Esse caminho da inovação compreende uma maior complexidade tecnológica que somada a exigência de elevar a eficiência operacional e o desempenho de produtos amplia o fluxo de transações entre produtores de aço de um lado e fornecedores de tecnologia do outro, elevando o volume de serviços industriais transacionados na cadeia. A complexidade dos novos sistemas de produção faz com que esses sejam desenvolvidos e comercializados por empresas que acumulam conhecimento e capacitações necessárias. Nesse sentido, segundo Bell & Figueiredo (2012), a limitação de esforços dedicados à construção de capacidades para inovar imporia aos produtores de aço brasileiros a condição de firma seguidora, com estratégia de inovação limitada à aquisição externa de tecnologias disponíveis.

Entre os principais fornecedores de tecnologia, destaca-se conjunto de empresas especializadas no desenvolvimento de sistemas e equipamentos industriais, formado tanto por empresas de engenharia, processos e equipamentos industriais quanto por tradicionais produtores de aço que seguiram uma trajetória de especialização em tecnologias voltadas para o desenvolvimento de meios de produção. Nesse sentido, além de antigos fornecedores de

equipamentos industriais como por exemplo SMS, Paul Wurth e Danieli, cabe destacar o caso do grupo alemão Thyssenkrupp, originalmente produtor de aço e que seguindo uma estratégia de desenvolvimento de mercado se especializou no desenvolvimento de máquinas e equipamentos, sistemas industriais, e tecnologia, inclusive em novos materiais. Atualmente, a produção de aço representa em torno de apenas 30% do faturamento global do grupo. O caso demonstra a capacidade dinâmica desenvolvida pela companhia para seguir as tendências de fluxo da renda gerada pelo setor.

A elevada especialização dos fornecedores de tecnologia faz com que atividades de desenvolvimento e aprimoramento predominantemente internas às empresas produtoras de aço sejam transformadas em serviços industriais prestados por empresas especializadas. Exemplo disso é a substituição da venda de equipamentos para aproveitamento de gases pela prestação de serviço de implantação e operação de planta de fornecimento de energia a partir do processamento dos gases industriais produzidos na planta siderúrgica. Além desse, também surgem serviços de desenvolvimento de materiais, em parceria com clientes produtores de bens finais, por empresas especializadas em tecnologias de informação. São empresas intensivas em conhecimento voltadas para o processamento de dados micro e macroestruturais de minerais metálicos e processos de produção de metais com o intuito de prover um rápido ciclo de desenvolvimento de materiais sob encomenda.

Oliva & Kallenberg (2003) trabalham o processo de transição de produtos para serviços, com destaque à separação entre organizações prestadoras de serviços e firmas produtoras, e deixam claro como essa separação faz com que os fornecedores de serviços incorporem também atribuição de promover vantagens operacionais para firmas produtoras.

O objeto deste estudo é a atividade de produção do aço e como a intensificação do ritmo de inovações e mudanças observadas impactam o fluxo dos rendimentos gerados pelo setor. A tendência vislumbrada para o setor, a exemplo de demais setores supostamente afetados pelos avanços em manufatura avançada, é de incorporação de cada vez mais conhecimento e tecnologia aos produtos e processos de produção, com impacto direto sobre as relações interindustriais e intensidade dos meios de produção capital e trabalho. Dessa forma, busca-se avaliar qual o potencial impacto desses movimentos sobre o fluxo dos rendimentos gerados pelo setor entre os diversos usos, que incluem salários, aquisição de insumos, bens de capital, serviços de dívida, impostos, lucros e remuneração de acionistas; e espelham relações entre

capital e trabalho, entre os diferentes setores presentes na cadeia e entre fluxos internos e externos de renda.

1.2. Objetivos

O objetivo central do presente trabalho é analisar o impacto do processo de inovação e mudanças observadas sobre a organização e distribuição da renda da siderurgia no Brasil, no século 21. Essa análise contempla o período de 2000 a 2016 e apresenta perspectivas para evolução futura.

Considerando a atuação dos três vetores de indução à inovação: acirramento da competição nos mercados internacionais, aprofundamento das ações de promoção de desenvolvimento sustentável e difusão de novas tecnologias; os objetivos específicos são:

- Analisar a evolução do processo de inovação na atividade de produção de aço, principalmente quanto aos esforços para inovar e participação externa;
- Avaliar o impacto atual e potencial de mudanças no processo de inovação sobre a distribuição setorial e funcional da renda auferida pela produção de aço.

1.3. Justificativa

O presente trabalho toma por base o maior dinamismo e cultura de inovação impostos a atividades produtivas mais tradicionais, como a mineração, metalurgia, química, metal-mecânica, entre outras; e a estratégia dos agentes em reação às mudanças observadas e esperadas na atividade de produção de aço.

A partir de uma perspectiva evolucionária, o presente estudo pretende contribuir com os trabalhos de análise de competição dinâmica, com foco na distribuição funcional da renda direta e indireta gerada pela atividade de produção de aço, foco ainda pouco explorado pela literatura. O trabalho considera, portanto, a premissa evolucionária de que as indústrias e setores, como também indicadores de renda e distribuição, são em grande parte determinados pelas estratégias de inovação e produção das empresas.

Segundo os princípios de competição dinâmica, as firmas não podem ser consideradas homogêneas e a evolução econômica de agentes e setores dependerá das estratégias de inovação e produção adotadas por esses agentes. Nesse sentido, Tigre (2006) apresenta

diferentes estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas, entre as quais: estratégia ofensiva de inovação, adotada por empresas pioneiras na introdução de inovações em busca de liderança em determinados segmentos; estratégia defensiva de inovação, adotada por empresas que esperam aprender com os erros dos pioneiros e aproveitar vantagens em áreas complementares para superar os inovadores ofensivos; ou estratégias menos inovadoras, em que não se aspira liderança ou grandes lucros. Segundo o autor, as estratégias adotadas estão relacionadas tanto ao ambiente externo quanto às capacidades dinâmicas internas às empresas.

Com o aprofundamento do processo de globalização e acirramento da competição global por mercados, as diferentes estratégias adotadas pelas empresas impactam não somente a organização industrial interna, mas também a organização da produção entre países. Nesse sentido, as empresas e países mais competitivos em determinados setores tendem a abocanhar maior parcela da renda mundial gerada por esses setores.

Esse cenário de maior competição global associado aos vetores estruturais de mudança relacionados ao desenvolvimento sustentável e difusão de novas tecnologias, tendem a promover aumento do capital e do conteúdo tecnológico aplicado ao setor produtor de aço, entre outros setores mais tradicionais. Será trabalhada a hipótese de que o aumento desse conteúdo tecnológico em geral promove a transferência de renda desse setor para atividades mais dinâmicas relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias transversais capazes de elevar a competitividade e sustentabilidade das indústrias, a exemplo das atividades de desenvolvimento de tecnologias de automação e controle, de máquinas e equipamentos, de processos industriais, e de novos materiais.

O setor siderúrgico enfrenta uma das principais crises de sua história, com redução brusca das margens de retorno nos mercados. Uma das hipóteses levantadas pelo presente estudo é que essa redução decorreria em parte da extinção de oportunidades de inovação e diferenciação no âmbito das atividades produtivas desempenhadas tradicionalmente pelas empresas do setor. Isso seria provocado pelo deslocamento dessas oportunidades para atividades desempenhadas por empresas especializadas na aplicação de novas tecnologias industriais transversais.

Nesse sentido, o presente trabalho representa uma contribuição ao estudo dos impactos decorrentes da evolução da chamada quarta revolução industrial, agenda do Fórum Econômico Mundial de 2016, compreendida como uma nova onda inovações e mudanças nos

processos de produção baseada no desenvolvimento e avanço das tecnologias de big data, internet das coisas, manufatura avançada, e novos materiais.

Até 2008, diferentemente de alguns exemplos internacionais de estratégias de diversificação seguidas pelas multinacionais Nippon, POSCO, Tata Steel, além da já citada Thyssenkrupp, as empresas brasileiras se beneficiaram de margens bastante elevadas de retorno (margem EBITDA de cerca de 30%) e não implementaram grandes mudanças em suas estratégias de atuação. A estagnação de produtores brasileiros quanto à diversificação de suas operações faz com que a crise mundial enfrentada pelo setor afete mais gravemente a sustentabilidade de suas indústrias.

No entanto, mais grave que a extinção ou necessidade de reorganização de algumas empresas via fusão ou aquisições é o impacto dessas mudanças sobre o destino da renda gerada pela atividade de produção de aço no Brasil.

Segundo Jacobs & Mazzucato (2015), os investimentos em inovação tecnológica e organizacional impulsionam o crescimento e desenvolvimento econômico, e a difusão dessas inovações produz efeito não só sobre modos de produção, mas também sobre padrões de distribuição e consumo. Esse movimento pode ocorrer de forma lenta a partir do deslocamento gradual do potencial de geração de vantagens competitivas para atividades mais dinâmicas, cada vez mais distantes de setores que originalmente desempenharam tais atividades. O deslocamento da capacidade de inovação em processos e equipamentos industriais de setores produtores tradicionais para as indústrias de máquinas e equipamentos e de tecnologias de informação e comunicação seria um exemplo desse movimento.

Assim, o presente estudo procura evidenciar que no cenário atual esse impacto seria de transferência de renda para empresas e setores mais dinâmicos de países mais avançados, com transferência do excedente operacional anteriormente gerado pela atividade siderúrgica. E, dessa forma, subsidiar a construção de políticas que permitam a construção de capacidades de inovação e produção no Brasil em atividades que deverão concentrar fluxos cada vez maiores de renda de setores tradicionais, sob o risco de abrigarmos atividades produtivas com baixo efeito distributivo e multiplicador da renda. Ao apresentar o destino da renda gerada pela atividade de produção do aço, o presente trabalho também contribui para estudos de avaliação da contribuição social das diferentes atividades de produção e comercialização presentes na economia.

A hipótese de reorganização das atividades na cadeia e realocação da renda do setor em benefício de agentes e atividades mais dinâmicos deve ser avaliada mais especificamente à luz dos estudos sobre inovação e transformação industrial, competição e capacidades dinâmicas, e relações intersetoriais e distribuição funcional da renda.

1.4. Metodologia

Além da revisão da literatura, o trabalho contempla a realização de pesquisas empíricas capazes de responder às questões levantadas e atender aos objetivos específicos do trabalho. A dissertação foi desenvolvida com base em procedimentos de métodos mistos, empregando coletas de dados associados a pesquisas qualitativas e quantitativas. A coleta dos dados foi realizada a partir de pesquisa documental.

A fim de atender aos objetivos específicos de identificar as principais mudanças decorrentes da difusão de inovações sobre os meios de desenvolvimento e produção de aço, foram coletados:

- Dados das seis edições da Pesquisa de Inovação (PINTEC), principalmente quanto o esforço para inovar e pessoal ocupação em inovação;
- Dados de composição de capital de plantas de produção de aço, a partir de projetos de implantação de usinas siderúrgicas apoiados pelo BNDES. Esses dados foram coletados a partir de quadros de usos e fontes de projetos de implantação de usinas, para estudo acerca da evolução da distribuição do capital empregado;
- Dados de escritórios de patentes no mundo e no Brasil acerca de tecnologias de processo e de produto empregadas no setor de aço, incluindo análise acerca da concentração tecnológica no setor.
- Dados dos contratos de transferência tecnológica averbados junto ao escritório de patentes brasileiro, Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); e
- Dados de empresas fornecedoras de serviços de transferência tecnológica.

Para atender ao objetivo de avaliar o impacto atual e potencial dessas mudanças sobre as relações entre setores e distribuição funcional e internacional da renda gerada pelo setor, serão avaliados:

- Dados das matrizes insumo-produto de 2000, 2005 e 2010, divulgadas pelo IBGE;

- Dados das tabelas de usos e recursos do Sistema de Contas Nacionais;
- Dados sobre pessoal e salários da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS);
- Dados de importação de bens de capital; e
- Demonstrativos de valor adicionado das siderúrgicas brasileiras listadas no Brasil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho se baseia na contribuição teórica acerca do potencial da inovação como agente transformador das atividades produtivas e orientador da dinâmica evolucionária das organizações e da economia capitalista.

Compreendendo a natureza evolutiva das atividades industriais e econômicas a partir da evolução das organizações, firmas e setores produtivos, são exploradas as teorias evolucionárias de destruição criadora; a visão baseada em recursos (VBR), especificamente quanto à construção de vantagens competitivas e capacidades dinâmicas; os conceitos de servitização e integração produto-serviço; e análise das relações entre as atividades econômicas e distribuição funcional da renda. Na busca por oportunidades produtivas e vantagens competitivas, que às confirmam margens sustentáveis de retorno, as firmas introduzem inovações e desenvolvem capacitações para manter em curso o processo de criação, difusão e absorção de novas tecnologias, com impacto sobre os fluxos de renda entre empresas, setores produtivos, setores institucionais e países. Este referencial teórico está estruturado em 4 seções. A primeira sobre o processo de transformação derivado da destruição criadora promovida pela inovação. A segunda sobre o papel das estratégias das organizações na promoção de competitividade e capacidades dinâmicas. A terceira seção apresenta os conceitos de servitização e sistema produto-serviço no âmbito das estratégias das empresas. A quarta e última seção contextualiza a relação entre inovação, relações intersetoriais e distribuição funcional da renda.

2.1. Inovação e Transformação industrial

Schumpeter afirma que o capitalismo é por natureza uma forma ou método de transformação econômica e jamais poderia ter um caráter estacionário e o impulso fundamental desse método de transformação procede da inovação, “*dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista*”. (Schumpeter, 1961).

Landes (1969) contribui para a compreensão dessa dimensão transformadora e evolucionária da economia capitalista ao considerar que, diferentemente de transformações anteriores que resultaram em novas posições de equilíbrio, a revolução industrial iniciada no século XVIII prosseguiria indefinidamente. Segundo Tigre (2006), podemos caracterizar essa

revolução pela substituição da habilidade e esforço humanos por máquinas, e pelo desenvolvimento de novas fontes de energia e de novas matérias-primas. Características que de fato se perpetuaram via sucessivos esforços de aprimoramento e inovação, e revoluções subsequentes que aprofundaram o processo de substituição de trabalho humano por máquinas, expansão da capacidade energética e multiplicação das fontes e usos de materiais.

A segunda revolução industrial, no século XIX, significou um importante espalhamento desse processo de inovação nas atividades de produção. Segundo Tigre (2006), foi quando ocorreu a difusão das ferrovias e o desenvolvimento da indústria do aço, com a superação de importantes barreiras limitadoras da escala produtiva a partir da difusão de processos e rotas de produção mais semelhantes aos atuais. Esse seria o início do processo evolucionário nesse setor.

Testemunha dessas revoluções, Marx já considerava o papel da inovação como propulsor do processo evolucionário capitalista, teoria posteriormente desenvolvida por Schumpeter. Segundo Marx, as inovações técnicas e organizacionais, a exemplo da divisão do trabalho, são a base do processo de acumulação de capital, ao passo que permitem ao capitalista auferir ganhos extraordinários derivados do domínio e uso de métodos mais eficientes de produção ou produtos diferenciados. Dessa forma, o processo de acumulação de capital deriva da aplicação desses ganhos acima dos custos de produção em equipamentos e métodos produtivos capazes de gerar maiores ganhos.

O processo evolucionário é, portanto, caracterizado pela busca por maiores lucros, no qual a inovação possui papel fundamental. Nesse sentido, Schumpeter (1961) fundamenta o processo de destruição criadora promovido pela inovação e que afeta os diversos setores de atividade econômica. Segundo o autor, as mudanças observadas nos setores produtivos constituem uma história de revoluções num mesmo processo de transformação industrial incessante que muda a estrutura econômica a partir de dentro, “*destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos*”. Apesar de definir tal processo como uma história de revoluções, considera que esse processo está sempre em curso permeado por revoluções sucedidas de períodos de absorção dos resultados dessas revoluções, formando assim os ciclos econômicos. É desse processo de destruição criadora “*que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver*”.

Portanto, para auferir lucros econômicos, as empresas devem ser capazes de se adaptar às mudanças oriundas desse processo que promove a cada período a substituição e obsolescência de produtos, serviços, equipamentos e meios de produção ou mercados inteiros, a depender do impacto das inovações e profundidade das mudanças em cada período.

Carlota Perez (2015) descreve a dinâmica de transformação econômica a partir das revoluções tecnológicas que viabilizam grandes surtos de desenvolvimento, caracterizados pelo surgimento de novas bases em infraestrutura, equipamentos de produção e bens e serviços capazes de alterar o modo de vida da sociedade. Essas revoluções desencadearam padrões de produção e consumo, e orientaram mercados e trajetórias de inovação, em geral, permitindo uma extensão de modos de vida mais desejáveis a maior parcela da população mundial.

A autora identifica cinco revoluções tecnológicas desde a revolução industrial que introduziu a mecanização da produção até a era atual das tecnologias de informação e comunicação. Os surtos de desenvolvimento derivados de cada revolução se estenderiam por cerca de meio século de difusão de tecnologias e mudanças econômicas. Cada surto pode ser dividido historicamente em dois períodos distintos: instalação e desdobramento.

O primeiro período é caracterizado por grandes turbulências associadas ao processo de destruição criadora, forte competição e exploração do vasto potencial das novas tecnologias. Ao passo que o período de instalação gera prosperidade que orienta a difusão de um novo paradigma, também envolve processo doloroso de ruptura e adaptação social à medida que leva à desmobilização de antigas ocupações e polarização entre novas e antigas indústrias, regiões e rendas. Já o segundo período sucede uma crise resultante das rápidas transformações do período anterior e é em geral marcado por um crescimento mais harmonioso e um desdobramento condicionado. As oportunidades são vistas como potenciais e podem se desdobrar de maneiras distintas a depender dos custos relativos, dinâmicas de consumo, sinergias entre fornecedores, capacidades e aprendizado.

Nesse cenário de sucessivos movimentos de transformação industrial e econômica, proposto por Marx, Schumpeter e a escola evolucionária, as organizações e as empresas capitalistas assumem papel central.

Nelson e Winter (1982) compreendem a mudança econômica a partir da evolução das organizações. Organizações que são diversas e definem rotinas próprias, executam um processo de avaliação e busca por rotinas melhores, e estão inseridas num ambiente de seleção que afeta o seu desempenho e é determinado por condições externas às firmas ou setores na qual estão inseridas, bem como pelo comportamento de outras firmas em seus setores.

Esse processo é movido pelo potencial de geração de ganhos extraordinários a partir da inovação, bem como pela concorrência corrente e potencial que as firmas capitalistas enfrentam. Segundo Cantwell (2000), a inovação depende da geração de novas capacitações, cuja operação adiciona valor ao fluxo de renda existente e então cria novos lucros e maior renda. As firmas empreendedoras desfrutariam de maiores lucros a partir da busca e exploração de novas oportunidades de geração de valor. O desenvolvimento de novos produtos e processos é resultado de construção baseada em capacitações e conquistas estabelecidas pela análise crítica de produtos e métodos emergentes, e pela busca por inovações relevantes, Cantwell (2000).

A atividade de inovação é então compreendida como uma função da firma capitalista e as mudanças industriais e econômicas decorrem, portanto, do comportamento das firmas e seus resultados em termos de desenvolvimento de inovações capazes de substituir estruturas produtivas e alterar mercados. A firma é um instrumento de inovação, resolução de problemas e aprendizado acumulado, cujo incentivo é gerar maiores lucros através da criação de novas áreas de capacitação, Penrose (1959).

Segundo Malerba (2002), mudanças na base de conhecimento de atividades de inovação tendem a requerer novas competências e promover desestabilização da organização industrial, com emergência de novas empresas e alteração na liderança. O autor afirma ainda que mudanças de demanda, usuários e aplicações seriam outros importantes fatores indutores de transformação no sistema setorial, podendo favorecer a entrada de novas firmas em detrimento de firmas já estabelecidas.

À medida que avançam as tecnologias aplicadas aos meios de produção e ao fluxo de mercadorias e informação, a globalização reduz o espaço para geração de excedente operacional e margem de retorno sustentável via vantagens competitivas estáticas, como, por exemplo, a abundância em recursos naturais. Nesse cenário, a inovação ganha cada vez mais importância na estratégia de promoção de competitividade. A inovação se baseia na criação

de capacidade tecnológica e social a partir da resolução de problemas e ações de aprendizagem, e tem se tornado ainda mais central para o desenvolvimento na era das tecnologias de informação e comunicação, Cantwell (2000).

Entre trabalhos que buscam avaliar o processo de destruição criadora a partir da relação entre inovação e difusão tecnológica, e mudanças na estrutura industrial, destaca-se Dewick (2006). O autor avalia o impacto do desenvolvimento e difusão de tecnologias transversais sobre cinco setores industriais no século XXI, e demonstra os efeitos da mudança e difusão de tecnologias ao longo do tempo sobre a estrutura produtiva e econômica, a partir de mudanças nos coeficientes de insumo-produto e relações intersetoriais das indústrias. Assim, seu trabalho contribui para a construção de estudos que consideram explicitamente os efeitos da mudança tecnológica sobre mudanças estruturais na economia.

Teixeira (1985), em seu trabalho sobre economia do aprendizado tecnológico na indústria petroquímica, ressalta a importância das estratégias de aprendizado tecnológico sobre a capacidade futura de suportar a introdução de inovações tecnológicas mais complexas e sobre o desempenho das indústrias após incorporação de novos investimentos e tecnologias. O autor também destaca a importância das relações intersetoriais e do potencial das políticas de conteúdo local para o desenvolvimento de setores relacionados, bem como para prover uma base industrial local e assim pavimentar o avanço em novas tecnologias.

2.2. Vantagem competitiva e Capacidades dinâmicas

A competição possui papel de indutor da inovação e do desequilíbrio gerado pelo processo de destruição criadora. Segundo Schilling (2005), o elevado grau de competição externa impõe às empresas a necessidade de inovar continuamente com vistas ao desenvolvimento de novos produtos e serviços. O desenvolvimento de novos produtos auxilia na proteção das margens, enquanto as inovações de processo reduzem os custos de produção. A autora destaca o papel da inovação na promoção de vantagem competitiva ao afirmar que mais de um terço do faturamento de empresas em diversos setores decorrem de produtos desenvolvidos nos últimos cinco anos.

Rothwell (1992) aponta a importância crescente das estratégias tecnológicas para a sustentação de vantagem competitiva e sobrevivência de longo prazo. Determinante central do desempenho das empresas em mercados competitivos, segundo Porter (1991), vantagem

competitiva pode ser compreendida como a capacidade das empresas de criar valor para seus clientes e compradores, acima de seus custos de criação desse valor. Nesse sentido, a vantagem competitiva pode ser expressa basicamente em termos de custos mais baixos ou diferenciação, e resulta na criação e manutenção de desempenho superior no mercado.

Uma visão mais dinâmica de vantagem competitiva, para além dos determinantes de desempenho superior das firmas em dado período de tempo, compreende a sustentação de rendimentos supranormais. No contexto teórico da VBR, a vantagem competitiva e a decorrente sustentação de rendimentos supranormais advêm do conjunto de recursos e capacidades superiores que as empresas dispõem. Portanto, a sustentabilidade da vantagem competitiva das empresas depende de condições que permitam o desenvolvimento e manutenção de recursos superiores num número reduzido de competidores em determinado mercado.

Segundo Peteraf (1993), o conjunto de recursos e capacidades de que as firmas dispõem são heterogêneos. Fatores de produção têm diferentes níveis de eficiência e firmas com recursos superiores recebem rendimentos supranormais (ou lucros extraordinários). A autora desenvolve um modelo de vantagem competitiva baseada em recursos, segundo o qual a vantagem competitiva sustentável, que determina o desempenho das firmas no longo prazo, depende de quatro pilares:

- Heterogeneidade dos recursos – permite a geração de lucros extraordinários derivados da detenção de recursos superiores;
- Limites *ex post* para competição – recursos não comercializáveis, desenvolvidos e acumulados na firma, difíceis de reproduzir ou substituir;
- Mobilidade imperfeita dos recursos – que permitam que os fatores de geração de valor permaneçam internos à firma;
- Limites *ex ante* para competição por recursos – que impeçam elevação dos custos dos recursos e a transferência do valor criado.

O modelo de vantagem competitiva baseada em recursos resulta de um esforço de compilação das principais contribuições sobre o tema e é um importante trabalho para orientação estratégica das empresas quanto a decisões voltadas para a aquisição ou desenvolvimento de recursos capazes de promover vantagem competitiva sustentável. Dessa

forma, trata-se de relevante contribuição tanto para a orientação de decisões relacionadas a unidades de negócios individuais quanto para decisões de entrada e saída em novos negócios.

A capacidade de identificar e absorver ou desenvolver recursos com as características apresentadas acima está relacionada ao conceito de capacidades dinâmicas. Nesse sentido, o próprio modelo de vantagem competitiva baseado em recursos e a competência para avaliar recursos sob sua ótica integraria o conjunto de capacidades dinâmicas das empresas.

Segundo Teece (2007), em ambientes de negócios de rápidas mudanças, abertos à competição internacional e onde as fontes ou recursos de inovação e produção estão dispersos entre diversas regiões e organizações, vantagem competitiva sustentável requer mais do que dispor de recursos heterogêneos, internos à firma e difíceis de replicar, como preconizado pelo modelo baseado em recursos. “*It also requires unique and difficult-to-replicate dynamic capabilities.*” (Teece, 2007, p. 1319). Trata-se de capacidades para continuamente criar, estender, aprimorar, proteger e manter a relevância ou a geração de valor de seu conjunto único de ativos.

As capacidades dinâmicas podem ser analisadas de forma segregada entre: capacidade para perceber e moldar oportunidades e ameaças, capacidade para aproveitar oportunidades, e capacidade para manter competitividade através da evolução, combinação, proteção e mesmo reconfiguração de seus ativos intangíveis e tangíveis.

Enquanto o modelo de vantagem competitiva baseado em recursos busca definir condições para que determinada vantagem possa existir e permanecer de forma sustentável, a análise de capacidades dinâmicas procura explicar as fontes de vantagem competitiva ao longo do tempo.

Num contexto de acirramento da competição global, possuir capacidades dinâmicas é essencial para a manutenção da rentabilidade das empresas num número cada vez maior de setores expostos ao comércio internacional e a rápidas mudanças. Nesse ambiente, as estratégias tradicionais de negócios, como controle de custos, incentivos adequados, manutenção da qualidade, otimização de estoques, e a posse de ativos físicos, não são suficientes para as empresas sustentarem um desempenho superior.

Nesse sentido, a inovação tem sido reconhecida como a principal fonte de competitividade das empresas. No entanto, não basta às empresas serem produtivas em P&D e capazes de desenvolver e proteger novos produtos e processos, é preciso serem capazes de gerar e implementar inovações organizacionais e de gestão necessárias para alcançarem e manterem competitividade. Por exemplo, “*Sam Pamisano, CEO of IBM, remarks that ‘innovation is about much more than new products. It is about reinventing business processes and building entirely new markets that meet untapped customer demand.’*” (Teece, 2007, p. 1320).

Considerando um ambiente competitivo, no qual fatores determinantes da estrutura de mercado, a exemplo de oportunidades tecnológicas e necessidades dos consumidores, estão em constante fluxo; a capacidade de perceber e moldar oportunidades e ameaças é fundamental para a sustentabilidade das empresas. Isso envolve mapear, criar, aprender e interpretar as informações disponíveis em todas as suas formas, e está relacionado principalmente ao mapeamento e monitoramento de desenvolvimentos tecnológicos e análise das necessidades dos consumidores. Trata-se de uma capacidade ampla de compreensão do comportamento dinâmico dos fatores determinantes das estruturas dos mercados.

“This activity not only involves investment in research activity and the probing and reprobing of customer needs and technological possibilities; it also involves understanding latent demand, the structural evolution of industries and markets, and likely supplier and competitor responses.” (Teece, 2007, p. 1322).

A capacidade de perceber e moldar oportunidades e ameaças está associada com o comportamento empreendedor, que olha para o ambiente externo e interno à empresa procurando oportunidades de atuação derivadas de desequilíbrios ou inconsistências no funcionamento nas estruturas produtivas e de mercado ou oportunidades de criação e implementação de novas formas de atuação, *thus starting disequilibrating tendencies resulting in “creative destruction”* (Schumpeter, 1934).

O comportamento empreendedor em determinado mercado é voltado para a competição no ambiente presente, buscando superar seus concorrentes e tirar o melhor proveito da demanda existente. Na visão de Kirzner (1973), o empreendedorismo é um processo de descoberta, no qual a atenção e as estratégias competitivas são elemento central. Enquanto a atividade empreendedora que muda mercados, redireciona o foco das ações de competição em determinado ambiente de mercado para a criação de novas oportunidades ou para a abertura

de novos mercados. *“To this end, firms have to be innovative, free to act autonomously in order to seize windows of opportunity, and willing to take risks.”* (Sundqvist, Kylaheiko, Kuivalainen & Cadogan, 2012, p. 204).

Apesar de muitas das habilidades e competências envolvidas estarem relacionadas a competências pessoais dos indivíduos, segundo Teece (2007), é possível e desejável que os processos organizacionais incorporem essas capacidades ou comportamento empreendedor ao funcionamento da empresa. Dessa forma, as organizações devem incorporar processos e rotinas que as tornem capazes de prospectar e absorver novas informações e desenvolvimentos tecnológicos, monitorar as necessidades dos consumidores e o comportamento de seus competidores, e formular novas oportunidades de produtos e processos.

Considerando o crescente aumento do número de inovações originadas em trabalhos de P&D externos às empresas, o trabalho de busca e monitoramento de oportunidades tecnológicas das empresas deve incorporar colaboradores imersos em atividades de inovação. No ambiente de busca contínua por inovação, vantagens competitivas podem derivar da capacidade de algumas empresas em continuamente prospectar inovações externas antes de seus competidores. A interação entre universidades e empresas é, portanto, uma importante fonte de oportunidades e a competência para interagir de forma efetiva com universidades e centros de pesquisa pode ser compreendida como uma capacidade dinâmica desejável às empresas.

Uma vez mapeadas, as oportunidades precisam ser aproveitadas. Isso envolve a manutenção e aprimoramento contínuo de competências tecnológicas e complementares, necessárias para investir de forma efetiva nas tecnologias e modelos de negócios que se revelem com maior probabilidade de sucesso, diante da maturação da oportunidade. As empresas precisam dessas competências previamente ao momento de investir; devem ser capazes de tomar as melhores decisões sobre quanto e quando investir, e sobre o modelo de negócio mais adequado para o aproveitamento da oportunidade. O aproveitamento de uma nova oportunidade se traduzirá em algumas formas de inovação, e o sucesso dependerá igualmente da estratégia e modelo de negócio adotados e das tecnologias implementadas (Nelson, 2005).

Segundo Teece (2007),

“The understanding of the institutional/organizational design issues is typically more limited than the understanding of the technologies themselves. This ignorance affords considerable scope for mistakes around the proper design of business models and the institutional structures needed to support innovation in both the private and public sectors.” (Teece, 2007, p. 1327).

A capacidade de tomar as melhores decisões diante da identificação de oportunidades de inovação se torna difícil à medida que o crescimento das organizações é acompanhado pela adoção de um conjunto de rotinas e processos desenvolvidos para lidar com as tecnologias e estratégias presentes, os quais envolvem estruturas hierárquicas, rotinas e procedimentos padronizados de aprovação e tomada de decisão.

Diante de estruturas rígidas de gestão, a inovação é geralmente compreendida como uma ameaça à estrutura de operação construída. Disso, deriva um comportamento de aversão a investimentos em novas tecnologias, que deve ser superado por uma experiência organizacional contínua de prospecção e investimento em novas tecnologias e inovações, capaz de desenvolver esse tipo de capacidade dinâmica.

Adicionalmente à capacidade de investir e aproveitar as oportunidades de inovação vislumbradas, Teece (2007) define um terceiro tipo de capacidade dinâmica: “*the ability to recombine and to reconfigure assets and organizational structures as the enterprise grows, and as markets and technologies change, as they surely will.*” (Teece, 2007, p. 1335).

Nesse sentido, as empresas devem ser capazes de rever e reconfigurar suas rotinas e processos, a fim de evitar um aprisionamento em modelos de operação não mais eficientes diante de mudanças no ambiente de competição. O abandono de rotinas e processos é em geral traumático a não ser que se desenvolva na organização uma cultura comum de reavaliação e adequação de processos e aceitação a mudanças.

Com isso, a análise de capacidades dinâmicas busca responder:

“How a business enterprise and its management can first spot the opportunity to earn economic profits, make the decisions and institute the disciplines to execute on that opportunity, and then stay agile so as to continuously refresh the foundations of its early success, thereby generating economic surpluses over time.” (Teece, 2007, p. 1347).

As contribuições desse referencial teórico consistem em um aprofundamento da análise das fontes de vantagem competitiva das empresas, incorporando uma visão de longo prazo mais dinâmica, a qual considera a necessidade de capacitação das empresas para sustentar rendimentos consistentes diante de grandes mudanças no seu ambiente de negócio e

competição ou mesmo diante da destruição de seus antigos mercados. Dessa forma, provê orientação quanto às competências estratégicas e organizacionais, características de um comportamento de orientação empreendedora, que tornam as empresas capazes de dispor e continuamente recriar recursos heterogêneos e difíceis de replicar e transacionar, que se constituem em vantagem competitiva.

A visão introduzida pela análise de capacidades dinâmicas seria, portanto, “*the beginnings of a general theory of strategic management in an open economy with innovation, outsourcing, and offshoring.*” (Teece, 2007, pp. 1347).

As capacidades dinâmicas e a gestão estratégica das firmas numa economia inovadora e com mercados e recursos globalizados orientam não só transformações organizacionais e industriais, mas também o fluxo de renda entre empresas, indústrias e setores institucionais.

2.3. Inovação via servitização e integração produto-serviço

Os desafios e oportunidades da economia mais integrada globalmente e mais intensiva em inovação têm transformado as estratégias das empresas na busca por vantagens competitivas. No âmbito do esforço necessário de rever e reconfigurar suas rotinas e processos, a fim de evitar um aprisionamento em modelos de operação não mais eficientes, há uma intensificação da comercialização de serviços intensivos em conhecimento. Segundo Camacho & Rodriguez (2010), há um aumento da participação de serviços intensivos em conhecimento no consumo intermediário total, acompanhado de maior internacionalização desses serviços, principalmente a partir de maior facilidade de circulação provida pelas tecnologias de informação.

Esses serviços intensivos em conhecimento, denominados *KIBS (knowledge-intensive business services)*, são definidos por Miles (2001) como todos os serviços empresariais fundamentados em conhecimento técnico ou profissional, incluindo tanto serviços tradicionais, como consultoria em gestão e serviços jurídicos, quanto serviços de alta tecnologia, como serviços de P&D, desenvolvimento de produto, engenharia e desenvolvimento de *software*. Segundo Massini & Miozzo (2010), há uma onda de terceirização doméstica e internacional desses serviços, relacionados a estratégias de redução de custos e elevação do retorno sobre os ativos. De acordo com Camacho & Rodriguez

(2010), há evidências relacionadas a uma potencial compensação de baixa intensidade de P&D doméstica via importação de serviços capazes de elevar a produtividade. Esses serviços são, segundo Massini & Miozzo (2010), componentes fundamentais dos processos de inovação das empresas.

Portanto, diante da pressão por maior produtividade e da ausência da intensidade de P&D interna, as empresas elevariam a aquisição doméstica e internacional de serviços intensivos em conhecimento nos seus processos de inovação e busca por vantagem competitiva em seus mercados.

Pelo lado da oferta, o aumento da comercialização dos *KIBS* acompanha a difusão de estratégias de servitização e integração produto-serviço. Segundo Vandermerwe & Rada (1988), servitização é um processo de mudança organizacional que gera novos canais de venda pela provisão de serviços associados a produtos já ofertados pelas firmas. Bustinza *et al* (2015), destacam que a servitização representa uma mudança de modelo de negócio e transformação organizacional da venda de produtos para a venda de uma combinação integrada de produtos e serviços. A prestação de serviços se apresenta como uma oportunidade para diferenciar produtos e elevar a satisfação do consumidor, a fim de alcançar vantagem competitiva. O autor identifica um forte apetite das empresas para a oferta de serviços avançados, os quais podem ser definidos, segundo Baines & Lightfoot (2014), como a oferta de capacidade entregue via desempenho ou funcionalidades de produto, ao longo de seu ciclo de vida, envolvendo responsabilidades associadas à eficiência operacional e ambiental, e pagamentos regulares. Trata-se de conjunto de produtos e serviços aplicados a processos produtivos diretamente relacionados à competência central das firmas.

No âmbito da transição de ofertante de produtos para fornecedor de serviços, Oliva & Kallenberg (2003) destacam a oferta de serviços de base instalada, descritos como o conjunto de serviços, relacionados a produtos ou processos, requeridos por usuários ao longo da vida útil de um produto para sua atuação eficiente no âmbito de seu processo operacional. Os serviços de base instalada não se restringem a serviços atrelados a produtos, mas também compreendem todos os tipos de serviços requeridos para que o usuário obtenha a funcionalidade desejada. Esses representam a maior parte dos serviços analisados neste trabalho, prestados às empresas siderúrgicas no Brasil.

Segundo Oliva & Kallenberg (2003), existem dois grandes desafios à servitização nesse contexto de oferta de serviços de base instalada. O primeiro diz respeito à mudança cultural necessária para transformar uma firma orientada à venda de novos equipamentos em uma prestadora de serviços de reparo, por exemplo. Em segundo, a firma produtora precisa aprender a valorar os serviços ofertados, a vender, a distribuir e a cobrar por eles. Isso torna compreensível o fato apontado pelos autores que o primeiro passo dado pelas firmas estudadas que alcançaram sucesso em suas estratégias de servitização foi a consolidação dos serviços prestados e uma unidade organizacional específica. A consolidação dos serviços em geral é acompanhada de esforços para aprimoramento e desenvolvimento de sistemas de monitoramento dos serviços prestados. Dessa forma, é possível visualizar o potencial de contribuição dos serviços no total das operações e construir reputação junto a clientes como confiável fornecedor de serviços.

A consolidação dos serviços de base instalada prestados em unidades organizacionais específicas é observada em grandes grupos multinacionais produtores de aço, como por exemplo, na empresa Tenova, do grupo Techint, na UHDE, do grupo Thyssenkrupp, e unidades constituídas pelos grupos Nippon & Sumitomo e POSCO.

A transição realizada pelas firmas produtoras rumo à oferta de serviços de base instalada e a inserção desses serviços nos usuários, segundo Oliva & Kallenberg (2003), se beneficiam de vantagens relacionadas a menores custos de aquisição incorridos pelos consumidores, uma vez que produtores já conhecem os novos equipamentos instalados; menor custo de aquisição de conhecimento, visto que o produtor do equipamento possui o conhecimento acerca de seu comportamento operacional ao longo da vida útil; e menor requisição de capital, pois os produtores já possuem as tecnologias especializadas de produção de componentes e para aprimoramento técnico dos equipamentos.

Entre as capacidades necessárias para a oferta de serviços avançados, Story *et al* (2016) apontam a capacidade de ser um inovador tecnológico, capacidade de identificar oportunidades de aplicação de tecnologias com foco no consumidor, proximidade para entender plenamente as necessidades e exigências dos consumidores, cultura organizacional orientada a serviços, capacidade de coordenação de produtos e serviços de terceiros, e infraestrutura distribuída próxima ao consumidor e capaz de entregar os serviços esperados.

Assim, o desenvolvimento dessas capacidades e o aproveitamento das oportunidades de comercialização de serviços permite às firmas explorar um novo modelo de negócios baseado na oferta integrada de produtos, serviços e rede e infraestrutura de suporte que perfazem soluções completas demandadas pelos consumidores, o que se pode denominar sistema produto-serviço (*product-service system – PSS*). O *PSS* é considerado um caso específico de servitização e é definido como um sistema de produtos, serviços, redes de apoio e infraestrutura orientado a ser competitivo, satisfazer as necessidades dos clientes e ter um menor impacto ambiental que modelos tradicionais de negócio (Goedkoop et al, 1999 & Mont, 2002, *apud* Pereira, 2013).

Além da elevação da competitividade, os sistemas produto-serviços integram o objetivo de promover menor impacto ambiental em relação a modelos tradicionais de negócios, totalmente alinhados às pressões impostas à siderurgia no cenário atual. Documento publicado pela divisão de tecnologia, indústria e economia do programa ambiental das nações unidas (*United Nations Environment Programme – UNEP*) apresenta dois exemplos claros de sistema produto-serviço. O primeiro é a contratação de companhia para gerir a utilização de produtos químicos em suas instalações, com foco na redução do volume de produtos químicos utilizados no processo de produção, em substituição ao modelo anterior de compra dos químicos. O segundo, mais famoso, diz respeito à oferta pela montadora Volkswagen de serviços de mobilidade em parceria com condomínios, via disponibilização de uma frota de veículos de diferentes tamanhos, mantidos por uma concessionária, e utilizado exclusivamente pelos moradores desses condomínios.

Os contratos de sistema produto-serviço estão em geral associados a esforços de otimização dos recursos empregados para atendimento às necessidades dos consumidores. Em muitos casos essa otimização compreende aplicar à manutenção, aprimoramento e melhor uso de bens físicos, o conhecimento e as tecnologias antes empregadas somente para o desenvolvimento e produção.

Por fim, a oferta de sistemas produto-serviço busca atender a necessidades demandadas também pela atividade de produção de aço e a expansão desse modelo de negócio e dos *KIBS* representa um canal importante de transmissão de mudanças nos processos de inovação e na organização produtiva das siderúrgicas, diante do cenário de maior competição global, pressão ambiental e difusão de novas tecnologias da chamada quarta revolução industrial. A

luz de Tigre (1998), acerca do funcionamento das firmas diante das mudanças dos paradigmas tecnológicos, a servitização, incluindo a oferta de sistemas produto-serviço, poderá ser considerada parte da mudança organizacional decorrente das mudanças tecnológicas decorrentes de um novo paradigma.

2.4. Relações Intersetoriais e Distribuição Funcional da Renda

Os avanços tecnológicos e consequentes mudanças na organização e modos de produção impacta diretamente a relação entre os diversos setores de atividades econômica e na distribuição funcional da renda. Nesse sentido, segundo Stockhammer (2012), novos bens de capital relacionados às tecnologias de informação e comunicação são complementares ao trabalho qualificado e substituem trabalhos menos qualificados, com impacto direto sobre a distribuição de renda. As mudanças tecnológicas seriam um fator explicativo de mudanças na distribuição funcional da renda, pois seriam acompanhadas de elevação da intensidade do capital em relação a trabalho como meios de produção, com redução dos salários pagos.

As relações intersetoriais orientam a dinâmica do fluxo de renda entre os diversos setores produtivos da economia e impactam diretamente a geração e distribuição da renda entre regiões e países, sob o conceito dos multiplicadores de renda. Segundo Fadinger et al (2015), países pobres seriam caracterizados pela presença de poucos setores com elevado multiplicador e a maior parte de setores com efeito multiplicador muito baixo, enquanto em países ricos haveria um melhor equilíbrio e maioria dos setores apresentam multiplicador intermediário.

O estudo das relações intersetoriais diz respeito à análise da estrutura produtiva que, em Guilhoto et al (1996) é feita utilizando-se de índices de ligações para trás e para frente, que buscam determinar a importância e poder de encadeamento dos setores na economia, indicando o quanto determinado setor demanda dos outros e o quanto este setor é demandado pelos outros, respectivamente. O estudo é realizado a partir das matrizes de insumo-produto desenvolvidas por Leontief. Segundo Camilo (1997), a utilização de matrizes insumo-produto teve início nos anos 40 aplicado à compreensão da estrutura da economia norte-americana. Essas análises partiriam do conceito de interdependência entre setores, utilizado para compreender os fluxos dentro de uma economia.

O trabalho de Guilhoto et al (1996) acerca da estrutura de produção, consumo e distribuição de renda na economia é complementado pela análise comparativa de multiplicadores setoriais, que permitem avaliar o impacto de variações da demanda final de um determinado setor sobre a produção total, as importações, os salários e a distribuição de renda.

Segundo Jacobs & Mazzucato (2015), os investimentos em inovação tecnológica e organizacional impulsionam o crescimento e desenvolvimento econômico e a difusão dessas inovações pela economia produz efeito não só sobre modos de produção, mas também sobre padrões de distribuição e consumo. Assim, para a compreensão do funcionamento da economia capitalista, deve-se compreender a dinâmica da inovação, a natureza dos investimentos necessários e a turbulência e desequilíbrio resultante.

O debate sobre a distribuição e desigualdade da renda tem sido reforçado nos últimos anos pelos trabalhos de Stiglitz, 2015; Lazonick, 2015; Pikety, 2014; Jacobs & Mazzucato, 2015, entre outros, os quais advogam a importância de parâmetros de distribuição e conteúdo da renda gerada como indicadores de política econômica.

Segundo Lazonick (2015), os economistas procuram saber como o processo de alocação de recursos pode contribuir para a melhora de bem-estar da sociedade e para isso a produtividade precisa crescer ao longo do tempo. No entanto, a extensão do impacto do aumento de produtividade sobre o bem-estar dependerá de como esses ganhos de produtividade serão distribuídos pelos membros da sociedade. Nesse sentido, haveria um importante desafio para os economistas relacionado à avaliação e a orientação da distribuição dos ganhos de produtividade decorrentes das estratégias de investimento e estruturas organizacionais de empresas inovadoras.

Stiglitz (2015) enfatiza as grandes diferenças na distribuição dos rendimentos antes de impostos, ou seja, relacionados às estruturas e decisões corporativas. As mudanças estruturais recentes na distribuição de renda seriam, segundo o autor, impactadas por comportamento caracterizado pelo foco excessivo na rentabilidade e indicadores financeiros de curto prazo.

A discussão é centrada no que Neto e Saboia (2014) definem como distribuição primária da renda, no âmbito do Sistema de Contas Nacionais (SCN) e da análise de distribuição funcional da renda. Segundo eles, a distribuição funcional da renda diz respeito à

repartição da renda gerada no processo produtivo pelos diversos fatores de produção. Dessa forma, busca identificar as participações dos rendimentos do trabalho e do capital na renda gerada. A distribuição primária da renda, apresentada no SCN, identifica no plano da esfera produtiva a parcela destinada ao trabalho assalariado, as remunerações, e a parcela destinada aos ganhos de capital, o excedente operacional bruto (EOB). Considerando que a distribuição funcional da renda se faz entre remunerações (salários e as contribuições sociais), EOB (rendimento das empresas financeiras e não financeiras, dos proprietários de imóveis e outros bens alugados e dos detentores de títulos financeiros) e impostos sobre a produção; a forma de organização produtiva e as condições econômicas e sociais definirão como a renda será distribuída entre os atores sociais.

Por fim, a difusão de inovações e mudanças nas estruturas produtivas impactam os fluxos entre setores e países, e a distribuição funcional da renda entre atores sociais.

3. INOVAÇÃO NA SIDERURGIA BRASILEIRA NO SÉC 21

A siderurgia é um setor muito intensivo em capital e sujeito à volatilidade de preços dos mercados de commodities. Trata-se de setor estratégico quanto ao fornecimento do principal insumo de indústrias e setores essenciais, como por exemplo a indústria de transportes e o setor de construção.

No Brasil, há uma grande concentração no setor siderúrgico em poucos produtores, tendo a Gerdau respondido por 43% dos produtos longos de aço carbono. No caso de produtos planos de aços especiais, há apenas um produtor: Aperam, subsidiária do grupo ArcelorMittal. O grupo ArcelorMittal é o maior produtor mundial de aço e desde 2014 também o maior produtor de aço no Brasil, tendo produzido 35% da produção total aço bruto brasileira em 2016. Entre os onze grupos empresariais administradores das usinas siderúrgicas no país, seis possuem controle estrangeiro e, portanto, centro de decisão estratégica no exterior.

A siderurgia brasileira apresenta um parque relativamente novo e competitivo. Segundo Carvalho et al (2015), a comparação entre os dez maiores países produtores de aço demonstra que em média os produtores brasileiros apresentam custos de produção relativamente baixos. De acordo com o trabalho realizado, entre os principais determinantes da competitividade brasileira destaca-se o baixo custo de carga metálica, o que pode ser explicado pela abundância e qualidade do minério de ferro brasileiro. Os produtores brasileiros também apresentam bom desempenho quanto ao coeficiente de consumo de semiacabados, que seria resultado dos investimentos no parque siderúrgico brasileiro neste século.

De acordo com a tipologia apresentada por Pavitt (1984), quanto aos padrões setoriais de mudança tecnológica, a siderurgia é uma indústria intensiva em escala, cujas principais fontes de inovação são departamentos internos de engenharia e fornecedores de máquinas e equipamentos. Os consumidores do aço são sensíveis a preço e, portanto, a inovação é muito direcionada à redução de custos e melhoria da eficiência operacional das plantas, ultimamente reforçada pela pressão por processos mais ambientalmente sustentáveis. As empresas siderúrgicas inovadoras tendem a desenvolver tecnologias voltadas para o uso próprio e em geral inovam verticalmente pelo avanço em etapas adjacentes da cadeia de produção. Ao inovarem na direção de mercados a jusante, também realizam inovações de produtos, que buscam atender com maior eficiência as necessidades das indústrias consumidoras de aço. Trata-se de movimento de aproximação dos elos ao final da cadeia e descomoditização dos

produtos ofertados a cada segmento consumidor, a da oferta de materiais e tecnologias exclusivos para os setores automotivo e de embalagens.

O processo de inovação na siderurgia brasileira pode ser caracterizado pela predominância de inovações nos processos de produção do aço, baseado principalmente na aquisição de tecnologia embarcada em máquinas e equipamentos. Essas inovações de processo podem estar associadas à melhoria da eficiência operacional das plantas e controle de qualidade da produção, ou à oferta de novos produtos.

A siderurgia brasileira no século 21 avançou em relação à promoção de inovações, tendo realizado maiores dispêndios com atividades inovativas. Houve no período um ciclo robusto de investimentos, com modernização do parque produtor e capacitação para a oferta de produtos antes não fabricados pelas usinas brasileiras, a exemplo de chapas galvanizadas e tubos de aço sem costura. Esses produtos envolvem maior número de etapas de produção e complexidade tecnológica, e estão em geral associados ao desenvolvimento tecnológico da indústria de aço nos diversos países.

Nos últimos anos, a inovação tem ganho maior destaque nas estratégias das siderúrgicas brasileiras, o que é exemplificado pela estruturação recente de unidades de gestão e planos de ação dedicados à inovação. O maior esforço de inovação das siderúrgicas brasileiras no cenário atual de maior competição global e de difusão de tecnologias de conjunto de tecnologias transversais relacionadas à manufatura avançada, tende a incorporar um conteúdo cada vez maior de tecnologias e conhecimento de fontes externas ao setor e ao país.

Diante dos fatores de sobreoferta mundial de aço e maior competição global, maior pressão por redução dos impactos ambientais e difusão de tecnologias de manufatura avançada, os produtores de aço brasileiros vivenciam um cenário bastante distinto nos últimos anos. Há uma maior pressão por eficiência de custos e ambiental das operações que induz um maior esforço de inovação e atualização tecnológica das empresas. Outra estratégia em curso é a maior aproximação com os mercados consumidores, por meio da oferta de produtos capazes de contribuir para o atendimento das necessidades impostas a esses mercados. Nesse sentido, além de reduzir o nível de emissões na produção do aço, as siderúrgicas devem, por exemplo, ser capazes de fornecer materiais mais leves e que atendam aos parâmetros de segurança para a aplicação em veículos.

Trata-se, portanto, da incorporação do esforço contínuo de inovar, impulsionada pela queda das elevadas margens de retorno das siderúrgicas brasileiras verificadas até 2008. Estima-se que esse esforço, contudo, seja realizado com uma maior participação de fornecedores externos, em função do grau de concentração de competências e tecnologias em fornecedores mundiais especializados em sistemas e equipamentos industriais, ampliando a participação desses fornecedores de equipamentos e serviços na cadeia de produção do aço e, conseqüentemente, na renda gerada. Espera-se que a difusão das tecnologias de manufatura avançada reforce essa tendência de maior participação dos fornecedores na cadeia, com a inclusão de fornecedores especializados em tecnologias de automação e controle.

Este capítulo busca analisar a evolução do esforço de inovação realizado pelas siderúrgicas brasileiras no período de 2000 a 2016, com o objetivo de avaliar a ocorrência das hipóteses apresentadas de direcionamento desse esforço para uma participação maior de fornecedores externos especializados de equipamentos e tecnologias de produção.

Para isso, a primeira seção analisa os dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), apresentados por atividade, acerca do esforço para inovar realizado pelas empresas consolidadas na atividade de “*produtos siderúrgicos*”, a partir dos dados de dispêndios com atividades inovativas, de pessoal ocupado em P&D e de cooperação em projetos de inovação.

Na segunda seção, é analisada a composição de capital das plantas siderúrgicas brasileiras. A partir dos dados de orçamento de investimentos em plantas siderúrgicas apoiados pelo BNDES, busca-se avaliar a evolução da participação de bens de capital importados nesses investimentos, que em geral fazem parte do esforço para inovar via aquisição de máquinas e equipamentos.

Na terceira seção, busca-se avaliar a distribuição e concentração das tecnologias de produção de aço mundialmente, a partir de dados dos pedidos de patentes concedidos no mundo, com destaque aos pedidos de patentes internacionais via *PCT (Patent Cooperation Treaty)*.

A quarta e última seção se dedica à análise do esforço de inovação via serviços, a partir dos dados divulgados pelo INPI acerca dos contratos de transferência tecnológica averbados junto ao mesmo órgão. A análise é focada na evolução dos tipos e fornecedores de serviços de assistência técnica e de fornecimento de tecnologia. Nessa seção é apresentada também a

contribuição da servitização para a maior participação de fornecedores externos na produção do aço.

3.1. Evolução do esforço para inovar

A partir dos dados da PINTEC, é possível avaliar o esforço para inovar empreendido pelas empresas quanto aos dispêndios com as diversas atividades inovativas consideradas na pesquisa, bem como quanto ao pessoal dedicado a P&D e às relações de cooperação com outras organizações.

3.1.1. Dispêndios em atividades inovativas

No período em análise, 2000 a 2016, o IBGE realizou e divulgou seis PINTECs. Com início no ano 2000, a PINTEC é realizada a cada três anos e procura capturar informações acerca dos processos de inovação nas empresas brasileiras. Os dados capturados são apresentados consolidados tanto por atividade produtiva quanto por número de pessoas ocupadas. Os dados correntes apresentados nas pesquisas foram atualizados para a mesma base (2014) pelo índice de preços ao produtor amplo (IPA) referente a produtos industriais. Os dados consolidados das empresas ofertantes de “*produtos siderúrgicos*” demonstram um comportamento irregular dos dispêndios em atividades inovativas, alinhado ao comportamento dos investimentos no período.

A evolução dos dispêndios totais em atividades inovativas é bastante impactada pelos gastos com aquisição de máquinas e equipamentos, que representa a maior parcela desses dispêndios. De acordo com dados divulgados pela última PINTEC, em 2014, os dispêndios realizados pelas empresas inovadoras nas atividades inovativas foi de R\$ 1,9 bilhão, correspondente a 1,65% da receita líquida de vendas. Desse montante, R\$ 1,34 bilhão, 71% do dispêndio total com atividades inovativas, foi gasto com aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto R\$ 352 milhões (0,31% da receita líquida) foram gastos com atividades internas de P&D.

Em que pese o comportamento irregular do total dos dispêndios, pode-se observar uma elevação dos gastos com atividades internas de P&D, com aquisições externas de P&D e software. Enquanto há forte redução dos gastos com aquisição de máquinas e equipamentos, e projeto industrial e outras preparações técnicas. Dessa forma, verifica-se um comportamento

distinto entre de um lado atividades de P&D e aquisição de conhecimento, software e treinamento, e do outro as atividades diretamente relacionadas a adições e modernizações de capacidade produtiva, representadas pelo somatório dos dispêndios com “*Aquisição de máquinas e equipamentos*” e “*Projeto industrial e outras preparações técnicas*”.

A tabela abaixo apresenta a evolução dos dispêndios com atividades inovativas realizados pelas indústrias de produtos siderúrgicos, extraídos das PINTECs realizadas em 2000, 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014.

Tabela 2: Dispêndios com atividades inovativas das indústrias de “produtos siderúrgicos”.

R\$ milhões

Ano	2000	2003	2005	2008	2011	2014
Receita líquida de vendas	73.704	91.468	113.510	138.950	107.513	113.790
Total de dispêndios em atividades inovativas	5.913	1.728	2.039	3.332	2.850	1.881
Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento	323	275	246	308	343	352
Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento	11	9	17	105	91	35
Aquisição de outros conhecimentos externos	146	79	45	21	29	8
Aquisição de <i>software</i>	-	-	17	58	68	89
Aquisição de máquinas e equipamentos	3.994	947	1.394	2.601	2.153	1.344
Treinamento	37	44	49	144	37	17
Introdução das inovações tecnológicas no mercado	23	74	52	18	16	20
Projeto industrial e outras preparações técnicas	1.379	301	219	77	113	16
Aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento	194	131	129	328	224	149

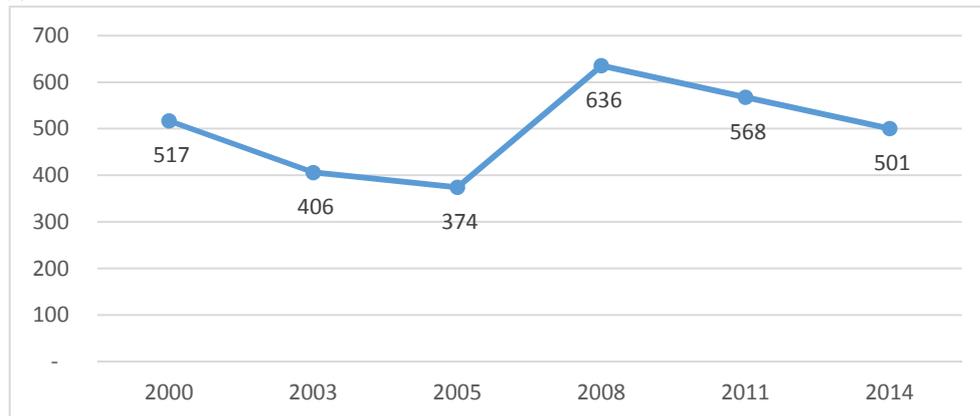
Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE, atualizados para os preços base de 2014 pelo índice de preços IPA origem - produtos industriais, elaborado pela FGV.

De acordo com a tabela acima, há um aumento dos gastos reais com atividades internas de P&D médio de 0,6% ao ano, enquanto a receita líquida de vendas apresentou um crescimento real médio anual 3,2%, indicando uma participação menor da receita dedicada a

investimentos internos de P&D. Observa-se um comportável estável quanto às atividades mais correntes de P&D e aquisição de conhecimento, software e treinamento, em contraposição às atividades diretamente relacionadas a adições e modernizações de capacidade produtiva, como observado nos gráficos a seguir.

Figura 2: Dispêndios com Atividades de P&D, conhecimento, software e treinamento.

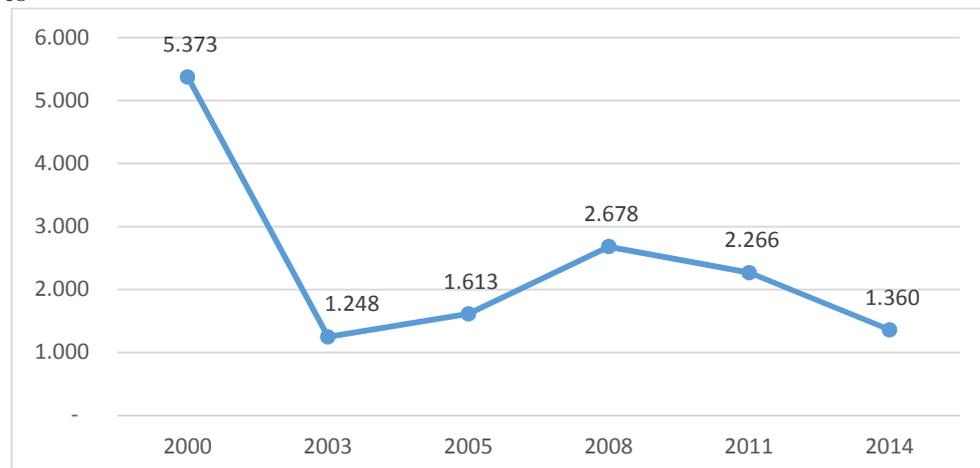
R\$ milhões



Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE, atualizados para os preços base de 2014 pelo índice de preços IPA origem - produtos industriais, elaborado pela FGV.

Figura 3: Dispêndios com atividades diretamente relacionadas a adições e modernizações de capacidade produtiva.

R\$ milhões



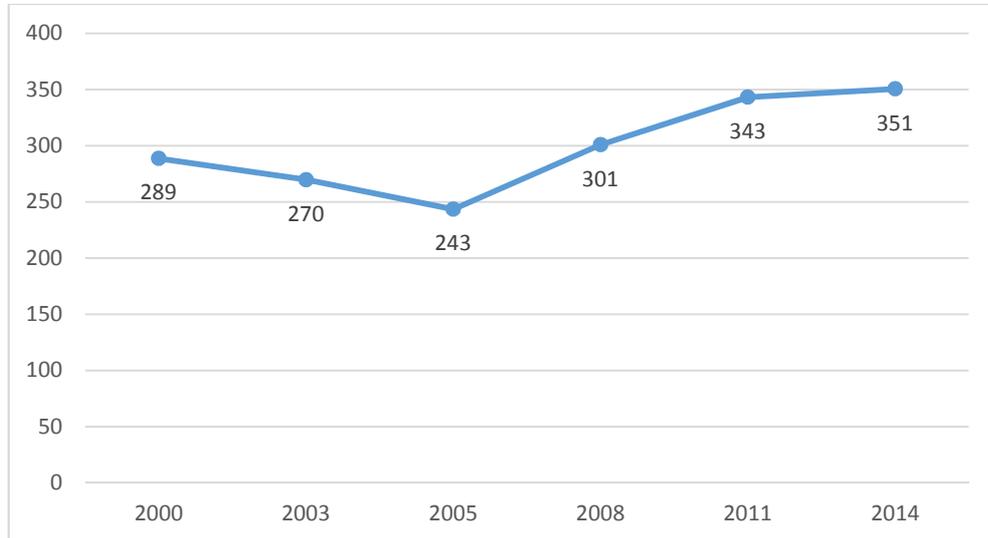
Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE, atualizados para os preços base de 2014 pelo índice de preços IPA origem - produtos industriais, elaborado pela FGV.

A partir dos dados apresentados pela PINTEC pode-se verificar também um aumento dos gastos com atividades internas contínuas de P&D, o que retrataria a maior atenção

dedicada às atividades de inovação pelas siderúrgicas brasileiras, no cenário recente de queda do consumo e dos investimentos.

Figura 4: Dispêndios com atividades internas de P&D contínuas.

R\$ milhões



Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE, atualizados para os preços base de 2014 pelo índice de preços IPA origem - produtos industriais, elaborado pela FGV.

Ao final da tabela é apresentado também o somatório dos gastos com “*Aquisição externa de P&D*”, “*Aquisição de outros conhecimentos externos*”, “*Treinamento*” e “*Aquisição de software*”, que evidencia um volume maior de gastos com aquisições externas de P&D e serviços quando comparados os dispêndios acumulados no período mais recente (2008, 2011 e 2014) contra as pesquisas mais antigas (2000, 2003 e 2005). A tabela abaixo apresenta essa comparação entre os dispêndios acumulados nos dois períodos para a “*Aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento*”, quanto para as “*Atividades internas de P&D*”.

Tabela 3: Dispêndios acumulados entre atividades internas de P&D, e aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento.

R\$ milhões

Atividades inovativas	Somatório dos dispêndios em 2000, 2003 e 2005	Somatório dos dispêndios em 2008, 2011 e 2014	Varição (%)
Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento	843.798	1.003.192	19%
Aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento	453.765	700.619	54%

Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE, atualizados para os preços base de 2014 pelo índice de preços IPA origem - produtos industriais, elaborado pela FGV.

Conforme demonstrado na tabela acima, a comparação entre os dispêndios acumulados nos dois períodos evidencia um aumento relativamente maior dos gastos com aquisição externa de P&D e serviços, indicando uma presença maior dessas atividades no total dos dispêndios com atividades inovativas. Além disso, os dados de pessoal ocupado em P&D apresentados na próxima seção indicariam um volume maior de aquisições externas de bens e serviços inseridas também nos dispêndios com atividades internas de P&D.

Vale observar também que o aumento dos dispêndios com atividades internas de P&D evidenciado na pesquisa de 2011 pode ter sido em parte resultado de orientação específica inserida no questionário de 2011, acerca da reorientação de gastos que seriam antes alocados em outras atividades inovativas. Esse aumento é observado para as indústrias de produtos siderúrgicos e para a maioria das atividades produtivas.

3.1.2. Pessoal ocupado em P&D

Em que pese o aumento dos gastos com atividades internas de P&D informados pelas empresas, o número de pessoas ocupadas nessas atividades apresentou queda a partir de 2005. De acordo com os dados divulgados pela PINTEC a participação das pessoas ocupadas em atividades internas de P&D em relação ao total de pessoas ocupadas saiu de 0,96% em 2000 para 0,57% em 2014.

A tabela a seguir apresenta o número total de pessoas ocupadas nas empresas, o número de pessoas ocupadas em P&D, por dedicação e por nível de qualificação.

Tabela 4: Pessoal ocupado em atividades internas de P&D.

Ano		2000	2003	2005	2008	2011	2014
Número de pessoas ocupadas (PO) em 31.12		98 008	108 004	116 457	140 432	141 635	152 126
PO em P&D	Total	942	1 018	1 307	1 229	1 174	865
	Com dedicação exclusiva	829	873	1 268	1 092	1 091	639
	Com dedicação parcial	294	408	217	441	327	651
Por nível de qualificação	Pós-graduados	115	128	143	178	255	182
	Graduados	465	507	659	509	628	443
	Nível médio e outros	362	382	506	542	291	240
PO em P&D / PO Total (%)		0,96%	0,94%	1,12%	0,88%	0,83%	0,57%
Exclusiva P&D / PO Total (%)		0,85%	0,81%	1,09%	0,78%	0,77%	0,42%
Pós-graduados em P&D / PO em P&D (%)		12%	13%	11%	14%	22%	21%

Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE.

A tabela acima demonstra que de 2005 a 2014 houve uma queda em termos absolutos de 34% do pessoal total ocupado em atividades de P&D, obtido a partir da soma do número de pessoas em dedicação exclusiva e do número de pessoas em dedicação parcial, ponderado pelo percentual médio de dedicação. Em relação somente às pessoas com dedicação exclusiva às atividades de P&D, a queda foi de 51%. Trata-se de comportamento bem distinto em relação aos demais setores da indústria de transformação, cujo resultado acumulado apresentou elevação do pessoal ocupado em P&D.

Observa-se, no entanto, o aumento da participação de pesquisadores pós-graduados no pessoal total ocupado, o que seria um reflexo da maior complexidade tecnológica aplicada aos processos de produção e aos produtos de aço nos últimos anos.

A redução do pessoal ocupado em P&D na indústria de produtos siderúrgicos é em parte corroborada pela queda a partir de 2011 dos investimentos no setor de metalurgia apoiados pela lei do bem, de acordo com os relatórios anuais de utilização dos incentivos fiscais, divulgados pelo MCTIC.

3.1.3. Cooperação em projetos de inovação

A redução do pessoal ocupado e dos investimentos apoiados pela lei do bem, juntamente com o aumento dos dispêndios com aquisição externa de P&D, conhecimento, software e treinamento corroboram a hipótese de deslocamento de atividades, antes desempenhadas internamente, para outras organizações, principalmente empresas especializadas na aplicação de tecnologias industriais com atuação em diversos setores, localizadas no Brasil e no exterior.

Nesse sentido, os dados da PINTEC revelam também uma tendência de crescimento das relações de cooperação com outras organizações no âmbito das empresas inovadoras da indústria de produtos siderúrgicos.

Tabela 5: Relações de cooperação das empresas inovadoras na indústria de produtos siderúrgicos.

Ano		2000	2003	2005	2008	2011	2014
Empresas que implementaram inovações		71	141	130	217	164	190
Com relações de cooperação, por localização do principal parceiro		19	20	20	37	39	52
Clientes ou consumidores	Brasil	8	11	15	23	25	41
	Exterior	4	1	1	3	5	6
Fornecedores	Brasil	9	12	9	16	27	39
	Exterior	4	3	5	4	10	10
Concorrentes	Brasil	2	4	1	2	11	22
	Exterior	2	2	1	1	2	7
Outra empresa do grupo	Brasil	7	3	4	9	17	14
	Exterior	3	7	5	6	8	9
Empresas de consultoria	Brasil	2	3	4	8	12	36
	Exterior	3	2	2	4	6	3
Universidades e institutos de pesquisa	Brasil	14	13	15	13	13	25
	Exterior		1		3	4	2
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Brasil	6	4	3	4	12	16
	Exterior		0	0	2	1	3

Fonte: elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE.

Vale destacar que o número de empresas envolvidas em projetos de inovação em conjunto com outras organizações cresceu de 19 empresas entre 1998 e 2000 para 52 empresas entre 2012 e 2014. Sobre a indicação das organizações parceiras, vale observar que uma empresa pode apresentar relações de cooperação com mais de uma categoria de parceiro. Foram indicadas pelo menos 65 relações de cooperação em projetos de inovação entre 1998 e 2000, enquanto esse número foi de 234 entre 2012 e 2014. Esses números são a soma das indicações de localização do principal parceiro por categoria, informadas na tabela. As três principais categorias de parceiros são fornecedores, clientes ou consumidores e empresas de consultoria, tendo sido indicadas relação de cooperação, respectivamente, por 49, 47 e 39 empresas entre 2012 e 2014.

Os dados também indicam o aumento do número de parceiros estrangeiros. Entre 1998 e 2000, 16 empresas indicaram que o principal parceiro em alguma das categorias seria organização localizada no exterior. Esse número chegou a 39 empresas entre 2012 e 2014. No mesmo período, 10 empresas afirmaram que o principal parceiro fornecedor fora organização localizada no exterior e 9 empresas atuaram em cooperação com outra empresa do grupo localizada no exterior.

Por fim, os dados apontados pelas empresas da indústria de produtos siderúrgicos nas PINTECs, realizadas a cada 3 anos a partir do ano 2000, demonstram um aumento da participação relativa de outras organizações no âmbito das atividades inovativas, principalmente a partir de 2008. Esse resultado retrataria um movimento de especialização e concentração tecnológica em grupos fornecedores de tecnologia, bem como a necessidade de reduzir e compartilhar riscos e investimentos no cenário de menor rentabilidade e elevadas incertezas prevalecente na siderurgia brasileira desde 2011.

As empresas estariam elevando seus investimentos em P&D, inovação e modernização, com maior participação relativa de grandes grupos fornecedores de tecnologia, de origem estrangeira. A participação crescente de fornecedores estrangeiros de tecnologia em equipamentos e serviços é analisada nas próximas seções a partir de dados de composição de capital dos investimentos em plantas siderúrgicas, e dados de patentes e contratos de transferência de tecnologias de produção de aço.

3.2. Composição de capital nas plantas siderúrgicas brasileiras

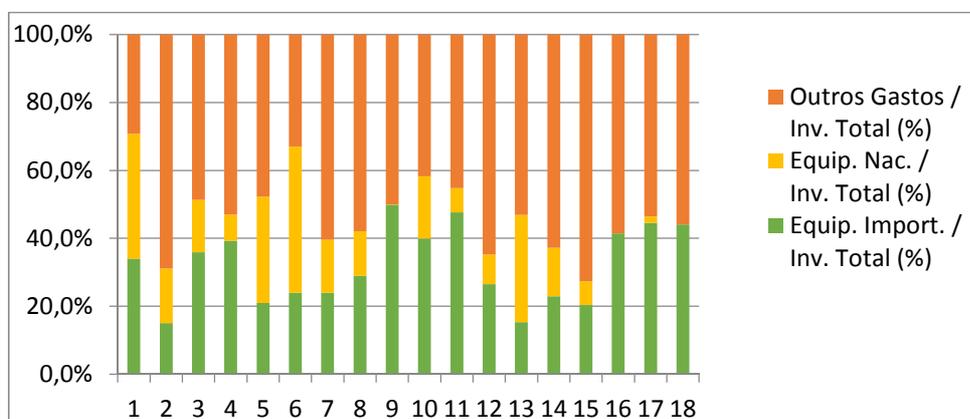
As estratégias de inovação implementadas são refletidas diretamente na composição de capital das plantas de produção, principalmente pelo fato de que o maior dispêndio das empresas inovadoras com atividades inovativas se dá via aquisição de máquinas e equipamentos, conforme demonstrado pela tabela de dispêndios com atividades inovativas realizados pelos produtores de aço no Brasil, apresentada na seção anterior. A aquisição de máquinas e equipamentos respondeu por uma média de 69% dos gastos com atividades inovativas informados nas pesquisas, realizadas de 2000 a 2014.

Dessa forma, a maior participação de grandes grupos internacionais fornecedores de tecnologia pode ser observada também no conjunto de bens de capital adquiridos pelas siderúrgicas em seus projetos de investimento. Nesse sentido, a distribuição dos bens de capital entre fornecedores e países de origem seria um indicativo da distribuição e concentração de competências tecnológicas nos processos de produção.

A presente seção apresenta a composição dos investimentos realizados pelas siderúrgicas no Brasil de 2000 a 2016, com foco nos investimentos com máquinas e equipamentos, por origem: nacional ou estrangeira. Os dados apresentados abaixo foram obtidos dos orçamentos de projetos contratados pelo BNDES, de 2000 a 2016.

O gráfico abaixo apresenta a participação de equipamentos nacionais e importados em relação ao investimento total. Os investimentos estão dispostos em ordem cronológica, de forma que o investimento 1 é o mais antigo e o investimento 18 o mais recente.

Figura 5: Composição de investimentos em siderúrgicas brasileiras de 2000 a 2016.



Fonte: elaboração própria, com base em dados do BNDES.

Pelos dados apresentados no gráfico, é possível observar uma clara redução da participação de equipamentos nacionais no conjunto dos investimentos, o que pode ser interpretado como uma perda de capacidade dos fornecedores internos atenderem a necessidades tecnológicas das siderúrgicas.

Nota-se que o gráfico também apresenta para projetos no mesmo período valores bem distintos de participação dos equipamentos no investimento total. Essa diferença de composição dos investimentos explica-se pela própria distinção entre os investimentos realizados, principalmente quanto à natureza dos projetos: implantação, expansão ou modernização, à rota de produção siderúrgica: usinas integradas a coque¹ ou *mini-mills*², e a abrangência de escopo dos projetos quanto às diversas unidades de processo das siderúrgicas: coqueria, sinterização, alto forno, aciaria, lingotamento, conformação. Entre os 18 projetos apresentados estão: implantação de novas usinas siderúrgicas integradas a coque (os maiores projetos em termos de valor dos investimentos), implantação de novas usinas *mini-mills*, implantação de unidades de laminação, expansão de usinas integradas a coque, modernização de usinas integradas, e expansões e modernizações de apenas partes dessas usinas.

Em que pesem as diferenças observadas em projetos no mesmo período, a tendência de redução de equipamentos nacionais e aumento dos equipamentos importados na composição dos investimentos é verificada também na comparação entre projetos da mesma natureza e escopo. Por exemplo, os projetos de implantação de novas usinas integradas a coque mais antigos contam com maior participação de equipamentos nacionais. O mesmo vale para projetos de implantação de novas unidades de laminação.

A tabela a seguir apresenta o valor dos investimentos e a participação dos equipamentos importados em relação ao conjunto de equipamentos adquiridos e ao investimento total. Para melhor visualização de tendência, os dados são apresentados em três subperíodos definidos de forma a equilibrar o número de projetos e o valor investido por período.

¹ As usinas integradas recebem diretamente o minério de ferro e o carvão e integram unidades de sinterização, coqueria e alto forno.

² As *mini-mills* são usinas menores, as quais não integram o processo de redução e partem do uso de sucata e ferro primário para a produção do aço.

Tabela 6: Composição de investimentos em siderúrgicas brasileiras de 2000 a 2016.

R\$ milhões

Período	Nº de Projetos	Investimento Total	Equip. Nacionais	Equip. Importados	Eq. Importados / Invest. (%)	Eq. Importados / Equip. (%)
2000 a 2004	7	5.214,93	1.580,84	1.367,39	26%	46%
2005 a 2010	7	15.511,05	2.577,98	5.602,80	36%	68%
2011 a 2016	5	15.951,40	117,92	6.839,70	43%	98%

Fonte: elaboração própria, com base em dados do BNDES.

A tabela acima calcula a participação de equipamentos importados a partir do somatório do valor dos investimentos em cada subperíodo apresentado, portanto representa uma média ponderada pelo valor dos investimentos. Essa forma de cálculo é afetada pela presença de alguns investimentos de valor muito superior aos demais. Dessa forma, foi calculada também a participação das importações nos três subperíodos definidos por média simples da participação de equipamentos importados em cada um dos 18 projetos. Os resultados são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7: Participação média de equipamentos nacionais e importados nos investimentos.

Período	Nº de Projetos	Eq. Importados / Invest. (%)	Eq. Importados / Equip. (%)
2000 a 2004	7	28%	55%
2005 a 2010	7	33%	71%
2011 a 2016	5	35%	83%

Fonte: elaboração própria, com base em dados do BNDES.

A tabela 6 permite observar o salto do valor dos investimentos alocados em equipamentos importados, alcançando uma participação de 43% no total dos investimentos contratados de 2011 a 2016. Sobre a participação dos equipamentos importados em relação ao conjunto de equipamentos adquiridos, ambas as tabelas apontam claro aumento da participação dos equipamentos importados, em detrimento da indústria de bens de capital nacional.

Os mesmos fatores a impactar as decisões de investir dos agentes, estão a impactar também a composição desses investimentos, por exemplo os fatores câmbio, disponibilidade

de capital e custo desse capital. Aqui vale destacar a influência das fontes de recursos dos investimentos sobre a origem dos bens e serviços adquiridos. No caso dos projetos aqui apresentados, a maior participação de equipamentos importados está em geral associada a uma maior participação de financiamento estrangeiro aos projetos, por meio de linhas de crédito à exportação dos países de origem dos fornecedores desses equipamentos.

No entanto, apesar dos aspectos relacionados a custo e financiamento, pode-se argumentar que na maioria dos casos o direcionador principal dos investimentos é a busca por excelência operacional. O nível de competição global vivenciado pela siderurgia nos últimos anos impõe às empresas estratégias mais firmes de racionalização e busca de eficiência operacional que às orienta na direção da tecnologia, para fora de suas empresas, para fora de seu setor, e no caso brasileiro para fora de seu país.

O avanço das tecnologias a cada período faz com as novas oportunidades de inovação sejam outras, em geral dependentes do desenvolvimento de novas competências. Aqueles que não avançam rumo ao desenvolvimento dessas novas competências se tornam demandantes de competências e tecnologias externas para promoverem seus processos de inovação, modernização e crescimento.

Essa orientação para fora, seria resultado da concentração de competências e tecnologias em fornecedores internacionais de equipamentos e serviços industriais, responsáveis pela engenharia, construção, montagem e comissionamento das plantas produtivas, os quais se dedicaram ao desenvolvimento dessas competências e tecnologias de acordo com as oportunidades de inovação presentes a cada tempo.

3.3. Distribuição e concentração tecnológica

O aprofundamento da ciência e da tecnologia é capaz de promover o surgimento de novas oportunidades de inovação na economia, no que Schumpeter considerou ser uma história de revoluções num mesmo processo de transformação industrial incessante que muda a estrutura econômica a partir de dentro, “*destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos*”.

Esses novos elementos, novos processos e oportunidades inovação beneficiarão o conjunto de empresas com estratégias de aprendizado e desenvolvimento tecnológico

derivadas das capacidades dinâmicas, como chamadas por Teece (2007), para perceber e moldar oportunidades e ameaças, para aproveitar oportunidades, e para manter competitividade através da evolução, combinação, proteção e mesmo reconfiguração de seus ativos intangíveis e tangíveis.

As diferentes estratégias de aprendizado e desenvolvimento tecnológico das empresas levam, portanto, a diferentes estoques de conhecimentos e tecnologias disponíveis para aplicação em seus negócios. No âmbito da siderurgia, esse processo concentrou competências tecnológicas no conjunto de empresas que se dedicou a estratégias voltadas ao desenvolvimento e aprimoramento dos processos de produção do aço, bem como o desenvolvimento de novas ligas de aço.

A distribuição e a concentração das tecnologias de produção de aço podem ser avaliadas, por exemplo, a partir dos dados de pedidos de patentes concedidas mundialmente no período.

Os dados de patentes concedidas nos permitem compreender a concentração tecnológica sob duas óticas distintas. A primeira, indicada pelo destino dos pedidos de patentes concedidos entre os países, seria capaz de ilustrar a densidade tecnológica aplicada aos processos de produção e aos produtos em cada país. Enquanto a análise das empresas requerentes e seu país de origem ilustraria a capacidade de desenvolvimento de tecnologias internalizada em empresas e países.

Nesse sentido, foram analisados os dados de patentes disponíveis nas bases da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), por meio do sistema PATENTSCOPE, o qual permite consultas a coleções de pedidos publicados de patentes nacionais dos principais países fornecedores de tecnologia no mundo, além de pedidos de patentes internacionais (PCTs).

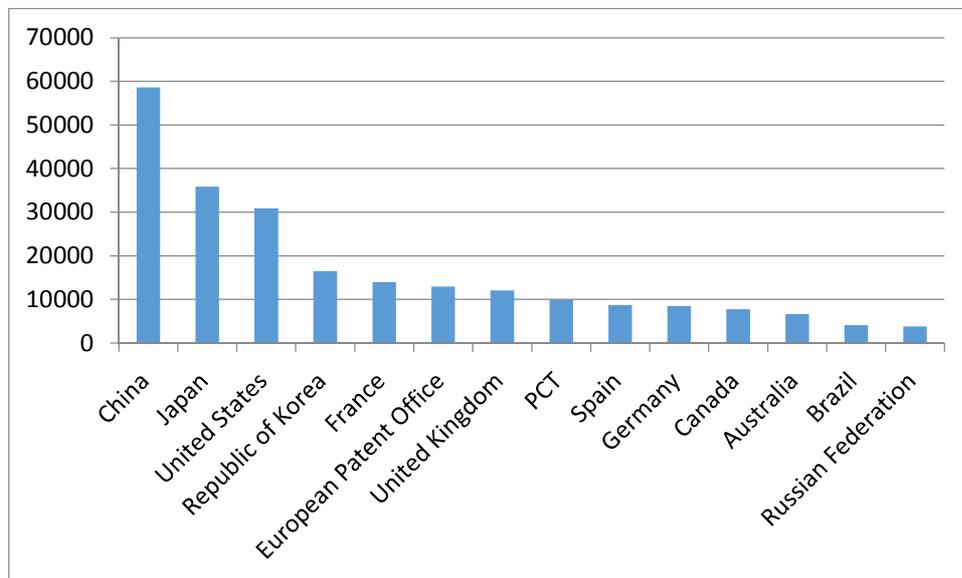
A pesquisa se concentra em patentes de tecnologias utilizadas na produção do aço e para isso utilizou-se primeiramente a classe “C21 – Metalurgia do Ferro”, de acordo com a classificação internacional de patentes (CIP). A CIP C21 engloba três subclasses: C21B, C21C e C21D.

- C21B: produção de ferro ou aço a partir dos insumos básicos, englobando a produção de ferro-gusa e equipamentos envolvidos no processo de redução, como altos fornos, aquecedores de ar, entre outros;
- C21C: processamento e refino do ferro-gusa para produção de aço bruto e tratamento do aço em estado líquido;
- C21D: processos de conformação e tratamento térmico para modificação da estrutura física do aço.

Para esse universo, a pesquisa na base da OMPI retornou 235.144 documentos de patentes publicados no mundo. Desses, 9989 pedidos de patentes internacionais via PCT e 4112 publicados pelo escritório de patentes do Brasil (INPI).

O gráfico abaixo apresenta o número de pedidos de patentes publicados no mundo, distribuídos por país de publicação. Os dados demonstram uma grande concentração – 98% - de patentes publicadas em 13 países mais PCT.

Figura 6: patentes publicadas no mundo sobre siderurgia (CIP C21), por país de publicação.

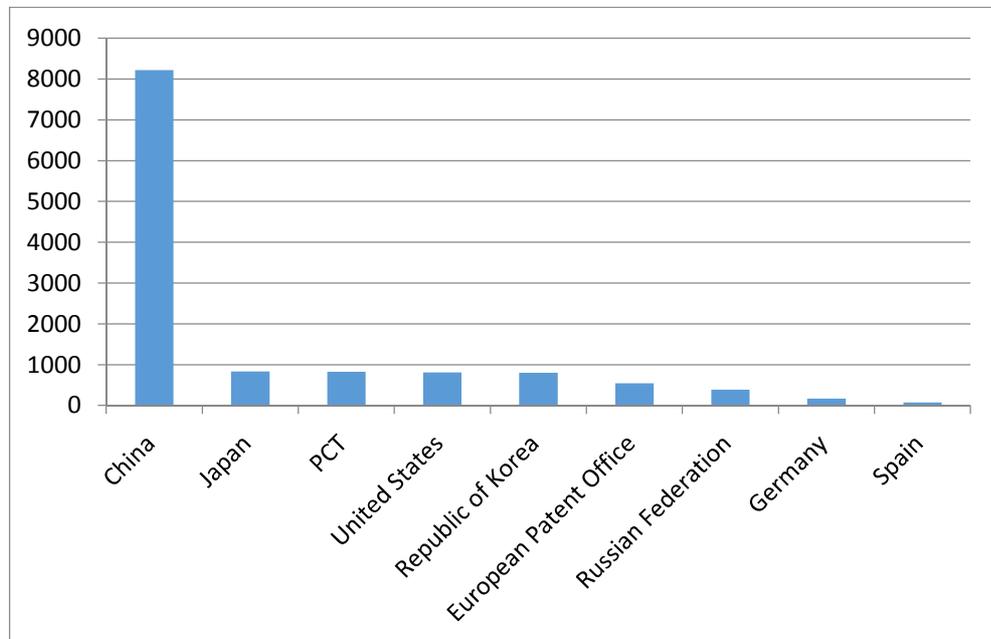


Fonte: Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI.

Uma análise da distribuição dos pedidos de patentes publicados apenas no ano de 2016 indica uma concentração ainda maior, com mais de 98% dos pedidos distribuídos em 8 países mais PCT. Do total de 12866 pedidos, 8216 pedidos foram publicados na China, enquanto

outros 3811 estão distribuídos entre Japão, PCT, EUA, República da Coréia e Escritório Europeu.

Figura 7: patentes publicadas no mundo sobre siderurgia (CIP C21) em 2016, por país de publicação.



Fonte: Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI.

De acordo com estudos recentes (Yueh, L. 2009; Yun, L., 2014; Freeman, R. 2017), o número desproporcional de patentes publicadas na China seria decorrente na maior parte de processo de *cath-up* tecnológico ou absorção do estoque de tecnologia já disponível em outros países, resultado do investimento estrangeiro direto e transferências de tecnologia. Mudanças regulatórias e incentivos de governo também teriam estimulado o aumento no número de patentes publicadas.

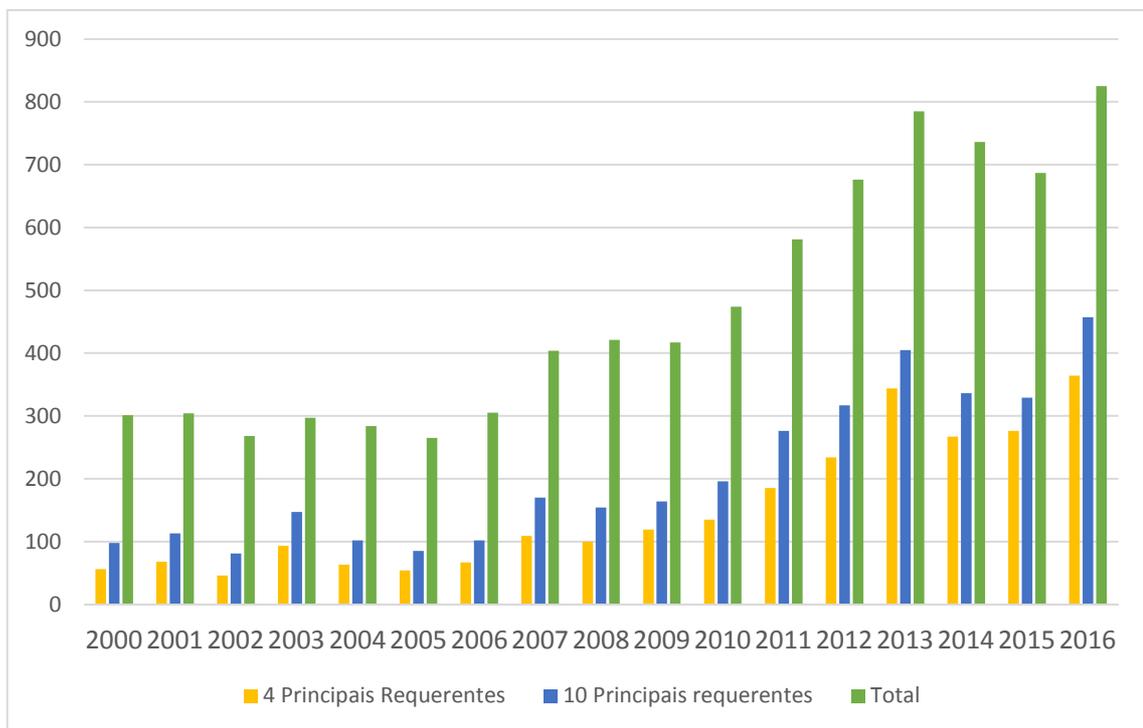
Apesar da concentração de patentes publicadas na China, a análise dos requerentes principais de patentes em 2016 demonstra a dominância das empresas japonesas e coreanas, com destaque aos grupos JFE Steel, POSCO e Nippon Steel e Sumitomo Metal, que teriam respondido por 11% do total de pedidos em 2016. A análise dos principais requerentes em anos anteriores demonstra a dominância das empresas japonesas e coreanas ao longo de todo o período de 2000 a 2016.

Enquanto os dados de destino das patentes demonstram o aumento da densidade tecnológica aplicada à produção do aço, principalmente na China, Japão, EUA, República da

Coréia e Europa, os dados de origem revelam o aumento da concentração tecnológica nas empresas japonesas e coreanas.

Para análise da concentração tecnológica, foram avaliados os dados dos pedidos de patentes internacionais via PCT de tecnologias de produção do aço. A pesquisa, realizada também com base no CIP C21, retornou uma participação crescente dos principais requerentes ao longo do período 2000-2016, como pode ser observado no gráfico abaixo.

Figura 8: patentes internacionais de tecnologias no CIP C21 dos principais requerentes.



Fonte: elaboração própria com base em dados da OMPI.

Na tabela abaixo, os dados são apresentados agregados em 4 períodos, com o cálculo da participação dos principais requerentes no total dos pedidos de patentes internacionais concedidos.

Tabela 8: patentes internacionais de tecnologias no CIP C21 dos principais requerentes.

Ano	2000-2004	2005-2008	2009-2012	2013-2016
Total	1454	1395	2148	3033
10 Principais requerentes	541	511	953	1527
4 Principais Requerentes	326	330	673	1251
10 Principais Requerentes / Total (%)	37%	37%	44%	50%
4 Principais Requerentes / Total (%)	22%	24%	31%	41%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados da OMPI.

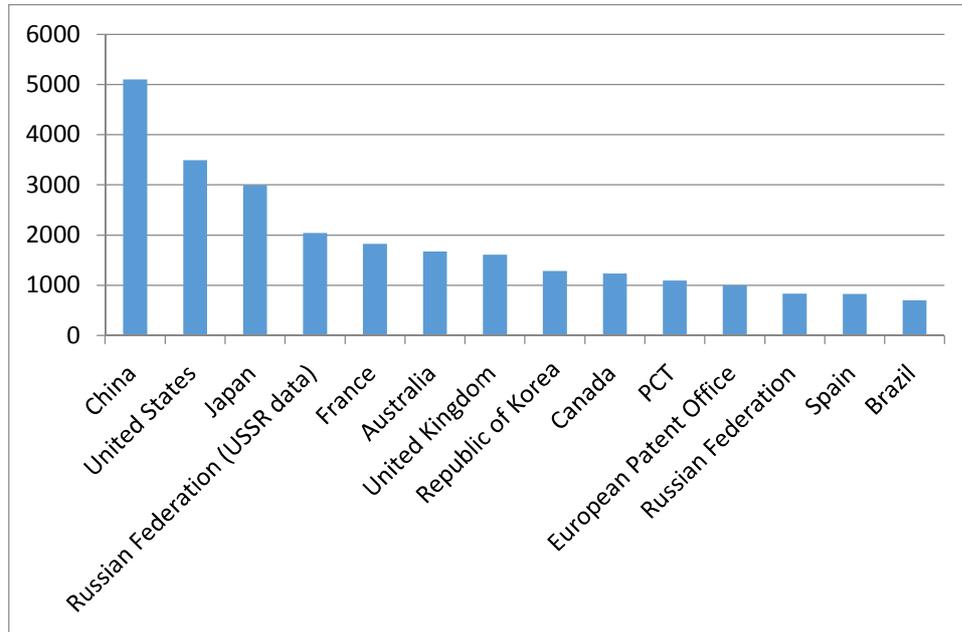
A tabela mostra o aumento gradual da participação dos pedidos de patentes dos principais requerentes no total de pedidos de patentes internacionais ao longo dos anos 2000, com destaque ao patamar em torno de 41% de concentração dos pedidos nos 4 maiores requerentes a partir de 2013. Nesses quatro anos, os grupos JFE Steel, Nippon, POSCO e KOBE Steel foram os maiores requerentes de pedidos de patentes internacionais.

Para uma análise das tecnologias aplicadas ao processo de produção de aço, desde a preparação dos insumos minerais até o desenvolvimento de novas ligas de aço, buscou-se estender a pesquisa ao CIP C22B 1/00: pré-tratamento de minérios ou sucata, e ao CIP C22C 38/00: ligas ferrosas, e. g. ligas de aço.

A pesquisa retornou 26.859 patentes publicadas no mundo sob o CIP C22B 1/00. Desses, 1093 pedidos de patentes internacionais via PCT e 702 publicados pelo escritório de patentes do Brasil.

O gráfico abaixo apresenta o número de pedidos de patentes publicados no mundo sob o CIP C22B 1/00, distribuídos por país de publicação. Os dados demonstram concentração pouco menor que a observada no âmbito do CIP C21, em parte explicado pela rigidez locacional e características específicas entre os minérios de cada região.

Figura 9: patentes publicadas no mundo em pré-tratamento de minérios ou sucata, CIP C22B 1/00.



Fonte: Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI.

Uma análise da distribuição dos pedidos de patentes publicados apenas nos anos de 2014 a 2016 demonstra mais uma vez a prevalência do Japão e da República da Coreia, atrás apenas da China, no entanto com concentração pouco menor. Pode ser observada também a presença de patentes publicadas em países com tradição mineradora. Sobre isso, Austrália, Canadá, Chile e Peru aparecem entre os principais países com pedidos de patentes publicados. Vale destacar a disparidade observada acerca do número de patentes publicadas nesse período no Brasil, apenas 9 patentes, contra as 100 patentes publicadas na Austrália, 75 no Canadá, 28 no Chile e 27 no Peru.

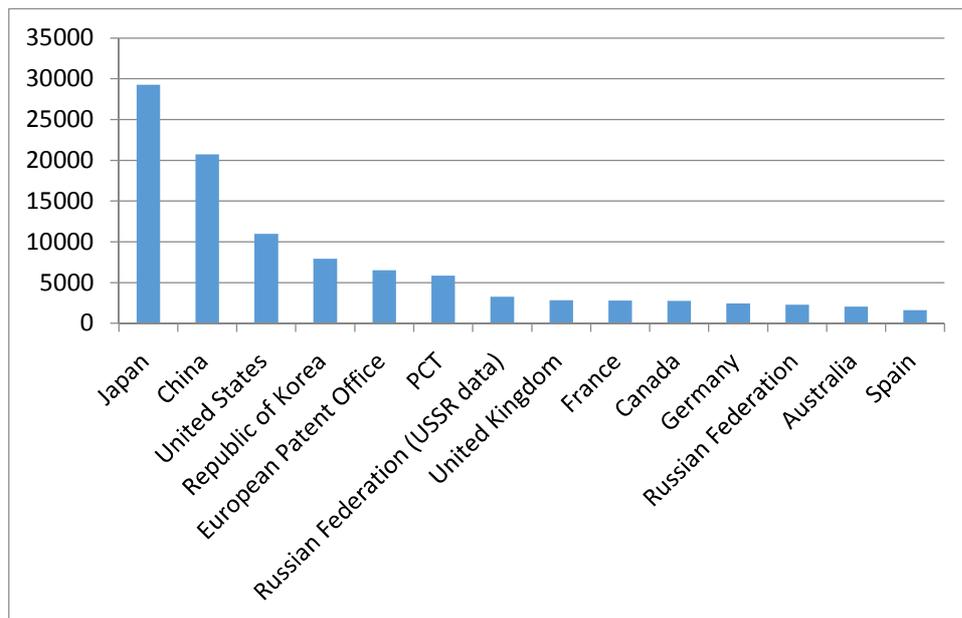
Quanto à concentração tecnológica por empresas, os grupos JFE Steel, Nippon, POSCO e KOBE Steel foram os maiores requerentes de pedidos de patentes internacionais também no âmbito do CIP C22B 1/00.

Na outra ponta da cadeia, o desenvolvimento de ligas de aço, C22C 38/00, responde 103.909 pedidos de patentes concedidos mundialmente. Desses, 5836 pedidos de patentes internacionais via PCT e 976 publicados pelo escritório de patentes do Brasil.

O gráfico abaixo apresenta o número de pedidos de patentes publicados no mundo sob o CIP C22C 38/00, distribuídos por país de publicação. Diferentemente das pesquisas

anteriores, no âmbito de tecnologias focadas nos processos de produção do aço, nas quais a China registra um número bem superior de patentes concedidas em relação aos demais países, no que se refere a patente de produtos, novas ligas de aço, o Japão ainda figura como o maior destino dos pedidos de patentes concedidos. Trata-se do conjunto de tecnologias com maior concentração dos pedidos de patentes concedidos em poucos países, apresentando um CH4 de 66%.

Figura 10: patentes publicadas no mundo em ligas de aço, CIP C22C 38/00



Fonte: Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI.

Os dados dos pedidos de patentes concedidos de 2014 a 2016 demonstram novamente a corrida de pedidos na China, destacada como maior destino no período, e a predominância do Japão e da República da Coreia, que também são os países de origem dos maiores requerentes das patentes concedidas. Os dados do período também demonstram o aumento da concentração dos pedidos em poucos países, apresentando uma concentração de 79% nos quatro principais países de destino.

Os grupos JFE Steel, Nippon e POSCO são os principais requerentes de pedidos de patentes concedidos também no âmbito de novas ligas de aço no período 2014-2016. Entre os maiores requerentes, vale destacar a presença do grupo Hyundai, o qual não figura entre os maiores requerentes no âmbito das tecnologias de processo de produção do aço, no entanto é

o grupo mais verticalizado e inserido na cadeia automotiva de valor, dono das montadoras de veículos Hyundai e KIA.

Essa concentração tecnológica é refletida também nos dados de depósitos de patentes no INPI. No período de análise (2000-2016), foram registrados 634 pedidos de patente de ligas de aço (CIP C22C 38/00) no INPI. Dos 634 pedidos retornados na pesquisa, 78 foram depositados em 2015, sendo 32 pela NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP) e 23 pela JFE STEEL CORPORATION (JP). As empresas japonesas foram ao todo responsáveis por 63 dos 78 pedidos depositados em 2015, ano no qual foram registrados os últimos pedidos de patentes no âmbito do CIP C22C 38/00 no Brasil.

Por fim, os dados demonstram elevada concentração de tecnologias em poucos grupos, os quais são os maiores requerentes de patentes nas tecnologias envolvidas em todas as etapas de produção do aço, bem como no desenvolvimento de novas ligas, demonstrando a estratégia de verticalização e concentração tecnológica perseguida por essas empresas.

3.4. Inovação via aquisição de serviços e tecnologia externa

A concentração de tecnologias e capacidades em poucos grupos e países, conforme evidenciado na seção anterior, serve de base para a maior participação de grupos externos fornecedores de serviços e tecnologias no âmbito das atividades inovativas das siderúrgicas brasileiras, seja via aquisição de máquinas e equipamentos importados seja pela aquisição externa de P&D e serviços. A maior participação de máquinas e equipamentos importados, por sua vez, contribui para uma maior importação de serviços associados aos equipamentos.

De acordo com os dados apresentados na primeira seção deste capítulo, houve no período em estudo um aumento relativamente maior dos gastos com aquisição externa de P&D e serviços, o que corrobora tendência de crescimento da venda de serviços na indústria, a partir de estratégias de servitização.

Diante do acirramento da competição global e em busca de diferenciais competitivos e maiores margens de retorno, empresas antes dedicadas ao fornecimento de equipamentos tendem a se especializar na venda de soluções industriais que englobam o fornecimento tanto de equipamentos como serviços de engenharia de processos, comissionamento, manutenção e até mesmo operação de estrutura produtiva dedicada.

Por outro lado, indústrias em setores mais tradicionais tendem a se concentrar em suas atividades fins e áreas de competência central e recorrer a fornecedores de serviços intensivos em conhecimento para inovar e melhorar a eficiência operacional de seus processos de produção.

Dessa forma, considerando também o aumento da presença de grupos multinacionais produtores de aço no Brasil, a presente seção analisa o esforço de inovação via serviços. A análise é focada na evolução dos tipos e fornecedores de serviços de assistência técnica e de fornecimento de tecnologia. Para isso, foi utilizada a base de contratos de transferência de tecnologia averbados junto ao INPI. O INPI registra atos e contratos relacionados à transferência de tecnologia em seis modalidades distintas:

- Licença de Uso de Marca (UM): contratos que objetivam o licenciamento de uso de marca registrada ou pedido de registro depositado no INPI. Os contratos de cessão de marcas (transferência de titularidade) são passíveis de averbação quando envolverem remuneração e o titular desses direitos for domiciliado no exterior.
- Licença de Exploração de Patentes (EP): contratos que objetivam o licenciamento de patente concedida ou pedido de patente depositado no INPI. Os contratos de cessão de patentes (transferência de titularidade) são passíveis de averbação quando envolverem remuneração e o titular desses direitos for domiciliado no exterior.
- Licença de Exploração de Desenho Industrial (EDI): contratos que objetivam o licenciamento de desenho industrial registrado no INPI. Os contratos de cessão de desenhos industriais (transferência de titularidade) são passíveis de averbação quando envolverem remuneração e o titular desses direitos for domiciliado no exterior.
- Fornecimento de Tecnologia (FT): contratos que objetivam a aquisição de conhecimentos e de técnicas não amparados por direitos de propriedade industrial, destinados à produção de bens industriais e serviços. O objeto da contratação deverá ser detalhado com clareza. Os contratos deverão conter uma identificação perfeita dos produtos e/ou processos, bem como o setor industrial em que será aplicada a tecnologia.

- Prestação de Serviços de Assistência Técnica e Científica (SAT): contratos que estipulam as condições de obtenção de técnicas, métodos de planejamento e programação, bem como pesquisas, estudos e projetos destinados à execução ou prestação de serviços especializados. São passíveis de registro no INPI os serviços relacionados à atividade fim da empresa, assim como os serviços prestados em equipamentos e/ou máquinas no exterior, quando acompanhados por técnico brasileiro e/ou gerarem qualquer tipo de documento, como por exemplo, relatório. O objeto da contratação deverá ser detalhado com clareza definindo os serviços que serão executados.

Segundo dados sobre a averbação de contratos divulgados pelo INPI, o Brasil realiza o registro de contratos de tecnologia desde 1962 (instituído em 03 de Setembro 1962, com a Lei nº 4.131). Com a criação do INPI (Lei nº 5.648/70), com a missão de acelerar e regular a transferência de tecnologia e de estabelecer melhores condições de negociação e utilização de patentes e outros direitos de natureza análoga, e a instituição do Novo Código da Propriedade Industrial (CPI, Lei nº 5.772/71), os atos e contratos que implicassem transferência de tecnologia ficaram sujeitos à averbação do INPI. Nos anos 1990, houve a aprovação de diversas legislações pertinentes à transferência de tecnologia, como a Lei nº 8.383/91, que revogou os dispositivos impeditivos de remessas, a título de transferência de tecnologia, entre matriz e subsidiárias no País; a Lei de nº 8.955/94, que regulamentava as franquias; e a Lei nº 9279/96, que substituiu o Código da Propriedade Industrial de 1971.

A Lei nº 9279/96, de 14 de maio de 1996, é a que atualmente regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. A lei estabelece que o “*o INPI fará o registro dos contratos que impliquem transferência de tecnologia, contratos de franquia e similares para produzirem efeitos em relação a terceiros*”.

A regulamentação dos registros dos contratos referidos no art. 211 é feita através de resoluções do INPI. Nesse sentido, o INPI dispõe sobre os serviços de assistência técnica dispensados de averbação e divulgou, por meio da Resolução nº 267/2011, de 5 de abril de 2011, a primeira “*lista dos contratos de Serviços de Assistência Técnica que não são averbáveis*”. Ainda de acordo com essa resolução, “*O INPI promoverá a atualização da listagem sempre que houver a necessidade de adequá-la*”, o que ocorreu duas vezes, por meio

das resoluções nº 54/2013, de 18 de março de 2013, e resolução nº 156/2015, de 9 de novembro de 2015.

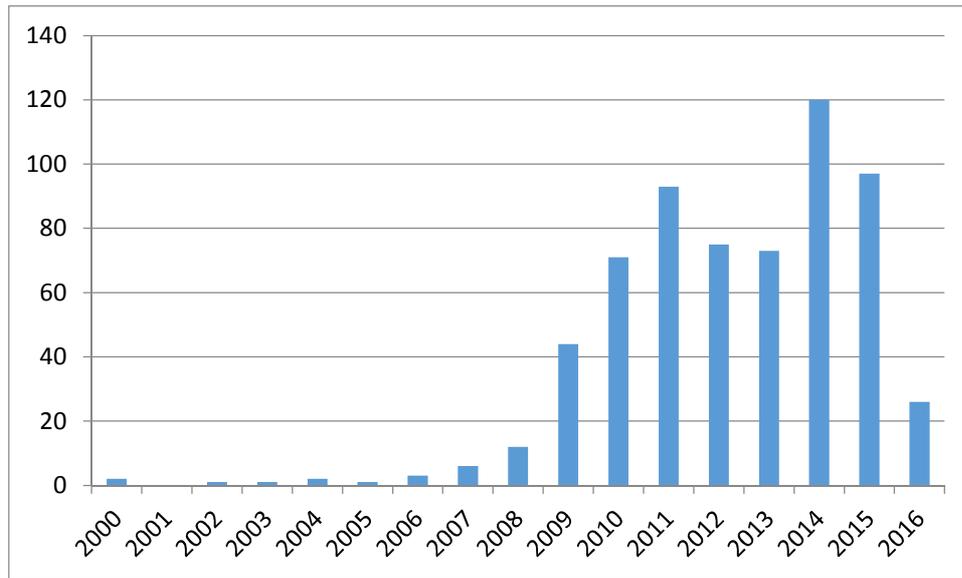
A publicação e atualizações posteriores da lista de contratos dispensados ajudam a compreender a evolução do número de contratos averbados junto ao INPI. O INPI disponibiliza em sua base de consulta web os contratos de tecnologia publicados a partir de outubro de 2009 e algumas mudanças em relação à obrigação de registro teriam produzido maior efeito sobre o número de contratos averbados e, portanto, sobre os dados públicos acerca de contratos de serviços de assistência técnica do exterior. Vale destacar a dispensa em abril de 2011 de “*Consultoria realizada sem a vinda de técnicos às instalações da empresa Cessionária*”, texto substituído por “*Consultoria remota, sem a geração de documentos*”, na resolução publicada em março de 2013.

A leitura dos fatos indica que houve no período entre as duas resoluções uma dispensa de consultorias remotas envolvendo a troca de documentos entre as partes, que, portanto, deixaram de ser averbadas nesse período. Outra mudança com efeito prejudicial aparentemente maior em relação à disponibilização de dados públicos sobre os contratos de transferência de tecnologia foi a dispensa da averbação dos “*serviços prestados a equipamentos e/ou máquinas de qualquer natureza*”, estabelecida na resolução nº 156/2015, de novembro de 2015. Esse fato explicaria a queda pronunciada do número de contratos em 2016, verificada na pesquisa realizada na base de contratos de transferência de tecnologia disponibilizada pelo INPI.

A pesquisa foi focada em contratos de transferência de tecnologia realizados no setor de produção de aço. Para isso, foram pesquisados contratos no âmbito de setores de atividade CNAE/IBGE contendo pelo menos uma das palavras: “aço”, “siderurgia”, “siderúrgicas” e “siderúrgicos”. O acervo contido na base de dados de contratos de transferência de tecnologia do INPI está restrito a documentos publicados a partir de outubro de 2009. A consulta foi realizada em 09/05/2017 e retornou 637 resultados, com registros de 06/01/1983 a 25/04/2017, que são as datas de entrada dos registros.

Segue abaixo o gráfico com a evolução anual dos registros de contratos de transferência de tecnologia no setor de produção de aço publicados a partir de outubro de 2009, por data de entrada.

Figura 11: Contratos e atos de transferência de tecnologia para produção de aço.



Fonte: elaboração própria com base em dados do INPI.

A partir do gráfico acima, pode-se observar uma queda pronunciada do número de contratos averbados em 2016, que, no entanto, uma análise individual dos objetos dos contratos demonstra que esse impacto teria sido causado pela dispensa da averbação serviços prestados a equipamentos e/ou máquinas de qualquer natureza, estabelecida na resolução nº 156/2015.

De acordo com os dados retornados na pesquisa, os anos de 2014 e 2015 foram os anos de maior número de contratos averbados relacionados à produção de aço. Trata-se de anos com participação representativa do setor, indicada também pela presença das siderúrgicas entre os 50 maiores depositantes residentes de contratos, conforme ranking divulgado pelo INPI. No ano de 2015, as siderúrgicas presentes entre os maiores depositantes são:

- ARCELORMITTAL BRASIL S.A. (24 depósitos);
- USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. – USIMINAS (21 depósitos);
- COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL (16 depósitos);
- VALLOUREC & SUMITOMO TUBOS DO BRASIL LTDA. (11 depósitos);
- APERAM INOX AMERICA DO SUL S.A. (7 depósitos);
- THYSSENKRUPP COMPANHIA SIDERÚRGICA DO ATLÂNTICO, (6 depósitos);
- CSP- COMPANHIA SIDERÚRGICA DO PECÉM (5 depósitos);
- VALLOUREC TUBOS DO BRASIL S.A. (5 depósitos).

A GERDAU AÇOS ESPECIAIS S.A. também averbou 3 contratos, totalizando uma participação das siderúrgicas de 7,7% do total de contratos depositados em 2015. A ARCELORMITTAL BRASIL S.A. foi o terceiro maior depositante, atrás apenas da PETROBRAS e da EMBRAER.

Para fins de avaliação da evolução do volume, tipos e fornecedores dos contratos averbados será considerado o período de 2010 a 2015, pela limitação já indicada do acervo e a fim de evitar a distorção causada pela dispensa da necessidade de averbação dos “*serviços prestados a equipamentos e/ou máquinas de qualquer natureza*”, ao final de 2015.

Assim, o período em análise registra um aumento do número de contratos registrados pelas siderúrgicas no Brasil. Os dados registram um crescimento de 32%, quando comparado o volume de contratos averbados nos anos 2014-2015 contra os anos 2010-2011. Para demonstrar a evolução dos serviços e tecnologias adquiridos pelas siderúrgicas brasileiras, foram analisados todos contratos ou atos (faturas, ordens de compra e aditivos) efetivamente averbados e com datas de registro em 2010 e em 2015, a fim de se observar as diferenças em termos do tipo de serviço transacionado e quanto aos fornecedores dos serviços e tecnologias.

As análises se concentram num total de 64 contratos de serviços de assistência técnica ou fornecimento de tecnologia depositados em 2010 e nos 69 contratos depositados em 2015. Cabe observar, além do aumento do número total de contratos mesmo no cenário de menor investimento, um aumento do número de serviços relacionados especificamente a um equipamento ou conjunto de equipamentos, principalmente no caso de serviços para automação e controle. Pode-se observar também o aumento do conjunto de serviços de estudos técnicos, melhoria de processos operacionais e inovação. Os serviços de assistência técnica e fornecimento de tecnologia foram classificados por tipo de acordo com objeto descrito dos contratos e são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 9: Serviços de assistência técnica e fornecimento de tecnologias para produção de aço em 2010 e 2015.

SAT e FT (por tipo de serviço)	2010	2015
Serviços diretamente aplicados a equipamentos de produção do aço (principalmente implantação, modernização e manutenção)	46	35
Serviços para automação e controle (incluindo programação e equipamentos de medição e controle)	9	17
Sistemas e atividades complementares (energia, logística, segurança, modelo organizacional...)	5	7
Outros serviços (estudos técnicos, projetos de engenharia, processos operacionais, desenvolvimento e inovação)	9	16
Relacionados a equipamento Específico	46	51
Não relacionados a equipamento específico	18	18
Nº Total de SATs e FTs	64	69

Fonte: elaboração própria, com base nos dados do INPI.

O crescimento da participação de serviços para automação e controle, de 14% em 2010 para 25% em 2015, retrata a maior participação dessas tecnologias no esforço para inovar das empresas, o que levaria à maior participação de fornecedores externos à siderurgia, especializados, por exemplo, em equipamentos e sistemas de medição e sensoriamento. Na tabela abaixo, são apresentados os dez países de origem com maior número de serviços transacionados em 2010 e em 2015 e observa-se uma redução da presença de fornecedores do Japão, que concentra tecnologias de produção do aço, e aumento dos fornecedores de Alemanha e Estados Unidos, especializados em tecnologias de manufatura avançada.

Tabela 10: principais países fornecedores de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2010 e 2015.

País	Nº Contratos 2010	País	Nº Contratos 2015
Japão	16	Alemanha	17
Alemanha	11	Estados Unidos	9
Reino Unido	6	Áustria	9
Áustria	6	Itália	6
Estados Unidos	5	Holanda	4
França	5	Reino Unido	4
China	3	República da Coreia	4
Itália	2	Japão	3
Bélgica	2	França	3
República da Coreia	2	Suíça	3

Fonte: elaboração própria, com base nos dados do INPI.

Entre as principais empresas fornecedoras de serviços depositados em 2010 destaca-se a presença de 4 japonesas e 6 empresas especializadas em tecnologias de produção do aço, entre elas as japonesas Nippon, Sumitomo e JFE e coreana POSCO, as quais concentram patentes internacionais em tecnologias de produção do aço.

Tabela 11: Principais empresas estrangeiras fornecedoras de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2010.

Grupo/Empresa	Nº Contratos	País de Origem	Atuação
Siemens Vai	7	Reino Unido	metalurgia e aço
CISDI	3	China	diversos setores
JFE	3	Japão	metalurgia e aço
Marubeni	3	Japão	diversos setores
Nippon	3	Japão	metalurgia e aço
POSCO	2	República da Coreia	metalurgia e aço
Sumitomo Metal	2	Japão	metalurgia e aço
UHDE	2	Alemanha	diversos setores
Vallourec	2	França	metalurgia e aço

Fonte: elaboração própria, com base nos dados do INPI.

No ano de 2015, verifica-se um número maior de fornecedores que transacionaram pelo menos dois contratos. Entre esses fornecedores, destaca-se a presença de três baseadas na Alemanha e três organizações baseadas nos Estados Unidos. Além disso, há uma presença maior de fornecedores atuantes em diversos setores, sendo estes oito dos quinze fornecedores apresentados na tabela abaixo.

Tabela 12: Principais empresas estrangeiras fornecedoras de serviços de assistência e tecnologia para produção de aço em 2015.

Grupo/Empresa	Nº Contratos	País de Origem	Atuação
Primetals	6	Áustria / Reino Unido	metalurgia e aço
Techint	6	Itália	metalurgia e aço
SMS	5	Alemanha	metalurgia e aço
IMS Messsysteme Gmbh	3	Alemanha	diversos setores
POSCO	3	República Da Coreia	metalurgia e aço
Allied Mineral Technical Services	2	Estados Unidos	metalurgia e aço
Colorado School of Mines	2	Estados Unidos	diversos setores
EMAG	2	Alemanha	diversos setores
EVG	2	Áustria	diversos setores
Forni Industriali Bendotti S.P.A.	2	Itália	metalurgia e aço
Industrial Asset Consulting	2	França	diversos setores
Minteq International Inc	2	Estados Unidos	diversos setores
Motherwell	2	Reino Unido	diversos setores
Nippon Steel & Sumitomo Metal	2	Japão	metalurgia e aço
Valessentia Ag	2	Suíça	diversos setores

Fonte: elaboração própria com base nos dados do INPI.

A mudança observada nos tipos e fornecedores dos serviços depositados em 2015 em relação aos serviços depositados em 2010 indica a maior presença de fornecedores atuantes em diversos setores e um deslocamento das competências necessárias para inovar na direção de tecnologias transversais, externas às siderúrgicas brasileiras e externas à indústria do aço.

A Primetals Technologies Limited, sucessora da Siemens Vai, se destaca com o maior número de serviços transacionados nos dois anos analisados. A empresa de soluções

tecnológicas de classe mundial, serviços no ciclo de vida e equipamentos com qualidade superior. A empresa se apresenta como uma fonte de tecnologias de produção de aço e de competências em serviços no ciclo de vida, soluções ambientais, inovação, soluções e plantas integradas, e eletrônica e automação.

Trata-se de um fornecedor de sistema produto-serviço que integra competências em engenharia, plantas e equipamentos de produção de aço e em automação, soluções e serviços para maior eficiência e qualidade da produção. Os serviços no ciclo de vida são a primeira competência listada e incluem, entre outros, o uso de internet das coisas (IoT) e análise de parâmetros de produção para entregar melhor desempenho dos equipamentos.

Entre os seis serviços prestados pela Primetals em 2015, estão dois serviços para automação e controle, um projeto de engenharia e um estudo técnico. Enquanto todos os sete serviços prestados pela Siemens VAI em 2010 são serviços diretamente aplicados a equipamentos de produção do aço.

O grupo italiano Techint forneceu, com o maior número de serviços fornecidos em 2015 junto com a Primetals, também pode ser considerado um ofertante de sistema produto-serviço por meio de sua subsidiária Tenova, soluções inovadoras para metalurgia e mineração, a qual oferta tecnologias avançadas, produtos e serviços para as indústrias do setor.

A Tenova descreve a sua atuação como um trabalho em cooperação com clientes parceiros para criação e desenvolvimento de tecnologias e serviços inovadores que promovam redução de custos, economia de energia, mitigação de impactos ambientais e melhoria das condições de trabalho. Para isso, eles conjugam décadas de experiência na produção de aço e fornecimento de engenharia e equipamentos com competências em tecnologias para automação e controle de processos, incluindo soluções para automação completa de parâmetros de produção e desempenho.

Cabe destacar também, entre os principais fornecedores em 2015, a empresa alemã IMS Messsysteme, especializada em sistemas de medição usados para inspeção de materiais, que presta serviços de consultoria e suporte se utilizando de centros de serviços espalhados globalmente, incluindo um centro instalado em 2010 no Brasil. Além da empresa suíça Valessentia, consultoria especializada em gestão de desempenho, que oferece consultoria,

treinamento, soluções e equipamentos para qualquer setor de atividade, de agricultura e mineração a eletrônicos e aeroespacial.

Observa-se também em 2015 a presença dos grupos produtores de aço POSCO e Nippon e Sumitomo, os quais possuem participação no capital de empresas no Brasil, das quais são os principais fornecedores de tecnologia. Trata-se de grupos com estratégias focadas no desenvolvimento e fornecimento de tecnologias e produtos de aço. Além de produtores de diversos produtos de aço, a atuação desses grupos inclui, por exemplo, a oferta de tecnologias de produção em troca de royalties de participação de produto, e o desenvolvimento de soluções e novos aços para promoção de eficiência operacional em seus parceiros consumidores.

Os dados analisados nas quatro seções apresentadas neste capítulo apontam para uma maior participação de fornecedores especializados no esforço para inovação e produção do aço, fornecedores externos às siderúrgicas brasileiras, externos ao setor siderúrgico e externos ao país. Essas mudanças de participação dos agentes nas atividades de inovação e produção das siderúrgicas brasileira, por sua vez, implicam em alterações na distribuição da renda gerada pela atividade de produção de aço no Brasil, que será objeto do próximo capítulo.

4. DISTRIBUIÇÃO SETORIAL E FUNCIONAL DA RENDA DO AÇO

O Brasil no século 21 viveu um longo ciclo de expansão econômica, que teria iniciado em 2004, ano de crescimento de 5,8% do PIB, e se estendido até 2013, quando foi observado um crescimento de 3%. Ao longo desse período, o país alcançou a maior taxa de investimento observada desde 1994, com taxas acima de 19% do PIB em 2010 e 2011. Entre 2004 e 2013, houve uma substancial melhoria na renda e na qualidade de vida das famílias mais pobres, uma queda quase contínua da taxa de desemprego e forte expansão do crédito. Nesse período, o rendimento médio real das pessoas ocupadas saltou de R\$ 1.711,99 em 2004 para R\$ 2.294,25 em 2013, segundo dados do IBGE.

Essas mudanças, em parte impactadas pela política de valorização dos salários, orientaram o que pode ser reconhecido como um dos maiores feitos do período, que foi a melhora na distribuição individual da renda, com maior crescimento relativo da renda das famílias situadas entre as faixas mais baixas de renda, e da distribuição funcional da renda, com o movimento consistente de elevação da participação das remunerações no valor adicionado total. A participação das remunerações na renda, que foi de 39% em 2000, representou 44% da renda total gerada em 2014, conforme dados do sistema de contas nacionais, do IBGE.

Os dados agregados de distribuição da renda indicam uma elevação da parcela destinada às remunerações para o total da economia. No entanto, esse movimento pode ser causado por razões conjunturais ou fatores econômicos com impactos negativos sobre a renda, por exemplo, via redução do valor adicionado diante de um quadro de rigidez de salários. Isso indica a importância da análise da distribuição de renda por setor de atividade, a fim de se avaliar movimentos de caráter sustentável que orientarão a distribuição de renda pelos agentes.

O debate sobre a distribuição e desigualdade da renda tem sido reforçado nos últimos anos pelos trabalhos de Stiglitz, Lazonick, Pikety, Jacobs, Mazzucato. Os economistas defendem que a extensão do impacto do aumento de produtividade sobre o bem-estar dependerá de como esses ganhos de produtividade serão distribuídos pelos membros da sociedade. Nesse sentido, haveria um importante desafio relacionado à avaliação e a orientação da distribuição dos ganhos de produtividade decorrentes das estratégias de investimento e estruturas organizacionais de empresas inovadoras.

A difusão tecnológica e o, conseqüente, impacto sobre a contribuição dos diversos fatores no valor da produção orientam a distribuição da renda gerada e, portanto, dos ganhos de produtividade gerados pelas inovações. Segundo Jacobs & Mazzucato (2015), os investimentos em inovação tecnológica e organizacional impulsionam o crescimento e desenvolvimento econômico e a difusão dessas inovações pela economia produz efeito não só sobre modos de produção, mas também sobre padrões de distribuição e consumo.

Assim, o presente capítulo procura compreender os impactos sobre a distribuição da renda e do valor da produção (que corresponde à soma da renda gerada com o consumo intermediário) do aço no Brasil, gerados por mudanças nos processos de inovação e produção do aço, avaliadas no capítulo 2. A análise da distribuição da renda do aço tem o objetivo de demonstrar a evolução dos fluxos do valor auferido com a produção do aço no Brasil para os demais setores da atividade produtiva; entre as categorias de renda, com destaque às remunerações; e para outros países.

A primeira seção analisa a evolução da distribuição setorial da renda do aço, a partir da participação de insumos nacionais e importados na produção do aço bem como da distribuição da FBKF, incluindo dados de importação de equipamentos e serviços. A segunda seção é centrada no conceito de multiplicador setorial da renda, no âmbito da análise insumo-produto de Leontief, e na distribuição primária da renda, no âmbito do Sistema de Contas Nacionais e da análise de distribuição funcional da renda. Dessa forma, busca-se identificar as participações dos rendimentos do trabalho e do capital na renda gerada à luz da distribuição funcional da renda entre remunerações (salários e as contribuições sociais), EOB (rendimento das empresas financeiras e não financeiras, dos proprietários de imóveis e outros bens alugados e dos detentores de títulos financeiros) e impostos sobre a produção.

4.1. Fluxo e distribuição setorial da renda do aço

A análise sobre os fluxos da renda gerada pela produção do aço se baseia na análise de insumo-produto, a qual compreende a economia como um sistema de fluxo circular da renda operado por meio das relações estruturais entre os diversos agentes envolvidos no processo produtivo. Assim, a introdução e difusão de novas tecnologias que alterem as relações estruturais no processo de produção do aço necessariamente alterarão os fluxos e a distribuição da renda gerada.

Segundo Guilhoto (2001), a teoria de insumo-produto formulada originalmente por Leontief, demonstra a relação entre os setores, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quem. Dessa forma, provê uma compreensão de como a economia funciona e da distribuição do valor produzido entre os setores.

A presente seção pretende demonstrar, a partir das matrizes de insumo-produto publicadas pelo IBGE para os anos de 2000, 2005 e 2010, a evolução da distribuição do valor de produção do aço entre os diversos setores, a qual orienta o multiplicador de renda do setor gerada pela demanda por insumos intermediários. Nesse sentido, é possível compreender a evolução do efeito multiplicador do setor para a economia, ou seja, o impacto de variações na demanda por aço sobre a produção total, importações, salários e distribuição de renda.

A tabela a seguir apresenta os coeficientes técnicos dos insumos nacionais e importados demandados pelo setor de produção do aço, descrito como atividade de “*Fabricação de aço e derivados*”, nas publicações de 2000 e 2005, e como atividade de “*Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura*”, em 2010. O coeficiente técnico é definido pela participação do consumo intermediário de determinado produto no valor da produção do setor. Os dados de consumo intermediário e valor de produção são trabalhados em seus valores correntes em cada ano e contemplam as variações de preços entre os períodos, que determinarão, junto com as mudanças estruturais nos processos de produção e negócio de cada setor, a distribuição do valor de produção.

Os dados demonstram um aumento de 11,6 p.p. dos coeficientes técnicos de produção, indicando uma maior participação dos fornecedores de insumos no valor da produção do aço. O maior aumento foi verificado para “manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos”, que passou a representar o quarto maior item de consumo intermediário em 2010.

Tabela 13: Coeficientes técnicos de insumos da produção do aço.

Coeficientes técnicos de produção	2000	2005	2010	Variação (p.p.)
Insumos nacionais - total	55,3%	58,0%	65,8%	10,5
Minério de ferro	6,9%	7,9%	10,1%	3,2
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	8,4%	10,6%	8,5%	0,0
Eletricidade e gás, água, esgoto e outras utilidades	6,6%	5,7%	6,5%	-0,1
Comércio por atacado e varejo	2,3%	2,6%	6,1%	3,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1,8%	1,7%	6,1%	4,3
Transporte terrestre de carga	5,7%	5,5%	6,0%	0,3
Serviços de informação e outros prestados às empresas	2,8%	3,1%	4,9%	2,1
Ferro-gusa e ferroligas	1,1%	0,9%	4,1%	3,0
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	3,5%	3,0%	2,7%	-0,8
Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	3,7%	4,6%	2,3%	-1,4
Minerais metálicos não-ferrosos	1,3%	1,1%	1,4%	0,0
Produtos da metalurgia de não-ferrosos	1,7%	1,1%	0,8%	-0,9
Produtos químicos inorgânicos	1,0%	1,1%	0,7%	-0,3
Produtos químicos orgânicos	2,4%	2,2%	0,2%	-2,2
Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	0,7%	1,8%	0,2%	-0,6
Outros	5,4%	4,9%	5,2%	-0,2
Insumos importados - total	11,5%	11,2%	12,6%	1,1
Carvão mineral	4,8%	5,2%	5,9%	1,0
Outros produtos do refino do petróleo	1,1%	1,3%	1,4%	0,3
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	1,7%	1,1%	1,3%	-0,3
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,9%	0,7%	1,1%	0,3
Produtos químicos orgânicos	1,6%	1,2%	0,2%	-1,3
Outros	1,4%	1,7%	2,6%	1,2
Total	66,8%	69,2%	78,4%	11,6

Fonte: elaboração própria, com base nas matrizes de insumo-produto do IBGE.

O segundo maior aumento observado na tabela refere-se ao aumento da margem de comércio, que estaria relacionado a uma maior segregação entre atividades de produção e comercialização. A tabela demonstra também o crescimento da participação do minério de ferro, ferro-gusa e ferroligas, determinada pelo forte crescimento dos preços das commodities

metálicas no período, e dos serviços prestados às empresas. Os aumentos de participação aqui destacados tiram participação principalmente do valor adicionado à produção. Entre os itens que reduziram sua participação no consumo intermediário, vale destacar “*Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos*”. Essa redução poderia estar associada ao deslocamento de parte desse consumo aos fornecedores de máquinas e equipamentos.

Além do consumo intermediário para a produção, os investimentos em formação de capital de também distribuem setorialmente parte do valor de produção contabilizado como excedente operacional, de forma indireta. As tabelas de usos e recursos demonstram o aumento do peso relativo de máquinas e equipamentos também na composição da FBKF, indicando a maior intensidade de bens de capital nos investimentos das empresas, como pode ser observado na tabela abaixo. A tabela apresenta a participação dos principais produtos na composição da FBKF. O maior aumento verificado foi de “*Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos*” a exemplo do que ocorreu em relação ao consumo intermediário da siderurgia.

Tabela 14: Principais componentes da FBKF.

R\$ milhões

Descrição de Produtos	2000	(%)	2005	(%)	2010	(%)	2014	(%)
Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos	20.753	9%	40.886	11%	107.256	13%	154.948	13%
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	4.256	2%	8.725	2%	16.382	2%	23.410	2%
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	7.201	3%	14.093	4%	16.665	2%	30.988	3%
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar medida e óptico	3.397	2%	7.375	2%	16.309	2%	25.850	2%
Automóveis camionetas e utilitários	6.865	3%	15.537	4%	52.641	7%	53.500	5%
Caminhões e ônibus	8.881	4%	19.233	5%	50.597	6%	58.400	5%
Construção civil	131.204	60%	189.805	51%	396.075	50%	593.851	52%
Serviços de informação	8.985	4%	20.858	6%	34.364	4%	62.201	5%
Serviços prestados às empresas	9.594	4%	16.479	4%	35.395	4%	49.590	4%

Fonte: elaboração própria, com base nas tabelas de usos e recursos do IBGE.

Outro fator a ser destacado é a distribuição da demanda entre produtos nacionais e importados. Nesse sentido, os dados de demanda total revelam um aumento da participação de produtos importados na demanda total por máquinas e equipamentos, e por serviços de

informação e outros serviços prestados às empresas. As tabelas abaixo apresentam a demanda total por máquinas e equipamentos e a demanda total por serviços de informação e outros serviços prestados às empresas, de acordo com matrizes insumo-produto.

Tabela 15: Demanda total por máquinas e equipamentos nacionais e importados.

R\$ milhões

Ano	Nacionais	Importados	Partic. Importados (%)
2000	99.214	23.956	19%
2005	229.393	40.866	15%
2010	251.695	103.004	29%

Fonte: elaboração própria, com base nas matrizes de insumo-produto do IBGE.

Tabela 16: Demanda total por serviços de informação e outros serviços prestados nacionais e importados.

R\$ milhões

Ano	Nacionais	Importados	Partic. Importados (%)
2000	155.915	9.081	5,5%
2005	284.932	16.700	5,5%
2010	663.750	49.918	7,0%

Fonte: elaboração própria, com base nas matrizes de insumo-produto do IBGE.

Quanto à distribuição dos investimentos da siderurgia entre produtos nacionais e importados. A tabela abaixo apresenta a importação de bens de capital aplicados à metalurgia, incluindo a siderurgia, e a relação com os investimentos anuais da siderurgia. Os dados demonstram o aumento dos bens de capital importados em relação aos investimentos.

Tabela 17: Investimentos na siderurgia e importação de bens de capital para metalurgia.

US\$ milhões

Ano	Investimentos Siderurgia	Import. BK p. Metais (NCM 8454-8463; 847981)	Relação (%)
2016	1.250	787	63%
2015	1.291	827	64%
2014	2.379	1.256	53%
2013	2.127	1.662	78%
2012	3.185	1.965	62%
2011	3.092	1.998	65%
2010	3.709	1.369	37%
2009	4.507	1.077	24%
2008	3.597	1.487	41%
2007	2.550	803	31%
2006	3.055	631	21%
2005	1.894	639	34%
2004	946	409	43%
2003	824	333	40%
2002	857	461	54%
2001	1.335	528	40%
2000	1.234	373	30%

Fonte: elaboração própria, com base em dados do Instituto Aço Brasil e do sistema Aliceweb do MDIC.

De acordo com os dados apresentados nesta seção é possível confirmar o aumento da participação do setor de máquinas e equipamentos na siderurgia e nos investimentos em formação de capital. Esse aumento seria resultado principalmente da difusão e do ganho de importância relativa de tecnologias e conhecimento multisetoriais nas estruturas de produção.

4.2. Distribuição funcional da renda do aço

Para análise da distribuição funcional da renda do aço, são analisados os dados do Sistema de Contas Nacionais, desagregados por atividade, dados sobre o pessoal ocupado da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), bem como dados financeiros das siderúrgicas listadas na bolsa de valores brasileira.

4.2.1. Multiplicador setorial e a distribuição funcional da renda do aço e sua cadeia de fornecimento

O trabalho se inicia pela aplicação do multiplicador setorial derivado da demanda por insumos intermediários e do encadeamento dessa demanda a demais atividades. Conforme Guilhoto et al (1996), a análise acerca da estrutura de produção, consumo e distribuição da renda é complementada pela análise dos multiplicadores setoriais, para avaliar de forma mais ampla o impacto do aumento de determinada atividade sobre a produção total, importações, salários e distribuição de renda das diversas atividades envolvidas.

Portanto, a partir das matrizes de insumo-produto, foram calculados o multiplicador setorial da atividade de fabricação do aço nos anos 2000, 2005 e 2010, definido como a soma dos multiplicadores parciais apresentados na matriz inversa de Leontief. Além disso, foram aplicadas a distribuição funcional da renda apresentada nas tabelas de usos e recursos para os respectivos anos ao valor de produção de cada atividade calculado a partir dos multiplicadores parciais da produção do aço.

A tabela a seguir apresenta os resultados de distribuição funcional calculados. É possível verificar o aumento do multiplicador setorial ano a ano, o que reflete o aumento dos efeitos de encadeamento para trás e o aumento do coeficiente técnico de máquinas e equipamentos, e serviços, ambos com elevado efeito multiplicador. Quanto à distribuição da renda, verifica-se uma redução da participação dos salários como proporção do valor da produção, bastante pronunciada em 2005 e parcialmente revertida em 2010. Enquanto a distribuição da renda total da economia demonstra aumento da participação dos salários ao longo do mesmo período.

Tabela 18: multiplicador setorial e distribuição funcional da renda direta e indireta da produção de aço.

R\$ milhões

Descrição	2000	(%)	2005	(%)	2010	(%)
Multiplicador setorial	2,05		2,11		2,19	
Valor adicionado bruto (PIB)	12.202	25,0%	52.262	33,2%	64.469	32,1%
Remunerações	6.774	13,9%	16.885	10,7%	27.326	13,6%
Salários	5.353	11,0%	13.167	8,4%	21.089	10,5%
Contribuições sociais efetivas	1.400	2,9%	3.668	2,3%	6.190	3,1%
Contribuições sociais imputadas	22	0,0%	50	0,0%	46	0,0%
Excedente operacional bruto e rendimento misto bruto	5.131	10,5%	34.221	21,8%	35.752	17,8%
Outros impostos sobre a produção	305	0,6%	1.167	0,7%	1.413	0,7%
Outros subsídios à produção	- 8	0,0%	- 11	0,0%	- 22	0,0%
Valor da produção	48.730	100,0%	157.205	100,0%	200.554	100,0%
Fator trabalho (ocupações)	564.861	11,59	984.557	6,26	1.053.742	5,25

Fonte: elaboração própria, com base nas matrizes de insumo-produto e tabelas de usos e recursos do IBGE.

Sobre a participação especificamente da atividade de fabricação de aço em relação à renda total gerada pela sua produção, incluindo impacto sobre a cadeia de fornecimento, observa-se uma redução da participação da fabricação do aço sobre as remunerações e sobre as ocupações. A tabela abaixo apresenta esses resultados, que demonstram o aumento da importância da cadeia de fornecimento para a distribuição da renda total gerada pela produção do aço no Brasil.

Tabela 19: Participação da siderurgia na renda total gerada pela produção de aço.

Descrição	2000	2005	2010
Valor da produção	54,8%	54,7%	52,8%
Remunerações	41,9%	37,2%	37,3%
Fator trabalho (ocupações)	17,9%	13,2%	14,7%

Fonte: elaboração própria, com base nas matrizes de insumo-produto e tabelas de usos e recursos do IBGE.

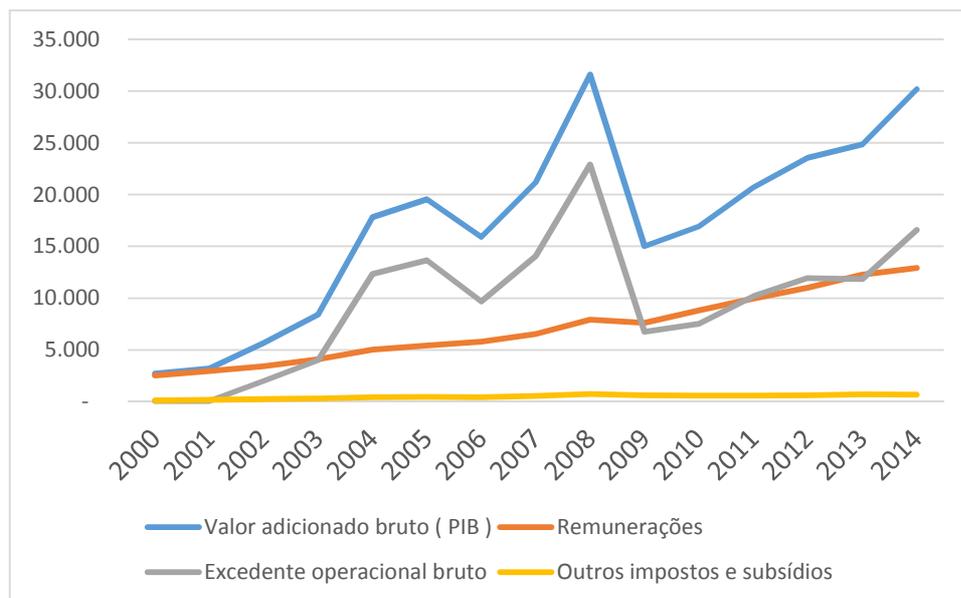
4.2.2. Distribuição funcional da renda da atividade de “Fabricação de aço e derivados”

A análise a seguir refere-se exclusivamente à atividade de produção de aço, sem considerar o impacto sobre a cadeia de fornecimento, a partir das tabelas de recursos e usos do sistema de contas nacionais, disponibilizadas pelo IBGE. O Sistema de Contas Nacionais apresenta informações sobre a geração, a distribuição e o uso da renda no País. A Tabela de Recursos e Usos mostra os fluxos de oferta e demanda dos bens e serviços e, também, a

geração da renda e do emprego em cada atividade econômica. As tabelas são disponibilizadas por nível de atividade e o presente trabalho utiliza as tabelas com valores de 2000 a 2014, desagregados para 51 níveis de atividade. Para análise da siderurgia, são utilizados os dados da atividade “*Fabricação de aço e derivados*”.

A evolução do valor adicionado, bem como de sua distribuição entre as categorias evidencia um comportamento bastante característico da economia brasileira no período de crescimento constante das remunerações, apesar das flutuações no valor adicionado. Assim, as variações do valor adicionado produzem efeito direto sobre o excedente operacional bruto das empresas. Os dados correntes para os anos de 2000 a 2014 demonstram o aumento do valor adicionado no período, com redução da participação das remunerações em favor do excedente operacional bruto apurado pelas empresas, conforme observado no gráfico abaixo.

Figura 12: Distribuição funcional da atividade “Fabricação de aço e derivados”.



Fonte: elaboração própria, com base em dados das tabelas de recursos e usos do IBGE.

O aumento observado é reflexo direto de crescimento do valor da produção maior que o crescimento do consumo intermediário no período. Essa diferença se dá principalmente pela mudança nos preços relativos da produção em relação aos bens e serviços consumidos. A tabela abaixo apresenta as variações de preço e volume da produção e do consumo intermediário ao longo do período.

Tabela 20: Valor da produção e consumo intermediário da fabricação de aço.

R\$ milhões

Ano	Valor da produção	Quantum (%)	Preço (%)	Valor (%)	Consumo intermediário	Quantum (%)	Preço (%)	Valor (%)
2000	23.741	-	-	-	21.019	-	-	-
2001	26.641	-2,4%	15%	12%	23.439	-2,4%	14%	12%
2002	36.316	6,7%	28%	36%	30.638	6,6%	23%	31%
2003	47.951	2,2%	29%	32%	39.533	1,8%	27%	29%
2004	67.583	6,6%	32%	41%	49.769	5,6%	19%	26%
2005	74.437	-2,3%	13%	10%	54.885	-3,3%	14%	10%
2006	71.510	-1,1%	-3%	-4%	55.607	-0,9%	2%	1%
2007	83.859	5,5%	11%	17%	62.687	5,8%	7%	13%
2008	107.111	0,8%	27%	28%	75.524	0,8%	19%	20%
2009	72.620	-21,8%	-13%	-32%	57.608	-21,5%	-3%	-24%
2010	91.530	20,0%	5%	26%	74.599	19,2%	9%	29%
2011	96.034	5,1%	0%	5%	75.332	4,5%	-3%	1%
2012	96.084	-1,9%	2%	0%	72.540	-1,1%	-3%	-4%
2013	104.408	-1,9%	11%	9%	79.560	-1,7%	12%	10%
2014	108.146	-6,3%	11%	4%	77.956	-6,2%	4%	-2%
Total (%)		4%	339%	356%	Total (%)	2%	264%	271%

Fonte: elaboração própria, com base em dados das tabelas de recursos e usos do IBGE.

Com base na tabela acima, é possível observar que o crescimento do valor adicionado ocorre em função do aumento dos preços dos produtos de aço, principalmente nos últimos três anos, quando ocorreram sucessivas quedas no volume. Houve aumento de 339% dos preços de produtos de aço diante de uma inflação de 141% no mesmo período, portanto um aumento real de 182%. Cabe observar que na maioria dos anos a quantidade de bens e serviços consumidos varia menos que a produção, o que decorreria da participação de custos fixos no conjunto de bens e serviços consumidos.

O crescimento do valor adicionado no período, por sua vez, leva ao forte crescimento e aumento da participação do excedente operacional bruto na renda do aço, em detrimento da participação das remunerações, como pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 21: Distribuição funcional da renda da fabricação de aço.

R\$ milhões

Ano	Valor adicionado bruto (PIB)	Remunerações	(%)	Excedente operacional bruto	(%)	Outros impostos e subsídios	(%)
2000	2.722	2.521	93%	77	3%	124	5%
2001	3.201	2.955	92%	70	2%	176	5%
2002	5.677	3.421	60%	2.012	35%	244	4%
2003	8.418	4.092	49%	4.003	48%	323	4%
2004	17.814	5.035	28%	12.334	69%	445	2%
2005	19.552	5.428	28%	13.659	70%	464	2%
2006	15.903	5.789	36%	9.693	61%	421	3%
2007	21.173	6.532	31%	14.068	66%	573	3%
2008	31.587	7.940	25%	22.910	73%	737	2%
2009	15.012	7.630	51%	6.760	45%	622	4%
2010	16.931	8.817	52%	7.531	44%	583	3%
2011	20.702	9.959	48%	10.166	49%	577	3%
2012	23.544	10.997	47%	11.939	51%	608	3%
2013	24.848	12.282	49%	11.848	48%	718	3%
2014	30.190	12.921	43%	16.579	55%	690	2%

Fonte: elaboração própria, com base em dados das tabelas de recursos e usos do IBGE.

Os dados observados demonstram, portanto, uma elevação dos valores destinados à remuneração do capital em detrimento à remuneração do trabalho, a partir de 2010 e em relação aos primeiros anos observados. Essa mudança poderia ser reflexo da redução do poder de barganha dos trabalhadores, diante do aumento da importância de bens de capital, cada vez mais automatizados, e serviços de terceiros para a eficiência produtiva, como observado a partir dos coeficientes técnicos de produção do aço apresentados na tabela 13.

A participação da siderurgia no PIB saltou de 0,26% em 2000 para 0,61% em 2014, no entanto as remunerações não acompanharam esse crescimento. As remunerações de pessoal pela siderurgia foram de 0,54% das remunerações totais em 2000 e de 0,51% em 2014. Esse fato é corroborado pelos dados de emprego e salários apresentados na próxima seção.

4.2.3. Pessoal ocupado na Siderurgia

Em que pese o aumento constante das remunerações nas tabelas de usos e recursos divulgadas pelo IBGE, a análise do número de vínculos empregatícios das empresas do grupo

da Siderurgia do CNAE 95 declarados na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) indica uma redução do pessoal ocupado a partir de 2012, quando inicia a queda da produção. Sobre a remuneração média nominal do trabalhador nessas empresas, o aumento no período é pouco inferior à inflação e abaixo do crescimento da remuneração média paga na indústria de transformação e no total da economia, no entanto parte de uma base igual a duas vezes a remuneração paga na indústria de transformação em 2002.

Tabela 22: Pessoal ocupado e remuneração média na siderurgia.

Ano	Vínculos ativos	(%)	Remun. média mensal (R\$)	(%)	IPCA (T-1)
2002	60.455	-	1.936,03	-	
2003	62.303	3,1%	2.173,27	12,3%	12,5%
2004	66.313	6,4%	2.922,06	34,5%	9,3%
2005	70.448	6,2%	2.573,34	-11,9%	7,6%
2006	73.370	4,1%	2.682,99	4,3%	5,7%
2007	80.580	9,8%	2.867,10	6,9%	3,1%
2008	84.548	4,9%	3.269,75	14,0%	4,5%
2009	80.113	-5,2%	3.240,63	-0,9%	5,9%
2010	87.994	9,8%	3.521,70	8,7%	4,3%
2011	90.255	2,6%	3.789,97	7,6%	5,9%
2012	89.580	-0,7%	3.889,88	2,6%	6,5%
2013	88.756	-0,9%	4.059,45	4,4%	5,8%
2014	86.568	-2,5%	4.285,47	5,6%	5,9%
2015	84.253	-2,7%	4.309,74	0,6%	6,4%
Varição total	23.798	39,4%	2.373,71	122,6%	124,0%

Fonte: elaboração própria, com base em dados das tabelas de recursos e usos do IBGE.

4.2.4. Distribuição do valor adicionado de siderúrgicas brasileiras

Para melhor compreensão dos movimentos observados a partir dos dados agregados divulgados pelo sistema de contas nacionais, esta seção analisa a distribuição funcional do valor adicionado gerado pelas siderúrgicas listadas na bolsa de valores brasileira: USIMINAS, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e Gerdau.

A análise se concentra nas demonstrações de valor adicionado no período de 2009 a 2016, período para o qual a BM&FBOVESPA disponibiliza a versão atual de dados financeiros das empresas listadas e, portanto, há uma maior padronização dos dados divulgados. Os dados das empresas serão analisados separadamente, devido aos diferentes

focos e mercados de atuação, bem como às diferentes formas de registro e consideração de alguns dados.

No que se refere à Gerdau, o grupo possui controle nacional e é representado pela Gerdau S.A e pela sua *holding* controladora, não operacional, Metalúrgica Gerdau. A Gerdau é a maior produtora de aços longos do Brasil e também realizou investimentos importantes nos últimos anos, a exemplo da implantação de unidade de chapas grossas e bobinas a quente, que representou sua entrada no mercado de aços planos no Brasil, em 2013. O grupo atua no negócio de siderurgia em diversos mercados mundiais e no negócio de mineração no Brasil. Em função de se tratar de uma controladora não operacional, foram analisados os dados consolidados do grupo, que, no entanto, concentram uma atuação bastante representativa no mercado externo, principalmente na América do Norte.

A Gerdau ampliou bastante a sua participação no mercado externo durante o período de análise principalmente via aquisições de empresas no exterior, a exemplo de algumas usinas nos Estados Unidos e participação na Índia. Atualmente possui um volume de produção no exterior maior que o volume produzido no Brasil. Os demonstrativos consolidados, portanto, não representam satisfatoriamente o negócio de siderurgia no Brasil e estão bastante sujeitos às variações cambiais. As diversas aquisições em outros países, com estrutura distinta de organização produtiva, também prejudicam a análise da evolução da distribuição funcional da renda no período. Dessa forma, em que pese a representatividade do grupo no mercado brasileiro de aços longos, optou-se por não considerar os resultados da Gerdau neste trabalho.

Em função das razões apresentadas acima, os resultados se concentram nas análises da USIMINAS e CSN, apresentadas abaixo.

A Usiminas, primeira empresa analisada, atua em mais três unidades de negócios, além da siderurgia, os quais integram a cadeia de produção do aço: mineração, transformação do aço e bens de capital. A controladora Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A. - USIMINAS – concentra o negócio de siderurgia, que conta com duas usinas siderúrgicas com capacidade nominal de produção de 9,5 milhões de toneladas por ano de produtos laminados planos de aço: chapas grossas, laminados a quente, laminados a frio e galvanizados. Portanto, serão analisados os dados individuais da controladora USIMINAS, a qual possui seu controle compartilhado entre a ítalo-argentina Ternium (grupo Techint), e o grupo japonês Nippon &

Sumitomo, segundo maior produtor e líder mundial em patentes de tecnologias de produção de aço.

A demonstração do valor adicionado gerado pela controladora USIMINAS evidencia a volatilidade do negócio de siderurgia, com um valor adicionado máximo no período, em 2010, igual a 3,3 vezes o valor mínimo, em 2011. Essa volatilidade seria resultado principalmente da variação dos preços da produção e dos insumos. Observa-se também um comportamento crescente das retenções para depreciação, amortização e exaustão, com impacto negativo sobre o valor adicionado líquido derivado das operações. Os gastos com pessoal apresentam crescimento até 2012 e então inicia a trajetória de queda observada desde 2013, a exemplo da redução dos vínculos de trabalho da siderurgia declarados na RAIS. Outro destaque é o comportamento crescente da remuneração de capitais de terceiros, principalmente via juros.

A tabela abaixo apresenta os dados das demonstrações de valor adicionado da controladora USIMINAS, publicadas pela BM&FBOVESPA.

Tabela 23: Demonstração de Valor Adicionado da USIMINAS.

R\$ milhões

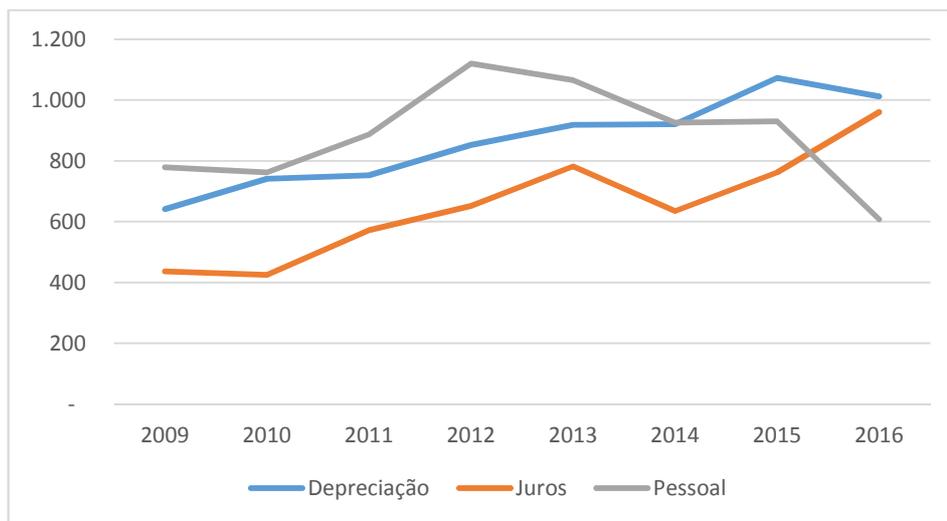
Descrição	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Receitas	11.420	15.349	14.020	15.046	15.265	14.713	11.825	9.528
Insumos Adquiridos de Terceiros	-7.434	-11.146	-12.749	-12.737	-11.657	-11.536	-10.515	-7.651
Custos Prods., Mercs. e Servs. Vendidos	-7.213	-10.608	-12.261	-12.044	-11.083	-10.761	-9.012	-6.914
Materiais, Energia, Servs. de Terceiros e Outros	-220	-538	-488	-692	-574	-776	-1.503	-738
Valor Adicionado Bruto	3.987	4.203	1.272	2.309	3.608	3.176	1.310	1.876
Depreciação, Amortização e Exaustão	-641	-741	-752	-852	-919	-920	-1.073	-1.012
Valor Adicionado Líquido Produzido	3.346	3.462	520	1.457	2.689	2.256	237	864
Vlr Adicionado Recebido em Transferência	1.367	974	1.280	875	805	782	133	1.166
Valor Adicionado Total a Distribuir	4.712	4.436	1.800	2.333	3.495	3.038	370	2.030
Pessoal	778	762	887	1.120	1.065	925	930	608
Impostos, Taxas e Contribuições	2.160	1.709	-346	863	1.281	900	210	972
Remuneração de Capitais de Terceiros	501	392	818	1.056	1.291	1.082	2.465	1.120
Juros	436	425	572	652	782	635	762	960
Outras	65	-32	246	405	509	447	1.703	160

Remuneração de Capitais Próprios	1.273	1.572	440	-707	-142	130	-3.236	-670
----------------------------------	-------	-------	-----	------	------	-----	--------	------

Fonte: elaboração própria, com base em dados da BM&FBOVESPA.

Os dados demonstram o ganho de importância relativa do capital, a partir do aumento das parcelas de renda destinadas a despesas com depreciação, amortização e exaustão, diretamente relacionadas ao capital imobilizado na produção, e destinadas ao pagamento de juros, como remuneração aos recursos financeiros utilizados para investimento nas plantas produtivas. Optou-se pela utilização apenas da conta de juros, a fim de expurgar as remunerações de terceiros decorrentes de variações cambiais. O gráfico abaixo demonstra a perda de participação relativa dos gastos com pessoal.

Figura 13: Valores destinados à depreciação, pessoal e juros pela USIMINAS (R\$ milhões)



Fonte: elaboração própria, com base em dados da BM&FBOVESPA.

Em que pese o efeito da redução da produção iniciada em 2013, a redução de participação dos gastos com pessoal pode ser evidenciada também na comparação entre anos cuja produção se deu no mesmo patamar, a exemplo de 2011 e 2013, quando a participação de gastos com pessoal no somatório desses três componentes de despesas foi de 40,1% e 38,5%, respectivamente. Os dados da tabela também mostram que essa redução é acompanhada por uma maior participação de gastos com materiais, energia e serviços nos insumos adquiridos de terceiros.

Por fim, o aumento da conta de ativo imobilizado em operação e em andamento no período revelaria a necessidade uma maior intensidade de capital para a geração da renda na siderurgia, corroborada pelo aumento da participação da conta de empréstimos e financiamentos no passivo total.

Os dados de distribuição do valor adicionado pela Companhia Siderúrgica Nacional CSN demonstram comportamento um pouco distinto em relação aos gastos com pessoal, no entanto também demonstram aumento da intensidade de capital, seja pelo aumento do imobilizado, seja pelo aumento do endividamento. A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) é uma empresa de controle nacional, a qual divide o mercado brasileiro de aços planos com a ArcelorMittal e a Usiminas. Além da siderurgia, a CSN também atua nos negócios de mineração, cimento, logística e energia. A controladora concentra os negócios de siderurgia, cimento e energia, e concentrou parte do negócio de mineração e sua logística correlata até 2015, quando concluiu a fusão de seus ativos com a Namisa, empresa controlada em conjunto pela CSN e por consórcio formado por alguns dos maiores produtores asiáticos de aço.

O fato da controladora concentrar outras atividades representativas dificulta a análise dos dados individualizados da siderurgia e explicaria algumas diferenças principais em relação aos movimentos observados para o total da siderurgia. Esse seria o caso do aumento dos gastos com pessoal em 2015, que poderia estar associado a outros negócios do grupo, por exemplo, à inauguração de uma planta de cimento da companhia.

A siderurgia concentra a parcela mais representativa da receita e das despesas, de forma que é possível observar os mesmos movimentos de crescimento das despesas com depreciação e com remuneração de capitais de terceiros. Além disso, observa-se também o aumento das despesas com materiais, energia e serviços de terceiros. Como no caso da Usiminas, parece haver uma maior intensidade de capital alocado às operações. Nesse sentido, as contas de ativo imobilizado e de passivo de empréstimos e financiamentos de longo prazo cresceram, respectivamente, 110% (até a negociação dos ativos de mineração) e 161% (até 2014, a fim de evitar o impacto da desvalorização cambial sobre a dívida em 2015).

Tabela 24: Demonstração de Valor Adicionado da CSN.

R\$ milhões

Descrição	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015³
Receitas	11.145	12.743	13.393	13.422	17.386	15.870	14.142
Insumos Adquiridos de Terceiros	-6.164	-6.812	-7.755	-10.031	-10.827	-9.698	-10.513
Custos Prods., Merchs. e Servs. Vendidos	-5.178	-5.816	-6.953	-7.644	-9.495	-8.280	-8.152
Materiais, Energia, Servs. de Terceiros e Outros	-958	-982	-784	-1.130	-1.337	-1.214	-1.817
Perda/Recuperação de Valores Ativos	-28	-14	-17	-1.258	5	-5	11
Valor Adicionado Bruto	4.981	5.931	5.639	3.391	6.559	6.171	3.629
Depreciação, Amortização e Exaustão	-572	-635	-761	-921	-924	-1.024	-864
Valor Adicionado Líquido Produzido	4.409	5.296	4.878	2.470	5.635	5.148	2.765
Vlr Adicionado Recebido em Transferência	515	1.646	4.816	1.941	1.846	1.628	8.355
Outros e Variações cambiais e ativas						229	1.112
Valor Adicionado Total a Distribuir	4.924	6.942	9.694	4.411	7.481	6.775	11.120
Pessoal	702	837	1.052	927	1.119	1.289	1.451
Impostos, Taxas e Contribuições	1.527	1.320	985	257	1.578	575	-11
Remuneração de Capitais de Terceiros	76	2.269	3.951	3.647	4.275	5.017	8.062
Juros	74	2.266	3.948	2.778	2.981	3.488	3.023
Outras				864	1.284	1.519	5.029
Remuneração de Capitais Próprios	2.619	2.516	3.706	-420	509	-105	1.618

Fonte: elaboração própria, com base em dados da BM&FBOVESPA.

Por fim, a partir dos dados apresentados nesta seção, é possível observar o aumento do peso relativo do capital empregado na produção do aço. Esse ganho de importância relativa do capital teria como contrapartida a redução do poder de barganha dos trabalhadores com impacto nas remunerações do trabalho, que cresceram menos que a remuneração nos demais setores da indústria de transformação e do total da economia, e reduziram participação em relação às remunerações totais ao passo que a siderurgia elevou substancialmente sua participação no PIB.

³ Não foram divulgados os demonstrativos contábeis da CSN até a data de conclusão deste trabalho.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou o processo de inovação na siderurgia com o objetivo avaliar as mudanças ocorridas no século 21 e seus impactos sobre a distribuição da renda auferida pelo setor. As pesquisas indicam o aumento esperado da participação de empresas e setores fornecedores externos de tecnologia em detrimento do esforço próprio para inovar, bem como aumento da participação de conteúdo importado nas plantas produtivas. Os dados confirmam, portanto, um movimento crescente de aquisições externas em relação aos esforços de inovação no período. O aumento relativamente maior das atividades de aquisição externa conjugado à redução do pessoal ocupado em P&D indica esse movimento, corroborado pela maior participação de bens de capital importados nos investimentos.

Esse movimento ocorre em período no qual coincide o aumento da pressão por eficiência ambiental e operacional do setor, diante dos vetores de mudança econômicos, ambientais e tecnológicos apresentados na justificativa deste trabalho. O resultado parece indicar que diante do recrudescimento das condições externas às firmas, houve um direcionamento maior dos esforços de inovação a reconhecidos fornecedores que concentram tecnologia e conhecimento aplicado ao setor. Observa-se também nos últimos anos a redução da comercialização de máquinas e equipamentos de produtores nacionais tanto nos mercados interno e externo.

O direcionamento de demanda por tecnologia e inovação para o mercado externo seria fruto da maior especialização tecnológica dos fornecedores externos, representada pela concentração de tecnologias de produção de aço em poucos agentes. Os dados acerca das tecnologias aplicadas à siderurgia apresentam elevada concentração de tecnologias de produção de aço em poucos atores e países, os quais detêm parcela crescente das patentes internacionais. Nesse sentido, o Japão e as empresas japonesas se destacam como os maiores detentores de tecnologias de produção de aço.

Além das empresas japonesas, especializadas em tecnologias de produção de aço, vale destacar também a oferta externa de serviços e soluções industriais por empresas que trilham estratégias capazes de absorver e desenvolver novas capacidades. Trata-se de empresas que buscaram expandir suas competências no campo das tecnologias industriais, principalmente para promoção de eficiência energética, e controle e automação de processos. Por exemplo, as empresas Tenova e Primetals se utilizam do conhecimento e competências

acumulados em processos de produção de aço para, juntamente a novas competências e tecnologias de monitoramento, controle e automação, ofertar soluções e serviços no ciclo de vida e automação completa de parâmetros de produção.

Diante do recrudescimento do mercado, que torna imperativo o aumento da eficiência operacional dos processos de produção, esses agentes atuam na oportunidade de ofertar diretamente serviços que garantam a melhoria dos parâmetros de processo, com redução dos custos de produção e aumento do controle de qualidade dos produtos. Esse tipo de serviço compreende uma mudança na forma de incorporação de melhorias técnicas e inovações por parte dos produtores de aço, que podem substituir o desenvolvimento próprio de oportunidades de melhoria por serviços ofertados externamente. Nesse sentido, a redução expressiva do número de pessoas ocupadas em atividades internas de P&D nas siderúrgicas brasileiras seria um indicativo dessa mudança.

A difusão de novas tecnologias com maior transversalidade, como as tecnologias associadas a internet das coisas e *bigdata*, contribui para o aumento do conjunto de conhecimentos e tecnologias aplicadas aos processos de produção e, conseqüentemente, da servitização do progresso tecnológico. Nesse cenário, no contexto da visão baseada em recursos, haveria uma reorganização dos recursos e capacidades determinantes para um desempenho superior e sustentação de rendimentos supranormais.

Os dados analisados acerca dos contratos de transferência de tecnologia indicam o aumento da presença de serviços externos nos esforços de aprimoramento e inovação das empresas. A comparação entre os serviços de assistência técnica e fornecimento de tecnologia fornecidos em 2010 e em 2015 revela a maior presença dos serviços associados a automação, controle de processos e qualidade de produto, demonstrando a tendência de aumento da incorporação de novas tecnologias transversais nos processos de produção de aço. Ainda quanto aos tipos de serviços prestados, o aumento do número de estudos técnicos, projetos de engenharia e serviços de desenvolvimento inovação indica o direcionamento para serviços externos de um número maior de atividades antes realizadas internamente.

Junto com o aumento das tecnologias transversais e do número de atividades realizadas por fornecedores externos, observa-se o crescimento da participação de serviços prestados por agentes fornecedores de tecnologias industriais, atuantes em diversos setores. Nesse sentido, Alemanha e EUA se destacam como maiores fornecedores em 2015, em detrimento do Japão,

com maior presença em 2010. Dessa forma, entende-se que a incorporação de novas tecnologias transversais faz com um conjunto maior de recursos e capacidades determinantes para a eficiência na produção de aço estejam internalizados em empresas externas ao setor, empresas e países especializados na oferta de bens de capital e serviços industriais.

O efeito da distribuição dos recursos e capacidades entre os agentes produtivos é demonstrado neste estudo pelos dados de distribuição da renda da fabricação do aço. É possível observar o aumento do consumo intermediário no valor da produção e da participação de máquinas e equipamentos nesse consumo. O aumento da participação de máquinas e equipamentos é evidenciado também na formação bruta de capital fixo, refletindo a maior intensidade de capital também nos investimentos. Nesse sentido, os dados indicam o aumento do fluxo de renda da siderurgia para o setor de bens de capital no período em estudo.

Além disso, os dados demonstram o aumento da participação de bens de capital e serviços importados na demanda total. Especificamente quanto à siderurgia, também pode-se observar o aumento da importação de bens de capital voltados às atividades de metalurgia (que inclui a siderurgia) em relação aos investimentos da siderurgia.

Dessa forma, os dados demonstram o aumento da importância relativa do capital nos meios de produção de aço. Trata-se de um retrato da fase atual de substituição do trabalho humano por novas máquinas e equipamentos, na qual espera-se que as tendências tecnológicas ocasionem uma queda líquida da força de trabalho mundial. De acordo com artigo publicado pelo Fórum Econômico Mundial em 2016, o crescimento dos empregos mais qualificados associados, por exemplo, a computação, matemática e engenharia não serão capazes de absorver a força de trabalho dispensada de atividades administrativas e de produção.

O presente estudo buscou avaliar, portanto, a evolução da distribuição funcional renda gerada pela produção de aço diante desse cenário de aumento da importância relativa do capital entre os meios de produção. A análise partiu do cálculo do multiplicador setorial, que registrou aumento nas matrizes insumo-produto de 2005 e 2010, refletindo os maiores coeficientes técnicos de produção verificados e, conseqüente, poder de encadeamento para trás da produção. Esse resultado e a queda da participação da siderurgia na renda total gerada pela produção de aço, em termos de valor de produção, remunerações e ocupações, traduz o

ganho de importância dos setores fornecedores para a manutenção da renda, dos empregos e dos salários gerados.

No contexto atual, a incorporação de novas tecnologias, a maior intensidade de capital, e a maior inter-relação setorial torna determinante o desenvolvimento de setores e empresas fornecedores especializados de tecnologia e bens de capital para o crescimento e manutenção da renda e do benefício econômico e social gerado pelos setores intensivos em escala, como o caso da siderurgia.

Os dados demonstram haver nos anos recentes um baixo poder de barganha dos trabalhadores, indicada pelo comportamento da remuneração média, que apresentou aumento pouco abaixo da inflação. Esse aumento foi menor que o observado nos demais setores da indústria de transformação e da economia, mesmo diante do aumento da participação da siderurgia no PIB. A queda dos vínculos diretos a partir de 2012, mesmo com aumento da produção física de produtos laminados, de maior valor, em 2012 e 2013 também seria um sinal de perda de poder de barganha da classe trabalhadora, que estaria refletida na distribuição funcional da renda.

A distribuição funcional da renda, por sua vez, indicará o fluxo do valor adicionado entre os fatores de produção capital e trabalho. Observa-se comportamento de elevação do valor adicionado da atividade de fabricação de aço no período, na maior parte determinado pelo aumento dos preços de produtos de aço acima do aumento dos preços do consumo intermediário. As variações do valor adicionado se dão principalmente em benefício do excedente operacional bruto destinado à remuneração do capital, enquanto as remunerações crescem de forma mais linear, no entanto pouco abaixo da inflação no período.

Quanto à distribuição funcional da renda indireta, ou seja, da renda gerada pelo consumo intermediário da produção do aço, verifica-se uma menor variação na distribuição do valor da produção entre remunerações do trabalho e do capital. Esse fato ressalta a importância dos setores fornecedores e de uma malha industrial bem desenvolvida para um melhor equilíbrio na distribuição dos benefícios gerados.

O aumento do peso da remuneração do capital no valor adicionado gerado pela siderurgia é verificado também nos demonstrativos da USIMINAS e da CSN, que evidenciam o crescimento robusto das contas de depreciação e juros, independentemente de condições

negativas de mercado a afetar os acionistas e empregados. Análise demonstra o aumento do excedente destinado à remuneração do capital financeiro e esse seria mais um retrato do problema de custo de capital elevado que deve ser enfrentado pelos formuladores de política.

Vale destacar que a matriz insumo-produto de 2015, ainda não disponível, deverá ressaltar alguns dos aspectos aqui analisados e poderá indicar de forma mais clara a trajetória sinalizada neste trabalho de crescimento da participação de setores fornecedores especializados de tecnologias e bens de capital na renda gerada pelos diversos setores da economia.

Uma vez que a eficiência produtiva das empresas siderúrgicas passa a ser determinada pela aquisição de bens de capital e serviços comercializáveis e disponíveis no mercado, o mecanismo de equilíbrio entre as taxas de retorno do capital se encarregaria de reduzir a margem de retorno dessas atividades via elevação da oferta e queda do preço relativo dos produtos ofertados.

Em que pese os grandes movimentos dos preços das commodities metálicas no período, no qual estão inseridos o início e o final do superciclo, entre 2006 e 2014, a manutenção dos baixos preços e baixa lucratividade da produção de aço nos últimos anos guardaria relação com as inovações tecnológicas recentes e a concentração e disponibilidade dos recursos determinantes para eficiência produtiva de diversos setores industriais em fornecedores externos especializados de bens e serviços.

Por fim, com o aprofundamento do processo de difusão dessas novas tecnologias espera-se que empresas e setores fornecedores especializados de bens de capital e serviços capturem uma parcela crescente da renda total gerada. Esse movimento parece ocorrer com participação também crescente de fornecedores estrangeiros. Portanto, os formuladores de política e investidores brasileiros devem atentar para os vazamentos de renda decorrentes desse processo e seu impacto sobre a renda e o emprego no Brasil, e implementar ações que promovam a capacidade de empresas brasileiras fornecedoras especializadas de bens de capital e serviços.

REFERÊNCIAS

ALICEWEB2 – <<http://aliceweb.mdic.gov.br/index/home>>.

BAINES, T. S.; LIGHTFOOT, H. W. “Servitization of the manufacturing firm: exploring the operations practices and technologies that deliver advanced services”. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(1), 2014, pp. 2–35.

BANCO MUNDIAL. World DataBank. Global Economic Prospects. 2016. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=global-economic-prospects>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. “Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research”. *Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement* Vol. 33 , Iss. 1, 2012.

BM&FBOVESPA. Empresas listdas: Demonstrações Financeiras Padronizadas – DFP. Disponível em <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/renda-variavel/empresas-listadas.htm>. Acesso em 07/07/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO do Trabalho e Emprego – MTE. Relação Anual de Informações Sociais ação Anual de Informações Sociais – RAIS. Brasília: disponível em <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/>>. Acessado em Julho 2017.

BUSTINZA, O. F.; BIGDELI, A. Z.; BAINES, T.; ELLIOT, C. “Servitization and competitive advantage: the importance of organizational structure and value chain position”. *Research-Technology Management*, Vol. 58, No. 5, 2015, pp. 53-60.

CAMACHO, J. A.; RODRIGUEZ, M. How important are knowledge- intensive services for their cliente industries? An assessment of their impact on productivity and innovation. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. **The Handbook of Innovation and Services**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2010. Cap.18, pp. 424-447.

CAMILO, N. Teoria e prática na utilização da matriz insumo-produto como ferramenta de pesquisa. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

CANTWELL, J. A. Innovation, profits and growth: Schumpeter and Penrose. University of Reading, Department of Economics, 2000.

CARVALHO, P. S. L.; MESQUITA, P. P. D.; ARAUJO, E. D. G. Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade. *BNDES Setorial*, v. 41, p. 181-236, 2015.

DEWICK, P.; GREEN, K.; FLEETWOOD, T.; MIOZZO, M. Modelling creative destruction: Technological diffusion and industrial structure change to 2050. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 73, 2006, pp. 1084–1106.

FADINGER, H.; GHIGLINO, C.; TETERYATNIKOVA, M. Income differences and input-output structure. No. 15-11. 2015.

GUILHOTO, J.; CONCEIÇÃO, P.; CROCOMO, F. Estruturas de Produção, Consumo, e Distribuição de Renda na Economia Brasileira: 1975 e 1980 Comparados. Universidade de São Paulo, 1996.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2002), Pesquisa de Inovação Tecnológica - PINTEC 2000. Rio de Janeiro.

_____, (2005), Pesquisa de Inovação - PINTEC 2003. Rio de Janeiro.

_____, (2007), Pesquisa de Inovação - PINTEC 2005. Rio de Janeiro.

_____, (2010), Pesquisa de Inovação - PINTEC 2008. Rio de Janeiro.

_____, (2013), Pesquisa de Inovação - PINTEC 2011. Rio de Janeiro.

_____, (2016), Pesquisa de Inovação - PINTEC 2014. Rio de Janeiro.

_____, (2007), Sistema de Contas Nacionais – Matriz de insumo-produto: Brasil 2000/2005. Rio de Janeiro.

_____, (2016), Sistema de Contas Nacionais – Matriz de Insumo Produto 2010. Rio de Janeiro.

_____, (2016), Sistema de Contas Nacionais – Tabelas de recursos e usos. Rio de Janeiro.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Anuário Estatístico 2017. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2017.

Instituto Nacional de Propriedade Intelectual – INPI. Consulta à Base de Dados do INPI: PESQUISA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA. Disponível em <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/contratos/ContratoSearchBasico.jsp>>. Acesso em 24/06/2017.

JACOBS, M. & MAZZUCATO, M. (2015), 1. “Rethinking Capitalism: An Introduction”. *The Political Quarterly*, 86: 1–27.

KIRZNER, I. **Competition and Entrepreneurship**. University of Chicago Press: Chicago, IL, 1973.

LANDES, D. "Prometheus unbound." *Technological Change and Industrial Development* (1969).

LAZONICK, W. (2015), “5. Innovative Enterprise and the Theory of the Firm”. *The Political Quarterly*, 86: 77–97.

LEONTIEF, W. “Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income”. *Population and Development Review*, v. 9, 1983, pp. 403-410.

MALERBA, F. “Sectoral systems of innovation and production”. *Research Policy*, v. 31, 2002, pp. 247–264.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política**. São Paulo: Civilização Brasileira, 2001. Livro I. (18ª ed.).

MASSINI, S.; Marcela MIOZZO, M. Outsourcing and off shoring of knowledge- intensive business services: implications for innovation. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. **The Handbook of Innovation and Services**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2010. Cap.20, pp. 469-500

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 2. ed.2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2016.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – <<http://www.mdic.gov.br/>>.

MILES, I. (2001), “Knowledge- intensive business services and the new economy”, paper presented at the Evolutionary Economics Unit, Max Planck Institute for Research into Economic Systems, September.

NELSON R. R. **Technology, Institutions, and Economic Growth**. Harvard University Press: Cambridge, MA, 2005.

NELSON R. R.; WINTER, S.G. **An evolutionary theory of economic change**. Harvard University Press: Cambridge, MA, 1982.

NETO, H.; SABOIA, J. "Distribuição funcional da renda no Brasil: análise dos resultados recentes e estimação da conta da renda." *Economia Aplicada* Vol. 18.3, 2014, pp. 483-513.

OLIVA, R.; KALLENBERG, R. “Managing the transition from products to services”. *International Journal of Service Industry Management*, Vol.14 No.2, 2003, pp. 160-172.

Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI. PATENTSCOPE: Pesquisa nas coleções internacionais e nacionais de patentes. Disponível em <<https://patentscope.wipo.int/search/pt/search.jsf;jsessionid=DBD284110610B84C30C9D1B853A2A533.wapp2nC>>. Acesso em 18/06/2017.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, Vol. 13, 1984, pp. 343-373.

PEREIRA, V.R. (2013). Sistema produto-serviço – PSS: um estudo do relacionamento entre os fatores motivadores e a estruturação das empresas na integração produto-serviço. Tese de Doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: Janeiro de 2017.

PEREZ, C. (2015), “11. Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future.” *The Political Quarterly*, 86: 191–217.

PENROSE, E. T (1959) **The theory of the growth of the firm**. John Wiley & Sons, New York, NY.

PETERAF, M. A. “The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View”. *Strategic Management Journal*, Vol. 14, n. 3, mar. 1993, pp. 179-191.

PIKETY, T. **Capital in the Twenty-First Century**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

PORTER, M.E. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

ROTHWELL, R. (1992), “Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s.” *R&D Management*, 22: 221–240.

SCHILLING, M. **Strategic management of technological innovation**. Tata McGraw-Hill Education, 2005.

SCHUMNPETER, J. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. (Editado por George Allen e Unwin Ltd., traduzido por Ruy Jungmann). — Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

_____. **The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle**. London: Oxford University Press, 1934.

STIGLITZ, J. “8. Inequality and Economic Growth”. *The Political Quarterly*, 86: 134–155, 2015.

STOCKHAMMER, E. “Why have wage shares fallen?: A panel analysis of the determinants of functional income distribution”. International Labour Office (ILO), *Conditions of Work and Employment Branch*. - Geneva: ILO, 2012

STORY, V. M.; RADDATS, C.; BURTON, J.; ZOLKIEWSKI, J.; BAINES, T. “Capabilities for advanced services: a multi-actor perspective”. *IndustrialMarketingManagement* (2016),

SUNDQVIST, S.; KYLAHEIKO, K.; KUIVALAINEN, O.; CADOGAN, J. W. "Kirznerian and Schumpeterian entrepreneurial-oriented behavior in turbulent export markets", *International Marketing Review*, Vol. 29 Iss 2 pp. 203 – 219, 2012.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. “Dynamic capabilities and strategic management”. *Strategic Management Journal*, Vol. 18:7, pp. 509–533, 1997.

TEECE, D. J. “A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise”. *Journal of International Business Studies*, v. 45, 2013, pp. 8–37.

_____. “Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance”. *Strategic Management Journal* v.28, 2007, pp. 1319-1350.

TEIXEIRA, F. The political economy of technological learning in the Brazilian petrochemical industry. Tese de Doutorado, University of Sussex, 1985

TIGRE, P. B. “Inovação e teoria da firma em três paradigmas”. *Revista de Economia Contemporânea*, n.3. Rio de Janeiro: IE/UFRJ janeiro-junho de 1998.

_____. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

UNEP – United Nations Environment Programme. The Role of Product Service System in a Sustainable Society. Disponível em <<http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8072/-The%20Role%20of%20Product%20Service%20Systems%20In%20a%20Sustainable%20Society-20021172.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em 08/12/2016.

VANDERMERWE S.; RADA, J. “Servitization of business: adding value by adding services”, *European Management Journal*, 6 (4), 1988, pp. 314–324.

WSA – WORLD STEEL ASSOCIATION. Crude steel production 2016-2015. Disponível em: < <https://www.worldsteel.org/statistics/crude-steel-production0.html>>. Acesso em: 23 jun. 2016.