



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

---



UFOP

ALAN FERREIRA GARCIA

**A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL: UM  
ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO DE  
AÇO BRASILEIRA NOS ÚLTIMOS 20 ANOS**

OURO PRETO

2024

ALAN FERREIRA GARCIA

**A indústria siderúrgica no Brasil:** um estudo sobre a  
evolução na produção de aço brasileira nos últimos 20 anos

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Brescia Murta  
Coorientadora: Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimaraes

Ouro Preto  
2024



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Alan Ferreira Garcia

### A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL: UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO DE AÇO BRASILEIRA NOS ÚLTIMOS 20 ANOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 15 de fevereiro de 2024

#### Membros da banca

Prof. Dr. Jorge Luiz Bressia Murta - Orientador -(Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP)  
Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães - (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP)  
Prof. Dr. Helton Cristiano Gomes - (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP)

Prof. Dr. Jorge Luiz Bressia Murta, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 16/02/2024



Documento assinado eletronicamente por **Jorge Luiz Bressia Murta, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/02/2024, às 14:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0668503** e o código CRC **53F8670C**.

## RESUMO

O presente estudo aborda como tema a produção de aço no Brasil. A questão que orienta esta pesquisa é a seguinte: baseando-se na evolução da indústria siderúrgica nos últimos 20 anos no Brasil, quais são as perspectivas para o setor? A justificativa para este estudo reside no fato de que a siderurgia é de grande importância em termos de transformação da indústria, participação no PIB e criação de empregos, ou seja, do ponto de vista econômico, a indústria siderúrgica afeta tanto a geração de riqueza do país, quanto a geração de renda do país. A metodologia aqui empregada foi o estudo bibliográfico de natureza mista (qualitativo e quantitativo). Observou-se que o mercado internacional e o preço do dólar afetam a demanda do aço brasileiro. Concluiu-se que há uma perspectiva de recuperação na demanda do setor, mesmo que lenta, devido à procura do mercado externo pelo produto brasileiro. Quanto à inovação sustentável, a certificação carbono neutro é um diferencial em relação às siderúrgicas convencionais devido ao compromisso global de reduzir a liberação de gases prejudiciais ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Siderurgia. Produção de aço. Inovação tecnológica.

## ABSTRACT

This study addresses steel production in Brazil as a topic. The question that guides this research is the following: based on the evolution of the steel industry in the last 20 years in Brazil, what are the prospects for the sector? The justification for this study lies in the fact that the steel industry is of great importance in terms of industry transformation, participation in GDP and job creation, that is, from an economic point of view, the steel industry affects both the country's wealth generation, as well as the country's income generation. The methodology used here was a bibliographic study of a mixed nature (qualitative and quantitative). It was observed that the international market and the price of the dollar affect the demand for Brazilian steel. It is concluded that there is a prospect of a recovery in demand in the sector, even if slow, due to foreign demand for the Brazilian product. Regarding sustainable innovation, carbon neutral certification is a differentiator in relation to conventional steel mills due to the global commitment to reducing the release of harmful gases into the environment.

**Keywords:** Steel industry. Steel production. Technological innovation.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Exportação brasileira de produtos siderúrgicos (milhões de toneladas) e participação na indústria mundial (percentual), 2000-2011 .....	14
Gráfico 2: Participação dos tipos de produtos siderúrgicos nas exportações brasileiras, 2000 - 2011 .....	15
Gráfico 3: Importação brasileira de produtos siderúrgicos (milhões de toneladas) e participação na indústria mundial (percentual), 2000-2011 .....	16
Gráfico 4: Produção siderúrgica brasileira de 2010 a 2020.....	18
Gráfico 5: Importações e exportações da siderurgia brasileira.....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Siderurgia brasileira de 2010 a 2020 .....	17
Tabela 2: Evolução da produção da indústria siderúrgica brasileira: 2020-2022 .....	20
Tabela 3: Exportações brasileiras de produtos siderúrgicos: 2020-2022 .....	21
Tabela 4: Importações brasileiras de produtos siderúrgicos: 2020-2022 .....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVB	Aço Verde Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
IABr	Instituto Aço Brasil
PIB	Produto Interno Bruto
PSN	Plano Siderúrgico Nacional

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
2	DESENVOLVIMENTO .....	9
2.1	HISTÓRIA DA SIDERURGIA NO BRASIL .....	9
2.2	PANORAMA ESTATÍSTICO DAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS .....	13
2.2.1	A siderurgia brasileira de 2000 a 2010.....	13
2.2.2	A siderurgia brasileira de 2010 a 2020.....	16
2.2.3	A siderurgia brasileira a partir de 2020 .....	20
2.3	PERSPECTIVAS PARA O SETOR.....	22
3	CONCLUSÃO .....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

Esta investigação trata da produção de aço no Brasil como tema. A indústria siderúrgica é crucial para o fornecimento de materiais para outras indústrias transformadoras, bem como para a construção civil e a indústria metalúrgica. Caracteriza-se pela presença de grandes empresas, muitas vezes de natureza vertical, atuando em diferentes etapas do processo produtivo, desde a conversão do minério em ferro bruto (ferro-gusa), até a produção de produtos laminados a quente, laminados a frio ou galvanizados, bobinas, para aplicações automotivas, de bens de capital, marítimas, de linha branca e outras aplicações de produtos. Além disso, os produtos longos são compostos de aço e principalmente de vergalhões, sendo frequentemente empregados no setor habitacional e de infraestrutura.

Pela natureza da indústria siderúrgica como fornecedora de matérias-primas, a dinâmica do setor está intrinsecamente ligada ao comportamento de outras indústrias que necessitam de produtos siderúrgicos. Da mesma forma, o desempenho das empresas que fabricam insumos (por exemplo, ferro-gusa) para a indústria siderúrgica (para empresas que não são verticalizadas) está diretamente relacionado ao desempenho da indústria siderúrgica. Devido à importância da indústria siderúrgica brasileira é importante considerar as possibilidades desta indústria. A questão que orienta esta pesquisa é a seguinte: baseando-se na evolução da indústria siderúrgica nos últimos 20 anos no Brasil, quais são as perspectivas para o setor?

A justificativa para este estudo reside no fato de que a siderurgia é de grande importância em termos de transformação da indústria, participação no PIB e criação de empregos, ou seja, do ponto de vista econômico, a indústria siderúrgica afeta tanto a geração de riqueza do país, quanto a geração de renda do país. Ela cria oportunidades de emprego e produz os insumos que existem no dia a dia do povo brasileiro. Portanto, há necessidade de realizar pesquisas que analisem cenários globais e nacionais a fim de prever crises e oportunidades futuras para que as empresas deste setor possam se preparar para diferentes tipos de cenários.

O principal objetivo do presente estudo é analisar o setor siderúrgico no Brasil. Para tal, os objetivos específicos são: apresentar a evolução do setor no Brasil; analisar as principais características a partir dos anos 2000 (dois mil), e por último, apresentar perspectivas para o setor.

A metodologia aqui empregada foi o estudo bibliográfico de natureza mista (qualitativo e quantitativo), a pesquisa se deu através de consultas a meios científicos digitais e periódicos do ramo. A pesquisa não se limitou a um período específico, visto que serão abordados aspectos históricos, ou seja, documentos antigos e recentes serão consultados a respeito do tema aqui abordado. Os principais termos utilizados foram: história da siderurgia no Brasil, dados estatísticos da siderurgia no Brasil, perspectivas para o setor siderúrgico no Brasil e novas tecnologias do setor siderúrgico.

O presente trabalho está organizado em 3 capítulos. O presente capítulo trata-se da introdução, onde o objetivo é situar o leitor a respeito do desenvolvimento desta pesquisa.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

A siderurgia é um ramo específico da metalurgia que inclui as atividades de extração de metais de seus respectivos minérios e preparação para diversos usos. Ambas são indústrias que produzem metal, a diferença está no tipo de metal que produzem. A indústria metalúrgica é mais ampla e produz diversos tipos de metais (como alumínio e cobre), enquanto as siderúrgicas se especializam na produção de aço.

### **2.1 HISTÓRIA DA SIDERURGIA NO BRASIL**

Segundo Marcolin (2010), os primeiros grandes investimentos do Brasil na siderurgia começaram com um fiasco de quatro anos no início do século XIX. Apesar dos esforços do governo português para planejar e apoiar empresas metalúrgicas, a indústria demorou muito tempo a ganhar uma posição no país. As jazidas de minério de ferro em Minas Gerais e São Paulo são conhecidas há muito tempo. No final do século XVIII, os portugueses financiaram brasileiros e portugueses para receberem formação nos melhores centros metalúrgicos da Europa.

Foi somente com a transferência da corte para o Brasil que o governador Manoel Ferreira da Câmara Bittencourt autorizou, em 1809, a lançar a pedra fundamental da fábrica Patriótica em Gaspar Suárez (hoje Pilar Moro, estado de Minas Gerais). Quase ao mesmo tempo, o governo português ordenou a construção da Real Fábrica de Ferro São João de Ipanema, inaugurada em 1810, no estado de São Paulo. Ambos os projetos levaram anos para iniciarem a produção. Na segunda metade da década de 1810, o Brasil superou apenas parcialmente a falta de mão de obra devidamente qualificada e especializada. (MARCOLIN, 2010).

Embora tenha havido diversas tentativas de produzir aço localmente durante os períodos colonial e imperial, essas iniciativas falharam em suas respectivas épocas por vários motivos, e a indústria siderúrgica brasileira entrou no século XX com pouca presença real. Os esforços mais persistentes do governo imperial concentraram-se na Siderúrgica São João de Ipanema, que foi reaberta em meados da década de 1860, mas desativada novamente em 1895, devido a dificuldades recorrentes. As importações neste século ascenderam a cerca de 3.000 toneladas, um número

modesto comparado com as importações de 1901 de mais de 63.000 toneladas de aço. (SILVA, 1972).

A produção de aço e laminadores não existiam naquela época. Além disso, embora a produção interna não tenha crescido muito ao longo da década de 1900, as importações de aço cresceram fortemente, atingindo mais de 500.000 toneladas em 1913. O coeficiente de volume de importação durante esta década foi de cerca de 99%. Então, o fato de a Usina Esperança (localizada em Minas Gerais) ser a maior produtora nacional existente combinava perfeitamente com o tom da época. (SILVA, 1972).

No entanto, na altura em que a empresa americana National Steel Corporation foi criada na primeira metade do século XX, a indústria siderúrgica nacional já tinha assumido um papel mais significativo como resposta aos problemas siderúrgicos do país. Em 1939 já contava com 26 empresas e no ano seguinte, 1940, havia atendido 99,7% do seu consumo interno aparente de ferro gusa (em quantidade), 88% de aço e 34,5% de laminados. Assim, entre 1900 e 1940, e especialmente nas décadas de 1920 e 1930, a indústria siderúrgica brasileira pôde passar por importantes processos de desenvolvimento. (SILVA, 1972).

Do início do século XX até quase o fim da Primeira Guerra Mundial, além das inúmeras pequenas forjas espalhadas pelo estado de Minas Gerais, existia uma empresa produtora de ferro gusa no Brasil - a Usina Esperança, que mais tarde ficou conhecida como “Usina Queiroz Júnior” – mas nenhuma produzia aço ou laminados. (BARROS, 2011).

A Usina Queiroz Júnior expandiu lentamente a produção de ferro-gusa nesse período e acelerou esse crescimento durante a guerra, mas sua produção se concentrou em peças fundidas e não buscando entrar na produção de aço e laminados. Isso foi feito no final da guerra por outras duas empresas importadoras: a Cia. Mecânica e Importadora de São Paulo (iniciou a produção de aço e laminados leves em 1918) e a Hime & Cia. do Rio de Janeiro (iniciou a produção de aço e produtos laminados leves). Os laminados leves também surgiram nessa época. (BARROS, 2011).

Após a guerra, ao longo da década de 1920, mas concentrado em 1926, houve no país um importante movimento de criação de siderúrgicas. Entre 1917 e 1930, foram criadas 14 novas empresas no setor, em comparação com apenas 1 empresa existente. Nesse processo, três empresas se destacaram: a Cia Siderúrgica

Belgo-Mineira, fundada em 1921, a Cia. Brasileira de Mineração e Metalurgia, fundada em 1925 pela Cia. Mecânica e Importadora, e a Cia. Usinas Metalúrgicas, fundada em 1926. Estas três empresas não só dominaram rapidamente a indústria, mas também diversificaram a estrutura de produção nacional e passaram de forma mais decisiva para a produção de aço e produtos laminados. (MOYEN, 2007).

Embora a segunda metade da década de 1930 tenha assistido a uma segunda onda de criação de novas empresas e expansão de capacidade, estas empresas, especialmente a Belgo-Mineira, continuariam a dominar a indústria siderúrgica durante a década seguinte. Em 1939, existiam 26 empresas no setor, 11 das quais criadas antes de 1930. Entre as empresas existentes que ampliaram sua capacidade produtiva na década de 1930, o destaque foi, sem dúvida, a construção da fábrica de João Monlevade, inaugurada em 1937 pela Belgo-Mineira, ocupando assim uma clara posição pessoal de liderança neste ramo. (MOYEN, 2007).

Já na década de 1950, a indústria foi apoiada em diversos projetos, como a expansão da Belgo-Mineira em 1953. Inicialmente, o BNDES não tinha quaisquer restrições legais ao financiamento de empresas estrangeiras. Desde 1962, pela nova Lei de Remessa de Lucros nº 4.1311, o apoio só era possível em casos excepcionais aprovados pelo Ministério do Planejamento. Depois de 1991, pela Resolução 746, foi permitido o uso de recursos externos para fornecer cooperação financeira a empresas estrangeiras. Somente a partir de 1997, sob o Decreto nº 2.233, as empresas siderúrgicas estrangeiras (bem como outros setores com interesses nacionais) tiveram igual acesso ao apoio financeiro dos recursos gerais do BNDES, como as empresas siderúrgicas nacionais. (ANDRADE e CUNHA, 2002).

De acordo com um documento de 1955 do Conselho de Desenvolvimento do Presidente da República, a meta era atingir uma produção anual de produtos laminados de 2,4 milhões de toneladas até 1960, um aumento de 1,4 milhões de toneladas em relação à produção de 1954. Tendo em conta um investimento médio de 300 dólares/tonelada, seriam necessários aproximadamente 420 milhões de dólares para atingir a meta de 1960. Notavelmente, 82% do investimento total envolvia importações, enquanto apenas 18% correspondiam à inversão do PIB. A participação do BNDES estava estimada em 60%, ou US\$ 252 milhões, excluindo operações de aporte de capital. (ANDRADE e CUNHA, 2002).

O período de 1946 a 1950 foi a base para a segunda onda de industrialização do Brasil, principalmente em São Paulo, na década de 1950. Nesta época, a indústria

nacional e suas fábricas conseguiram importar novos equipamentos, renovar sua frota, teve investimento no setor siderúrgico estatal (a CSN iniciou a produção em 1946), a Cia. Vale do Rio Doce venceu a batalha contra a Exibank em 1950, o que incentivou a transformação da indústria, estabeleceu um setor de autopeças, estabeleceu as primeiras refinarias, que incluíam refinarias de petróleo privadas, os cinemas dispararam, a televisão nasceu e a indústria de eletrodomésticos se desenvolveu. A marca “Indústria Brasileira” começou a estar gravada em centenas de produtos. A partir de 1947 fomos gradualmente tornando-nos fornecedores das nossas próprias fábricas. (ÂNGELO, 1990).

Em 1956, foi fundada em Cubatão a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), tendo o BNDES como acionista, complementando os recursos do Estado de São Paulo. A cooperação inicial do Banco foi autorizada em 8 de agosto de 1957 e envolveu a subscrição de um aumento de capital (USD 10,5 milhões) e uma subscrição de capital pré-pago do Tesouro Nacional (USD 28,6 milhões), além do compromisso de fornecer financiamento. Essa parceria funcionou muito bem. Doze anos depois, o banco já controlava 58,2% do capital da Cosipa, enquanto o estado de São Paulo detinha 23,3%, o Tesouro Nacional 6,7% e um mix de empresas e grupos privados o restante. De 1968 a 1975, o BNDES deteve o controle acionário da Cosipa, até quando a Siderbrás chegou ao poder. (ANDRADE e CUNHA, 2002).

Também na década de 1940, no município de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro, foi fundada e inaugurada a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Em 1950, quando todas as linhas de produção originalmente projetadas do Nanjing Iron and Steel Group foram colocadas em operação, a produção nacional de aço bruto atingiu uma produção anual de 778.000 toneladas. Em 1970, após mais de 20 anos de investimento contínuo, a produção anual atingiu 5,5 milhões de toneladas. (OZORIO, 2010).

O autor acredita que o aumento da oferta de aço estimulou muito a produção econômica do Brasil, por outro lado, também passou a exigir melhoria contínua e aprimoramento dos produtos siderúrgicos nacionais. Neste contexto, foi lançado em 1971 o Plano Siderúrgico Nacional (PSN), iniciando um novo ciclo de investimentos para expandir e aumentar a produção nacional, com o objetivo de exportar o excedente da produção. O objetivo era quadruplicar a produção brasileira. Em 1973, foi fundada a Siderúrgica Brasileira S.A. (Siderbrás) e inaugurada a Usina Siderúrgica

da Bahia (Usiba), a primeira planta integrada do Brasil a utilizar gás natural para redução de minério de ferro.

O projeto de expansão lançado na década de 1970 amadureceu na década de 1980, período caracterizado por uma forte contração da demanda interna que assolou não apenas a economia brasileira, mas também a economia global. Foi nessa época que o Brasil começou a participar dos mercados mundiais como exportador líquido de aço e foi forçado a enfrentar fortes barreiras protecionistas dos países importadores. (OZORIO, 2010).

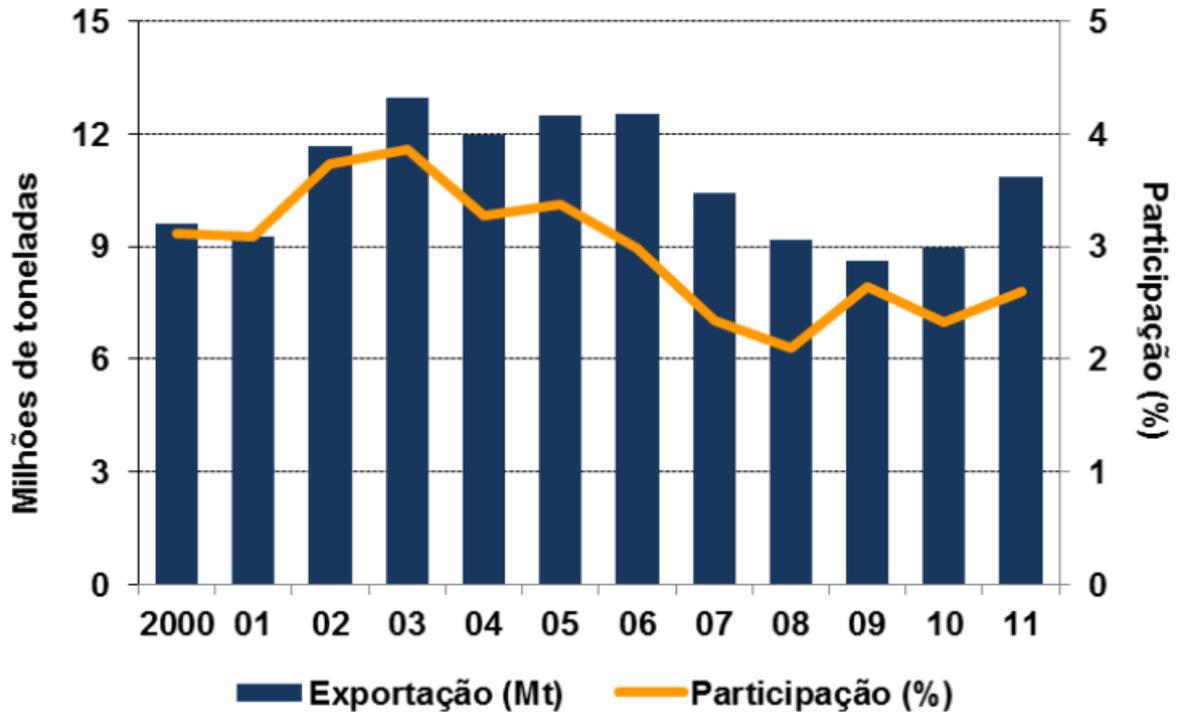
No início da década de 1990, havia 43 empresas siderúrgicas no Brasil, incluindo 16 empresas integradas e 27 empresas semi-integradas. Devido à curta distância entre os locais de produção de matérias-primas e os mercados consumidores, elas estavam concentradas na região Sudeste. Uma grande proporção destas empresas, que então eram controladas pelo Estado (equivalente a 70% da produção nacional), foi privatizada na década de 1990. Após a privatização, foram realizados investimentos significativos na modernização e expansão do Parque Siderúrgico Nacional, elevando a produção anual para uma capacidade instalada de 41,5 milhões de toneladas em 2007. (OZORIO, 2010).

## **2.2 PANORAMA ESTATÍSTICO DAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS**

### **2.2.1 A siderurgia brasileira de 2000 a 2010**

A trajetória de exportação dos produtos siderúrgicos brasileiros é mostrada no eixo esquerdo do Gráfico 1. Verifica-se que essas exportações aumentaram inicialmente de 9,6 milhões de toneladas em 2000 para 13 milhões de toneladas em 2003, permanecendo num nível em torno de 12 milhões de toneladas. Até 2006, as exportações brasileiras apresentavam tendência de queda, atingindo 9 milhões de toneladas em 2010, e recuperaram parcialmente para 10,8 milhões de toneladas em 2011. Mais importante ainda, a participação do Brasil nas exportações mundiais aumentou de 3,1% em 2000 para 3,9% em 2003, antes de cair para 2,6% em 2011.

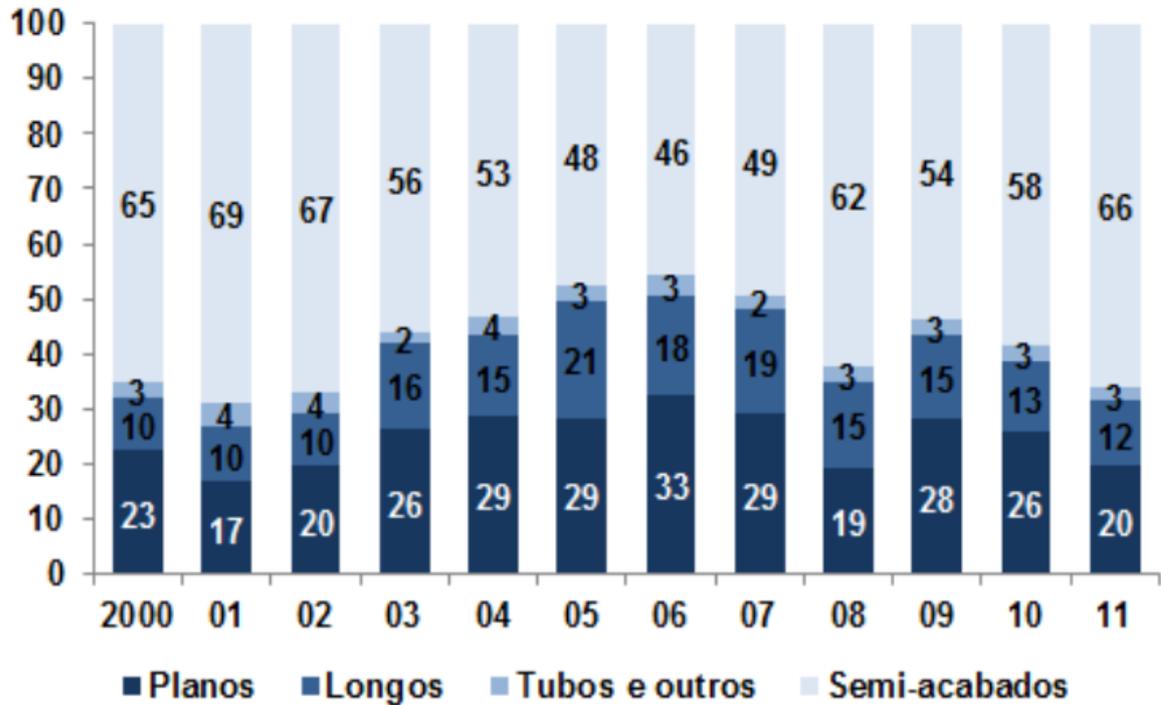
Gráfico 1: Exportação brasileira de produtos siderúrgicos (milhões de toneladas) e participação na indústria mundial (percentual), 2000-2011



Fonte: IABr, 2011

Do ponto de vista da composição das exportações, o padrão do Brasil é muito diferente daquele do mundo. Na verdade, como mostra o Gráfico 2, as exportações brasileiras são extremamente dependentes de produtos semiacabados (de 46% para 69% em tonelagem entre 2000 e 2011). Os produtos semiacabados com menor valor acrescentado representaram apenas 17% das exportações mundiais entre 2000 e 2011.

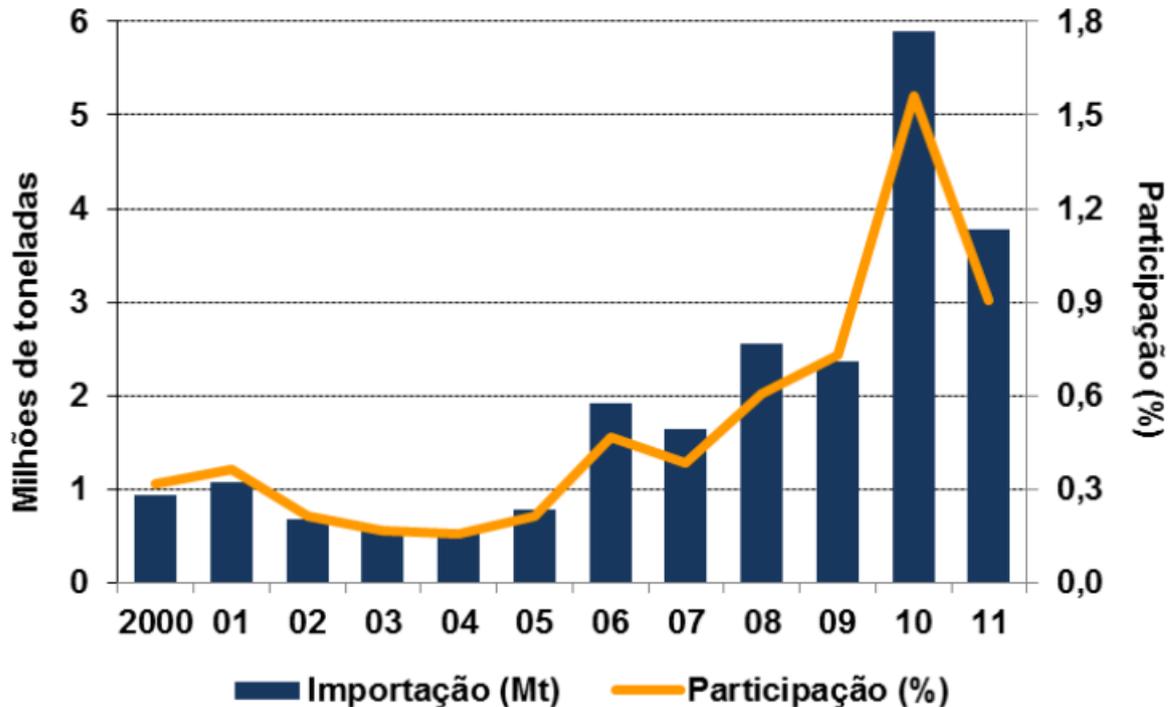
Gráfico 2: Participação dos tipos de produtos siderúrgicos nas exportações brasileiras, 2000 - 2011



Fonte: IABr, 2011

As exportações brasileiras de produtos siderúrgicos não apenas diminuíram, mas as importações também aumentaram. O eixo esquerdo do Gráfico 3 mostra que estas importações aumentaram de 0,9 milhões de toneladas em 2000 para 2,5 milhões de toneladas em 2008 e 3,8 milhões de toneladas em 2011. Em relação ao eixo direito da Gráfico 3, a taxa de crescimento do produto da participação do Brasil nas importações globais de aço aumentou de 0,3% em 2000 para 0,6% em 2008 e 0,9% em 2011.

Gráfico 3: Importação brasileira de produtos siderúrgicos (milhões de toneladas) e participação na indústria mundial (percentual), 2000-2011



Fonte: IABr, 2011.

Mesmo admitindo que 2010 tenha sido um ponto-fora-da-curva, a verdade é que as importações brasileiras de produtos siderúrgicos mudaram de patamar. As importações totalizam 3,8 milhões de toneladas em 2011, resultando num acréscimo de 385% frente ao valor contabilizado em 2005. Portanto, tais importações exercem grande influência na determinação dos preços domésticos e nas margens de lucros.

### 2.2.2 A siderurgia brasileira de 2010 a 2020

A Tabela 1 lista algumas informações sobre a indústria siderúrgica brasileira de 2010 a 2020. É importante notar que, em primeiro lugar, a produção de aço bruto e produtos laminados não se alterou significativamente, enquanto a produção de produtos semiacabados para venda aumentou significativamente em 2010. este período.

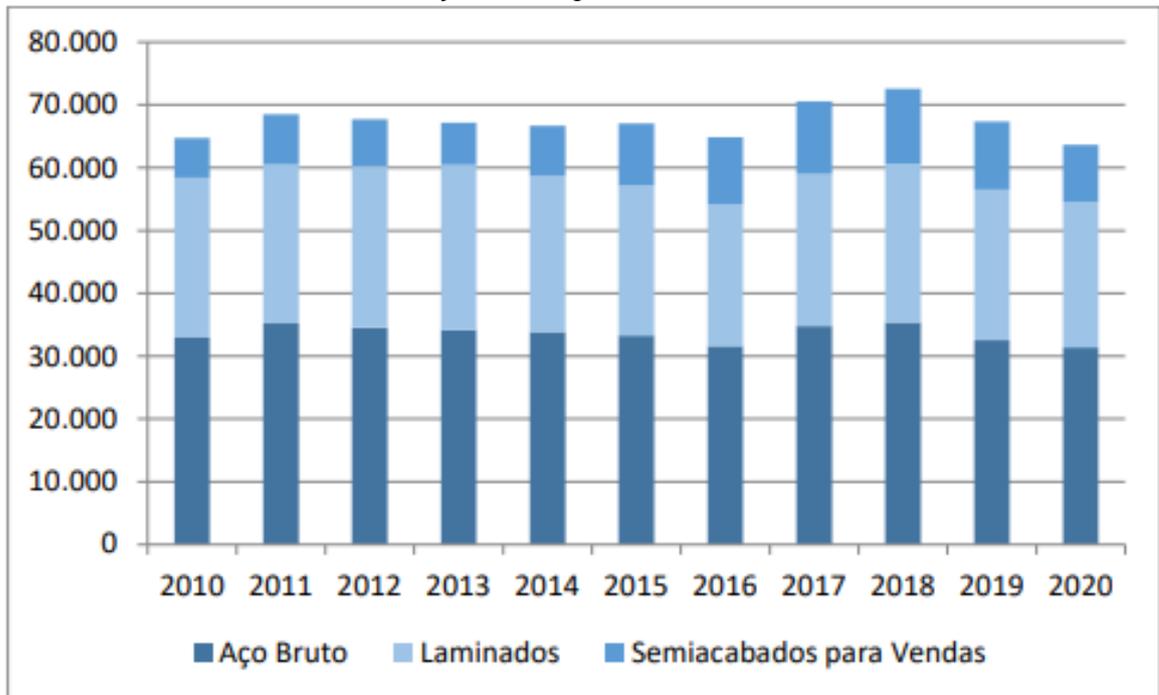
Tabela 1: Siderurgia brasileira de 2010 a 2020

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ%
<b>Produção (em 1.000 t)</b>												
Aço Bruto	32.948	35.220	34.524	34.163	33.897	33.258	31.642	34.778	35.407	32.569	31.415	-5%
Laminados	25.450	25.240	25.696	26.263	24.906	23.963	22.517	24.168	25.206	23.950	23.111	-9%
Planos	15.212	14.265	14.897	15.013	14.229	14.680	13.669	15.165	15.767	14.708	13.659	-10%
Longos	10.238	10.975	10.799	11.250	10.677	9.283	8.848	9.003	9.439	9.242	9.452	-8%
Semiacabados para Vendas	6.334	8.051	7.472	6.737	7.876	9.829	10.698	11.639	11.971	10.824	9.101	44%
Vendas Internas (em 1.000 t)	21.280	22.134	22.992	24.387	21.709	18.173	16.828	17.247	18.920	18.799	19.462	-9%
<b>Exportações</b>												
(em 1.000 t)	8.988	10.847	9.723	8.091	9.781	13.726	13.432	15.351	13.945	12.805	10.538	17%
(em US\$ 1.000.000 FOB)	5.794	8.401	6.967	5.567	6.808	6.585	5.594	8.046	8.873	7.308	5.271	-9%
<b>Importações</b>												
(em 1.000 t)	5.898	3.783	3.787	3.704	3.978	3.210	1.879	2.329	2.407	2.365	2.037	-65%
(em US\$ 1.000.000 FOB)	5.457	4.541	4.550	4.281	4.109	3.110	1.683	2.232	2.610	2.463	2.172	-60%
Consumo Aparente (em 1.000 t)	26.669	26.094	26.573	28.018	25.606	21.295	18.520	19.523	21.207	20.977	21.449	-20%
Faturamento (em US\$ 1.000.000)	36.287	38.951	33.881	33.736	31.136	20.664	19.040	24.714	27.338	24.923	20.294	-44%
Capacidade Instalada (em 1.000 t de aço bruto/ano)	44.622	47.838	47.876	47.876	47.412	47.457	51.450	51.450	51.450	51.450	50.950	14%
Produtividade (em t/h/ano)	343	337	326	347	355	371	387	423	423	380	401	17%

Fonte: CADE, 2022.

As razões para este crescimento foram o aumento da procura externa e a desvalorização do real que ocorreram principalmente no final da década em questão. Isso significa que os produtos semiacabados respondem por uma parcela cada vez maior da produção siderúrgica brasileira, conforme mostra o Gráfico 4.

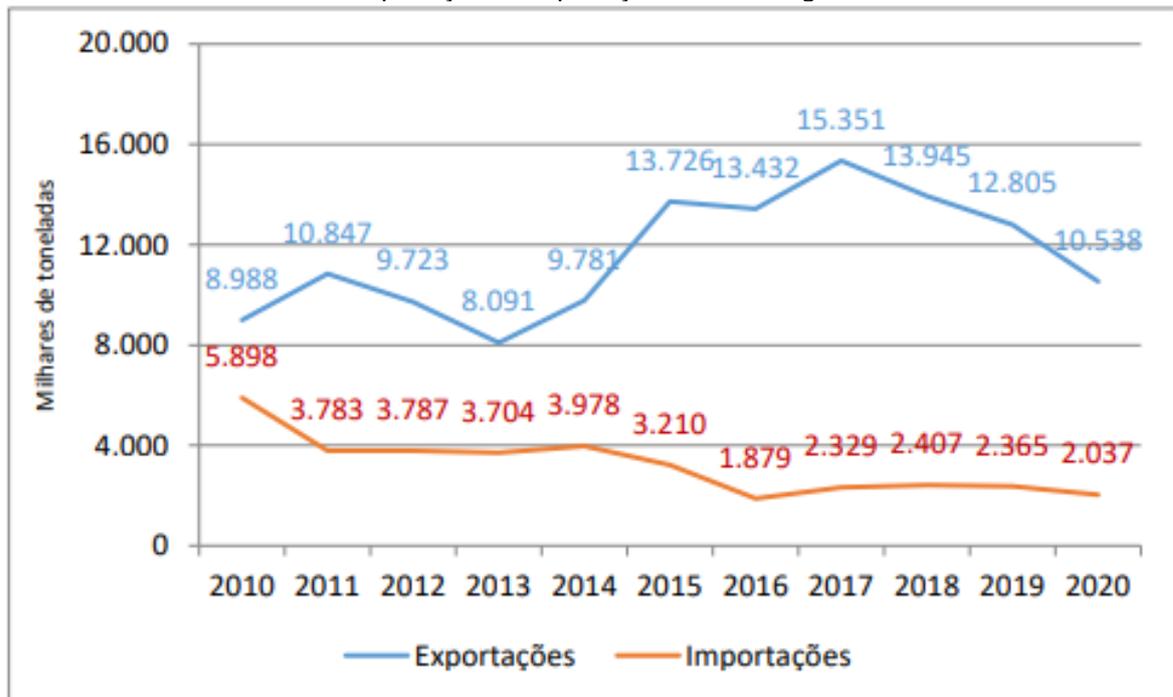
Gráfico 4: Produção siderúrgica brasileira de 2010 a 2020



Fonte: CADE, 2022.

A comparação entre importações e exportações de 2010 a 2020 fortalece a posição do Brasil como exportador de produtos siderúrgicos: o volume exportado (mil toneladas) aumentou 17% e o valor (milhões de dólares) diminuiu 9%. No mesmo período, o volume de importação (mil toneladas) caiu 65% e o valor (milhões de dólares) caiu 60%. O Gráfico 5 ilustra o comportamento dessas variáveis ao longo dos anos. Estas alterações também são consistentes com o já mencionado crescimento da produção de produtos semiacabados, cujos destinos são principalmente os mercados externos.

Gráfico 5: Importações e exportações da siderurgia brasileira



Fonte: CADE, 2022.

Verifica-se também que a capacidade instalada e a capacidade de produção das siderúrgicas de todo o país vêm crescendo ao longo dos anos. A capacidade de produção passou de 44,6 milhões de toneladas/ano em 2010 para 51 milhões de toneladas/ano em 2020, um aumento de 14%. De 2010 a 2020, a produtividade saltou de 343 toneladas para 401 toneladas por pessoa por ano, um aumento de 17%. Pode-se novamente comparar isto com o crescimento das exportações e concluir que ambas as tendências são dirigidas aos mercados externos, uma vez que tanto as vendas internas como o consumo aparente diminuíram durante o mesmo período. (CADE, 2022).

Analisando as particularidades da siderurgia brasileira, percebe-se que o Brasil apresenta algumas vantagens em comparação com outros países produtores de aço. Em primeiro lugar, o minério de ferro brasileiro possui alto teor de ferro e baixo custo, o que o torna altamente competitivo no mercado internacional. A mão-de-obra também é mais barata do que em outros países produtores. Além disso, grandes siderúrgicas estão localizadas próximas a portos marítimos e minas de minério de ferro, e todo o complexo é interligado por ferrovias especializadas no transporte de minério e aço. Em contrapartida, o carvão extraído no Brasil é escasso e de baixa qualidade, o que, como vimos, é crucial para o processo produtivo. (CADE, 2022).

### 2.2.3 A siderurgia brasileira a partir de 2020

Em relação à produção industrial brasileira, dados do Instituto Aço Brasil - IAB (2023) relativos ao período 2018-2022 mostram que, após o declínio da produção em 2019 e 2020, o ano de 2021 foi afetado pela pandemia de Covid-19, apesar da contínua recuperação econômica, especialmente nas indústrias com forte procura da indústria siderúrgica, como a indústria da construção e a indústria automóvel, o crescimento tem sido forte. Para o ano de 2022, a expectativa era de uma redução ainda maior devido a fatores como a inflação, taxas de juro elevadas e fatores externos (guerra russo-ucraniana, política de encerramento de cidades da China). Considerando todo o período 2018-2022, quase todos os segmentos de mercado registaram uma diminuição da produção, sendo a maior queda a produção de produtos semiacabados para venda (-12,3%). A única exceção é a produção de produtos longos, que apesar da queda em 2022, aumentou 3,2% no período analisado.

Tabela 2: Evolução da produção (em milhares de toneladas) da indústria siderúrgica brasileira: 2020-2022

Produtos	2020	2021	2022
Aço bruto	31.451	36.174	33.964
Semi-acabados para venda (placas, lingotes, blocos e tarugos)	9.101	10.575	10.502
Laminados planos de aço	12.355	15.358	13.665
Laminados longos de aço	9.452	10.753	9.745
<b>Total semi-acabados e laminados</b>	<b>30.908</b>	<b>36.686</b>	<b>33.913</b>

Fonte: IABr, 2023

Embora os produtos laminados longos tenham tido um melhor desempenho nos últimos cinco anos (2018-2022), o menor declínio na produção em 2022 é nos produtos semiacabados para venda (-0,7%). Em 2023, os dados dos primeiros três meses mostram pior desempenho em relação a 2022. De janeiro a março, a produção de aço bruto caiu 6,8% em termos anuais e a produção de laminados caiu 7,6% em termos anuais. Produção apenas de produtos semiacabados para venda cresceu 5,6% no período (IAB, 2023).

Existe alguma instabilidade no comportamento das exportações (em termos FOB USD) durante 2020-2022, com um declínio acentuado em 2020 e uma forte recuperação em 2021 e 2022 (Tabela 3). Os volumes de exportação terão tendência de queda em 2023 devido a uma base de comparação elevada devido ao forte crescimento em 2022. Segundo o IAB (2023), as exportações de janeiro a março de 2023 atingiram 3,2 milhões de toneladas, ou US\$ 2,7 bilhões. Estes valores diminuirão 6,1% e 3,7% respectivamente face ao período homólogo de 2022.

Tabela 3: Exportações brasileiras de produtos siderúrgicos (US\$ Mil FOB): 2020-2022

<b>Tipo de Produto</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Semiacabados de aço	3.211.650	6.464.816	6.428.517
Produtos planos	855.314	1.540.773	2.322.436
Produtos longos	944.691	1.037.676	1.629.350
Outros produtos	259.309	301.884	493.519
<b>Total</b>	<b>5.270.964</b>	<b>9.345.149</b>	<b>10.873.822</b>

Fonte: IABr, 2023

Os produtos semiacabados de aço dominam a lista de exportações de produtos siderúrgicos do Brasil, respondendo por 59,1% e 67,3% das exportações em 2022 em termos de valor monetário e tonelagem, respectivamente. Relativamente às importações, a Tabela 4 observa uma situação semelhante à das exportações durante o período 2018-2022, embora com valores muito inferiores, e o comportamento é diferente em 2022, uma vez que as importações caíram ligeiramente. Esta descida deveu-se apenas a uma queda acentuada nas importações de produtos siderúrgicos semiacabados, enquanto as importações de outros segmentos de maior valor acrescentado continuaram a crescer.

Tabela 4: Importações brasileiras de produtos siderúrgicos (US\$ Mil FOB): 2020-2022

<b>Tipo de Produto</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Semiacabados de aço	51.311	628.264	163.361
Produtos planos	1.001.637	2.186.970	2.465.321
Produtos longos	559.892	1.216.569	1.227.282
Outros produtos	559.029	959.061	1.017.824
<b>Total</b>	<b>2.171.869</b>	<b>4.990.864</b>	<b>4.873.788</b>

Fonte: IABr, 2023.

Ao contrário da situação das exportações, os produtos planos dominaram as importações, absorvendo 50,6% do valor das importações e 58,0% da tonelage em 2020. Esses resultados indicam que nas exportações da indústria siderúrgica brasileira, os produtos de baixo valor dominam o volume total em comparação com os produtos de baixo valor, ou seja, as importações dominam. Segundo IAB (2023), as importações atingiram 1 milhão de toneladas no ano até março de 2023, um forte crescimento de 22,2% em relação ao mesmo período do ano 2022. Em termos de valor, o volume de importações atingiu 1,3 mil milhões de dólares, um aumento homólogo de 10,5%.

### 2.3 PERSPECTIVAS PARA O SETOR

No segundo semestre de 2023, o relatório de dados da indústria siderúrgica da Instituto Aço Brasil (IABr) de maio mostrou que a produção de aço bruto continuou a diminuir ano a ano. O volume de exportação de aço aumentou significativamente 12,5% ano a ano e 37,3% mês a mês, com o volume total atingindo 1,2 toneladas. O principal fator para esse crescimento foi o aumento do volume de exportação de produtos semiacabados, que atingiu 995 toneladas. Além disso, as exportações de produtos longos aumentaram para 114 toneladas, compensando a diminuição das exportações de produtos planos. Paralelamente, o volume total de importação de produtos laminados foi de 339 toneladas, um aumento homólogo de 22,4% e um aumento mensal de 4,5%. A taxa de penetração do aço importado também aumentou 3,5 pontos percentuais em relação ao ano anterior. Até agora, neste ano, a penetração parece ter estabilizado num nível elevado, em 16,6%. (GERDAU, 2023).

Por um lado, as exportações dos produtores de aço aumentaram, mas, por outro lado, as vendas internas continuam difíceis. A incerteza macroeconômica e a menor disponibilidade de crédito refletem-se numa atividade econômica mais fraca no setor. Devido à fraca demanda, a indústria siderúrgica brasileira está procurando alternativas para reduzir custos e responder ao processo inflacionário por meio de ações de aperto monetário durante o ciclo de crédito. Acredita-se que dois fatores se conjugaram para criar uma maior procura de aço importado, em detrimento do aço nacional: A recente depreciação do USD/RL é um dos principais fatores que

impulsionam o aumento das importações, à medida que os produtos estrangeiros se tornam cada vez mais importantes, devido ao fato do preço dos produtos do exterior estarem melhores que os nacionais. As sucessivas reduções de preços ocorridas entre o início de junho de 2023 e os dias atuais na China, levaram à queda do preço do aço nacional, tendo em vista que historicamente o aço nacional tem sido cotado mais alto que o aço importado. Este prémio teria de ser reduzido, quer através das ações das próprias siderúrgicas, quer através de uma perda de quota de mercado para produtos estrangeiros, esta última das quais tem sido observada nos últimos meses.

A indústria siderúrgica nacional poderia lucrar com uma uniformidade em toda a cadeia de fornecimento, considerando que o preço dos insumos também diminuiu nos últimos meses, como o carvão metalúrgico e, em maior grau, o minério de ferro (cerca de 110 dólares por tonelada contra 130 dólares por tonelada). Contudo, inicialmente parece mais provável que esta situação seja mitigada por uma procura interna mais fraca, principalmente devido à incerteza económica e à falta de crédito.

Segundo Gaier, (2023), a previsão é que o mercado siderúrgico diminua 3% na produção no Brasil até 2024, em comparação com este ano, terá uma produção de 30,4 milhões de toneladas. No mercado interno, a Aço Brasil esperava uma queda de 6% no volume de vendas em 2024, que ficaria em torno de 18 milhões de toneladas, devido ao aumento das importações. A empresa espera que as importações aumentem 20% no próximo ano, o que as aproximaria de 6 milhões de toneladas, principalmente da China. Por outro lado, as exportações deverão aumentar 1,3%, o que totalizará aproximadamente 12 milhões de toneladas.

Globalmente, espera-se uma recuperação da procura de aço em 2024, embora possa ser lenta, nos países desenvolvidos, além de um crescimento mais rápido nos países em desenvolvimento. O crescimento previsto do mercado imobiliário da China é que atingirá um estado estável na segunda metade do ano, a procura de aço no país aumentará devido às ações governamentais. A previsão para a China em 2024 ainda é desconhecida, isto porque serão tomadas decisões políticas para resolver as atuais questões financeiras. Observa-se que a economia chinesa está a passar por uma transição estrutural que está a adicionar incerteza e volatilidade à situação, isto está associado a conflitos e agitações regionais, como os encontrados na Rússia e na Ucrânia, em Israel e na Palestina, bem como em outros lugares. Isto

teria o potencial de aumentar os preços do petróleo e levar a maior divisão geoeconômica, sendo ambos considerados riscos.

A Brasil Mineral afirma que o mercado imobiliário e as exportações ainda terão um impacto negativo na demanda por aço, como resultado, a demanda por aço poderá diminuir sem assistência adicional do governo. No entanto, se o governo tomar medidas adicionais para promover a economia, a procura de aço em 2024 poderá ser tão forte como em 2023. Um efeito secundário negativo tanto para 2023 como para 2024 é possível se o efeito estimulante for menor do que o esperado. Mais do que esperado.

A necessidade de as empresas permanecerem competitivas num mercado cada vez mais brutal, como o da indústria siderúrgica, exige o investimento de fundos estratégicos em investigação e desenvolvimento para serem mais eficientes e mais sustentáveis. A busca pela melhoria de processos, produtos e serviços necessita de investimentos adicionais em novas tecnologias, o que gera soluções inovadoras e sustentáveis para a cadeia produtiva do aço.

Hoje, os produtores de aço reconhecem a importância de tomar medidas para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. O Mercado de Carbono é devidamente concebido e executado no Brasil, possui benefícios específicos do país que não estão presentes na tributação ou na precificação de carbono, isso permite que os investimentos sejam direcionados para o desenvolvimento de tecnologias que reduzam as emissões de gases de efeito estufa, bem como a criação de novos processos e produtos com menor pegada de carbono.

O desejo de fazer a transição para uma economia de baixo carbono é maior do que o compromisso de fazê-lo é maior do que o desejo de se afiliar a outras organizações. A indústria siderúrgica tem procurado se aliar a seus fornecedores e clientes para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, por meio da utilização de matérias-primas e processos menos intensivos em carbono e com composição mais resistente e leve. (IABr, 2021).

O termo aço verde é utilizado para descrever o aço fabricado com tecnologia inovadora, reaproveitado, proveniente de sucata e convencional. No entanto, é compensado através da remoção de unidades de carbono. Zhang et al. (2021) afirma que a produção verde e a conservação de energia são as responsabilidades mais significativas que as siderúrgicas têm atualmente, elas tentarão alcançar a sustentabilidade na produção, diminuindo as emissões de CO<sub>2</sub> que são produzidas.

Segundo Rodrigues e Junior (2019), a utilização de carvão vegetal em processos metalúrgicos leva a um balanço negativo de dióxido de carbono, pois as árvores empregadas no processo de carbonização, por exemplo, têm maior capacidade de liberar carbono do que o liberado durante a produção de ferro. As limitações práticas do uso do carvão vegetal em plena capacidade são causadas por fatores como o preço, o controle das propriedades físicas e o volume de oferta na cadeia, considerando que os países possuem regulamentações ambientais mais rigorosas em relação às florestas nativas e à área de plantio de grandes quantidades. da produção de carvão vegetal.

De acordo com Griffin e Hammond (2021), a fabricação de aço verde leva a uma menor liberação de gases poluentes do ar que levam à poluição (por exemplo, CO, CO<sub>2</sub> e SO<sub>x</sub>), poluição da água por águas residuais, resíduos perigosos (incluindo arsênico, chumbo e zinco ) e outros resíduos sólidos. No Brasil, altos fornos substituíram a necessidade de coque de carvão mineral pelo uso de biocarvão. Os autores recomendam a utilização de biomassa lenhosa compactada para a criação de coque metalúrgico, após mistura com carvão mineral, o que permitirá uma descarbonização parcial da indústria.

No Brasil, as empresas que produzem aço verde se destacam pelo compromisso com a sustentabilidade e o foco de suas operações está nas empresas que não utilizam combustíveis fósseis, conforme observado pela AVB (2021). Esta é uma empresa do grupo Faroeste que tem uma filosofia de sustentabilidade e aposta em operações livres de combustíveis fósseis. A corporação se dedica à indústria florestal e à modernização da planta de aços longos. Os principais produtos comercializados são: fio-máquina, vergalhões, tarugos, ferro-gusa, gases atmosféricos e energia.

A Aperam South America (APERAM, 2021), criada em 2011 após a divisão da indústria de aço inoxidável da ArcelorMittal, tornou-se líder mundial na produção de aço inoxidável, componentes elétricos e ligas de níquel. A indústria possui unidades fabris no Brasil, Bélgica e França. No entanto, isso se aplica principalmente ao Brasil, onde a indústria tem capacidade de produzir aço inoxidável e aço verde especial a partir de biomassa (carvão vegetal). A Aperam BioEnergia utiliza carvão vegetal derivado de eucaliptos da floresta. A empresa atua desde o melhoramento genético até a carbonização, que é realizada mecanicamente em queimador de gás, reduzindo

a emissão de fumaça durante a produção, com equipamentos avançados do segmento florestal.

### 3 CONCLUSÃO

O presente estudo abordou como tema a produção de aço no Brasil. A questão que orientou esta pesquisa foi a seguinte: baseando-se na evolução da indústria siderúrgica nos últimos 20 anos no Brasil, quais são as perspectivas para o setor? Diante da fundamentação aqui exposta, conclui-se que há perspectiva de uma recuperação na demanda do setor, mesmo que lenta, devido à procura do mercado externo pelo produto brasileiro.

Compreendeu-se aqui que o setor siderúrgico no Brasil tem grande relevância, apesar do mesmo só se desenvolver a uma velocidade satisfatória a partir do século passado. Observou-se que o mercado internacional e o preço do dólar afetam a demanda do aço brasileiro. A indústria também é de grande importância na exportação, principalmente considerando que a exportação de bens do Brasil afeta diretamente a economia do país.

Quanto à inovação sustentável, a certificação carbono neutro é um diferencial em relação às siderúrgicas convencionais devido ao compromisso global de reduzir a liberação de gases prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, o ferro-gusa derivado da combustão do carvão vegetal como agente redutor químico permite a produção de produtos com baixo nível de contaminação química, principalmente fósforo e enxofre, o que é essencial para a produção de aço de alta qualidade com menor número de processos. Como resultado, a descarbonização das indústrias deve ser examinada com cuidado do ponto de vista da pegada de carbono, o que evitará resultados negativos.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Maria Lúcia Amarante; CUNHA, Luíz Maurício da Silva. O setor siderúrgico. *In*. BNDES – O banco nacional do desenvolvimento. 2002. Disponível em:  
[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13314/1/BNDES%2050%20Anos%20-%20Hist%C3%B3rias%20Setoriais\\_O%20Setor%20Siderurgico\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13314/1/BNDES%2050%20Anos%20-%20Hist%C3%B3rias%20Setoriais_O%20Setor%20Siderurgico_P.pdf). Acesso em: 27 jan. 2024.
- ÂNGELO, Ivan. São Paulo – 110 anos de industrialização – 1946- 1954 – Fascículo da Revista Isto é. Editora três. p.104. 1990.
- APERAM. 5 razões que explicam por que só a Aperam tem o Aço Verde. 2021. Disponível em: <https://aperambioenergia.com.br/wp-content/uploads/2018/07/A%C3%A7o-Verde-5-raz%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- AVB. Aço Verde Brasil. Sustentabilidade. 2021. Disponível em: <https://avb.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- BARROS, Gustavo. O Problema siderúrgico nacional na Primeira República. Tese de doutorado, Departamento de Economia, FEA-USP, São Paulo, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.12.2011.tde-24012012-135049>
- Brasil Mineral. Expectativa positiva na demanda de aço em 2023 e 2024. *In*. Brasil Mineral. 2023. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/expectativa-positiva-na-demanda-de-aco-em-2023-e-2024>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- Conselho Administrativo de Defesa Econômica – CADE. Indústria Siderúrgica. Cadernos do Cade. Disponível em: [https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/estudos-economicos/cadernos-do-cade/Caderno\\_Industria-Siderurgica.pdf](https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/estudos-economicos/cadernos-do-cade/Caderno_Industria-Siderurgica.pdf). Acesso em: 28 jan. 2024.
- GAIER, Rodrigo Viga. Produção do setor siderúrgico deve cair 3% em 2024, diz Aço Brasil. 2023. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2023/11/23/producao-do-setor-siderurgico-deve-cair-3-em-2024-diz-aco-brasil.htm>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- GERDAU. Metais & Mineração: Um sinal de alívio para siderurgia. *In*. Genial investimentos. 2023. Disponível em: <https://analisa.genialinvestimentos.com.br/acoes/gerdau-2/metais-mineracao-um-sinal-de-alivio-para-siderurgia/>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- GRIFFIN, Paul W.; HAMMOND, Geoffrey P. The prospects for ‘green steel’ making in a net-zero economy: a UK perspective. *Global Transitions*, [S.L.], v. 3, p. 72-86, 2021. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.glt.2021.03.001>
- INSTITUTO AÇO BRASIL – IABr. A Indústria do Aço está e continuará colaborando para minimizar os impactos sobre a mudança do clima. 2021. Disponível em:

[https://acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2021/09/ACOBASIL\\_Position\\_Paper\\_Mudan%C3%A7as\\_Climaticas.pdf](https://acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2021/09/ACOBASIL_Position_Paper_Mudan%C3%A7as_Climaticas.pdf). Acesso em: 29 jan. 2024.

INSTITUTO AÇO BRASIL - IABr. Estatísticas da Siderurgia 4º Trimestre 2022. Rio de Janeiro: IAB, 2023.

Instituto Aço Brasil - IABr. Mercado Brasileiro do Aço: análise setorial e regional. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil (IABr). 2011.

MARCOLI, Neldson. Os primeiros anos da siderurgia. Revista Pesquisa FAPESP, Ed. 173. 2010. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-primeiros-anos-da-siderurgia/>. Acesso em: 27 jan. 2024.

MOYEN, François. A História da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira: Uma trajetória de crescimento consistente (1921-2005). 1a ed., Belo Horizonte: Belgo, Fundação Belgo - Grupo Arcelor, 2007.

OZORIO, Luiz de Magalhães. Opções Reais na Siderurgia: O caso Brasileiro. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16811/16811\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16811/16811_3.PDF). Acesso em: 28 jan. 2024.

RODRIGUES, Thaisa; BRAGHINI JUNIOR, Aldo. Charcoal: a discussion on carbonization kilns. Journal Of Analytical and Applied Pyrolysis, [S.L.], v. 143, p. 104670, out. 2019. Elsevier BV. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaap.2019.104670>. Acesso em: 29 jan. 2024.

SILVA, Edmundo de Macedo Soares e. O Ferro na história e na economia do Brasil, Rio de Janeiro: Comissão Executiva Central do Sesquicentenário da Independência do Brasil, 1972.

ZHANG, Xinyu; JIAO, Kexin; ZHANG, Jianliang; GUO, Ziyu. A review on low carbon emissions projects of steel industry in the World. Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 306, p. 127259, jul. 2021. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127259>.