

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS

CAIO HENRIQUE ORTIGA AMARAL

MINÉRIO DE FERRO E UMA ANÁLISE HISTÓRICA DA SUA RELEVÂNCIA NO  
CONTEXTO ECONÔMICO E FINANCEIRO BRASILEIRO

Florianópolis

2024

CAIO HENRIQUE ORTIGA AMARAL

MINÉRIO DE FERRO E UMA ANÁLISE HISTÓRICA DA SUA RELEVÂNCIA NO  
CONTEXTO ECONÔMICO E FINANCEIRO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade Federal de Santa Catarina, como  
requisito para a obtenção do título de Engenheiro de  
Materiais.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Forcellini.

Florianópolis

2024

## **DEDICATÓRIA**

Dedico, não só este trabalho, como toda a jornada acadêmica na Universidade Federal de Santa Catarina, a meus familiares e amigos, que fizeram parte e ajudaram nos momentos bons e ruins. Em especial ao meu avô Luiz, que vê na formatura do neto em engenharia um sonho realizado. Meu filho Pedro, minha esposa Luiza e minha mãe Fabia também tiveram participação especial, uma vez que foram fonte de motivação e me ajudaram a manter o foco para o fim dessa trajetória.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Fernando Antônio Forcellini por ter aceitado me conduzir nesse trabalho e com todas as especificidades solicitadas. A sua disponibilidade foi essencial para a execução desse projeto à medida que a distância do ambiente acadêmico dificultava o processo de correções.

## RESUMO

O minério de ferro é um dos mais importantes bens para o desenvolvimento de uma nação e é utilizado em larga escala em diferentes áreas da economia, indústria, comércio e infraestrutura, com importância histórica mundial desde a Revolução Industrial, e sendo matéria-prima de diversos produtos. No entanto, sua relevância e contribuição para a economia não parece ter sido amplamente explorada, dada a baixa quantidade de material produzido, o que pode limitar a compreensão e o crescimento do campo. Tendo em vista essa limitação, a pesquisa surge no sentido de contribuir com essa demanda e, de forma organizada, aborda o protagonismo do minério de ferro no contexto econômico e financeiro brasileiro. O objetivo geral deste trabalho é de realizar uma análise histórica do minério de ferro no Brasil, tocando em temas como a sua origem, aprimoramento e desafios da indústria, composição, ciclos da commodity e correlação com ciclos econômicos. A partir dessa análise, buscou-se avaliar os impactos e influência do minério de ferro em indicadores chave da economia, como geração de emprego e PIB. E os objetivos específicos são: 1) levantar os aspectos históricos do minério de ferro para o Brasil; 2) identificar impactos econômicos e ambientais do minério de ferro no Brasil; 3) apontar os fatores que fazem com que o preço da commodity oscile; 4) correlacionar a cotação do minério de ferro com épocas de retomadas econômicas, sua contribuição para o crescimento de um país e seu respectivo mercado financeiro. Para isso, foi realizada uma extensa coleta de dados bibliográficos e dos textos encontrados, foram selecionados mediante um trabalho qualitativo exploratório narrativo os que seriam utilizados como base e citados ao longo do trabalho. A busca se deu por materiais relacionados ao minério de ferro na plataforma SciELO e Google Acadêmico, utilizando algumas palavras-chave como: Histórico, Exportação, Minério de Ferro, Economia, dentre outras, e então selecionados aqueles com similaridade aos objetivos, método e estilo deste trabalho, excluindo os materiais que não apresentassem conformidade. Os materiais resultantes passaram por uma organização e análise, considerando a sua qualidade, relação com os objetivos deste trabalho e atendimento à temática. Foi delimitado período que inicia com a criação da primeira fábrica siderúrgica nacional, no começo do século XIX até os dias de hoje. Os resultados apresentam o minério de ferro e os desafios da sua indústria, bem como sua história e influência econômica até os dias de hoje. O peso e representatividade que possui na balança comercial e indicadores econômicos também são explorados. Sobre aspectos ambientais, foi dado destaque para as significativas transformações que a mineração exerce e os seus impactos sobre as cidades, além do potencial de gerar desigualdades e alterar os visuais e as funções desses espaços. O presente trabalho apresentou informações, bem como descrições gráficas, do fluxo processual envolvendo a extração e produção do minério de ferro brasileiro, incluindo detalhes sobre sua constituição e vantagens em relação a outros países. Além disso, foi identificado o impacto do minério de ferro e dos preços dessa *commodity* na economia mundial. Um fato merece destaque: o crescimento econômico brasileiro ainda é fortemente dependente do minério de ferro e seu preço que, por sua vez, é influenciado por forças externas, como as demandas chinesas e as flutuações econômicas mundiais. Para que esse cenário tenha evoluções são necessárias melhorias nas políticas externas, nos impostos sobre o setor e nos entraves colocados sobre a produção e a infraestrutura da mineração e siderurgia. Algumas alternativas são: adoção de estratégias de competitividade internacional, seja com fusões, seja com aquisições; parcerias comerciais internacionais para uma maior independência em relação ao investimento estatal; lutar pela diminuição das cargas tributárias existentes sobre o setor; desenvolver técnicas e estratégias relacionadas à mineração e produção, mas também ao escoamento do produto, a fim de aumentar a competitividade do setor e da indústria nacional de mineração.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1 Contextualização	7
1.2 Objetivos	7
1.2.1 Objetivo Geral	7
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 Delimitações	8
1.4 Metodologia	9
1.5 Estrutura do trabalho	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>12</b>
2.1 O início da história do minério de ferro no Brasil	12
2.2 A fundação da Escola de Minas de Ouro Preto e suas consequências	14
2.3. Impactos da fundação da “ <i>Brazilian Iron and Steel Company</i> ” e da compra do vale do rio Doce	17
2.4. Os minérios brasileiros	21
2.5. Considerações finais do capítulo	24
<b>3. MÉTODO</b>	<b>26</b>
3.1 Variáveis observadas	27
3.2 Coleta de dados	27
3.3 Leitura e análise	28
3.4 Apresentação dos resultados	28
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
4.1 O minério de ferro e os desafios da sua indústria	30
4.1.1 A Vale	31
4.2 Impactos ambientais do trabalho com minério de ferro	34
4.3 O mercado do minério de ferro no Brasil	36
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>38</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fundação Real - Fábrica de Ferro São João do Ipanema. Foto tirada em 1884 .....	13
Figura 2 - Escola de Minas de Ouro Preto (EMOP).....	14
Figura 3 - Linha do tempo 1 - Primeira Fase: 1808-1917 .....	18
Figura 4 - Linha do tempo 2 - Segunda Fase: 1920-1996 .....	19
Figura 5 - Fluxo do Processo de Pelotização.....	21
Figura 6 - Tipos de minério de ferro.....	22
Figura 7 - Prédio da Companhia Vale do Rio Doce – Espírito Santo (ES), década de 1940 ...	30
Figura 8 - Desastre ambiental de Mariana - MG .....	34

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Gráfico 1 - Correlação entre o preço do minério de ferro e a variação do PIB brasileiro .....	37
Gráfico 2 - Correlação entre o preço do minério de ferro e novas admissões no mercado de trabalho .....	38
Gráfico 3 - Correlação entre o preço do minério de ferro e cotação das ações da Vale .....	39
Gráfico 4 - Correlação entre o preço do minério de ferro e cotação das ações da Vale em dólar .....	40
Gráfico 5 - Correlação entre o Preço do Minério de Ferro e Índice da Bolsa de Valores Brasileira em Dólar .....	40
Gráfico 6 - Correlação entre o Preço do Minério de Ferro e Índice da Bolsa de Valores Chinesa em Dólar .....	41
Gráfico 7 - Correlação entre o Preço do Minério de Ferro e Índice da Bolsa de Valores Australiana em Dólar .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIB	Produto Interno Bruto
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
EMOP	Escola de Minas de Ouro Preto
SGMB	Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro
ARBED	<i>Aciério Reunis de Burbach – Elch – Dudelange</i>
BHS	<i>Brazilian Hematite Syndicate</i>
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
FHC	Fernando Henrique Cardoso
mm	Milímetros
MG	Minas Gerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
a/a	Ao Ano
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo

## 1. INTRODUÇÃO

O minério de ferro é um dos mais importantes bens para o desenvolvimento de uma nação e é utilizado em larga escala em diferentes áreas da economia, indústria, comércio e infraestrutura (Dorr, 1969), tendo importância histórica mundial desde a Revolução Industrial. No Brasil, a mineração é uma das principais atividades econômicas desde o século XVII, tendo gerado avanços legislativos e geopolíticos significativos nas últimas décadas devido aos seus impactos econômicos sobre a balança comercial (Koppe, 2007), tendo em vista que é um dos principais produtos nacionais de exportação (Pais, Gomes e Coronel, 2012).

Juntamente com a Austrália, o Canadá, a África do Sul e a Rússia, o Brasil é um dos principais depósitos mundiais de ferro, fazendo com que a mineração desse material seja a principal atividade mineral nacional, que ainda exporta 75% da sua produção (Coutinho e Ferraz, 1994), apesar do crescente consumo interno provocado pelas grandes demandas de setores industriais (Ferreira, 2001). Em 2008, as principais empresas do setor eram a VALE, a CSN e a Anglo American/MMX (Ibram, 2009), sendo a primeira a principal empresa brasileira de mineração e uma das maiores e mais relevantes do mundo, desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento brasileiro desde 1942 (Silva, 2004).

Diante do exposto, já é possível imaginar o papel de protagonismo que o minério de ferro desempenha no desenvolvimento econômico e do mercado financeiro brasileiro, assim como de outros países produtores. Devido à grande quantidade de reservas e alta pureza do minério local, o país se destaca como um dos seus principais exportadores e, dessa forma, é essencial compreender os desafios e oportunidades associados à mineração de ferro para desenvolvê-la. Essa monografia, portanto, faz uma análise histórica e econômica para demonstrar a importância do minério para o país e seus impactos sobre a política, meio ambiente e, principalmente, economia.

## 1.1 Contextualização

Os dados e contextos históricos que serão apresentados ajudam a compreender a importância do minério de ferro para o desenvolvimento econômico nacional ao longo dos anos. Ainda que seja compreendida essa relevância, são escassos os trabalhos acadêmicos estruturados sobre o tema que correlacionam essa importância histórica com indicadores econômicos atuais, destacando o contínuo protagonismo do minério de ferro no cenário econômico.

Por isso, este trabalho surge no sentido de organizar e sintetizar as evidências existentes para melhor compreensão destas questões na atualidade. Para isso, apresenta componentes históricos, econômicos e ambientais do minério de ferro e os seus impactos nos demais setores e indicadores macroeconômicos.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Objetivo geral do trabalho é realizar uma análise histórica acerca do minério de ferro no Brasil, tocando em temas como a sua origem, aprimoramento e desafios da indústria, composição, ciclos da *commodity* e correlação com ciclos econômicos, a fim de evidenciar o protagonismo dessa matéria prima para a economia brasileira e preencher lacunas existentes nos estudos e materiais organizados sobre a temática. A correlação entre dados econômicos, periodicamente divulgados, e o preço do minério de ferro surge como um exemplo de lacuna mencionada. São poucos os materiais que colocam o minério de ferro como agente central dos períodos de expansão ou retração econômica, normalmente associados a indicadores como inflação ou taxa de juros do país.

Além disso, relacionar as oscilações nos preços do minério de ferro com o desempenho do mercado financeiro, com foco em como essas variações impactam a economia de países produtores, especialmente o Brasil, e influenciam as bolsas de valores globais. O estudo busca identificar padrões históricos e contemporâneos que evidenciem a correlação entre os preços do minério de ferro e os períodos de crescimento ou retração econômica, considerando fatores macroeconômicos e geopolíticos que afetam essa importante matéria prima.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) levantar os aspectos históricos do minério de ferro para o Brasil;
- 2) identificar impactos econômicos e ambientais do minério de ferro no Brasil;
- 3) apontar os fatores que fazem com que o preço da *commodity* oscile;
- 4) correlacionar a cotação do minério de ferro com épocas de retomadas econômicas, sua contribuição para o crescimento de um país e seu respectivo mercado financeiro.

## 1.3 Delimitações

A delimitação temporal deste trabalho buscou criar uma linha do tempo com fatos importantes do minério de ferro e de sua indústria no Brasil, que tem início com a criação da primeira fábrica em 1808, Fábrica de Ferro de São João de Ipanema, passando pelo desenvolvimento e expansão do setor ao longo dos séculos XIX e XX. Esta análise inclui alguns marcos históricos, como a implantação da Companhia Vale do Rio Doce em 1942, a modernização e crescimento da indústria siderúrgica, os ciclos das commodities e suas influências nas dinâmicas econômicas e sociais. A pesquisa se estende até os dias atuais, correlacionando os impactos do preço do minério de ferro com indicadores econômicos amplamente utilizados, como o PIB e a geração de empregos, com ênfase nos últimos dezoito anos pela acuracidade dos dados trabalhados.

Não será abordado neste trabalho detalhes das técnicas de mineração utilizadas e como foram se transformando no tempo, bem como a evolução que ocorreu nas etapas de beneficiamento da matéria prima com o passar dos anos, pois acredita-se que não são elementos particulares do Brasil, sendo comuns a países e empresas que tem essa atividade como principal ao redor do mundo. Porém as características e propriedades que diferenciam o minério brasileiro dos demais, são pertinentes e fazem parte do trabalho, pois ajudam a entender o porquê ele é tão cobiçado frente aos demais.

O trabalho traz um levantamento bibliográfico, de teor textual, não tendo exigido ensaios e testes práticos de laboratório para comprovar nenhuma informação apresentada. Os elementos gráficos também tiveram produção a partir de base de dados auferida por terceiros e armazenada na internet e não foram colhidos para o trabalho.

#### **1.4 Metodologia**

A metodologia adotada possui uma combinação de pesquisa bibliográfica, análise documental e análise de dados estatísticos. A pesquisa bibliográfica será realizada através da revisão de literatura existente sobre a história da mineração de ferro no Brasil, da criação da primeira fábrica até o presente. Fontes como livros, artigos acadêmicos e publicações históricas serão consultadas para fornecer um contexto detalhado do desenvolvimento do setor. A maior parte das pesquisas concentrou-se nas plataformas SciELO e Google Acadêmico, utilizando palavras chaves como: Histórico, Exportação, Minério de Ferro, Economia, Balança Comercial, dentre outras.

A análise documental envolverá a investigação de documentos históricos, relatórios governamentais, e registros de empresas como a Companhia Vale do Rio Doce. Esses documentos fornecerão informações valiosas sobre as políticas econômicas, os investimentos

no setor e os ciclos das commodities. Para avaliar o impacto econômico do minério de ferro, será realizada uma análise de dados estatísticos. Dados sobre o PIB, a geração de empregos e outras métricas econômicas serão coletados de bases de dados oficiais, como o IBGE e o Ministério da Economia. Estes dados serão analisados utilizando técnicas quantitativas para identificar tendências e correlações entre o desenvolvimento do setor de mineração e os indicadores econômicos.

A escolha desses métodos se justifica pela necessidade de uma compreensão multidisciplinar, combinando abordagem histórica com análises econômicas para fornecer uma visão abrangente do impacto do minério de ferro no Brasil.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está organizado de forma a criar uma sequência lógica para a compreensão do leitor. A Introdução destaca a relevância do tema e apresenta a problemática que será atendida no decorrer do texto. Além disso, traz os objetivos gerais e específicos a serem alcançados, a delimitação do estudo, a metodologia empregada e a estrutura do trabalho. Logo após, surge a Fundamentação teórica, que faz levantamento histórico do minério de ferro no Brasil, as transformações enfrentadas bem como características e particularidades que o diferenciam frente aos pares.

O capítulo de Método descreve com mais detalhes os procedimentos adotados, incluindo a abordagem de pesquisa, as técnicas de coleta de dados e ferramentas utilizadas para investigar o impacto do minério de ferro na economia brasileira. Em seguida, o capítulo de Resultados apresenta os dados coletados nesse levantamento e as descobertas da pesquisa, dando ênfase ao contexto econômico, ambiental e os desafios da indústria. Ainda nesse capítulo, é apresentado

uma linha do tempo de fatos, do século XIX até a atualidade, que ajudam o leitor a entender as transformações que a mineração no país enfrentou

Após toda contextualização da importância do minério para o país e como se deu sua evolução no tempo, feita no capítulo anterior, o leitor inicia o capítulo de Discussão. Nesta parte do trabalho, são interpretados os resultados, analisando e correlacionando-os aos objetivos do estudo, além de explorar a fundo como a cotação e preço do minério de ferro reverbera nos principais indicadores econômicos brasileiros, como o PIB e a geração de empregos. Este capítulo inclui uma análise gráfica dos dados econômicos e uma discussão sobre os ciclos de mercado não só no Brasil, mas em outros países com relevância nesse mercado.

Finalmente, a Conclusão resume os principais pontos abordados no trabalho, avalia o cumprimento dos objetivos propostos, e sugere possíveis direções para futuras pesquisas, além de discutir suas implicações práticas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A partir de um levantamento bibliográfico, seguindo a metodologia citada, este capítulo fornece dados, informações e análises sobre a história e impactos do minério de ferro no Brasil. Objetivando a clareza e compreensão do leitor, o capítulo oferece, sob um critério cronológico dos fatos, uma linha do tempo dividida em duas fases que ajudam a entender como se deu essa evolução histórica. A Primeira Fase, Figura 3, é datada entre os anos de 1808 até 1917, pois compreende os primeiros passos dados no setor de mineração brasileiro. Já na Figura 4, temos a Segunda Fase, entre os anos de 1920 e 1996, conhecido por ser um período de consolidação do setor como força motriz para a economia brasileira.

Com o objetivo de agrupar tais informações em um único lugar, preenchendo a lacuna da escassez de trabalhos que correlacionam a importância histórica do minério de ferro com indicadores econômicos atuais, coloca-se em foco como e por que o minério de ferro continua sendo determinante no cenário econômico brasileiro e mundial.

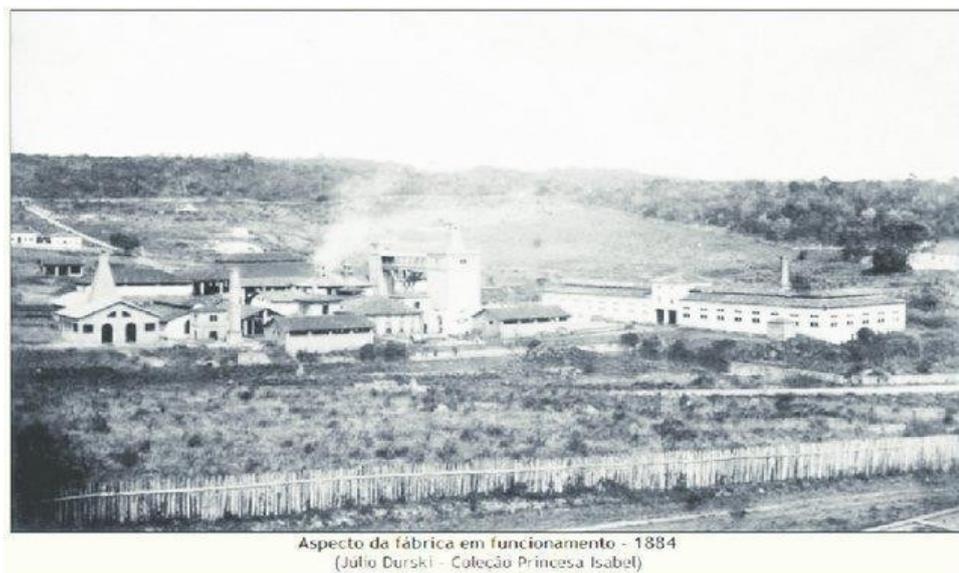
### **2.1 O início da história do minério de ferro no Brasil**

As origens do minério de ferro no Brasil, já no século XVII, têm forte associação com o estado de Minas Gerais. A elite mineira da época, tecnicamente competente, desempenhou um papel significativo no desenvolvimento da mineração, liderando a criação e manutenção das suas reservas minerais e propiciando avanços para um Estado mais forte através de sua exploração (Matos e Mello, 2012), A implementação de pequenos processos produtivos, uma gestão de recursos mais eficiente e centralizada, além de estímulos à exploração do minério foram determinantes para tal avanços (Maxwell,1977).

Apesar disso, durante muitas décadas o Brasil não teve fábricas de ferro, evidenciando uma fragilidade estrutural no setor, o que atrasou e dificultou o desenvolvimento da mineração

e seu processo de industrialização. Os elevados custos dos elementos, que deveriam ser obrigatoriamente importados, e o alto risco em torno da possibilidade de falta de suprimentos eram os principais gargalos dessa limitação (Callaghan, 1981). Diante da realidade e desafios descritos, tais necessidades culminaram na criação da primeira fábrica nacional de ferro, em meados de 1808-1810 (Carvalho, 2002; Matos e Mello, 2012). Embora seu funcionamento tenha sido comprometido pela posterior abolição da escravidão, gerou importantes avanços político-econômicos durante seu pleno funcionamento (Baeta, 1971). Se faz necessário reconhecer, dessa forma, que esse desenvolvimento muitas vezes ocorreu às custas da exploração de recursos naturais e mão de obra, fato que contribuiu para desigualdades sociais persistentes até a atualidade.

*Figura 1: Fundação Real - Fábrica de Ferro São João do Ipanema. Foto tirada em 1884.*



*Fonte:*

[https://www.researchgate.net/publication/305322712\\_PATRIMONIO\\_GEOLOGICO\\_NO\\_ESTADO\\_DE\\_SAO\\_PAULO/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/305322712_PATRIMONIO_GEOLOGICO_NO_ESTADO_DE_SAO_PAULO/figures?lo=1)

Durante o período, as técnicas, a política, as leis e os investimentos estavam ultrapassados e totalmente dissociados da realidade global, de modo que não favoreciam as mudanças e dificultavam seu desenvolvimento (Fischer, 2014), aspecto importante na história econômica do país. Portanto, reformulações para o setor eram necessárias e precisariam ocorrer, principalmente, no âmbito legislativo, tendo em vista que as transformações deveriam ser capazes de lidar com os impactos do minério de ferro sobre setores econômicos e industriais (Triner, 2011). Caso as necessidades não fossem atendidas, o Brasil não teria como atender as demandas contemporâneas e veria um sucateamento da indústria. De fato, ao longo dos anos seguintes as exigências foram atendidas e ocorreram avanços significativos, dentre eles podemos citar a criação e as constantes revisões do Código de Mineração e novas políticas de governança, que visavam modernizar o setor e promover uma exploração mais sustentável.

## **2.2 A fundação da Escola de Minas de Ouro Preto e suas consequências**

Após a implementação da primeira fábrica, ainda sob Primeira Fase conforme Figura 3, outro marco importante se dá em 1876, com a fundação da Escola de Minas de Ouro Preto (EMOP), sob liderança de Claude Henri Gorceix. A partir desse marco, houve uma organização institucional no sentido de aperfeiçoar os estudos e processos envolvendo o minério de ferro (Carvalho, 2002), por exemplo, com as pesquisas científicas sobre as necessidades em torno da indústria siderúrgica nacional e do Quadrilátero Ferrífero (Ruchkys, 2007; Fischer, 2014).

*Figura 2: Escola de Minas de Ouro Preto (EMOP): “Idealizada por Dom Pedro II e fundada por Claude Henri Gorceix em 12 de outubro de 1876 em Ouro Preto, a Escola de Minas foi pioneira no ensino de estudos geológicos, mineralógicos e metalúrgicos no Brasil”.*



*Fonte: <https://bndigital.bn.gov.br/artigos/educacao-a-escola-de-minas-em-ouro-preto/>*

Nessa mesma época, em 1886, a Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo ocupa seu espaço (Figueirôa, 1997; Fischer, 2014), com destaque para o lançamento do livro “As minas do Brasil e sua legislação”, do geólogo João Pandiá Calógeras (Pinheiro, 1905), integrante de uma base que instigou importantes alterações legislativas e jurídicas. Fato esse que indica uma crescente conscientização sobre a importância estratégica dos recursos minerais e a necessidade de estudos geológicos mais abrangentes.

No entanto, devido à dissociação nacional das transformações científicas que ocorriam no mundo, à tardia profissionalização do setor de mineração e institucionalização da geologia, o Brasil permaneceu em desvantagem no cenário mundial. Essa realidade só começa a mudar com a fundação do Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro (SGMB), em 1907, o que intensificou e aprimorou as explorações geológicas do Estado (Figueirôa, 1997; Fischer, 2014).

Os estudos brasileiros na área da geologia contaram com nomes de peso, como Peter Claussen e Virgil von Helmreichen (Machado 2009), e impulsionaram a exploração das reservas minerais de ferro, fazendo com que muitas delas fossem compradas por países produtores de aço, como a Inglaterra (Ruchkys e Machado 2013).

No âmbito científico, em 1910 acontece o 11º Congresso Geológico Internacional de Estocolmo que, em relação ao Brasil, marca a dicotomia entre investimento estrangeiro e nacionalismo econômico (Fischer, 2014) e o início da prática mundial de mapeamento dos recursos minerais, que se tornaria o primeiro inventário sobre um tipo de minério, alcançando relevância econômica global devido à vigente corrida mundial em busca de recursos minerais para utilização industrial, tecnológica e armamentista (Fischer, 2014).

Os embates entre o denominado “nacionalismo econômico” e a necessidade de investimento de capital estrangeiro para os projetos de desenvolvimento das regiões brasileiras produziram muitos entraves para a exploração econômica das reservas de minério de ferro, que só diminuiram à medida que foram implantados instrumentos de proteção tributária e reformas monetárias, o que atraiu investimentos externos e aumentou o uso de recursos públicos nacionais para o fortalecimento da indústria de ferro, principalmente em Minas Gerais (Matos e Mello, 2012).

Ainda em 1910, os denominados “geólogos de Wisconsin” formaram um grupo com advogados e investidores brasileiros e ingleses para liderar a corrida internacional pelos minérios nacionais. Rapidamente essa cooperação começou a operar no Brasil sob o nome de “Brazilian Iron and Steel Company” (Fischer, 2014).

Em paralelo, uma nova região denominada Vale do Rio Doce, localizada no município de Itabira, começou a chamar atenção e ganhar relevância. Em meio a essa corrida, é adquirida pelo grupo de empresários ingleses do *Brazilian Hematite Syndicate (BHS)*, semelhante ao que tinha ocorrido dois anos antes, em 1908, com o controle acionário da Companhia Estrada de Ferro Vitória a Minas, única via que permitia o escoamento do minério do Vale do Rio Doce para o litoral.

Portanto, existem consequências e impactos da criação da EMOP que reverberam até os dias de hoje. A instituição foi fundamental na formação de engenheiros e geólogos altamente capacitados, o que contribuiu significativamente para o desenvolvimento técnico e científico do Brasil. A EMOP continua sendo um centro de excelência em pesquisa e ensino na área de mineração e geologia, impulsionando inovações tecnológicas e práticas sustentáveis na exploração de recursos minerais. Além disso, a sólida base acadêmica e profissional estabelecida pela Escola ajudou a consolidar o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores de minério de ferro do mundo, impactando positivamente a economia nacional e a geração de empregos (Carvalho, 2002),

### **2.3. Impactos da fundação da “*Brazilian Iron and Steel Company*” e da compra do Vale do Rio Doce**

A compra da região do Vale do Rio Doce, por um lado, resultou num complexo problema geopolítico local, tendo em vista que o novo sistema integrado por minas, ferrovias, siderúrgicas e porto gerou um crescimento e desenvolvimento repentino, afetando a administração e as dinâmicas da região. Por outro lado, também culminou num avançado plano siderúrgico encabeçado pela própria *BHS* e pelo então presidente Epitácio Pessoa (Matos e Mello, 2012), iniciando um processo paulatino de integração entre instituições, mercado privado e Estado, além da forte influência de técnicos, cientistas e redes de empresários (Fischer, 2014).

Adicionalmente, nessa região, é fundada em 1942 a partir de tal integração a “Companhia Siderúrgica Nacional” e a “Companhia do Vale do Rio Doce”, no contexto da Segunda Guerra Mundial. Diante dos desafios da época, o papel do Brasil era o de abastecer aliados, e para isso receberia apoio financeiro para construção de terminais marítimos, modernização de ferrovias e a implantação de indústria siderúrgica em Minas Gerais (Silva,

1995). Tal apoio financeiro, fez com que essas duas companhias se firmassem, tornando-se referências no cenário nacional da mineração.

Os impactos dessa aquisição ocorrido no começo da década de 1940, período apelidado de Segunda Fase, são nítidos e perceptíveis até hoje. O legado econômico, de infraestrutura e logística deixados, fazem com que a região e as empresas em questão, mantenham seu protagonismo no setor. A atual companhia “Vale S/A” é a principal mineradora do país e uma das principais do mundo, produzindo anualmente mais de 180 milhões de toneladas de minério bruto nas principais minas do Quadrilátero Ferrífero (Silva, 1995). Por sua vez, a “CSN” estabeleceu o Brasil como um produtor significativo de aço no mercado global.

Figura 3: Linha do tempo 1 - Primeira Fase: 1808-1917

**1808-1810:** Necessidades nacionais (legislação, geopolítica e tecnologias dissociadas da realidade mundial e das demandas brasileiras) culminam na criação da primeira fábrica nacional de ferro, a "Fundição Real - Fábrica de Ferro São João do Ipanema".

**1876:** Após ser idealizada por Dom Pedro II, é fundada a Escola de Minas de Ouro Preto (EMOP), sob a liderança de Claude Henri Gorceix. Esse núcleo torna-se responsável pelo aperfeiçoamento científico e institucional em torno dos minérios nacionais e por criar respostas à altura das demandas existentes em torno da indústria siderúrgica nacional e do Quadrilátero Ferrífero.

**1886:** É fundada a Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, com destaque para o livro "As minas do Brasil e sua legislação", do geólogo João Pandiá Calógeras, integrante de um grupo que serviu como base para importantes alterações legislativas e jurídicas efetuadas na época.

**1907:** É fundado o Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro, representado por importantes nomes, como os de Peter Claussen e Virgil von Helmreichen. O SGMB conduziu importantes avanços e transformações, profissionalizando o setor de mineração e institucionalizando a geologia em todo o âmbito nacional, tirando o Brasil da desvantagem competitiva em relação ao restante do mundo. Explorações das reservas minerais foram impulsionadas e muitas delas foram vendidas a países líderes na produção de aço, como a Inglaterra.

**1908-1910:** A região do vale do Rio Doce-Itabira, é adquirida pelo grupo de empresários ingleses do Brazilian Hematite Syndicate (BHS), semelhante ao que tinha ocorrido com o controle acionário da Companhia Estrada de Ferro Vitória a Minas, única via que permitia o escoamento do minério do vale do rio Doce para o litoral.

**1910:** Ocorre o 11º Congresso Geológico Internacional de Estocolmo. Tem início a prática mundial de mapeamento dos recursos minerais. É concluído o primeiro inventário sobre um tipo de minério, alcançando relevância econômica global devido à vigente corrida mundial em busca de recursos minerais para utilização industrial, tecnológica e armamentista. Chega ao clímax a dicotomia entre investimento estrangeiro e nacionalismo econômico, o que produziu muitos entraves para a exploração econômica das reservas de minério de ferro e recebimento de investimento estrangeiro.

**1910:** Os denominados "geólogos de Wisconsin" formam um grupo com advogados e investidores brasileiros e ingleses para liderar a corrida internacional pelos minérios nacionais. Essa cooperação começa a operar no Brasil sob o nome de "Brazilian Iron and Steel Company".

**1917:** criação da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, surgida a partir da associação da companhia belga Aciério Reunis de Burbach – Elch – Dudelange (ARBED) com a Companhia Siderúrgica Mineira

Figura 4: Linha do tempo 2 - Segunda Fase: 1920-1996

**1920:** Epitácio Pessoa pretende instalar uma usina siderúrgica com capacidade para produzir 150 mil toneladas de aço, mediante capital estrangeiro da Itabira Iron Ore Company, empresa inglesa com a qual assinou um contrato que dava direitos à empresa para possuir ferrovias, portos, ter a concessão de jazidas e depósitos, construir e explorar terras, isenção de impostos de importação, entre outros benefícios. Epitácio defendia que a entrada de capital estrangeiro devia merecer o apoio do governo, principalmente porque a empresa injetaria 60 milhões de dólares no país. Mas o contrato gerou intensa polêmica e forte oposição, principalmente do governo de Minas Gerais, na figura de Arthur Bernardes, que defende a construção de pequenas usinas sem o apoio do capital internacional. Mas isso também deu início a um processo paulatino de integração entre instituições, mercado privado e Estado, além da forte influência de técnicos, cientistas e redes de empresários.

**1921:** Sancionada a Lei nº 4.265/1921, que visa sistematizar o descobrimento, pesquisa e exploração das riquezas naturais do país.

**1928-1929:** Washington Luiz assina um termo com a Itabira Co., alterando o contrato de 1920, mas a crise de 1929 suspende, naquele momento, os investimentos daquela companhia.

**1934:** Criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (responsável por estudos e ensino técnico direcionados à produção mineral nacional). Promulgação do novo "Código de Minas" e do "Código de Águas" (duas medidas fundamentais, do ponto de vista jurídico e econômico).

**1942:** Fundação da “Companhia Siderúrgica Nacional” e da “Companhia do Vale do Rio Doce”, no contexto da Segunda Guerra Mundial, quando o Brasil abastecerá aliados, e receberá, por isso, apoio financeiro para construção de terminais marítimos, modernização de ferrovias e a implantação de indústria siderúrgica em Minas Gerais. Outra finalidade da fundação de tais empresas foi impulsionar a exploração dos minérios nacionais.

**1945:** O fim da Segunda Guerra Mundial reduz drasticamente a demanda siderúrgica mundial, prejudica os contratos de exclusividade da CVRD com países como a Inglaterra e os Estados Unidos, e aumenta significativamente os custos devido aos fretes marítimos e demais dificuldades logísticas. A empresa busca soluções por meio de uma submissão a intermediários, o que acarretou aumento dos gastos totais e resultados menos lucrativos.

**1948:** A CVRD apresenta saldo positivo na balança comercial pela primeira vez (em ocasião do cenário político-legislativo favorável e do aumento nos preços do minério de ferro).

**1950:** Há um aumento no número de produtores de minério de ferro e redução dos preços dos commodities, o que faz a CVRD buscar novos mercados importadores (como Japão e Canadá).

**Década de 1960:** Aumento dos investimentos, melhora do posicionamento nacional no cenário internacional, novas divisões do trabalho e grandes projetos de investimento conduzem a CVRD a um novo patamar. Em 1967 começa a exploração das minas de ferro da Serra dos Carajás, uma das maiores do país.

**1996:** A CVRD é privatizada durante o governo FHC, tornando-se a “Vale S/A”, mediante um cenário internacional de grande valorização das commodities de ferro, o que a tornou uma das principais empresas mundiais do setor.

## 2.4. Os minérios brasileiros

As características e particularidades do minério de ferro, como sua composição química, pureza, propriedades físicas e mecânicas é um tema abrangente e com uma infinidade de variáveis. Porém, conforme a delimitação feita previamente, os parágrafos a seguir se concentram no minério de ferro brasileiro e o que explica sua singularidade e importância para o país.

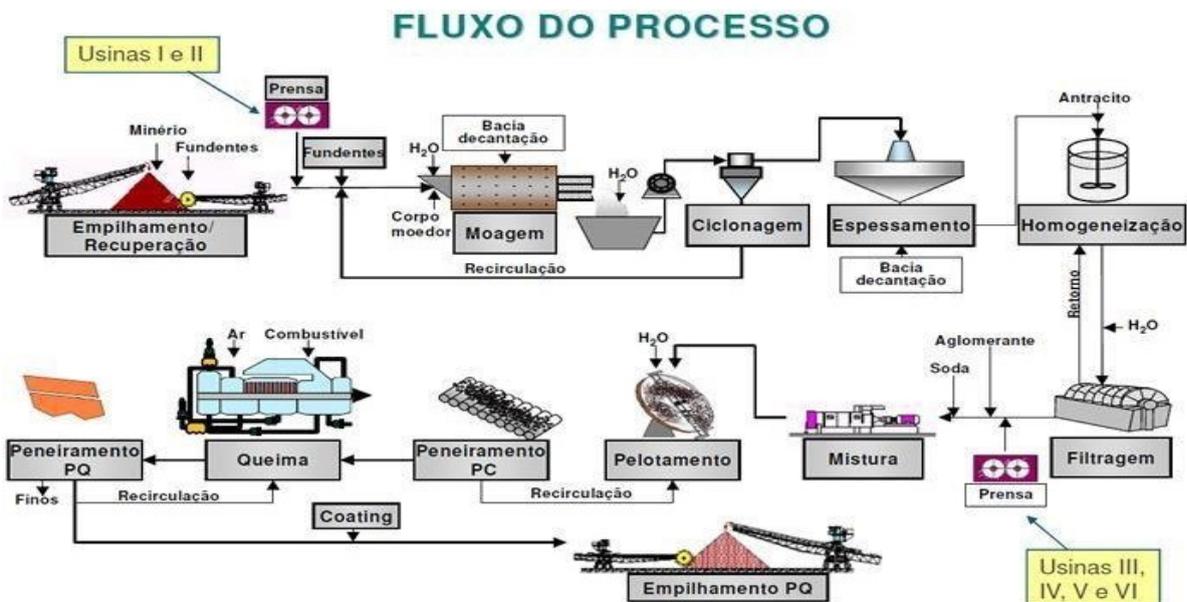
O que popularmente chamamos de ferro, na verdade, é o produto que obtemos a partir da exploração do minério de ferro. A matéria prima é encontrada na natureza em forma de rochas, elas são constituídas por óxidos de ferro, cujas formas principais são a magnetita e a hematita. Quando aquecidas sob altas temperaturas e na presença de um agente redutor, normalmente o coque, esses óxidos liberam ferro em sua forma metálica. Cerca de 98% da produção de minério de ferro utilizável no mundo vira aço, passando por um processo de fabricação de ferro gusa e ferro esponja em altos-fornos para sua produção. Na indústria siderúrgica, o teor de ferro adequado deve ser superior a 58% (USGS 2017) e, em geral, os depósitos brasileiros apresentam alto teor de ferro e baixas concentrações de impurezas (Takehara, 2004), o que ajuda explicar o porquê são tão cobiçados pela indústria.

Os minérios brasileiros são praticamente todos do tipo hematítico e podem ser divididos em diferentes categorias. Em sua maioria são anidros, possuem alto teor de ferro e baixo teor de alumina, se comparados a minérios como os australianos (Rosière et al., 1997). As diferentes origens, condições e intempéries dos minérios no Brasil fazem com que eles tenham estruturas muito diferentes do ponto de vista mineralógico e morfológico (Vieira, 1996). Eles ainda podem conter diferentes constituintes mineralógicos, tais como quartzo, e diferentes valores de porosidades, o que influencia nas etapas de aglomeração de finos minérios de ferro (Vieira, 1996). Segundo Pereira e Remacre (2003), a composição mineralógica é a principal

condicionante do comportamento dos minérios nas etapas dos processos de mineração e siderurgia.

A produção do aço é realizada em três fases: 1) Redução do minério de ferro: é feita nos altos-fornos carregados com granulados ou aglomerados de minério de ferro, calcário e coque ou carvão vegetal. O oxigênio é retirado dos óxidos de ferro e a carga é fundida, produzindo o ferro gusa, uma liga de ferro e carbono contendo silício, manganês, fósforo e enxofre; 2) Refino, feito em fornos onde o ferro gusa é transformado em aço líquido, que é então solidificado em equipamentos de lingotamento, também passando por queimas de impurezas e adições; 3) Laminação, onde os semiacabados, lingotes e blocos produzidos no lingotamento são deformados mecanicamente e transformados em produtos finais da siderurgia, como chapas bobinas, etc., para depois serem encaminhados para o uso industrial (Jesus, 2009).

Figura 5: Fluxo do Processo de Pelotização



Fonte: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/entenda-funciona-processopelotizacao-usinas.aspx>

Mas como nem sempre os minérios estão prontos para a utilização industrial devido à sua granulometria ou pela presença de impurezas, necessitam passar por uma etapa chamada de “Beneficiamento”, para modificar sua granulometria e purificar das impurezas indesejadas, sem que os materiais alterem sua constituição química (Luz e Lins, 2004).

Na maioria das minas os processos ocorrem a céu aberto e os produtos envolvidos no beneficiamento apresentam características distintas, o que significa que cada um deles passará por mais ou menos etapas de beneficiamento, conforme sua classificação, que os tipifica do seguinte modo: 1) Granulado: granulometria entre 6,3 mm e 31,7 mm e forma irregular; 2) Sinter Feed: partículas com tamanho entre 0,15 mm e 6,3 mm.; 3) Pellet Feed: partículas com granulometria abaixo de 0,15 mm (Takehara, 2004). Estes processos permitem a utilização destes produtos que antes seriam considerados rejeitos (Takehara, 2004). Os minérios de ferro beneficiados serão transportados para pátios de estocagem das usinas siderúrgicas ou enviados aos portos para exportação (Jesus, 2009).

Figura 6: Tipos de minério de ferro – Fonte: CSN



Fonte: CSN - <https://www.csn.com.br/homepage/minerio-de-ferro/>

Destaca-se, portanto, como características intrínsecas do minério brasileiro, principalmente sua alta pureza e elevado teor de ferro, que lhe conferem papel crucial na indústria siderúrgica e de mineração global. A predominância de hematita, associada a baixas

concentrações de impurezas, facilita a eficiência nos processos de redução e refino, tornando o Brasil um fornecedor estratégico de matéria-prima para a produção de aço. Essa qualidade superior do minério brasileiro impulsiona a competitividade do país no mercado siderúrgico internacional.

## **2.5. Considerações finais do capítulo**

Este capítulo ofereceu uma análise histórica, que detalha e ajuda a entender as transformações locais e de alcance nacional que a exploração o minério de ferro trouxe ao país. Conforme visto, ao longo dos séculos, o legado não se limitou ao econômico, mas também político e social, com reflexos atuais. A partir das origens no estado de Minas Gerais, destacou-se a evolução das práticas de mineração e o papel crucial de instituições como a Escola de Minas de Ouro Preto na formação de profissionais qualificados e no avanço do conhecimento científico.

A integração de empresas nacionais e estrangeiras, como a *Brazilian Iron and Steel Company*, e o desenvolvimento de políticas governamentais, como a fundação da Companhia Siderúrgica Nacional e da Companhia do Vale do Rio Doce, evidenciam a complexidade das relações entre mercado privado e Estado na exploração e comercialização do minério de ferro. Dificuldades e entraves que persistem até os dias atuais, em diferentes áreas da economia e indústria.

Por fim, a compreensão do minério brasileiro e seu processo de beneficiamento para produção de aço, reforça a importância do contínuo aprendizado e desenvolvimento de melhores práticas para otimização desse recurso na economia nacional. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de políticas e práticas sustentáveis para a gestão e preservação dos recursos minerais do Brasil, garantindo o desenvolvimento econômico e social de forma equilibrada e responsável no longo prazo.

Ao refletir sobre os objetivos inicialmente propostos, conclui-se que o capítulo cumpre com o primeiro objetivo específico, estabelecendo a importância histórica do minério de ferro para o Brasil. Ainda, identifica pontos políticos, legislativos e socioeconômicos relacionados a exploração da matéria prima, dentro das delimitações feitas, descrevendo a origem dessa indústria e os agentes de transformação responsáveis pelo seu desenvolvimento.

### 3. MÉTODO

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória sobre a origem, transformações e relevância do minério de ferro no cenário econômico e financeiro brasileiro. A natureza exploratória da pesquisa permite uma investigação flexível e profunda, essencial para áreas possivelmente pouco exploradas como essa. Para alcançar o objetivo principal proposto, aplicou-se neste trabalho o método científico descrito ao longo do presente capítulo e demonstrado no diagrama do Anexo A.

O primeiro passo é a definição do tema da pesquisa, exposto acima e contextualizado no capítulo de Introdução. A partir disso, foi delimitado quais seriam os tipos de fontes utilizados e a abrangência temporal analisada, previamente mencionados nos itens Delimitações e Metodologia. Atendidos ambos requisitos iniciais, é desencadeado uma sequência que consiste nas etapas de seleção das fontes, com base na sua relevância e qualidade, leitura integral e análise crítica, observando sua confiabilidade e as conclusões apresentadas pelos autores.

A síntese de todo esse material é etapa fundamental e requereu utilização de uma tabela, exposta no Anexo B, para classificação e organização dos achados. Com intuito de facilitar a análise, a tabela relacionou de forma simples e em duas colunas a fonte utilizada e o resumo do seu respectivo conteúdo, facilitando a validação do cumprimento ou não do tema. Nessa etapa, apenas as fontes mais relevantes, segundo os critérios anteriores, foram consideradas. Só então, tem início a escrita, revisão e correção do texto e, por último, o devido referenciamento.

Vale destacar que se utilizando de dados da literatura e registros históricos, não é configurado como uma pesquisa empírica, mas como um trabalho qualitativo exploratório narrativo, em consonância com os métodos sugeridos por Piovesan e Temporini (1995) e Cordeiro et al. (2007).

### **3.1 Variáveis observadas**

De acordo com o método científico descrito, foram consideradas três importantes variáveis sobre o tema: indústria, ambiente e economia. Referente a primeira variável, foram destacados os desafios enfrentados pela indústria como um todo e por sua principal representante atual, a empresa Vale.

Sobre a variável ambiental, foi abordado principalmente seus impactos, analisando efeitos como desmatamento, poluição e como a sociedade é afetada nas áreas de exploração. Por fim, a influência que o minério de ferro tem em indicadores econômicos, especialmente como a cotação e preço dessa importante matéria prima está correlacionado com indicadores como PIB, geração de emprego e exportações.

### **3.2 Coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada a partir de fontes secundárias, incluindo livros, artigos científicos, teses, dissertações, planilhas e documentos eletrônicos disponíveis em bases de dados como SciELO, Google Acadêmico, IBGE e outras bibliotecas digitais. As palavras-chave utilizadas para a busca incluíram: Histórico, Exportação, Minério de Ferro, Economia, Balança Comercial, Cotação, PIB, Geração de Empregos, dentre outras, resultando em uma lista ampla de fontes que atendiam a temática. Além disso, a referência citada em algumas fontes complementou a base de dados analisada. No Anexo B, todas as fontes mostradas foram coletadas dessa forma.

Para garantir a qualidade e a relevância dos materiais selecionados, foram adotados os seguintes critérios para a seleção das referências que serviram de base para o trabalho: relevância para os objetivos da pesquisa, tempo da publicação, qualidade e credibilidade das fontes, e conformidade com os temas abordados no estudo. Como forma de mensurar a

relevância da fonte para o alcance do objetivo e sua credibilidade, um indicador importante foi a utilização ou não dessa referência em outros trabalhos científicos, tendo sido descartado fontes que não passaram por algum tipo de validação da comunidade acadêmica. Outro aspecto importante, referente ao tempo dessas publicações, foram utilizadas fontes dos últimos dez anos para falar das variáveis economia e ambiente. Por sua vez, referente a indústria, por conter informações e contextos históricos, mais antigos, as fontes têm até trinta anos da publicação.

### **3.3 Leitura e análise**

A leitura e análise das fontes utilizadas neste trabalho foram realizadas de forma integral. O processo envolveu a avaliação crítica e sistemática dos materiais coletados, dando uma nota de 1 a 5 para cada uma das fontes, com o objetivo de identificar as contribuições mais relevantes para a pesquisa em questão. Os principais critérios para as notas, foram a coerência dos resultados com os objetivos propostos e a relevância das conclusões para o tema estudado.

Esse processo permitiu organizar e catalogar de acordo com uma nota objetiva a vasta quantidade de material disponível. O resultado disso, orientou a síntese das informações apresentadas no Anexo B, formado por materiais que receberam nota 5 e serviram de base para a construção de um argumento sólido e bem embasado.

### **3.4 Apresentação dos resultados**

A apresentação dos resultados foi planejada de forma a ter uma sequência lógica e de acordo com as variáveis descritas. Estão expostos em formato textual e contém figuras que ilustram e dão ao leitor dimensão do conteúdo, conforme apropriado. Antes de serem

apresentados no capítulo de resultados, os dados foram revisados e organizados cuidadosamente, garantindo que cada item refletisse as descobertas da pesquisa.

Essa organização permite uma transição sutil de resultados para o capítulo seguinte, onde serão amplamente discutidos e interpretados, à luz da literatura revisada, alguns indicadores econômicos e do mercado financeiro relacionados ao minério de ferro e sua cotação. A discussão, por sua vez, traz uma série de elementos gráficos junto aos textos, por facilitar a compreensão e correlação de dois indicadores dentro da mesma variável: economia.

## **4. RESULTADOS**

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise das variáveis observadas no capítulo anterior. Os três itens referem-se, respectivamente, as variáveis: Os desafios da indústria, e sua principal empresa; os impactos ambientais; influência do minério de ferro na economia e mercado

### **4.1 O minério de ferro e os desafios da sua indústria**

A indústria de mineração possui particularidades que a distinguem das demais indústrias brasileiras. Caracterizada por sua elevada dependência de recursos naturais, a mineração enfrenta desafios únicos como a gestão de grandes volumes de materiais. Além disso, exige investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia para explorar, processar e transportar minérios de maneira eficiente. A volatilidade dos preços das commodities no mercado global e a necessidade de conformidade com rigorosas regulamentações ambientais e sociais também são fatores que influenciam suas operações. (Ferreira, 2001).

Atualmente, os setores nacionais de mineração optam por adotar uma estratégia de montar e operar a própria infraestrutura, a fim de assegurar competitividade, mesmo em cenários de fragilidade do país, o que também permite facilidades no escoamento da produção, diferente das dificuldades vividas por outras indústrias nacionais (Coutinho e Ferraz, 1994).

Apesar disso, o Brasil, que foi o maior exportador de minério de ferro mundial entre 1989 e 2004, perdeu esse posto para a Austrália e reduziu sua participação de 33% para 25% do mercado internacional (Uncontrade, 2010). Isso está muito atrelado à falta de dinamismo do comércio internacional brasileiro, que fez intercâmbios comerciais com países menos dinâmicos que a média internacional, o que pode ter contribuído para minimizar o valor das exportações (Pais, Gomes e Coronel, 2012). Porém, a elevada carga tributária e o custo-Brasil, são apontados como os principais obstáculos, pois reduzem a competitividade da produção

nacional (Nakatani e Oliveira, 2010). Por sua vez, a Austrália, cuja situação geográfica reduz custos de transportes e facilita o comércio com os países asiáticos, clientes de peso do minério de ferro mundial, não enfrenta tais dificuldades tributárias. (Ferreira, 2001).

Isso indica que o Brasil precisa melhorar as suas políticas de taxaço direcionadas ao setor de mineração e superar entraves internos relacionados a aspectos de infraestrutura e altos custos de produção, se não quiser continuar perdendo participação no mercado internacional (Pais, Gomes e Coronel, 2012).

#### 4.1.1 A Vale

A Vale teve a sua origem na década de 1930, quando teve início a ampla reforma socioeconômica de Getúlio Vargas. No entanto, a então denominada “Companhia Vale do Rio Doce” (CVRD), foi criada apenas em junho de 1942, com a finalidade de impulsionar a exploração dos minérios nacionais, principalmente o ferro, e na época era controlada acionariamente pelo governo federal.

*Figura 7: Prédio da Companhia Vale do Rio Doce – Espírito Santo (ES), década de 1940*



Fonte: <http://memorialdademocracia.com.br/card/e-criada-a-companhia-vale-do-rio-doce>

O intuito de Vargas na década de 1930 era realizar uma guinada na indústria nacional, que só poderia ser realizada através da plena exploração dos recursos minerais nacionais. Para isso, as jazidas teriam de ser, antes, propriedade nacional dos brasileiros, bandeira que Vargas já defendia desde 1931. Isso foi alcançado em 1934, com a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), responsável por estudos e ensino técnico direcionados à produção mineral nacional, e com a promulgação do novo Código de Minas e do Código de Águas, duas das principais medidas da época, do ponto de vista jurídico e econômico (VALE, 2021).

Com isso, modificaram-se os regimes de minas instituídos pela Constituição de 1891, de modo que agora o governo federal passara a ser o principal controlador das pesquisas, explorações e políticas relacionadas à mineração no país, que seria o único a julgar as permissões e concessões de lavras, dadas exclusivamente a grupos ou sociedades organizadas no país, os quais poderiam, frente a leis e normas bastante específicas, terceirizar essa função e responsabilidade (VALE, 2021).

Com os recursos do final da década de 1940, a Companhia reuniu condições para intensificar suas obras e reformas, como extração e exportação, cujas realizações, juntamente com aperfeiçoamentos administrativos, fez com que em 1948 a empresa experimentasse saldo positivo na balança comercial pela primeira vez. Apesar da política favorável, o resultado também se deve muito ao aumento internacional dos preços do minério de ferro (VALE, 2021).

Apesar dos primeiros anos da empresa serem difíceis, tendo de passar por várias reformas dos processos industriais, por reformulações das estratégias e tecnologias, por aperfeiçoamentos logísticos e pela adaptação às demandas, a situação da CVRD teria uma outra complexidade a enfrentar, no caso, a situação mundial do pós-guerra.

Como a CVRD era direcionada para o mercado externo desde a sua criação, a instabilidade econômica internacional após o fim da Segunda Guerra Mundial, em 1945,

prejudicou os contratos de exclusividade que a empresa tinha com países como a Inglaterra e os Estados Unidos, o que prejudicava muito as suas finanças a curto e longo prazo. Além disso, o fim da guerra também reduziu drasticamente a demanda siderúrgica mundial, e no que diz respeito a CVRD, os fretes marítimos traziam altos custos para a empresa, além de ela competir com países que tinham vantagens no fornecimento aos maiores importadores do minério de ferro, como a distância e o tempo de transporte entre exportador e importador, era extremamente complicado. A única saída encontrada era a empresa se submeter a intermediários, o que acarretava uma elevação dos gastos para a empresa, levando à produção e a atividade menos lucrativas dada a diminuição da sua margem. (VALE, 2021).

Com o aumento do número de produtores de minério de ferro e a redução dos seus preços após 1950, a CVRD foi atrás de novos mercados importadores, tais como o Japão, a Alemanha Ocidental e o Canadá. Essa nova política, juntamente com o aumento dos investimentos e do posicionamento nacional no cenário internacional, por meio de novas divisões do trabalho e grandes projetos de investimento nacionais e empresariais que ocorreram na década de 1960, a empresa foi colocada em um novo patamar. Nessa mesma época deu-se a exploração das minas de ferro da Serra dos Carajás, uma das maiores do país (Melo e Cardoso, 2016).

Após a privatização da antiga CVRD pelo governo Fernando Henrique, em 1996, a agora denominada “Vale S.A.” tornou-se uma das mais importantes empresas do ramo de mineração do mundo. Ela elevou a sua produção anual de 31,8 milhões de toneladas de minério de ferro, em 1989, para 45,8 milhões, em 1998, e para 119,7 milhões de toneladas produzidas, em 2014 (Melo e Cardoso, 2016).

A privatização da Vale ocorreu num período de significativa valorização das *commodities de ferro*, e também na mesma época em que a China surgiu como principal importador mundial de ferro (Harvey, 2011). No Brasil, a Vale também recebeu grandes fomentos do Estado, que em 2014 liberou, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) um financiamento de R\$ 6,2 bilhões para a empresa investir em infraestrutura (Coelho, 2014).

#### **4.2 Impactos ambientais do trabalho com minério de ferro**

Agora, dos desafios da indústria para os impactos ambientais que o seu funcionamento gera, serão abordados mais precisamente questões socioecológicas e de urbanização envolvidas. A inserção das indústrias de mineração em alguns locais transforma a imagem e a função dos espaços de modo considerável, tendo grande impacto sobre o ambiente, as comunidades e os seus estilos de vida (Arboleda, 2015). Um exemplo evidente disso foi a mudança de cenários na Serra dos Carajás, uma das principais regiões mineradoras do país, cuja exploração teve efeitos imediatos sobre a região circundante (Melo e Cardoso, 2016).

Os processos industriais de mineração em regiões periféricas intensificam alguns processos de desigualdade socioespaciais, uma vez que limitam as alternativas de beneficiamento através da extração de recursos naturais, além de ofertarem apenas um número limitado de empregos em relação ao número de pessoas atraídas para tais territórios. Tendo em vista o aumento do nível de automatização envolvida nos processos e o grau de qualificação exigido dos operadores e administradores, esse sistema costuma inutilizar a mão-de-obra local, que não é absorvida pela indústria mineradora (Melo e Cardoso, 2016).

Sabe-se que as dinâmicas de mineração apresentam particularidades em relação aos processos de urbanização e imagem espacial, relacionadas diretamente aos espaços onde ocorrem as extrações e explorações. Alguns estudos, como os de Melo e Cardoso (2016),

apresentam relações entre as ações dos setores de mineração e sua extração dos recursos naturais, e os processos de urbanização e envolvendo a ecologia nestes cenários.

Na Amazônia, por exemplo, algumas práticas alteram a estrutura urbana e a relação com os modos rurais de organização, causando impacto sobre a natureza e as comunidades mais pobres e vulneráveis, num processo de urbanização orientado por uma economia extrativa cada vez mais intensa (Melo e Cardoso, 2016). Essa intensidade das práticas de extração e mineração apresentam, cada vez mais, transformações significativas do ambiente, mediante fatores como a pilhagem socioambiental e a formação e intensificação de espaços de desigualdade (Arboleda, 2015).

Alguns rápidos exemplos são os casos do impacto da hidrelétrica de Belo Monte (Fearnside, 2006) e Mariana, considerado o pior desastre ambiental proveniente da prática de mineração na história brasileira (Gonzales, 2016), o que demonstra o potencial de impactos ambientais das práticas de mineração, tais como a destruição da vegetação nativa, mudança do ecossistema local e a alteração do convívio das comunidades e suas culturas, e da qualidade de vida da sociedade, por meio da alteração promovida pelas práticas de mineração (Barreto, 2001).

Os rejeitos gerados pela mineração atingem grandes volumes e aumentam rapidamente (Lozano, 2006), normalmente sendo empilhados ou postos em reservatórios formados por barragens que cobrem grandes áreas dos complexos. A limitação dos recursos naturais e das novas áreas direcionadas para tais resíduos demandam novas tecnologias e processos (como nos casos do beneficiamento, reaproveitamento e otimização operacional) e aumentar a sustentabilidade ambiental (Martini et al., 2016).

*Figura 8: Desastre ambiental de Mariana-MG*



*Fonte: Conselho Nacional de Justiça - <https://www.cnj.jus.br/desastre-de-mariana-justica-ampliaticategorias-indenizadas-em-rio-doce-mg/>*

As preocupações ambientais envolvidas nesse processo e a pressão da opinião pública após alguns incidentes dificultam o licenciamento de áreas destinadas a novas barragens, o que se deve a aspectos como o aumento do volume de rejeitos gerados nas atividades mineradoras, a necessidade de barragens cada vez maiores para a contenção desses rejeitos (Guimarães, Valadão e Peres, 2012). O aumento das pressões ambientais trouxe adaptações e evoluções para o setor de mineração, que já apresenta preocupações ambientais, como a emissão de poluentes e os cuidados com o florestamento, a fauna e a flora (Manser, 2009).

### **4.3 O mercado do minério de ferro no Brasil**

O minério de ferro é muito importante para a economia brasileira e um dos principais itens da balança comercial das últimas décadas, ocupando a primeira posição entre 2001 e 2002, e entre 2005 e 2008. Em 2006, as reservas mundiais de ferro apresentavam um volume de 370 bilhões de toneladas, sendo que 26 bilhões apenas em território nacional, tornando o Brasil o quinto maior reservatório de minério de ferro do mundo (Ferreira, 2001). Em 2008, foram

produzidos 2,1 bilhões de toneladas de minério de ferro no mundo, sendo a China o maior produtor, com 600 milhões, e o Brasil com 409 milhões de toneladas (Ibram, 2009).

Entre 2000 e 2008, as exportações brasileiras cresceram mais de 540%, muito em função do aumento de 2500% da demanda da China pelo minério local, que aumentou os valores das transações de US\$ 2,71, em 2000, para US\$ 70,10 bilhões, em 2009 (Secex, 2010). Durante esse período, a China experimentou um crescimento econômico excepcionalmente rápido, com taxas de crescimento do PIB frequentemente acima de 10% a/a. Esse crescimento impulsionou a demanda por infraestrutura e construção, aumentando a necessidade de aço, cujo principal insumo é o minério de ferro.

Além do aumento de demanda da China, outros fatores que contribuíram para o aumento das exportações brasileiras foram: a competitividade nacional de minérios, aperfeiçoamento das estratégias de gestão e das capacidades produtivas, desenvolvimento de tecnologias, melhoria da infraestrutura e aspectos político-institucionais (Coutinho e Ferraz, 1994).

Outros estudos mostram que o crescimento das exportações brasileiras de minério de ferro se deve ao efeito de globalização do comércio mundial, e apontam que o motivo do volume das exportações não ter sido acompanhado pelo equivalente incremento financeiro foi porque o Brasil ainda não estimula adequadamente o desenvolvimento da área, como faz a Austrália, líder do setor (Pais, Gomes e Coronel, 2012).

No entanto, as empresas brasileiras de mineração têm adotado diversas estratégias para lidar com esses aspectos e se tornarem mais competitivas, ora por meio de fusões e aquisições, ora investindo em estratégias de relação com parceiros comerciais internacionais, desse modo ficando mais independentes em relação ao governo, enquanto este não investe em melhores condições para o desenvolvimento da indústria mineral, reduz a carga tributária, melhora o escoamento do produto e eleva a competitividade da indústria e do setor (Pais, Gomes e Coronel, 2012).

## 5 DISCUSSÃO

Como observado, o minério de ferro há bastante tempo desempenha um papel de destaque na economia brasileira. A fim de comprovar tal protagonismo e mensurá-lo, o presente capítulo oferece uma interpretação crítica que enriquece o debate sobre o tema abordado. Serão exploradas as implicações dos resultados para o campo de estudo, principalmente na variável economia, através da correlação existente entre o preço do minério de ferro com diferentes indicadores como: variação do PIB brasileiro, geração de empregos, cotação das ações da Vale, câmbio, índice principal das bolsas de valor de Brasil, Austrália e China. Para os indicadores relacionados a mercado financeiro, a discussão traz o minério de ferro como ponto focal da economia de países exportadores da matéria prima, como é o caso dos três que foram citados.

A extração e exportação desse recurso natural representam uma parcela significativa do Produto Interno Bruto brasileiro, refletindo a relevância do setor mineral para o crescimento econômico e social. Segundo dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, a representatividade do minério de ferro nas exportações brasileiras variou de um mínimo de aproximadamente 6% até um máximo de cerca de 18% do total das exportações do país, em financeiro. Esse fluxo de capital fortalece a balança comercial e estabiliza a economia brasileira, gerando um efeito multiplicador que beneficia diversos outros setores, desde o transporte até a indústria e serviços. Para a World Steel Association (2023), as exportações da commodity em países como Brasil, Austrália e China, geram receitas que impulsionam não só a economia, mas também possibilitam o aumento de infraestrutura e desenvolvimento social.

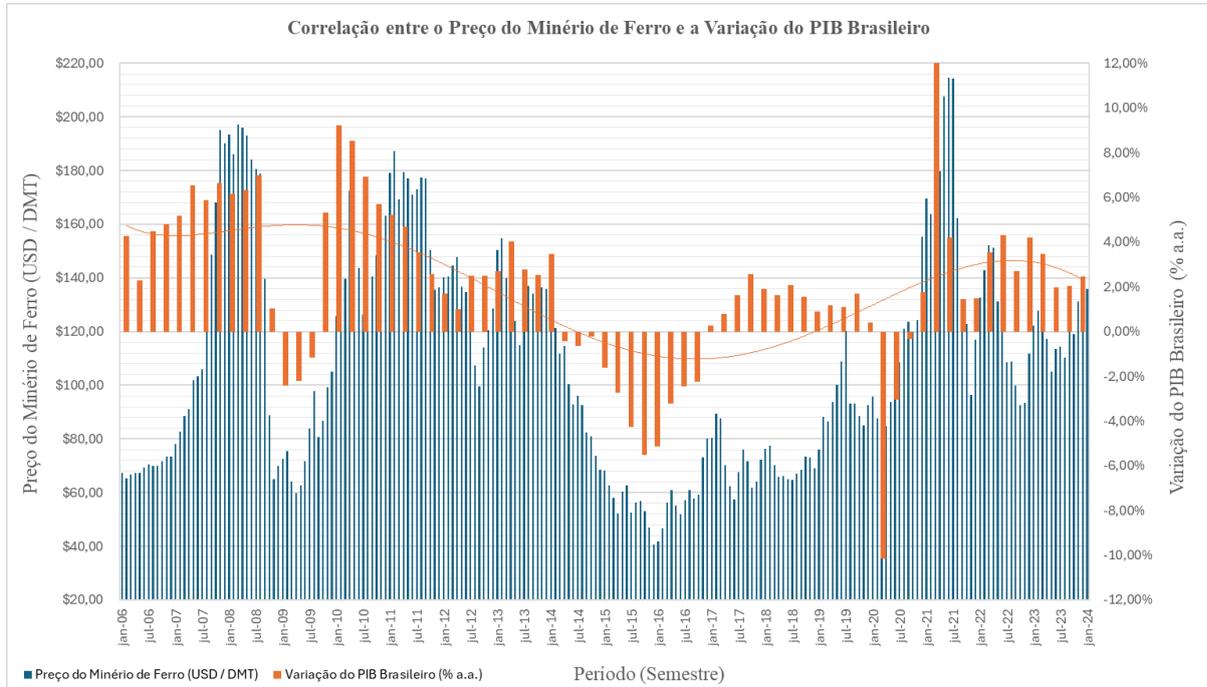
Para tangibilizar isso, foram analisados dois dos mais importantes indicadores de atividade econômica em sobreposição a cotação do minério de ferro: Variação anual do PIB (%), apurado em janelas trimestrais pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

e as novas admissões no mercado de trabalho, ou seja, criação de novos empregos, apurada mensalmente pelo CAGED - Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Os dados foram obtidos e tratados para serem vistos de forma gráfica conforme Gráfico 1 e Gráfico 2 a seguir. Por sua vez, a cotação do minério pôde ser acessada diretamente pelo Índice de Preço das Commodities, Index Mundi (2024), portal internacional que acompanha as cotações oficiais em dólar para uma cesta de matéria primas.

Referente ao PIB, o que mais chama atenção e pode ser visto no Gráfico 1, é a conexão entre as três vezes que o Brasil entrou tecnicamente em recessão ao longo das últimas duas décadas e a queda da cotação do minério de ferro. O termo recessão se utiliza quando temos retração % do PIB em dois ou mais trimestres consecutivos e pôde-se observar isso após: 1) Crise financeira de 2008, também conhecida como crise imobiliária ou do Subprime; 2) Pós pandemia do COVID 19 em 2020 e 3) Entre os anos de 2014 e 2017. Nas duas primeiras situações, o que vimos foi um efeito global de diminuição do crescimento econômico auferido através do PIB e como consequência disso, uma diminuição da demanda por ferro e aço, termômetro de uma economia pujante, causando queda na cotação da commodity devido a uma baixa demanda.

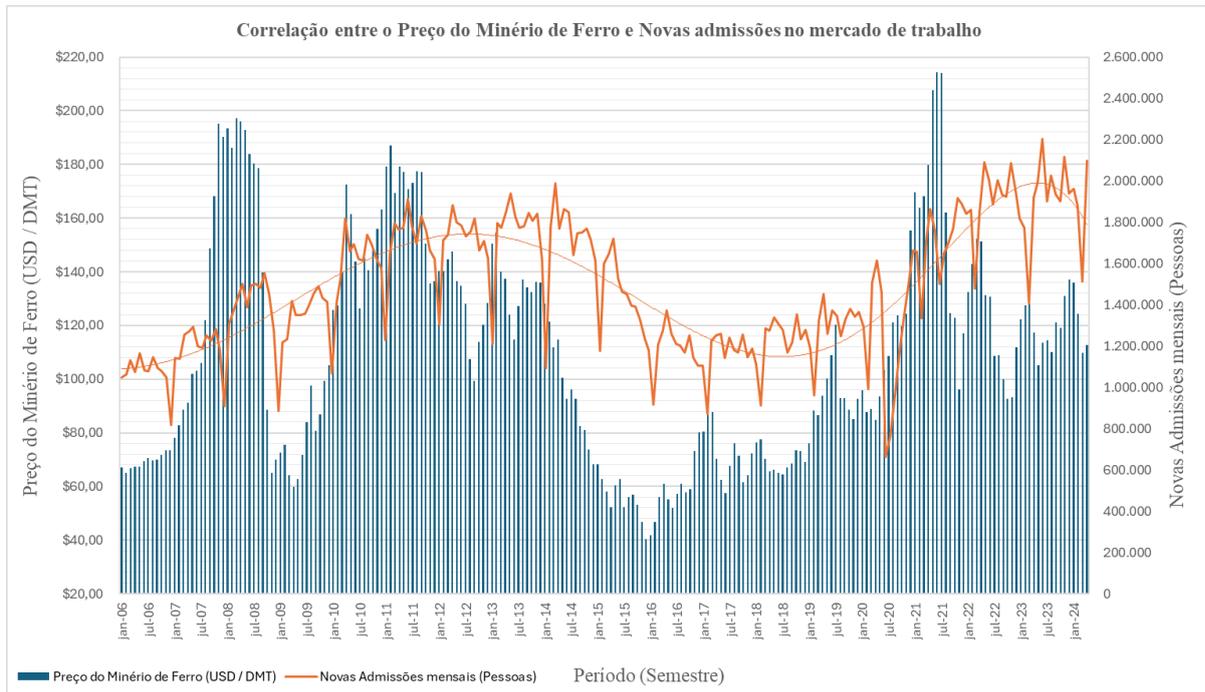
Porém, em 2014 os mercados globais estavam estáveis, sem nenhuma grande crise generalizada e um dos muitos fatores que explica a pior recessão das últimas décadas no Brasil é, justamente, a queda na cotação do minério de ferro. Nesse período o mundo vivenciou 1) aumento na oferta da matéria prima, devido a elevada produção das principais empresas desse mercado, como a Vale; 2) desaceleração da demanda Chinesa por aço que vinha em ritmos altos. Diante disso, a cotação atingiu no segundo semestre de 2015 cotação próxima a US\$ 40, cerca de três vezes mais baixa do que era negociado 2 anos antes, em 2013. Fica claro, portanto, o quanto o Brasil é dependente em sua balança comercial dessa cotação.

Gráfico 1 – Correlação entre o preço do minério de ferro e a variação do PIB brasileiro. Fonte: Elaboração própria.



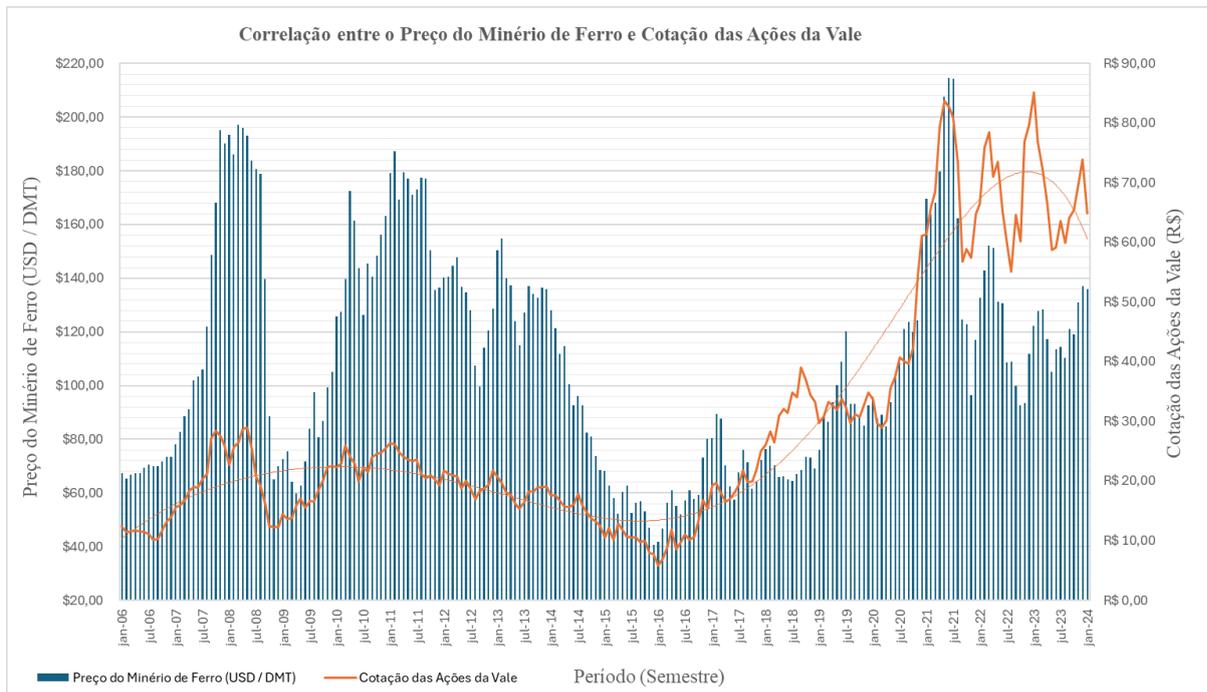
Ainda sobre esse período, mas agora sob uma ótica de geração de empregos, o efeito se repete e o país após o ano de 2015 admite para novas vagas de trabalho um número baixo e similar ao visto após a crise de 2008, que a economia enfrentou sérios desafios. Agora em retomadas econômicas fortes, que acontecem logo após as crises, podemos ver com auxílio do Gráfico 2, o efeito do país injetando dinheiro em infraestrutura, gerando empregos e aumentando o PIB, que é disparar a demanda e preço da commodity.

Gráfico 2 - Correlação entre o preço do minério de ferro e novas admissões no mercado de trabalho. Fonte: Elaboração própria.



No contexto do índice Ibovespa, que é a principal referência do mercado de ações no Brasil, as empresas mineradoras, especialmente a Vale S.A., têm um peso significativo, cerca de 15 a 20% de todo o índice. A performance dessas empresas no mercado de capitais é um indicador-chave para investidores e analistas, uma vez que suas ações influenciam diretamente o desempenho do Ibovespa. Flutuações nos preços do minério de ferro no mercado internacional, bem como as condições operacionais e políticas das mineradoras, podem causar variações substanciais no índice, afetando a confiança do investidor e o fluxo de investimentos. Para calcular essa dependência no desempenho da principal mineradora Brasileira, projetou-se a cotação do papel, encontrada em base de dados online, ao longo do tempo em função do preço da commodity no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Correlação entre o preço do minério de ferro e cotação das ações da Vale. Fonte: Elaboração própria.



Embora sejam comportamentos espelhados em diferentes proporções, existe uma distorção uma vez que a cotação das ações da Vale está em reais e o preço do minério em dólar. Por isso, em seguida no Gráfico 4, isolou-se o fator cambial na equação, deixando ambas as partes em dólar e ficou mais nítido a paridade que os papéis da mineradora tem do preço da matéria prima. Isso porque a cotação das empresas listadas na bolsa de valores a longo prazo tende a acompanhar os seus resultados, e por ser uma exportadora da matéria prima, a principal variável no faturamento e margens de lucro da Vale, é o preço internacional do minério.

Essa correlação que acontece nos papéis da empresa acaba sendo replicada no índice Ibovespa que, atualmente, tem um peso de 15% das ações da companhia, sendo ela a mais representativa. No Gráfico 5 vemos o comportamento mencionado.

Gráfico 4 - Correlação entre o preço do minério de ferro e cotação das ações da Vale em dólar. Fonte: Elaboração própria.

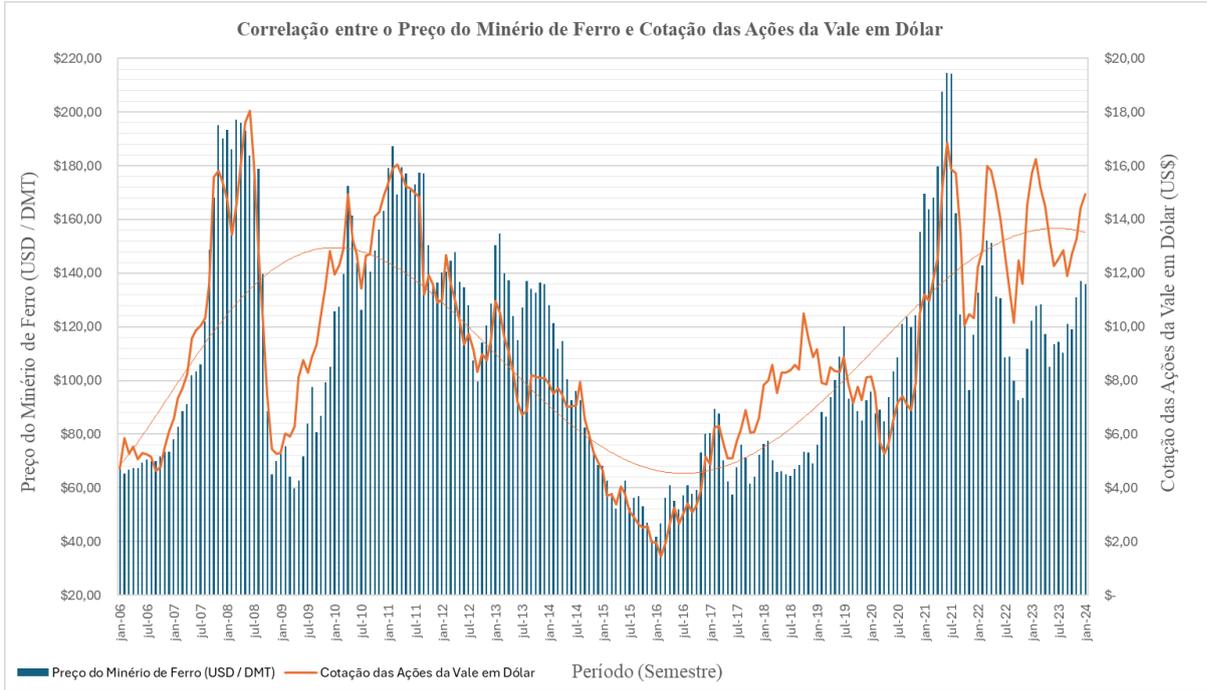
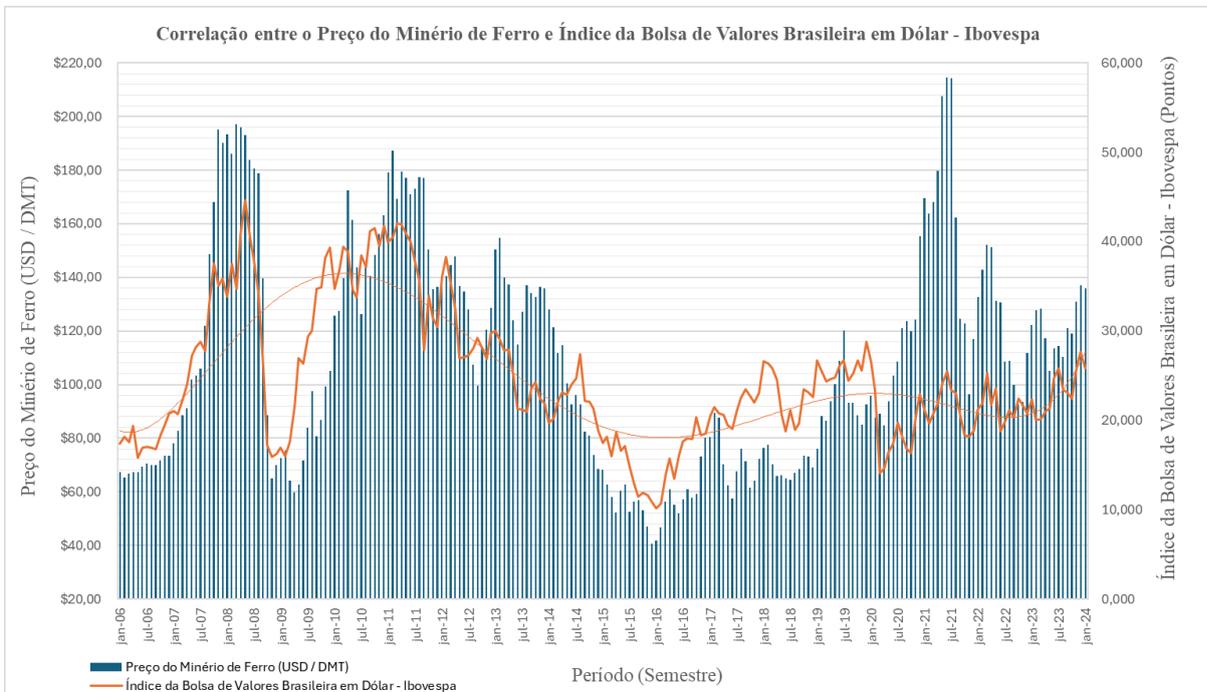


Gráfico 5 - Correlação entre o preço do minério de ferro e índice da bolsa de valores brasileira em dólar. Fonte: Elaboração própria.



Porém, quando comparam-se os pares do Brasil e seus respectivos índices de ações, em função do preço do minério, Austrália e China, tem alguns pontos interessantes. Isolando

novamente o período entre 2014 e 2017, por não existir uma crise mundial que afeta a todos e transforma o movimento em algo mais homogêneo, podemos inferir que a China, diferente de Brasil e Austrália se beneficiou no período. Isso porque embora seja a terceira maior produtora, o país é conhecido por ser o maior consumidor e importador, sendo quem, de certa forma, dita o preço no mercado global de minério de ferro. Sua indústria siderúrgica é a maior do mundo e, como consequência, durante a queda vista na cotação sua economia teve crescimento, pois encontrava matéria prima barata para crescer. Nesse período a China viveu o *boom* imobiliário e se beneficiou da abertura do mercado de capitais para o investidor estrangeiro, aumentando a confiança no país. Comparando os índices desses dois países nos Gráficos 6 e 7, fica evidente a divergência dos movimentos.

Gráfico 6 - Correlação entre o Preço do Minério de Ferro e Índice da Bolsa de Valores Chinesa em Dólar. Fonte: Elaboração própria.

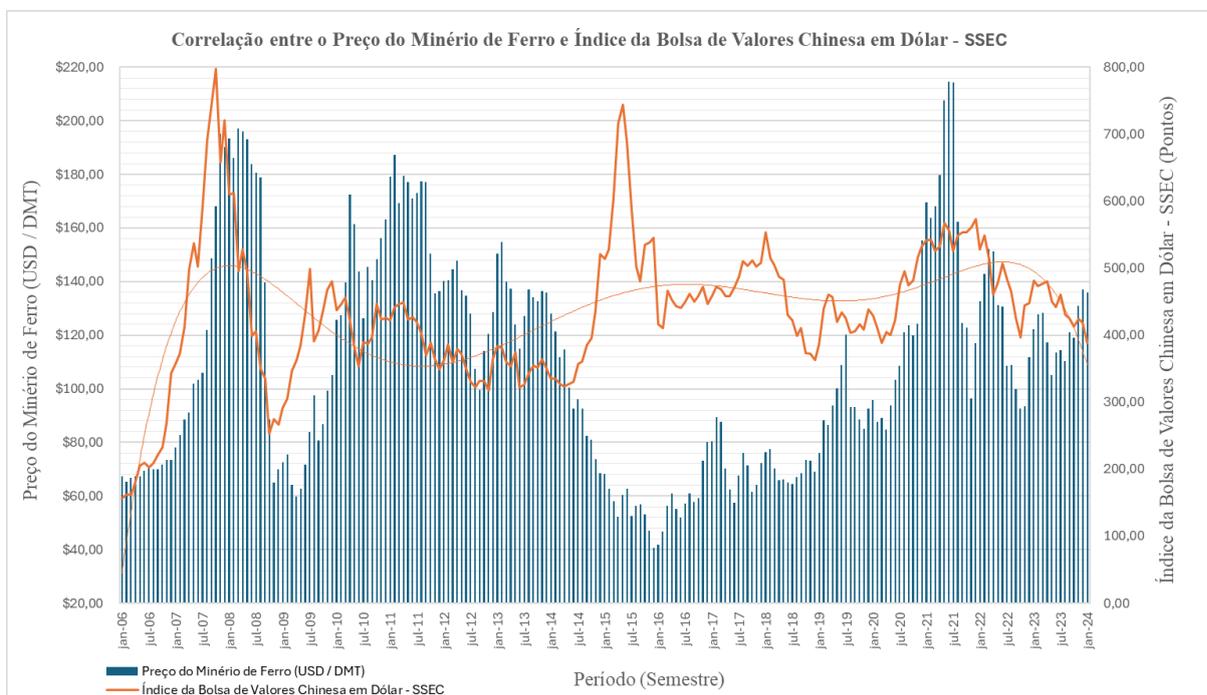
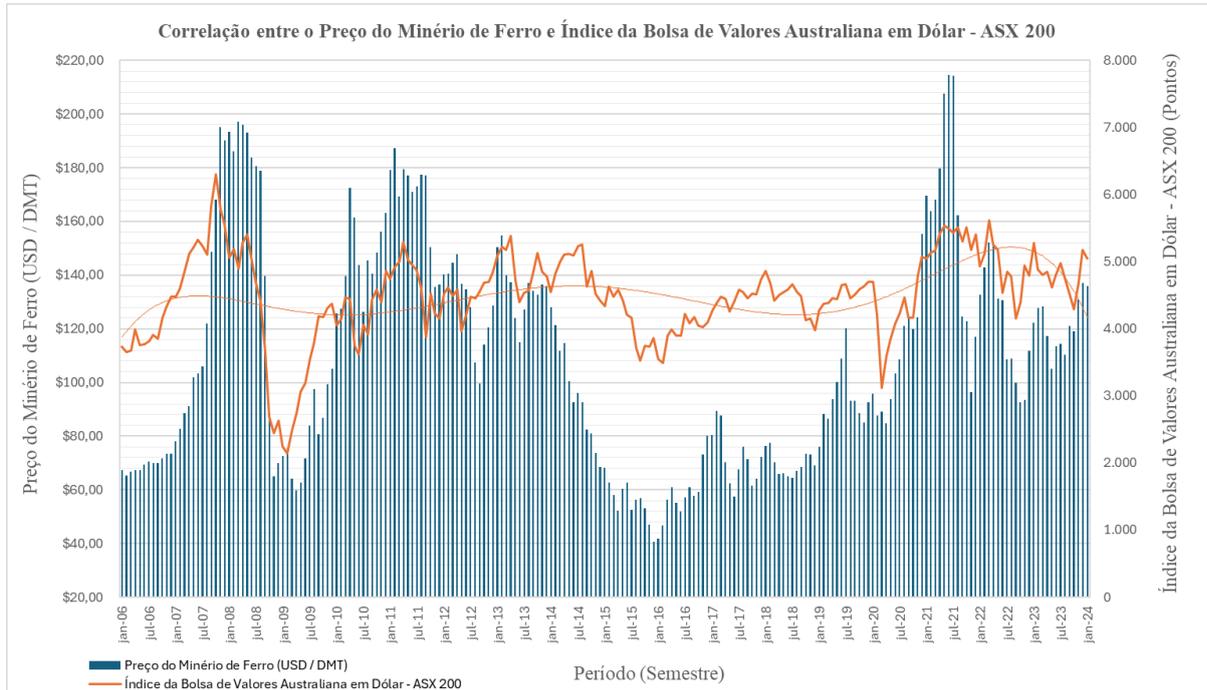


Gráfico 7- Correlação entre o Preço do Minério de Ferro e Índice da Bolsa de Valores Australiana em Dólar. Fonte: Elaboração própria.



Sendo assim, a flutuação da cotação do minério de ferro, não apenas afeta os lucros das empresas envolvidas ou das bolsas dos principais países produtores e consumidores, mas também molda as políticas econômicas e os fluxos de comércio internacional desses países, demonstrando a força que oferta e demanda de uma commodity têm para o desenvolvimento econômico global.

## 6 CONCLUSÕES

Neste trabalho, buscou-se realizar uma análise histórica do minério de ferro no Brasil, com o intuito de evidenciar seu protagonismo econômico e de atender a necessidade por mais materiais e estudos organizados sobre a temática. A pesquisa permitiu explorar as variáveis: indústria, ambiente e economia, de forma a identificar, por exemplo, a correlação entre os indicadores econômicos periodicamente divulgados como PIB e geração de emprego com um dado que nem sempre é tipo como determinante ao se analisar as condições econômicas do país: preço do minério de ferro. A análise feita nos permite, portanto, refletir sobre as implicações dessas descobertas e traçar as considerações finais do trabalho.

Um fato merece destaque: a balança comercial e o crescimento econômico brasileiro, medido pela variação do PIB, ainda são fortemente dependentes do minério de ferro, sendo possível concluir que em momentos que a cotação da matéria prima está elevada, o PIB do país melhora, conforme discutido no presente trabalho. Com o cenário de otimismo gerado pelo crescimento, e com a janela de oportunidade para as empresas do setor obterem uma margem maior com a venda do produto, que está com um preço elevado no mercado internacional, criam-se mais empregos no país. Com uma população mais empregada e uma economia pujante, em período de crescimento econômico, uma possível consequência é o aumento do consumo das famílias e por consequência geração de inflação. Logo, para países como o Brasil, com tamanha dependência do preço do minério de ferro na balança comercial, temos uma hipótese menos explorada para o aumento da inflação que é o aumento da cotação da *commodity*.

Diante do raciocínio feito, uma primeira sugestão para trabalhos futuros é explorar mais indicadores econômicos e validar se existe, de fato, uma forte dependência entre eles e o minério de ferro. Dentre eles podemos sugerir o índice oficial para acompanhar a inflação (Índice de Preço ao Consumidor Amplo - IPCA), renda média da população economicamente ativa, a taxa

de câmbio do real frente ao dólar e a relação da dívida pública frente ao PIB. Para todos os indicadores citados, a existência ou não de uma correlação, traz implicações e caracteriza uma continuação do presente trabalho.

Por outro lado, diante dos desafios discutidos para a indústria de mineração brasileira, são necessárias uma série de melhorias para que se tenha evolução frente aos países que figuram junto ao Brasil no segmento. Podem ser citadas as políticas externas, os impostos aplicados sobre o setor, os entraves colocados sobre a produção e a infraestrutura da mineração e siderurgia como barreiras a esse crescimento. Aliando a gigantesca quantia de minério das reservas nacionais a uma administração eficaz e estímulos adequados ao desenvolvimento da área, o país tem tudo para ganhar ainda mais relevância internacional, semelhante ao que ocorre com a Austrália, que é líder no setor.

Logo, a partir do que fora analisado nessa monografia, algumas alternativas para o crescimento da atividade são: possível adoção de estratégias de competitividade internacional, seja com fusões, seja com aquisições; estudo de viabilidade para parcerias comerciais internacionais, visando uma maior independência em relação ao investimento estatal; a busca pelo desenvolvimento de técnicas e estratégias relacionadas à mineração e produção, mas também ao escoamento do produto, a fim de aumentar a competitividade do setor e da indústria nacional de mineração.

Uma segunda sugestão para trabalhos futuros, na linha das alternativas propostas e semelhante à de Pais, Gomes e Coronel (2012), consiste em propor uma análise da estrutura da indústria nacional de mineração de ferro, identificando os fatores determinantes envolvidos no aumento da competitividade dessa indústria frente a pares internacionais e em desenvolver estratégias para sua maior eficácia e avanços tecnológicos, diminuindo o Custo Brasil, citado durante o presente trabalho.

Conclui-se que a mineração, especialmente a extração de minério de ferro, continua a ser uma força motriz fundamental para a economia brasileira. Nos últimos dez anos, a indústria mineral apresentou um crescimento notável, com um aumento de 550% no índice de extração, consolidando-se como um setor estratégico que hoje responde por 4% do PIB nacional. Além disso, essa indústria é um dos pilares do mercado de trabalho, empregando diretamente ou indiretamente mais de 2 milhões de pessoas e sustentando um ecossistema composto por mais de 8.000 empresas.

Esse desempenho reforça a importância do setor para o desenvolvimento econômico do país, demonstrando sua capacidade de gerar empregos, movimentar a economia e contribuir significativamente para o PIB. No entanto, para manter esse ritmo de crescimento e garantir a sustentabilidade a longo prazo, é essencial que sejam adotadas políticas que incentivem a inovação, a eficiência e a responsabilidade ambiental, assegurando que os benefícios da mineração sejam amplamente distribuídos e que os impactos negativos sejam minimizados.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. S. G. de. As contradições do ciclo de commodities. **Novos estudos CEBRAP**, n. 81, p. 23-31, 2008.

ARBOLEDA, M. Spaces of extraction, metropolitan explosions: planetary urbanization and the commodity boom in Latin America. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 40, n. 1, p. 96-112, 2015

BAETA, N. “Pioneirismo de Monlevade na implantação da siderurgia em Minas Gerais”. **Revista da Fundação João Pinheiro**, v. 1, n. 2/4, p. 64-67, 1971.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 216p., 2001.

BDMG – BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS S.A. **Minas Gerais do Século XXI. Consolidando posições na mineração** / Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais. Editora Rona. Belo Horizonte, v. 5, 159 p., 2002.

BEKKER, A., SLACK, J. F., PLANAVSKY, N., KRAPEZ, B., HOFMAN, A., KONHAUSER, K. O., ROUXEL, O. J. Iron formation: the sedimentary product of a complex interplay among mantle, tectonic oceanic, and biospheric processes. **Economic Geology**, v. 105, p. 467–508, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, 2010.

CALLAGHAN, W. S.. **Obstacles to industrialization: the iron and steel industry in Brazil during the old republic**. Tese (Doutorado), University of Texas, Austin, 1981.

CARVALHO, J. M. de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

COUTINHO, L. e FERAZ, J. C. (Coord.). **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. 2. ed. Campinas (SP): Papirus/Ed. Unicamp, 1994

DORR, J. V. N. II Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, 641-A, 117 p., 1969.

FEARNSIDE, P.. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. **Environmental Management**, v. 1, n. 38, p. 16-27, 2006.

FERREIRA, G. E. **A competitividade da mineração de ferro no Brasil**. Rio de Janeiro. Cetem/MCT, 2001. (Série Estudos e Documentos).

FIGUEIRÔA, S. F. de M.. **As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934**. São Paulo: Hucitec. 1997.

FISCHER, G. Minério de ferro, geologia econômica e redes de experts entre Wisconsin e Minas Gerais, 1881-1914. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos [online]**, v. 21, n. 1, pp. 247-262, 2014.

GAGGIATO, V. C. **A Competitividade no Mercado Transoceânico de Pelotas de Minério de Ferro, seus Delineadores e o Posicionamento dos Integrantes deste Mercado**. Dissertação (Mestrado), Engenharia Metalúrgica e de Minas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 154p., 2010.

GONZALES, J. **Desastre da barragem de Mariana completa um ano e leva a processos judiciais**. The Intercept Brasil São Paulo, p. 1-8. 2016. Disponível em: <https://theintercept.com/2016/11/08/desastre-da-barragem-de-mariana-completa-um-ano-econduz-a-processos-judiciais/> >. Acesso em: 14 de julho de 2021.

GUIMARÃES, N. C., VALADÃO, G. E. S. e PERES, A. E. C. Filtragem de rejeitos de minério de ferro visando à sua disposição em pilhas. **Rem: Revista Escola de Minas [online]**, v. 65, n. 4, pp. 543-548, 2012.

HARVEY, D. **Enigma do capital e as do capitalismo**. São Paulo: Boitempo, 2011.

IMF. **World Economic Outlook**, 2006, chap. 1, apêndice 1.1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 4. ed., 2009. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br>>. Acesso em: 14 de julho de 2021.

JESUS, C. A. G. Minério de Ferro e Aço. In: Rodrigues A.F.S. (coord.). **Economia Mineral do Brasil**. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Brasília, p. 99-116, 2009.

KOPPE, J. C. A lavra e a indústria mineral no Brasil - estado da arte e tendências tecnológicas. In: FERNANDES, F. R. C.; MATOS, G. M. M.; CASTILHOS, Z. C.; LUZ, A. B. da (eds.). **Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 81-102, 2007.

LOZANO, F. A. E. **Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica**. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado), Engenharia - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

MACHADO, M. M. M. **Construindo a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero: conceitos e representações**. Tese (Doutorado), Departamento de Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 256 p., 2009.

MANSEER, R. Getting to grips with steel's carbon footprint. **SBB Insight**, n. 92, p. 1-5, 2009.

MARTINI, R. J. et al. Deposição de rejeitos de minério de ferro em reservatórios: uma aplicação do método GPR. **Revista Ambiente & Água [online]**. v. 11, n. 4, pp. 878-890, 2016.

MATOS, R. e MELLO, E. M. R. de. As condições estruturantes da siderurgia mineira: recursos naturais, Estado e elite instruída. **Revista Geografias**, v. 08, n. 2, p. 60-75, 2012.

MAXWELL, K. **A devassa da devassa. A Inconfidência mineira: Brasil e Portugal 1750-1808**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

MELO, A. C. C. de. e CARDOSO, A. C. D. O papel da grande mineração e sua interação com a dinâmica urbana em uma região de fronteira na Amazônia. **Nova Economia [online]**, v. 26, n. spe, p. 1211-1243, 2016.

MICHELOTTI, F. e SIQUEIRA, H. Financeirização Das Commodities Agrícolas e Economia Do Agronegócio No Brasil: Notas Sobre Suas Implicações Para o Aumento dos Conflitos Pela Terra. **Semest. Econ.**, v. 22, n. 50, p. 87-106, 2019.

NAKATANI, P. e OLIVEIRA, F. A. Política econômica brasileira de Collor a Lula: 1990-2007. In: MARQUES, R. M.; FERREIRA, M. R. J. (Org.). **O Brasil sob uma nova ordem: a economia brasileira contemporânea - uma análise dos governos Collor a Lula**. São Paulo: Saraiva, 2010.

NOGUEIRA, P. R. S. M. **Relação entre características das frações grossas do minério e produtividade e qualidade do sinter**. Dissertação (Mestrado). Belo Horizonte: CPGEM/ EEUFMG, 190 p., 1987.

OREIRO, J. L. A grande recessão brasileira: diagnóstico e uma agenda de política econômica. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 75-88, 2017.

PAIS, P. S. M., GOMES, M. F. M. e CORONEL, D. A. Análise da competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro, de 2000 a 2008. **RAM. Revista de Administração Mackenzie [online]**, v. 13, n. 4, pp. 121-145, 2012.

PEREIRA, W. C. e REMACRE, A. Z. Utilização de variável mineralógica na estimativa de reservas de minério de ferro. **Rem: Revista Escola de Minas [online]**. v. 56, n. 2, pp. 123129, 2003.

PEREIRA, S. de A. C. **O Mercado de Minério de Ferro**. Monografia (Especialização), Engenharia de Recursos Minerais. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2012.

PINHEIRO, J.. **Carta a João Pandiá Calógeras**. JP-C-Cx. 12 Doc.1.620. (Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte). 25 fev. 1905.

PRATES, D. M. A alta recente dos preços das commodities. **Brazilian Journal of Political Economy [online]**. v. 27, n. 3, pp. 323-344, 2007.

REVISTA “E INVESTIDOR” – Site: <https://investidor.estadao.com.br/mercado/novo-boom-commodities-analise>

REVISTA “VEJA ECONOMIA” – Site: <https://veja.abril.com.br/economia/como-superpirciclo-das-commodities-e-essencial-para-a-retomada-brasileira/>

REVISTA “DIÁRIO DO COMÉRCIO” – Site: <https://diariodocomercio.com.br/opiniao/mineracao-e-a-possivel-retomada-economica/>

REVISTA “OESTE” – Site: <https://revistaoeste.com/economia/o-papel-da-mineracaona-retomada-economica-do-pais/>

ROSIÈRE, C. A. Um modelo para evolução microestrutural de minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Parte II - Trama, textura e anisotropia de susceptibilidade magnética. **Geonomos**, v. 4, n. 1, p. 61-75, 1996.

ROSIÈRE, C. A. et al. Classificação genética de minérios de ferro - problemas e vícios - Proposta de uma classificação tipológica para indústria. In: **Seminário De Redução De Minério De Ferro**, Anais..., 28, p. 295-302. São Paulo: ABM, 1997.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 211p., 2007.

RUCHKYS, U. A. e Machado, M. M. M. Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Caracterização e iniciativas de uso para educação e geoturismo. **Boletim Paranaense de Geociências**, 70, 120-136, 2013.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR-SECEX. **Balança Comercial Brasileira-Mensal**, 2010. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 14 de julho de 2021.

SILVA O. P. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. **Geonomos**, v. 3, n.1, p. 77-86, 1995.

SILVA, A. M., CHEMALE JR., F., KUYJIMIAN, R. M., e HEAMAN, L. Mafic dyke swams of the Quadrilátero Ferrífero and Espinhaço range, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, p. 124-137, 1995. doi: 10.25249/0375-7536.1995124137.

SILVA, M. Z. e. **A Vale do Rio Doce na estratégia do desenvolvimentismo brasileiro**. Vitória: Edufes. 2004.

TAKEHARA, L. **Caracterização geometalúrgica dos principais minérios de ferro brasileiros – fração sinter feed**. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 419 p., 2004.

TRINER, G. D. **Mining and the state in Brazilian development**. London: Pickering & Chatto, 2011.

UNITED NATIONS COMMODITY TRADE - UNCOMTRADE. **Dados, 2010**. Disponível em: <<http://comtrade.un.org/>>. Acesso em: 16 de julho de 2021.

USGS – United States Geological Survey, Global iron ore production data, 2017. Disponível em [https://minerals.usgs.gov/.../iron\\_ore/global\\_iron\\_ore\\_data.pdf](https://minerals.usgs.gov/.../iron_ore/global_iron_ore_data.pdf) Acesso em: 16 de julho de 2021.

VALE – Site: <http://www.vale.com/Documents/nossahistoria2.pdf>

VALOR ECONÔMICO. **Índice de atividade do BC recua 0,36% no 4º trimestre**. 2017.

VIEIRA. C. B. **Avaliação da qualidade intrínseca de minérios de ferro para uso em altos-fornos**. Tese (Doutorado), 248p. Belo Horizonte: CPGEM-EEUFMG, 1996.

WORLD STEEL ASSOCIATION. **Steel Statistical Yearbook 2023**. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

**INDEX MUNDI. Iron Ore Prices.** Disponível em:  
<<https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=iron-ore&months=300/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

**IPEADATA. Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA.** Disponível em:  
<<http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=38414/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

**INVESTING.COM. Shanghai Composite Index.** Disponível em:  
<<https://br.investing.com/indices/shanghai-composite/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

**INVESTING.COM. ASX 200 Historical Data.** Disponível em:  
<<https://br.investing.com/indices/aus-200-historical-data/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

**YAHOO FINANCE. VALE3.SA Historical Data.** Disponível em:  
<<https://br.financas.yahoo.com/quote/VALE3.SA/history/?period1=946857600&period2=1719100800&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo&includeAdjustedClose=true/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

## ANEXOS

### ANEXO A - Diagrama do método de análise utilizado no trabalho



### ANEXO B – Tabela que sintetiza as principais fontes utilizadas e seu respectivo conteúdo

Título da Fonte	Síntese do Conteúdo
CALLAGHAN, W. S.. Obstacles to industrialization: the iron and steel industry in Brazil during the old republic. Tese (Doutorado), University of Texas, Austin, 1981.	Analisa os desafios da industrialização no Brasil durante a Velha República. Foca na indústria de ferro e aço como um caso de estudo.
CARVALHO, J. M. de. A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.	Estuda a história da Escola de Minas de Ouro Preto e sua importância. Explora seu papel no desenvolvimento da mineração no Brasil.
COUTINHO, L. e FERRAZ, J. C. (Coord.). Estudo da competitividade da indústria brasileira. 2. ed. Campinas (SP): Papirus/Ed. Unicamp, 1994	Avalia a competitividade da indústria brasileira em vários setores. Oferece uma análise detalhada das forças e fraquezas do setor industrial.
DORR, J. V. N. II Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper, 641-A, 117 p., 1969.	Descreve o desenvolvimento fisiográfico e estrutural do Quadrilátero Ferrífero. Fornece uma análise geológica detalhada dessa região mineral.

<p>FERREIRA, G. E. A competitividade da mineração de ferro no Brasil. Rio de Janeiro. Cetem/MCT, 2001. (Série Estudos e Documentos).</p>	<p>Avalia a competitividade da mineração de ferro no Brasil. Explora os desafios e oportunidades do setor.</p>
<p>FIGUEIRÔA, S. F. de M.. As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934. São Paulo: Hucitec. 1997.</p>	<p>Traça a história social e institucional das ciências geológicas no Brasil. Foca no período de 1875 a 1934, destacando marcos importantes.</p>
<p>FISCHER, G. Minério de ferro, geologia econômica e redes de experts entre Wisconsin e Minas Gerais, 1881-1914. História, Ciências, Saúde-Manguinhos [online], v. 21, n. 1, pp. 247-262, 2014.</p>	<p>Explora o intercâmbio de conhecimento geológico entre Wisconsin e Minas Gerais. Foca no período de 1881 a 1914 e seu impacto na mineração.</p>
<p>INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 4. ed., 2009. Disponível em: <a href="http://www.ibram.org.br">http://www.ibram.org.br</a>. Acesso em: 14 de julho de 2021.</p>	<p>Oferece uma análise econômica detalhada do setor de mineração no Brasil. Apresenta estatísticas e tendências importantes para a economia mineral.</p>
<p>JESUS, C. A. G. Minério de Ferro e Aço. In: Rodrigues A.F.S. (coord.). Economia Mineral do Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Brasília, p. 99-116, 2009.</p>	<p>Analisa a importância do minério de ferro e do aço para a economia mineral. Discute as principais tendências e desafios desse setor.</p>
<p>KOPPE, J. C. A lavra e a indústria mineral no Brasil - estado da arte e tendências tecnológicas. In: FERNANDES, F. R. C.; MATOS, G. M. M.; CASTILHOS, Z. C.; LUZ, A. B. da (eds.). Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 81-102, 2007.</p>	<p>Examina o estado atual da lavra e da indústria mineral no Brasil. Aponta tendências tecnológicas para o futuro do setor.</p>
<p>MACHADO, M. P. L. et al. (org.). Economia dos Recursos Minerais. Rio de Janeiro: BNDES, 2001. 420p.</p>	<p>Coletânea de estudos sobre a economia dos recursos minerais. Discute temas como competitividade, sustentabilidade e políticas públicas.</p>

<p>PEREIRA, A. J. S., MENDES, R. R. M. Estudos de Competitividade e Cadeias Produtivas dos Setores de Base do Brasil. IPEA. Rio de Janeiro: 2007.</p>	<p>Estudo sobre a competitividade das cadeias produtivas nos setores de base do Brasil. Analisa os fatores que influenciam o desempenho dessas cadeias.</p>
<p>SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.</p>	<p>Explora estratégias para alcançar o desenvolvimento sustentável. Analisa as interações entre economia, meio ambiente e sociedade.</p>
<p>SILVA, A. M. e FARIA, P. S. Sustentabilidade ambiental e a indústria do ferro-gusa no Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 14, n. 1, p. 20-29, 2009.</p>	<p>Analisa a sustentabilidade ambiental da indústria do ferro-gusa no Brasil. Propõe alternativas para reduzir os impactos ambientais dessa indústria.</p>
<p>SILVA, M. G. M., 2012, Política Mineral no Brasil: Uma Visão Territorial. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 256 p., 2012.</p>	<p>Visão territorial sobre as políticas minerais no Brasil. Discute a distribuição geográfica e os impactos regionais das atividades mineradoras.</p>