

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA METALÚRGICA

CARLOS HENRIQUE KOSSMANN

**MERCADO DO MINÉRIO DE FERRO NO BRASIL E NO MUNDO –
DEMANDA, CONSUMO E PREÇO.**

Vitória
2023

CARLOS HENRIQUE KOSSMANN

**MERCADO DO MINÉRIO DE FERRO NO BRASIL E NO MUNDO –
DEMANDA, CONSUMO E PREÇO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentada a Coordenadoria do Curso de Engenharia Metalúrgica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Metalúrgica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Reis de Oliveira

Vitória

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

K86m Kossmann, Carlos Henrique
 Mercado de minério de ferro no Brasil e no mundo – Demanda,
 consumo e preço / Carlos Henrique Kossmann. – 2023.
 49 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Eduardo Reis de Oliveira

Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo,
Coordenadoria de Cursos Superiores em Metalurgia, Curso Superior de
Engenharia Metalúrgica, Vitória, 2023.

1. Minério de ferro. 2. Aço - Comércio. 3. Indústria mineral 4.
Comércio internacional. 5. Engenharia metalúrgica. I. Oliveira, Eduardo
Reis de. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 21 – 669.1

Elaborada por Bruno Giordano Rosa – CRB-6/ES - 699



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Autarquia criada pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008
CAMPUS VITÓRIA
Avenida Vitória, 1729 - Jucutuquara - 29040-780 - Vitória - Espírito Santo

CARLOS HENRIQUE KOSSMANN

**MERCADO DO MINÉRIO DE FERRO NO BRASIL E NO MUNDO – DEMANDA,
CONSUMO E PREÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Engenharia
Metalúrgica do Instituto Federal do Espírito Santo,
Campus Vitória, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Metalúrgica.

Aprovado em 13 de dezembro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Reis de Oliveira
Instituto Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Prof. Dr. Thalm de Paiva Coelho Junior
Instituto Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Vicente de Paulo Ferreira Marque Sobrinho
Instituto Federal do Espírito Santo

RESUMO

O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. No entanto, os depósitos de mineração econômicos que constituem a indústria de minério de ferro estão concentrados em alguns países. As principais reservas estão localizadas no Brasil, Austrália, China, Índia, Ucrânia, Rússia, Estados Unidos, Canadá e África do Sul. Esses países juntos dominam a produção mundial. O recente mercado internacional de minério de ferro é caracterizado por um aumento na participação de mercado dos quatro principais produtores e esforços contínuos para reduzir os custos de produção. Este trabalho tem como objetivo revisar a literatura e apresentar a evolução dos preços no mercado de minério de ferro no período compreendido entre 2000 a 2023. O trabalho desenvolvido se orienta por uma metodologia de abordagem qualitativa. Seguindo os preceitos do estudo exploratório, por meio de uma Revisão de Literatura. A pesquisa foi realizada através de artigos, livros, normas, parâmetros, legislações e constituições. Foram utilizados 49 artigos nacionais, disponíveis online em texto completo. O mercado internacional de minério de ferro é altamente dependente do consumo chinês. Embora esse consumo continue equilibrado, a tendência é que o mercado esteja cada vez mais concentrado. Além de buscar custos de produção cada vez menores, impede novos ingressos e afasta menor produção Custo quociente ou superior. Embora recentemente tenhamos visto quedas acentuadas e rápidas nos preços do minério, no geral, o mercado físico parece mais equilibrado do que quando o fornecimento foi interrompido no início do ano de 2021 e a produção de aço da China atingiu um recorde de alta todos os meses. No Brasil, a indústria de mineração de minério de ferro é conhecida por sua organização, estrutura de negócios e participação no mercado mundial. Possui escala de produção razoavelmente estruturada, infraestrutura eficiente e boa comunicação com os compradores. Além de portos funcionais, a existência de infraestrutura de transporte interno eficiente faz com que a produção flua sem as dificuldades comuns a outras indústrias nacionais. O minério de ferro é muito importante para a balança comercial do Brasil porque é o maior item da pauta de exportação do país, depois dos produtos siderúrgicos.

Palavras-chave: minério de ferro, mercado, produção, demanda.

ABSTRACT

Iron is one of the most abundant elements in the earth. However, the economic mining deposits that follow the iron ore industry are concentrated in a few countries. The main reserves are legal in Brazil, Australia, China, India, Ukraine, Russia, United States, Canada and South Africa. These countries together dominate a world production. The recent international iron ore market is developed by an increase in the market share of the four main producers and continued efforts to reduce production costs. This work aims to review the literature and present the evolution of prices in the iron ore market in the period between 2000 and 2023. The work developed is guided by a qualitative approach methodology. Following the precepts of the exploratory study, through a Literature Review. A research carried out through articles, books, norms, parameters, legislation and constitutions. Forty-nine national articles were used, available online in full text. The international iron ore market is highly dependent on Chinese consumption. Although this consumption remains balanced, the trend is that the market is increasingly concentrated. In addition to seeking increasingly lower production costs, prevent new entries and prevent less production Cost quotient or higher. While we have recently seen sharp and rapid declines in ore prices, overall the physical market seems more balanced than when it stopped in early 2021 and China's steel production hit a record high every month. In Brazil, the iron ore mining industry is known for its organization, business structure and world market share. It has a reasonably structured production scale, efficient infrastructure and good communication with buyers. In addition to the necessary ports, the existence of an efficient internal transport infrastructure means that production flows without those common to other national industries. Iron ore is very important for Brazil's trade balance because it is the biggest item on the country's export basket, after steel products.

Keywords: iron ore, market, production, demand.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	9
2.1. GERAL	9
2.2. ESPECÍFICOS	9
2.3. JUSTIFICATIVA	9
3. METODOLOGIA	10
3.1. TIPO DE PESQUISA.....	10
3.2. FONTES.....	10
3.3. COLETA DE DADOS	10
3.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO	12
4.1. PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO E MINÉRIO DE FERRO.....	12
4.1.1. Comércio mundial de minério de ferro	12
4.1.2. Reservas e recursos mundiais de minério de ferro	13
4.2. OPERAÇÕES DE MINERAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO POR PAÍS	13
4.2.1. China	14
4.2.2. Austrália	16
4.2.3. Brasil	19
4.2.4. Índia	21
4.2.5. Rússia	23
4.3. DEMANDA DE MINÉRIO NO BRASIL	24
4.4. ANÁLISE DE PREÇOS DO MINÉRIO DE FERRO	25
4.4.1. Produção de minério de ferro	27
4.4.2. Comércio de minério de ferro	28
4.4.3 Preços do minério de ferro	29
4.5. PERSPECTIVAS DE MERCADO.....	31

4.6.	STATUS E DESAFIOS DA TECNOLOGIA	33
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

Um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre é o ferro, sendo um recurso mineral metálico extraído em grandes quantidades. Todavia, os depósitos deste recurso que constituem a indústria de mineração concentram-se em alguns países, sendo que as principais reservas localizam-se no Brasil, Austrália, China, Índia, Ucrânia, Rússia, Estados Unidos, Canadá e África do Sul (PEREIRA, 2012).

A produção é concentrada por poucos países, e diante da forte demanda atual por minério de ferro, a diferença nas características deste de uma região para outra, cria um diferencial competitivo vindo da indústria siderúrgica, que busca aumentar a capacidade de produção com produtos mais nobres (CARVALHO, 2017).

Estima-se que 99% da produção mundial de minério de ferro é destinada à indústria siderúrgica. Entretanto, na escolha de um fornecedor, a qualidade do minério não é o único fator crucial (CARVALHO, 2014).

O volume de vendas, problemas logísticos e vantagens relacionadas aos custos de produção influenciam preços menores ou melhores margens lucros de fornecedores, garantindo sua permanência no mercado, e em uma posição de destaque na composição do diferencial competitivo entre as empresas do setor (PAIS; GOMES; CORONEL, 2012).

Devido ao aumento da demanda e ao aumento dos preços do minério de ferro nos últimos anos, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias e o esgotamento gradativo da qualidade das jazidas, a tendência é a exploração de quantidades crescentes de minério de ferro com menor teor (LAVORATO, 2010).

A indústria de mineração tem importante significado na economia mineral do Brasil, que é destaque no mercado mundial de minério de ferro por suas abundantes reservas e excelente qualidade. Devido aos recursos financeiros empenhados, a exploração deste insumo é uma das atividades minerais mais importantes do país. (DE MOURA JÚNIOR, 2021).

O preço do minério de ferro seguia o mesmo padrão até 2009, um sistema de preços igual ao das demais *commodities*, sendo determinado pelo valor do contrato firmado com o maior produtor. No entanto, após a crise econômica de 2008, o sistema utilizado mudou devido as pressões impostas pela crise (GAGGIATO, 2010).

O recente mercado internacional de minério de ferro é caracterizado por um aumento na participação dos quatro principais produtores, além dos seus esforços contínuos em reduzir os custos produtivos. A situação atual do mercado e as questões financeiras relacionadas à dívida ativa das empresas participantes não apenas caracterizam a situação atual, mas também afetam as projeções futuras do mercado. Com a recente previsão de demanda estável de minério de ferro, há uma tendência de que o mercado para produtores maiores seja mais concentrado, e pequenos produtores ou produtores de minério de baixo teor sejam eliminados (RODRIGUES; DE MATTOS, 2021).

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1. GERAL

Este trabalho tem como objetivo revisar a literatura e apresentar a evolução dos preços do mercado de minério de ferro no período compreendido entre 2010 e 2023.

2.2. ESPECÍFICOS

Caracterizar a indústria do minério de ferro no Brasil e no mundo;

Apresentar a atual conjuntura da produção e reservas de minério de ferro;

Analisar o mercado nacional e internacional, além de apresentar perspectivas do futuro próximo para este mercado.

2.3. JUSTIFICATIVA

Como justificativa o trabalho trás o intuito de elucidar dúvidas a respeito das influências de mercado, e de compradores sobre as tendências de preço, bem como avaliar a situação da atual conjuntura do mercado a respeito da variação dos preços da commodity de minério de ferro.

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE PESQUISA

O trabalho desenvolvido se orienta por uma metodologia de abordagem qualitativa. Seguindo os preceitos do estudo exploratório, por meio de uma Revisão de Literatura. A pesquisa foi realizada através de periódicos, artigos, livros e normas.

3.2. FONTES

A seguir estão descritas as fontes que forneceram as respostas adequadas à solução do problema proposto: Artigos científicos sobre a temática foram acessados nas bases de dados Scielo, BDNF, IBRAM, LILACS, MEDLINE, Revistas especializadas, Anuários, publicados nos últimos 13 anos (2010 a 2023). Foram utilizados 49 artigos nacionais, disponíveis online em texto completo.

3.3. COLETA DE DADOS

Inicialmente foi feito um levantamento de conhecimentos prévios sobre o tema através de livros e em seguida, coletando informações, discussões e concepções de outros autores sobre a abordagem em artigos publicados. A coleta de dados seguiu a seguinte premissa:

- a) Leitura Exploratória de todo o material selecionado (leitura rápida que objetiva verificar se a obra consultada é de interesse para o trabalho);
- b) Leitura Seletiva (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessam);
- c) Registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico (autores, ano, método, resultados e conclusões).

3.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta Etapa foi realizada uma leitura analítica com a finalidade de ordenar e resumir as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitaram a obtenção de respostas ao problema da pesquisa.

Categorias que emergiram da etapa anterior foram analisadas e discutidas a partir do referencial teórico relativo à temática do estudo. Construído um projeto com ideias difundidas e análises próprias.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO E MINÉRIO DE FERRO

O aço é uma liga de ferro e carbono de suma importância para a economia global. Sua combinação única de características como: resistência, capacidade de se conformar, versatilidade, reciclabilidade e baixo custo, faz com que seja um material adequado para a indústria de construção civil, construção naval, fabricação de veículos, construção ferroviária, construção de pontes, e aplicações de engenharia. Com base nos dados da World Steel Association, a produção mundial de aço bruto quase dobrou desde 2000. Em comparação com o aumento de 94% na produção mundial de aço bruto entre 2000 e 2013, o aumento da produção de aço bruto na China, nesse período, foi quase 540% maior, o que representa mais de 86% da produção (DE MOURA et al., 2018).

O minério de ferro é a principal matéria-prima para a fabricação do aço. Para atender o acelerado aumento na produção de aço, na última década ocorreram grandes expansões na produção mundial de minério de ferro. A produção mundial deste aumentou de 1,043 Bt em 2001 para 2,93 Bt em 2012. Sendo a China o maior país produtor de minério de ferro, produzindo cerca de 1,3 Bt em 2012, cerca de 45% da produção mundial da *commodity*, seguido pela Austrália e Brasil com uma produção conjunta de 919 Mt em 2012 (MILANEZ; MANSUR; WANDERLEY, 2019).

4.1.1. Comércio mundial de minério de ferro

No tocante às exportações e importações de minério de ferro, a China também é o maior país importador, com cerca de 65% da matéria-prima transportada no processo transoceânico em 2013, em segundo lugar o Japão (11%), em terceiro a Europa (10%) seguido da Coreia (6%). As importações são indicadores claros do consumo de minério de ferro e expressam que os países asiáticos fomentam a expansão da indústria internacional do setor. No que se refere a tonelagem, pode-se perceber o rápido aumento nas importações chinesas, de cerca de 50 Mt/a em 2000 para 745 Mt/a em 2012, e em 2013, importações com o volume de

820 Mt/a, oriundos principalmente da Austrália, Brasil, África do Sul, Canadá e Índia. As três maiores produtoras são a Vale no Brasil, e a Rio Tinto e a BHP Billiton, com operações em grande maioria na Austrália. Sendo essas empresas responsáveis por cerca de 74% do comércio marítimo mundial deste insumo (ROCHA, 2020).

4.1.2. Reservas e recursos mundiais de minério de ferro

A produção de minério de ferro nos principais países produtores é geralmente apoiada por reservas substanciais da matéria-prima que são técnica e economicamente viáveis de extrair. A Austrália tem as maiores reservas em termos de minério não processado (bruto) e teor de ferro, seguida de perto pelo Brasil com teores de ferro *in situ* ligeiramente mais altos. A Rússia também está bem-posicionada em relação às suas reservas e qualidade *in situ*, mas claramente, a China é menos dotada. Embora os volumes de minério não processado na China sejam substanciais e semelhantes aos da Rússia, eles são significativamente mais baixos no teor, então o ferro contido é apenas cerca de metade do da Rússia (SILVA, 2017).

Além das reservas de minério de ferro nos principais países produtores listados, eles também têm recursos substanciais de minério de ferro com perspectivas razoáveis para eventual extração econômica. A África Ocidental hospeda uma série de depósitos de minério de ferro hematítico de alto teor de classe mundial, incluindo o depósito de Simandou de alto teor, e os investimentos recentes das principais empresas de minério de ferro indicam que a África Ocidental provavelmente será a próxima grande província global de minério de ferro. As formações geológicas são semelhantes às encontradas no sistema Carajás no Brasil, o que é consistente com a visão de que os continentes sul-americano e africano já foram unidos como uma única massa de terra antes da separação devido à deriva continental (SALVADOR et al., 2016).

4.2. OPERAÇÕES DE MINERAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO POR PAÍS

4.2.1. China

A China é atualmente o maior produtor, consumidor e importador de minério de ferro, produzindo mais de 1,3 Bt e importando cerca de 820 Mt em 2013. Impulsionada pelo rápido aumento na demanda por minério de ferro na última década para a produção de aço na China. A produção de minério aumentou drasticamente, de aproximadamente 231 Mt em 2002 para 1310 Mt em 2012, e para 1320 Mt em 2013. No mesmo período, as importações de minério de ferro da China também aumentaram em um volume de cerca de 110 Mt em 2002 para 745 Mt em 2012 e subseqüentemente para 820 Mt em 2013 (MAUAD, 2016).

A China é dotada de reservas de minério bruto de cerca de 23 Bt de acordo com o US Geological Survey (USGS), embora a estimativa do China Geological Survey seja consideravelmente mais alta, com mais de 70 Bt. No entanto, as reservas da China são de teor relativamente baixo, com média de 31% Fe e, portanto, contêm apenas 7,2 Bt de ferro, de acordo com as estimativas do USGS. Ao contrário de outros grandes países produtores de minério de ferro, a China explora uma ampla gama de diferentes tipos de minério, incluindo magnetita, hematita, magnetita V-Ti, limonita, siderita e outros tipos complexos de minério polimetálico (FRANCK et al., 2015).

As principais províncias de “minério de ferro” na China e as correspondentes formações de minério nessas áreas hospedam 80% das reservas totais do país, os maiores contribuintes sendo a formação Liaoning oriental, a parte oriental da margem norte da plataforma do Norte da China e as formações de minério de ferro ao longo do eixo Xikang-Yunnan. No entanto, os depósitos de minério são frequentemente polimetálicos e variam em grau de ferro de menos de 30% Fe até cerca de 52% Fe, que apresenta desafios de processamento significativos (DA SILVA; DANEU; SANTOS, 2019).

O minério de ferro é produzido na maioria das províncias da China, exceto Tianjin, Xangai, Ningxia e Tibete. As províncias de Hebei, Sichuan e Liaoning são as principais províncias de minério de ferro, produzindo cerca de 520, 160 e 150 Mt de minério de ferro, respectivamente, em 2012. Essas províncias são

seguidas por Shanxi e Mongólia Interior, que produziram 81,3 e 80,5 Mt de minério de ferro, respectivamente, em 2012. Essas cinco províncias responderam por cerca de 77% da produção doméstica de minério de ferro da China (BRASIL, 2017).

Existem três tipos de produtores de minério de ferro, a saber, as minas cativas de siderúrgicas, empresas de mineração independentes e empresas de mineração privadas, com os primeiros dois tipos de empresas de minério de ferro sendo empresas estatais. Ao contrário da Austrália e do Brasil, apenas cerca de 8% do concentrado de minério de ferro produzido na China é gerado pelos 10 principais produtores, portanto, a produção de minério de ferro da China está amplamente espalhada por um grande número de empresas com operações relativamente pequenas em comparação com os outros grandes produtores de minério de ferro (DE QUEIROZ; MORAES, 2021).

Devido à natureza polimetálica e de baixo teor da maioria dos depósitos de minério de ferro da China, um beneficiamento considerável é necessário em quase todas as operações de mineração para produzir concentrados que sejam altos o suficiente para sinterização e pelotização subsequentes para fornecer matéria-prima para a indústria de aço no país. Em muitos casos, as minas de minério de ferro da China são projetadas para recuperar mais do que apenas os minerais de ferro do minério. Por exemplo, as plantas de processamento para os minérios de magnetita V-Ti separam a corrente do processo primário em correntes separadas para a extração subsequente de ferro e vanádio/titânio (XIAOWEN, 2020).

A pandemia teve um impacto significativo no mercado de minério de ferro. Inicialmente, houve uma desaceleração da demanda, especialmente durante os estágios iniciais da crise, devido às paralisações na produção industrial e às restrições de mobilidade. Isso afetou a demanda por minério de ferro, já que muitas indústrias reduziram sua atividade. No entanto, esperasse que à medida que as economias se recuperarem e a retomada das atividades industriais

ocorreram em muitas partes do mundo, a demanda por mineração de ferro aumentou novamente. (IPEA, 2020)

Para que ocorra a retomada da reorganização do mercado de commodities em especial o de mineração, é necessário que ocorra o aumento da demanda dos insumos pelos principais importadores, em especial as nações asiáticas, como exemplo a China. (IPEA, 2020).

Nos meses seguintes, início de 2021, é esperado o aumento na atividade de mineração, devido a desaceleração das dos casos da pandemia de Covid-19 no mundo e o retorno do crescimento da economia chinesa no segundo semestre de 2020. (IPEA, 2020).

4.2.2. Austrália

A Austrália é um grande exportador de minério de ferro há mais de 40 anos e está se aproximando do fim de um período de expansão sem precedentes desencadeado pela demanda da China por minério de ferro. O foco principal agora é otimizar as operações de mineração e extrair o máximo de tonelagem da infraestrutura que foi construída. Fora da China, a Austrália é atualmente o maior produtor de minério de ferro, produzindo e exportando 579 Mt em 2013 com reservas de minério bruto de cerca de 35 Bt contendo 17 Bt de ferro (DA SILVA; CORONEL; DA SILVA, 2016).

A indústria de exportação de minério de ferro na Austrália começou com o levantamento do embargo de exportação em dezembro de 1960 seguido pela descoberta e desenvolvimento de grandes recursos de minério de ferro na região de Pilbara, na Austrália Ocidental, que atualmente é responsável por mais de 95% da produção de minério de ferro da Austrália. Isso exigiu um desenvolvimento significativo de infraestrutura em um ambiente árido desafiador, e a Goldsworthy Mining Ltd, que mais tarde foi adquirida pela BHP Billiton, foi a primeira empresa a enviar minério de ferro para o Japão em 1965. Isso foi seguido pelos primeiros embarques da Hamersley Iron Pty Limited em 1966 e Mount Newman Mining Co. Pty Ltd (agora BHP Billiton Iron Ore) em 1969. Em

1970, as exportações combinadas de minério de ferro da região de Pilbara aumentaram para 36 Mt/a, o que foi um grande feito na época devido às tecnologias e os recursos disponíveis e, em 1990, alcançaram cerca de 105 Mt/a de minério de embarque direto (DSO), principalmente da formação de ferro de Brockman de alto teor (LEOCADIO, 2014).

O crescimento da indústria de minério de ferro da Austrália continuou a uma taxa impressionante e as exportações de finos granulados e sinterizados alcançaram mais de 579 Mt/a em 2013, sendo os principais produtores atualmente Rio Tinto, BHP Billiton e Fortescue Metals Group (FMG) na região de Pilbara, com contribuições menores da Atlas Iron, Hancock Prospecting por meio de sua mina Hope Downs (joint venture com a Rio Tinto) e BC Iron (Holmes, 2013). Outros produtores incluem Mount Gibson Iron e Gindalbie Metals Ltd na região centro-oeste ao norte de Perth (finos de sinterização e concentrado de magnetita) e Cliffs Natural Resources na região de Yilgarn a leste de Perth (finos de sinterização) (FRANCO, 2015).

Além disso, o projeto Sino Iron da CITIC Pacific Mining em Pilbara exporta concentrado de magnetita, Arrium Mining na Península Eyre no sul da Austrália (Whyalla) produz pelotas de magnetita para consumo interno e exporta finos de sinter, a Grange Resources na Tasmânia exporta pelotas de magnetita e até recentemente, a Territory Resources no Território do Norte (Frances Creek) exportava finos de sinterização. Também houve contribuições menores (minério de magnetita e concentrado) de Ernest Henry Mining e Mt Moss Mining em Queensland, dependendo das condições de mercado (LOPES; DA SILVA; CORONEL, 2014).

Mudanças importantes na natureza das reservas e recursos de minério de ferro da Austrália também ocorreram em paralelo com a expansão massiva da indústria de minério de ferro. Novos tipos de minério, como minérios de hematita/goethita de depósitos na formação de ferro Marra Mamba, minério pisolítico de depósitos de ferro de canal (CIDs) e minérios detríticos de depósitos de ferro detríticos (DIDs) agora estão sendo minerados ou estão em desenvolvimento para aumentar as tonelagens de exportação e complementar

as reservas dos tradicionais minérios de classe premium Brockman de minas de classe mundial, como Mount Whaleback e Mount Tom Price, que sustentaram a indústria de exportação de minério de ferro desde seu início na década de 1960. Esses novos tipos de minério contêm muito mais goethita, podem ter um teor mais baixo e, em alguns casos, requerem processamento para otimizar a utilização dos recursos. O trabalho de pesquisa conduzido pela CSIRO e pela indústria australiana de minério de ferro nos últimos 15 anos foi fundamental para a introdução e colocação desses novos tipos de minério no mercado (COUTINHO, 2019).

A Rio Tinto é atualmente a maior produtora e exportadora de minério de ferro da Austrália, transportando minérios de hematita/goethita e pisolita (Brockman, Marra Mamba, CID e DID) das operações em Mount Tom Price, Paraburdoo, Eastern Ranges, Channar, Marandoo, Brockman, Nammuldi, Yandi, Mesa J, Mesa A, West Angelas e Hope Downs através de seus portos em Parker Point, East Intercourse Island e Cape Lambert. A capacidade de produção atual é de 290 Mt/a, com planos de expandir a produção para 360 Mt/a nos próximos anos (FERNANDES, 2015).

BHP Billiton Iron Ore (2013) é o próximo maior produtor, atualmente exportando minérios de hematita, hematita/goethita e pisolita das operações no Monte Whaleback; corpos de minério de satélite 18, 23, 24, 25, 20 e 30; Jimblebar; Área C; e Yandi via ancoradouros em Nelson Point e Ilha Finucane no porto interno de Port Hedland. A capacidade de produção atual é de 220 Mt/a, com planos de expansão para 270 Mt/a (CARNEIRO, 2017).

O terceiro maior produtor é a FMG (2013), atualmente exportando minério de hematita/goethita de Cloudbreak e Christmas Creek e minérios de hematita/goethita e pisolita do recém-estabelecido Solomon Hub da empresa por meio de seu porto Herb Elliott em Port Hedland. A produção em 2013 foi de pouco mais de 80 Mt/a, com infraestrutura instalada para expandir para 155 Mt/a (GENENA et al., 2015).

As minas de minério de ferro na Austrália, céu aberto, sendo o minério preferencialmente extraído por métodos convencionais de perfuração e

explosão. No entanto, parte do minério de menor dureza extraído por escavação livre, os mineradores de superfície são usados em várias minas, principalmente nas operações da FMG. A Austrália tradicionalmente produz DSOs com processamento mínimo, muitas vezes envolvendo vários estágios de britagem e peneiramento para produzir produtos granulados e finos de sinterização, que são armazenados e misturados no local e/ou no porto antes da exportação. No entanto, os novos tipos de minério mais complexos agora em desenvolvimento muitas vezes requerem processamento adicional para atingir o teor exigido (VILELA, 2016).

Conseqüentemente, vários métodos de separação física não magnética, como depuradores, gabaritos, espirais, hidrociclones e tambores médios pesados e ciclones são usados. Embora a separação magnética também seja usada para os minérios hematíticos, o desempenho é limitado devido à natureza dos minérios. Os concentradores estão localizados nas operações Mount Tom Price e Paraburdoo da Rio Tinto (JÚNIOR, 2016).

4.2.3. Brasil

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de minério de ferro fora da China. Os depósitos de minério de ferro no Brasil estão em grande parte localizados na bacia amazônica no estado do Pará e no “Quadrilátero Ferrífero” no estado de Minas Gerais. A maior mina de minério de ferro é Carajás, localizada no estado do Pará, que é totalmente detida e operada pela Vale, enquanto a segunda maior é a mina Samarco Alegria localizada no estado de Minas Gerais, que pertence e é operada como uma joint venture 50:50 entre a Vale e a BHP Billiton. A Vale é a maior produtora individual com reservas totais de minério de ferro de cerca de 14 Bt em termos de teor de ferro e também a maior produtora de minério de ferro do mundo como empresa, produzindo cerca de 300 Mt de minério de ferro e 39 Mt de pelotas de minério de ferro em 2013, que representou mais de 80% do total das exportações de minério de ferro do Brasil (CUNHA et al., 2019).

Os outros importantes operadores de mineração de minério de ferro no Brasil são a Samarco com uma produção anual de pelotas de cerca de 22 Mt, a MMX Mineração e Metálicos SA com uma capacidade de produção anual de cerca de

10 Mt e a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) com uma capacidade de produção anual de cerca de 28 Mt. Além disso, a Usiminas opera quatro minas em Serra Azul, no estado de Minas Gerais, que têm uma capacidade de produção combinada de 12 Mt/a para alimentar as siderúrgicas da empresa no Brasil (DA SILVA et al., 2015).

Os recursos e reservas de minério de ferro da Vale podem ser de alto teor, as reservas da mina de Carajás no sistema norte em particular consistindo em cerca de 18 Bt de minério de hematita com um teor médio de minério de ferro de cerca de 65-66% Fe em comparação com 62- 63% Fe para as minas Rio Tinto e BHP Billiton na Austrália. Embora isso possa ser uma vantagem para a Vale e o Brasil, a proximidade geográfica da Austrália com o principal mercado chinês compensa a vantagem de nota do Brasil. Para lidar com a desvantagem de embarque do Brasil, a Vale começou a usar grandes transportadores de minério a granel (Valemax), capazes de embarcar cargas de mais de 400.000 toneladas para reduzir os custos de transporte. Por outro lado, as reservas de minério de ferro do estado de Minas Gerais nos sistemas sul e sudeste contêm altos níveis de itabirito e teores médios de ferro de 35–50% Fe. O itabirito é uma hematita de quartzo bandado e, conseqüentemente, requer beneficiamento, geralmente usando uma combinação de ciclones e flotação reversa, para atingir graus de embarque em torno de 63% Fe (JUNIOR, 2020).

As operações de minério de ferro da Vale estão distribuídas por quatro sistemas, a saber, os sistemas norte, sudeste, sul e centro-oeste. O sistema norte compreende a mina de alto teor de Carajás, que produz minério granulado, finos de sinterização, pellet feed e feed especial para redução direta. Os produtos são escoados pelo Terminal de Ponta da Madeira, sendo as pelotas produzidas na usina de pelotização de São Luís antes do embarque. As minas do sistema sudeste estão localizadas no Quadrilátero Ferrífero do estado de Minas Gerais e incluem as minas de Itabira, Minas Centrais e Mariana. Os produtos incluem finos de sinterização, granulado e pellet feed, que são transportados para o Porto de Tubarão em Vitória para exportação, com o pellet feed sendo pelotizado em uma das oito unidades de pelotização da Vale/Joint Venture antes de exportar (PEREIRA, 2013).

As minas do sistema sul também estão localizadas no Quadrilátero Ferrífero e compreendem quatro minas e usinas de beneficiamento no complexo Minas Itabirito, três minas e uma usina de beneficiamento no complexo Vargem Grande, e quatro minas e três usinas de beneficiamento no complexo Paraopeba. Os produtos incluem finos de sinterização, granulado, pellet feed e um produto especial chamado hematitinha, usado principalmente por produtores brasileiros de ferro-gusa. Devido aos altos níveis de itabirito nos minérios dos sistemas sul e sudeste, esses minérios são beneficiados. Ciclones acoplados à flotação reversa são comumente usados para remover a ganga de sílica dos minérios itabiríticos nos sistemas sudeste e sul. Por fim, o sistema Centro-Oeste compreende as minas pequenas, mas de alto teor, de Corumbá e Urucum, que produzem granulado e finos de sinterização (GAGGIATO, 2010).

A Samarco opera a mina Alegria em Minas Gerais como uma joint venture entre a BHP Billiton e a Vale, com reservas de minério de 2,1 Bt. O minério é beneficiado no concentrador de Germano e bombeado na forma de polpa por um duto de 400 km até o complexo de Ubu, onde é beneficiado e pelotizado em uma das quatro usinas de pelotização de grade reta. Após uma expansão recente, a capacidade de pelotização é agora 30,5 Mt/a (SILVA, 2013).

4.2.4. Índia

A Índia produziu cerca de 150 Mt de minério de ferro em 2013, com reservas estimadas em cerca de 8,1 Bt contendo 5,2 Bt de ferro. Os principais depósitos econômicos de minério de ferro na Índia estão distribuídos em cinco zonas amplas, as primeiras quatro zonas (A – D) sendo responsáveis pela mineralização de hematita/goethita e a zona E sendo predominantemente responsável pela mineralização de magnetita. Os nomes mais comuns usados na Índia para descrever os tipos de minério de ferro são hematita quartzita bandada (BHQ), hematita jaspe bandada (BHJ) e quartzita magnetita bandada (BMQ) (CARVALHO, 2017).

Quase toda a produção atual de minério de ferro na Índia vem das reservas de hematita/goethita (BHQ/BHJ). Embora também existam recursos substanciais de magnetita na Índia, eles não são explorados porque estão localizados nas áreas ambiental e ecologicamente sensíveis de Western Ghats, que é um Patrimônio Mundial da UNESCO na Índia e um dos oito "pontos mais quentes" da diversidade biológica no mundo. A produção de minério de ferro está principalmente espalhada por seis estados indianos, isto é, Jharkhand, Odisha (anteriormente Orissa), Madhya Pradesh, Chhattisgarh, Karnataka e Goa, o maior estado produtor em 2012-2013 sendo Odisha (47%), seguido por Chhattisgarh (21%), Jharkhand (13%), Goa (8%) e Karnataka (8%). Ao contrário da Austrália e do Brasil, as minas de minério de ferro na Índia são numerosas e relativamente pequenas em tamanho, com 270 minas em 2012–2013 relatando números de produção de minério de ferro (CARVALHO, 2014).

A propriedade das empresas de mineração na Índia abrange o setor público responsável por 39% da produção e o setor privado responsável pelos 61% restantes da produção, com a estatal National Mineral Development Corporation (NMDC) sendo a maior produtora de minério de ferro (~21%), seguida pela Steel Authority of India (SAIL) (~16%) e Tata Steel Limited (12%) do setor privado. Os cinco principais produtores, a saber, NMDC, SAIL, Tata Steel Limited, Rungta Mines Limited e Sarda Mines Private Limited, têm um total de 22 minas, que representaram 58% da produção total de minério de ferro na Índia em 2012–2013 (CUNHA et al., 2019).

A Índia é quase totalmente autossuficiente com respeito ao minério de ferro, mas as reservas atuais têm uma vida útil limitada de 15 a 20 anos no ritmo atual de produção de aço. Portanto, com as reservas de alto teor sob ameaça de esgotamento, apesar da revisão do valor limite para as reservas de minério de ferro para 35-45% Fe, dependendo do tipo de minério, agora é obrigatório para a indústria de mineração examinar a exploração dos enormes recursos/reservas de minérios de ferro de baixo/baixo teor na Índia, que no passado não teriam sido desenvolvidos (JÚNIOR, 2016).

Além disso, uma tarifa de exportação de 30% foi imposta sobre as exportações de minério de ferro de alto teor com o objetivo de preservar as reservas/recursos de minério de ferro de alto teor da Índia para uso doméstico. Essa tarifa de exportação, junto com uma taxa de royalties de 15%, proibições de mineração, fechamento de minas e vencimento de arrendamentos, teve um grande impacto na produção e exportação de minério de ferro da Índia nos últimos 5 anos. De acordo com o Indian Bureau of Mines, a produção de minério de ferro na Índia em 2009-2010 foi de 218 Mt, mas caiu para 152 Mt em 2013-2014. A redução nas exportações foi ainda mais dramática, caindo de mais de 105 Mt em 2008–2009 para apenas cerca de 15 Mt em 2013–2014 (JÚNIOR, 2016) (DE MOURA JR et al., 2018).

A sinterização e pelotização são incentivadas na Índia para aumentar a utilização de finos de minério de ferro. Portanto, a Índia tem uma capacidade instalada de sinterização de cerca de 40 Mt/a (números de 2010) e uma capacidade de pelotização instalada de cerca de 30 Mt/a (números de 2010), embora a produção de sinter e a produção de pelotas estejam significativamente abaixo desses números (MILANEZ; MANSUR; WANDERLEY, 2019).

“Haverá essa queda de demanda da China, mas ela vai ser, até um certo ponto, balanceada por um aumento de demanda na Índia”, debatem os analistas da Wood Mackenzie. “Este país agora é o mais populoso do mundo e suas taxas de urbanização ainda são muito baixas, na casa dos 35%. O consumo de aço por lá ainda é baixo mesmo na comparação com outros países emergentes” (AZEVEDO, VITOR, 2023).

“A China tem uma dependência aí de cerca de 80% das importações. Quando a gente vai falar em demanda por minério de ferro na Índia, o país tem muitos recursos pouco explorados. Isso depende muito dos investimentos a serem feitos, mas, ao nosso ver, a tendência é que a dependência ao minério que vem de fora será muito inferior na comparação” (AZEVEDO, VITOR, 2023).

4.2.5. Rússia

A Rússia produziu 102 Mt de minério de ferro em 2013, tornando-se o quinto maior produtor de minério de ferro depois da China, Austrália, Brasil e Índia. As reservas de minério de ferro do país são estimadas em cerca de 25 Bt,

contendo aproximadamente 14 Bt de ferro, com quase 60% das reservas localizadas na Anomalia Magnética de Kursk na Rússia europeia. Conseqüentemente, mais da metade da produção de minério de ferro da Rússia vem dessa área, com o restante da produção vindo dos Urais e da Sibéria (SALVADOR et al., 2016).

O maior produtor de minério de ferro da Rússia é a Metalloinvest (2013), produzindo cerca de 37% do concentrado de minério de ferro e finos de sinterização e 57% das pelotas de minério de ferro na Rússia em 2013. A empresa possui as duas maiores operações de mineração e processamento de minério de ferro no país, que estão localizados em Lebedinsky e Mikhailovsky (GENENA et al., 2015).

O outro grande produtor de minério de ferro na Rússia é Severstal (2013), que possui complexos de mineração e processamento de minério de ferro em Karelsky Okatysh e Olcon, no noroeste da Rússia. A empresa produz cerca de 20% das pelotas de minério de ferro da Rússia. A produção de finos de minério de ferro, concentrado e pelotas pela Metalloinvest e Severstal, que constitui a maior parte da produção da Rússia (SILVA, 2017).

4.3. DEMANDA DE MINÉRIO NO BRASIL

Para o volume total de minério de ferro produzido internamente no Brasil, sendo destinado 14% para o mercado interno, onde 91% são conduzidos para o mercado siderúrgico e 9% para o setor de pelotização, os 86% produzido é exportado com destino a outros países (DEPEC, 2017, p.3).

Sendo os principais destinos do minério de ferro produzido no Brasil no ano de 2016 foram a China com 55,4%, seguido do Japão com 8,08%, Países Baixos com 6,14%, Malásia com 5,24% e Coreia do Sul com 2,74% (DEPEC, 2017, p.3).

O maior mercado para o minério de ferro produzido no Brasil é o chinês, sendo considerado o principal consumidor da demanda produzida nos

últimos anos. O país importou mais da metade do volume produzido da *commodity* brasileira no ano de 2016 (55,4%, MDIC, 2017), sendo destinado como insumo no setor siderúrgico (BNDES, 2016, p.332).

4.4. ANÁLISE DE PREÇOS DO MINÉRIO DE FERRO

Os fundamentos do mercado de aço enfraqueceram consideravelmente durante o segundo semestre de 2018. A OCDE, em seu *Steel Market Developments Q2 2019* aponta para importantes ventos contrários que persistem para a indústria do aço. Isso inclui um enfraquecimento das perspectivas econômicas globais, o aumento dos atritos comerciais, o excesso de capacidade e uma aceleração dos investimentos em capacidade (JUNIOR, 2020).

A produção mundial de aço bruto cresceu para 1.808 milhões de toneladas métricas (mt) em 2018, um novo recorde global. Isso representa um aumento de 4,5% em relação a 2017, e o terceiro ano consecutivo de crescimento (XIAOWEN, 2020).

A produção chinesa de aço bruto aumentou 57 milhões de toneladas em 2018, um aumento de 6,6%, em comparação com um aumento de 3% em 2017. Com 928 milhões de toneladas, a China continua a ser, de longe, o maior produtor. A produção do segundo maior produtor, Índia, foi de 107 milhões de toneladas de aço bruto em 2018. Em 2018, 51% do total mundial de aço bruto foi produzido na China, um ligeiro aumento em relação ao ano anterior (DE QUEIROZ; MORAES, 2021).

De acordo com a OCDE, a capacidade global de produção de aço permaneceu quase inalterada em 2018, após declínios na capacidade para 2016 e 2017. A atual capacidade global de produção de aço é calculada pela OCDE em 2.234 milhões de toneladas, uma diminuição de cerca de 0,3% ou um pouco mais de 6 milhões de toneladas a partir dos números revisados de 2017 (DA SILVA; DANEU; SANTOS, 2019).

A lacuna entre a capacidade e a produção diminuiu ainda mais ao longo de 2018, visto que a produção aumentou enquanto a capacidade diminuiu ligeiramente. A OCDE estima que a utilização da capacidade global (produção de aço como porcentagem da capacidade) seja 81% acima de 77,2% em 2017. A utilização da capacidade não tem estado em um nível tão alto desde 2008 (ROCHA, 2020).

Desde o ano 2000, a capacidade global de produção de aço aumentou em 1.178 milhões de toneladas. Enquanto isso, a produção de aço no mesmo período, 2000-2018, aumentou de 848 milhões de toneladas para 1.808 milhões de toneladas. Portanto, o excesso de capacidade aumentou de 208 milhões de toneladas métricas em 2000 para 426 milhões de toneladas métricas em 2018. No entanto, expresso como taxa de utilização, esta é uma melhoria de 80% em 2000 para os 81% discutidos anteriormente em 2018. Em 2015, a taxa de utilização foi a mais baixa durante os últimos anos e caiu para 70%. Neste ano (2015) também é o ano com a maior capacidade registrada de 2.334 milhões de toneladas. Desde então, mais capacidade de aço foi fechada do que a instalada, ao mesmo tempo que aumentou a produção de aço bruto (DE MOURA JÚNIOR, 2021).

Atualmente existem novos projetos adicionando 88 milhões de toneladas de capacidade bruta programada para entrar em operação durante o período de 2019-2022. Além disso, cerca de 22 milhões de toneladas de aumentos de capacidade adicionais estão em fase de planejamento para uma possível partida durante o mesmo período. A China, por outro lado, planeja fechar e reestruturar sua indústria siderúrgica, o que deve reduzir lentamente a capacidade do país (RODRIGUES; DE MATTOS, 2021).

As exportações globais de produtos de aço acabado e semi-acabado atingiram 457 milhões de toneladas em 2018, queda de 1,3% em relação aos 463 milhões de toneladas em 2017, o segundo ano de quedas consecutivas no comércio de aço. A China é o principal exportador com 69 milhões de toneladas ou 15% do total das exportações, queda de 8,0% em relação aos 75 milhões de toneladas em 2017. A UE exportou um total de 147 milhões de toneladas, das quais 119 foram vendidas para outros países da UE. Outros importantes países

exportadores são: Japão 36 milhões de toneladas, Rússia 33 milhões de toneladas e Coréia do Sul 30 milhões de toneladas (COUTINHO, 2019).

A recuperação da demanda global de aço a partir de 2016 apoiou uma recuperação nos preços do aço de seus pontos baixos em 2015 e no início de 2016. Os preços do aço, que têm tendência de queda desde 2011, aumentaram acentuadamente em 2016 e continuaram a aumentar durante 2017 e 2018. Desde maio de 2018, quando ambos estáveis e os preços do vergalhão atingiram uma alta, os preços caíram de forma constante. Os níveis de preços dos futuros do aço, medidos no NYMEX, também apontam para a queda dos preços do aço no curto prazo (CAETANO et al., 2021).

Os preços das principais matérias-primas da siderurgia (minério de ferro, carvão metalúrgico e sucata) caíram entre o início de 2011 e o final de 2015, início de 2016, contribuindo para a redução dos custos de produção de aço. Os preços das três principais matérias-primas começaram a se recuperar. A margem entre os custos das matérias-primas e os preços do aço aumentou entre 2013 e o segundo semestre de 2016 quando, devido ao forte aumento no preço do carvão metalúrgico, as margens caíram drasticamente. Desde então, as margens aumentaram, mas em 2018 as margens caíram, mas ainda eram bastante altas em comparação com os últimos 10 anos (BATISTA, 2021).

4.4.1. Produção de minério de ferro

A produção global de minério de ferro aumentou modestos 1,1% para 2.241 milhões de toneladas em 2018. O aumento é dividido entre vários países produtores. A Austrália continua a crescer mais rápido que o Brasil em termos absolutos e adicionou cerca de 16 milhões de toneladas à sua produção, enquanto o Brasil adicionou cerca de 13 milhões de toneladas ao longo do ano. Em 2018, o primeiro cresceu 1,8%, para 901 milhões de toneladas, e o segundo, 2,9%, para 448 milhões de toneladas (MACHADO; CARRARA, 2020).

A produção asiática, que atingiu um pico em 2007 com 647 milhões de toneladas, diminuiu consideravelmente desde então, principalmente devido à redução da

produção na China e na Índia. No entanto, em 2016, a produção chinesa atingiu o fundo do poço em torno de 100 milhões de toneladas e a produção aumentou em 2017 e 2018, quando atingiu cerca de 146 milhões de toneladas. Os números da produção nacional chinesa de minérios não beneficiados diminuíram 40% para 793 milhões de toneladas em 2018. Na Índia, a tendência de queda mudou, com um aumento na produção desde 2014. Em 2018 a produção cresceu para 205 milhões de toneladas, aumento de 1,4% (BRANDÃO; VOGT, 2020).

Na Europa, incluindo a Comissão de Estados Independentes, a produção aumentou 6,7% em 2018, para 231 milhões de toneladas. A produção africana caiu 3,1% para 83 milhões de toneladas em 2018, e a produção dos dois principais países produtores, África do Sul e Mauritânia, ambos diminuíram, o primeiro 1,6% e o segundo 8,6%. Durante a última década, com o aumento excepcional da produção da Austrália e a queda da produção na China, a parcela do minério de ferro produzida pelos países em desenvolvimento diminuiu dos níveis máximos de 76% em 2007 para cerca de 45% em 2018 (GUIMARÃES; DA SILVEIRA, 2019).

4.4.2. Comércio de minério de ferro

As exportações globais de minério de ferro aumentaram 2,1% em 2018. As exportações mundiais de minério de ferro aumentaram cerca de 64% durante os últimos 10 anos e chegaram a 1.584 milhões de toneladas em 2018 em comparação com 1.552 milhões de toneladas em 2017. A Austrália é de longe o maior exportador de minério de ferro com participação de mercado de 53%, um aumento de um ponto percentual em relação ao ano passado. Durante 2018, as exportações da Austrália continuaram a aumentar, atingindo 835 milhões de toneladas, um aumento de 2,8%. Segundo maior exportador, o Brasil tem participação de mercado de 25%, também um aumento de um ponto percentual em relação ao ano passado. As exportações brasileiras cresceram 2,7% em 2018 e chegaram a 390 milhões de toneladas (CUNHA et al., 2019).

A África do Sul exportou 63 milhões de toneladas de minério de ferro em 2018, o que a torna o terceiro maior exportador. A Ucrânia com 58 milhões de

toneladas é a quarta maior, seguida pelo Canadá com 47 milhões de toneladas. Juntos, os cinco países exportadores de minério de ferro mais importantes representaram 88% do total das exportações em 2018, ante 86% em 2017. As exportações da Índia caíram drasticamente em 2018, queda de 35%, atingindo 19 milhões de toneladas, o país provavelmente se tornará um importador líquido de minério de ferro à medida que a produção doméstica de aço aumenta (DE MOURA JÚNIOR, 2021).

Só a China responde por 68% do total das importações. Durante 2018, as importações de minério de ferro do país caíram 1%. A última redução nas importações anuais de minério de ferro chinês ocorreu em 2010. Durante 2018, a China também aumentou sua produção de minério de ferro, mas a dependência das importações ainda é de 88%, o mesmo que no ano passado (RODRIGUES; DE MATTOS, 2021).

Em 2018, o comércio marítimo de minério de ferro aumentou 1,9%, para 1.527 milhões de toneladas. Como nos anos anteriores, o aumento deveu-se inteiramente ao aumento das importações chinesas. Minério. A produção global de pelotas em 2018 aumentou para 478 milhões de toneladas, um aumento de 0,7% em relação a 2017. As exportações de pelotas também cresceram em 2018 e chegaram a 141 milhões de toneladas, um aumento de 0,8%. Os maiores exportadores de pelotas de minério de ferro estão em ordem: Brasil, Suécia, Ucrânia, Canadá e Rússia (MILANEZ; MANSUR; WANDERLEY, 2019).

A participação das pelotas na produção total de minério de ferro diminuiu desde o final da década de 1990, quando oscilava entre 26% e 27%. O rompimento da barragem de Mariana e o consequente fechamento das unidades de produção da Samarco reforçaram a sensibilidade da demanda de pelotas às condições e preços do mercado mundial. Em 2017, a participação das pelotas no total de minério de ferro produzido foi de 22%, ante 21% no ano anterior, 2016 (ROCHA, 2020).

4.4.3. Preços do minério de ferro

Os preços do minério de ferro, 62% Fe CFR China, em 2018 estavam relativamente estáveis e oscilaram entre US \$ 60/mt e US \$ 80/mt. O ano passado (2018) começou com US \$ 74/mt e atingiu seu pico já em janeiro em US \$ 78/mt. Seguiu-se um declínio gradual que levou o preço para US \$ 63/mt em abril, de onde uma lenta subida decolou. No final do ano, o preço era de US \$ 69/mt. O preço médio para 2018 foi de US \$ 69/mt, uma queda de 1,5% em relação a 2017 (DA SILVA; DANEU; SANTOS, 2019).

Em 25 de janeiro de 2019, a barragem de rejeitos de Brumadinho operada pela Vale colapsou, gerando pelo menos 248 vítimas. A catástrofe aconteceu três anos e dois meses após o desastre da barragem de Mariana. Este último evento paralisou a produção da Samarco, que operava a barragem, desde então. O desastre mais recente retirou do mercado uma capacidade estimada de 90 milhões de toneladas métricas inicialmente. Com a reabertura das operações da Vale, esse número foi reduzido para cerca de 60 milhões de toneladas, o que efetivamente empurrou para cima o preço do minério de ferro. A partir de janeiro de 2019, o preço decolou e atingiu o pico no início de julho de US \$ 123/mt. Uma forte queda no preço do minério de ferro ocorreu em agosto, quando ele perdeu cerca de 30% de seu valor anterior. No entanto, o preço desde então se estabilizou pouco mais de US \$ 90/mt. Isso é, em comparação com a maioria das previsões de anos anteriores, um preço alto. O preço médio até agora, 2019, até meados de outubro, é de US \$ 94/mt, um aumento em relação ao preço médio do ano passado de 36% (DE QUEIROZ; MORAES, 2021).

Os fundamentos e a mecânica do novo sistema de precificação de minério de ferro no mercado spot são, após cerca de 10 anos, amplamente aceitos e funcionando bem. Mas o mercado ainda está evoluindo com, por exemplo, mais qualidades sendo monitoradas. Quando o modelo de precificação de referência caiu por terra em 2009/2010, as qualidades dominantes de 62% Fe exportadas da Austrália se tornaram a base de precificação mundialmente reconhecida. O preço do Fe 62% funcionou bem como base para o estabelecimento de preços de várias qualidades ao longo dos anos de expansão, já que a maioria das siderúrgicas lutava para obter minério de ferro suficiente para alimentar seus altos-fornos. Nos últimos anos, compradores e vendedores começaram a

questionar o sistema de preços do mercado à vista. Os vendedores afirmam que minimiza o valor em uso para minérios de alto teor, visto que a grande maioria dos minérios comercializados é de médio ou baixo teor. Os compradores questionam, pois, a maioria das quantidades usadas para estabelecer o índice de preços de 62% Fe baseia-se no minério comercializado por apenas um produtor. O aumento global da produção de minério de ferro durante a última década consistiu principalmente de minérios de qualidade inferior com teor de ferro inferior a 62% Fe. O minério de ferro médio importado para a China estava, por exemplo, perto de 61% Fe em 2018. Ultimamente, tem havido um impulso global para a melhoria da produtividade do aço e a China tem tentado reduzir os problemas ambientais e diminuir o desperdício de energia. Ambas as tendências beneficiam teores mais elevados de minério de ferro (XIAOWEN, 2020).

4.5. PERSPECTIVAS DE MERCADO

Durante 2018, a produção mundial de aço bruto aumentou 4,5% ou 78 milhões de toneladas. Nos primeiros nove meses de 2019, o crescimento global do aço era estimado em 4,4% com relação ao mesmo período do ano anterior. Apontando para um crescimento contínuo da indústria. A China sozinha responde por mais da metade da produção de aço bruto globalmente e a essa produção cresceu 9,1% nos primeiros nove meses de 2019 quando comparado com o mesmo período de 2018. No entanto, a produção chinesa tem tendências de diminuição durante os meses de inverno, devido a restrições governamentais às emissões de poluentes, e o crescimento total ao longo do ano provavelmente será menor do que o valor atual projetado (CAETANO et al., 2021).

O Short Range Outlook da World Steel Association em outubro de 2019 para o uso mundial de aço, projetou um aumento na demanda mundial em 3,9% em 2019, seguido por um aumento de 1,7% em 2020 em comparação com um crescimento de 4,6% em 2018, que representa 49% da demanda mundial total em 2018, deve aumentar 7,8% em 2019 e 1,0% em 2020. Em comparação com a previsão anterior da World Steel Association em outubro de 2018, o crescimento global em 2019 era de 1,4% (BATISTA, 2021).

A China está se movendo em direção a um menor crescimento do PIB, bem como uma sociedade onde o consumo, e não os investimentos, é a força motriz das atividades econômicas. Isso deve impactar negativamente o potencial de crescimento da demanda por aço. Com o menor crescimento do aço, a proporção de sucata da carga de aço também aumentará à medida que mais e mais aço se torne disponível para reciclagem. Isso limitará o crescimento da demanda por unidades virgens de minério de ferro (MACHADO; CARRARA, 2020).

Globalmente, o crescimento na produção de ferro-gusa aumentou 2,3% ou 28,4 milhões de toneladas e o ferro reduzido direto (DRI) aumentou 13% ou 11 milhões de toneladas em 2018. Isso geraria uma demanda adicional de cerca de 61 milhões de toneladas de minério de ferro globalmente. A produção global de minério de ferro em 2018 aumentou 23 milhões de toneladas, menos que a demanda. O mercado de minério de ferro foi, portanto, bastante equilibrado durante 2018, com preços estáveis. Mas com o desastre da barragem de Brumadinho em janeiro, o mercado de minério de ferro entrou em claro déficit e os preços do minério de ferro estiveram altos até agora em 2019 (BRANDÃO; VOGT, 2020).

O preço spot de finos com 62% de ferro entregues na China provavelmente permanecerá relativamente alto pelo resto de 2019, com a ressalva de que a demanda de minério de ferro da China pode cair durante os meses de inverno, causando um reabastecimento nos portos chineses. No entanto, olhando para o crescimento do aço em 2020, conforme discutido anteriormente, está previsto ser menor do que 2019. Além disso, como apontado, a sucata pode assumir uma parcela maior do fardo do que anteriormente. Em combinação com a conclusão do S11D da Vale e o aumento gradual da produção e exportação da Vale, bem como de outros grandes produtores australianos produzindo no pico de capacidade, a Rio Tinto estima um aumento na produção de cerca de 12% para o ano financeiro de 2020 e BHP projeta alta da ordem de 2% para 2019, o mercado de minério de ferro deve se reajustar (MDIC, 2021).

A capacidade de produção de minério de ferro provavelmente aumentará mais rápido do que a demanda de minério de ferro, o que deve colocar o preço spot do minério de ferro 62% Fe sob pressão, uma visão consensual é de um preço em torno de US \$ 70/mt para 2020 (DE MOURA JÚNIOR, 2021).

A dispersão de preços entre os minérios de ferro de baixa, média e alta qualidade deve, no entanto, permanecer ampla. Parece haver um excesso de minérios de baixa qualidade e um déficit de produtos de minério de ferro de alta qualidade, especialmente pelotas. Se esta situação persistir, poderá ocorrer uma redução da produção de certos mineiros de baixa qualidade. Os produtores de minérios de alta qualidade podem, em vez disso, aumentar sua produção (GUIMARÃES; DA SILVEIRA, 2019).

4.6. STATUS E DESAFIOS DA TECNOLOGIA

Embora a indústria de mineração de minério de ferro às vezes seja vista como uma simples operação de extração, a indústria é ferozmente competitiva internacionalmente e está sob pressão considerável no momento para reduzir custos devido à recente grande queda nos preços do minério de ferro. Conseqüentemente, o nível de tecnologia adotado pela indústria é alto e, muitas vezes, bastante avançado. Exemplos de desenvolvimentos de ponta recentes para reduzir os custos operacionais incluem a introdução de caminhões sem condutor em uma série de operações de Pilbara australiana e nos trens sem condutor de longo prazo, bem como o uso de mineradores de superfície em vez da perfuratriz convencional, método de mineração onde o minério é escavado livremente (CUNHA et al., 2019).

O desenvolvimento e a implementação de tecnologias para controle remoto de operações de mineração e processamento na Austrália e na Suécia também estão, sem dúvida, na vanguarda em termos de aplicações de tecnologia na indústria de mineração de minério de ferro. Tanto a Rio Tinto quanto a BHP Billiton abriram recentemente centros de operação remota em Perth, Austrália, que pela primeira vez permitem que a cadeia de abastecimento total seja visualizada e amplamente controlada em tempo real, permitindo que os

operadores metropolitanos tomem decisões oportunas e aumentem a produtividade enquanto simultaneamente removendo-os de um local de alto risco. Essas instalações utilizam tecnologias de ponta para controle e gerenciamento de caminhões de transporte, controle de trens e controle de instalações fixas em operações portuárias e de mina e sistemas de circuito fechado de TV e rádio para comunicação com locais remotos (DE MOURA JR et al., 2018).

Novas tecnologias de detecção para perfilagem de fundo de poço, análise in situ na plataforma de perfuração, perfilagem de núcleo de perfuração, análise de face e análise online também são utilizadas. Outro exemplo de automação é a introdução de laboratórios de preparação e análise de amostras robóticas em todo o mundo, mais uma vez com o objetivo de longo prazo de reduzir custos operacionais e tornar o local de trabalho mais seguro e menos trabalhoso. Outros desenvolvimentos para reduzir custos e melhorar o grau e a recuperação de concentrados incluíram moagem agitada para moagem fina, micro-triagem para remover minerais de ganga, flotação de partículas grossas e finas e a aplicação de biotecnologias (MILANEZ; MANSUR; WANDERLEY, 2019).

Apesar desses desenvolvimentos de ponta, desafios substanciais ainda enfrentam a indústria internacional de minério de ferro nos próximos 10-20 anos, à medida que as reservas de minério de alto teor em todo o mundo continuam a cair e tipos de minério alternativos precisam ser desenvolvidos para substituí-los, incluindo minérios de hematita/goethita progressivamente mais baixos, minérios de magnetita e minérios polimetálicos, como os atualmente explorados na China, que são de baixo teor, complexos em mineralogia e finos em grãos. Esses minérios exigirão trituração e moagem para liberar os minerais valiosos, seguidos por processos de concentração, como separação por gravidade, separação magnética, flotação, lixiviação e bioprocessamento para produzir produtos de alto grau adequados para o processamento posterior subsequente (ROCHA, 2020).

Consequentemente, haverá uma necessidade contínua de melhorar as eficiências de moagem e separação para maximizar a produtividade e reduzir os

custos de produção, bem como reduzir a produção de produtos residuais, consumo de água, emissões gasosas de impacto ambiental. Mais especificamente, alguns dos principais desafios enfrentados pela indústria de minério de ferro são os seguintes (CARVALHO, 2017):

- Desenvolvimento de métodos de mineração mais eficientes, por exemplo, para maximizar a produção granulada dos novos tipos de minério que tendem a ser mais altamente hidratados e mais friáveis do que os minérios tradicionais de alto teor

- Redução do consumo de energia na moagem de minérios antes do beneficiamento, particularmente para magnetita e minérios polimetálicos

- Desenvolvimento de processos de beneficiamento mais eficientes para a remoção de componentes de ganga, como alumina, sílica e fósforo, minimizando a perda de unidades de ferro

- Desenvolvimento de processos econômicos de desidratação e secagem para os novos tipos de minério devido à sua alta porosidade conforme a mineração se move progressivamente abaixo do lençol freático em alguns países, particularmente na Austrália

- Minimizando o consumo de água em ambientes áridos durante o beneficiamento de minérios de baixo teor, especialmente na Índia

- Desenvolvimento de métodos de processamento a seco para beneficiamento de minério de ferro onde a água é escassa

- Melhoria contínua e desenvolvimento de métodos para neutralizar o efeito adverso do aumento do teor de alumina na qualidade e produtividade do sinter

- Redução de emissões tóxicas na sinterização e pelotização de minérios de ferro, incluindo dioxinas, e redução das emissões de CO₂ e pegadas de carbono

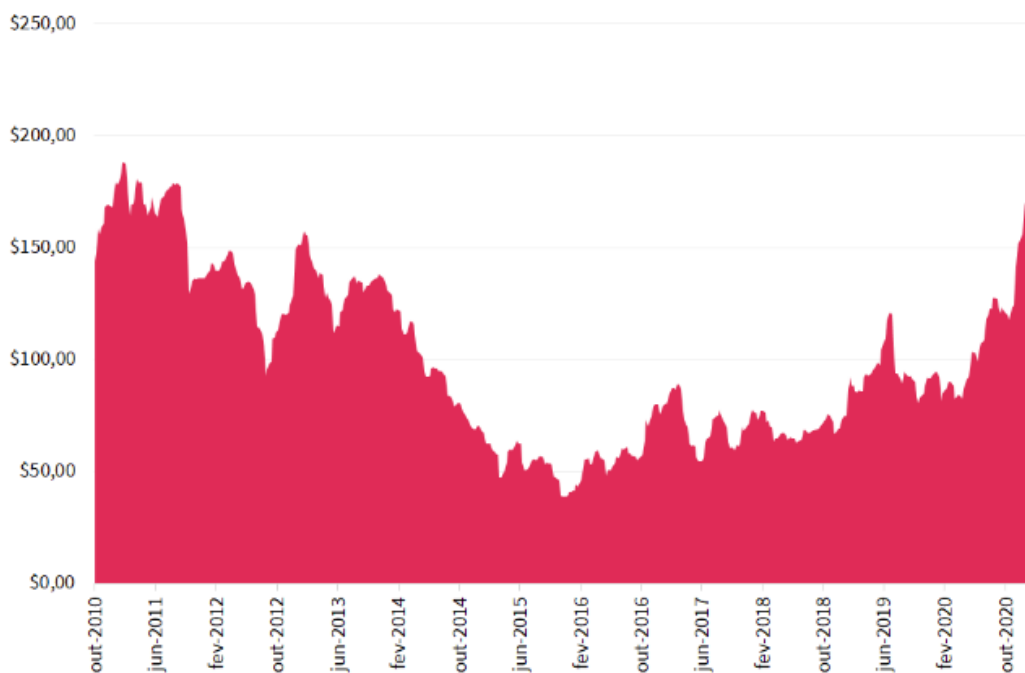
- Minimização da geração de poeira durante o manuseio e processamento devido às crescentes restrições ambientais

- Reabilitação do local da mina para mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos nas comunidades locais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a recém expansão da indústria de minério de ferro proveniente do crescimento da China e da carência de aço para o desenvolvimento de infraestrutura e construção, aparentemente chegou-se ao pico, e os preços do minério de ferro caíram aproximadamente 40% para valores menores de US \$ 80 por tonelada em setembro de 2014 de um valor anterior de US \$ 130 por tonelada (CFR China) em janeiro de 2014, sendo proveniente de uma alta histórica de mais de US \$ 180 por tonelada no ano de 2011 (ver Gráfico 1) (JUNIOR, 2020).

Gráfico 1 - Flutuação nos preços do minério de ferro de 2010 a 2020.



Fonte: Batista (2021), adaptado

A queda no preço do minério de ferro é proveniente do desaquecimento do mercado chinês e do excesso de oferta de minério de ferro pelas principais empresas do setor. Essa conjuntura coloca uma pressão considerável sobre os produtores de minério de ferro, e aqueles com o custo mais alto são demandados a reduzir estes custos, e até mesmo os grandes produtores, como BHP Billiton, Rio Tinto, Vale, FMG, estão reduzindo os níveis de pessoal e os custos

operacionais para melhorar as margens de lucro, sendo o foco principal maximizar a produtividade (LEOCADIO, 2014).

O crescimento econômico global em 2018 atingiu 3,6%, de acordo com a atualização do World Economic Outlook de outubro do FMI, caindo de 3,8% apurado em 2017, e com a previsão de cair para 3% em 2019. A previsão de 2019 é um rebaixamento de 0,3% em relação ao relatório anterior do FMI demonstrando os problemas que a economia global enfrenta neste período. Ou, como diz o FMI, “a economia global está em desaceleração sincronizada” (COUTINHO, 2019).

Ainda segundo Coutinho (2019), o crescimento moderado é uma consequência do aumento das barreiras comerciais, elevada incerteza em torno do comércio global e geopolítica, baixo crescimento da produtividade e envelhecimento da população. Com relação ao minério de ferro, é relevante notar que o FMI espera que os países não-exportadores de commodities superem os países exportadores, principalmente entre os países em desenvolvimento.

Os riscos de baixa para as previsões do FMI são ainda mais “elevados”: Sinais negativos de embargos comerciais e incertezas geopolíticas, incluindo o BREXIT, tem a tendência de dificultar o crescimento, a confiança e os investimentos. De acordo com o FMI, as políticas devem se concentrar em desfazer as barreiras comerciais e a credibilidade da economia global. Entretanto, embora a flexibilização monetária tenha apoiado o crescimento, é igualmente necessário reconhecer o risco associado à flexibilização monetária, devendo ser tomadas medidas para garantir que os riscos financeiros sejam reduzidos (COUTINHO, 2019).

O minério de ferro traz perspectivas negativas ao Brasil por causa dos problemas da China: Com a desaceleração da China, preços do minério de ferro decrescem e o Brasil é impactado com os efeitos desse cenário. A diminuição do consumo da China pressiona os preços negativamente, impactando os países exportadores de minério de ferro (CUNHA et al., 2019).

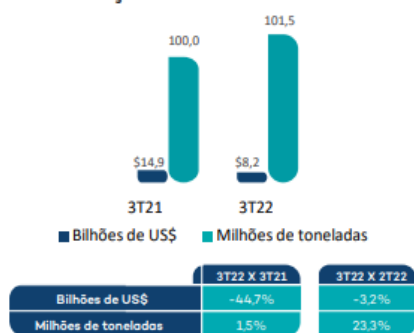
No período de 2013 a 2015, é observado que os preços spot do minério de ferro, apresentaram queda de -48,8% a/a atingindo o valor de 64,2 USD/MT seco em janeiro 2015, quando comparado com 125,4 USD/MT seco no mesmo período do ano anterior. A redução nos preços observada pode ser atribuída essencialmente ao excesso de oferta de projetos de mineração, bem como à reduzida demanda global. Em especial, a desaceleração do crescimento da China pressiona significativamente os preços para baixo (RODRIGUES; DE MATTOS, 2021).

No terceiro trimestre do ano de 2022 (3T22), o setor mineral registrou queda de 30% no faturamento, totalizando R\$ 75,8 bilhões (excluindo-se petróleo e gás), em relação ao 3T21 (R\$ 108,7 bilhões). Na comparação com o 2T22 (R\$ 57 bilhões), registra-se um aumento de 33%. A arrecadação da CFEM totalizou R\$ 1,96 bilhões, 40,5% menor que o 3T21 (R\$ 3,3 bilhões) e 8,8% maior que o 2T22 (R\$ 1,8 bilhões). As exportações minerais brasileiras alcançaram US\$ 11,6 bilhões, uma queda de 36,8% comparado ao 3T21 (US\$ 18,4 bilhões), conforme observado na figura 1.(IBRAM, 2023, p.1).

- China (63,18%);
- Malásia (6,04%);
- Barein (4,33%);
- Japão (3,89%);
- Omã (3,10%);
- Países Baixos (Holanda) (3,02%);
- Turquia (2,13%);
- Coreia do Sul (1,68%);
- Filipinas (1,68%);
- França (1,39%)

Figura 1. Os valores das exportações de minério de ferro e os principais destinos dos minérios (IBRAM, 2023, p.1).

EXPORTAÇÕES DE MINÉRIO DE FERRO



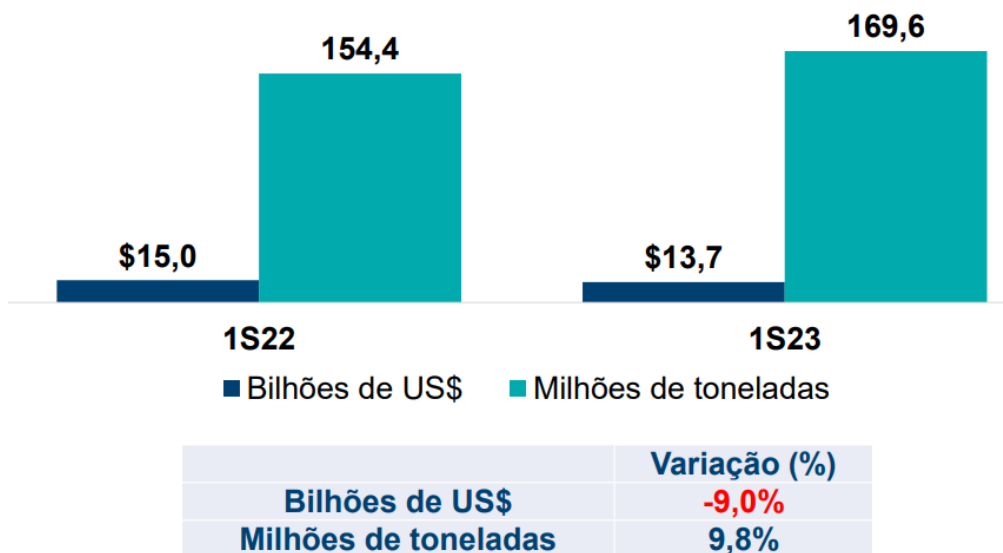
EXPORTAÇÕES - PRINCIPAIS DESTINOS

Ferro	China 72,2%; Malásia 5,9%; Japão 3,1%; Bahrin 3,1%; Omã 2,5%
Alumínio	Canadá 63,3%; Grécia 17,9%; Irlanda 16,6%
Manganês	Índia 42,9%; China 29,9%; Letônia 21%
Caulim	Bélgica 36,1%; Canadá 22,2%; Estados Unidos 18,6%; Itália 8,5%; China 4,3%; Espanha 3,0%; Egito 2,0%
Pedras e Revest.	Estados Unidos 39,5%; China 31,3%; Itália 10,2%; México 3,6%
Cobre	China 20,3%; Alemanha 17,8%; Suécia 15,6%; Polónia 13,8%; Bulgária 11,2%; Finlândia 6,8%; Espanha 6,6%
Nióbio	China 42,3%; Países Baixos (Holanda) 21,6%; Coreia do Sul 9,1%; Singapura 9,0%; Estados Unidos 7,2%; Japão 5,4%
Ouro Semi Manufaturado	Canadá 36,4%; Índia 18,5%; Reino Unido 15,7%; Suíça 12,1%; Emirados Árabes Unidos 4,5%; Itália 3,2%

Fonte: IBRAM (2023)

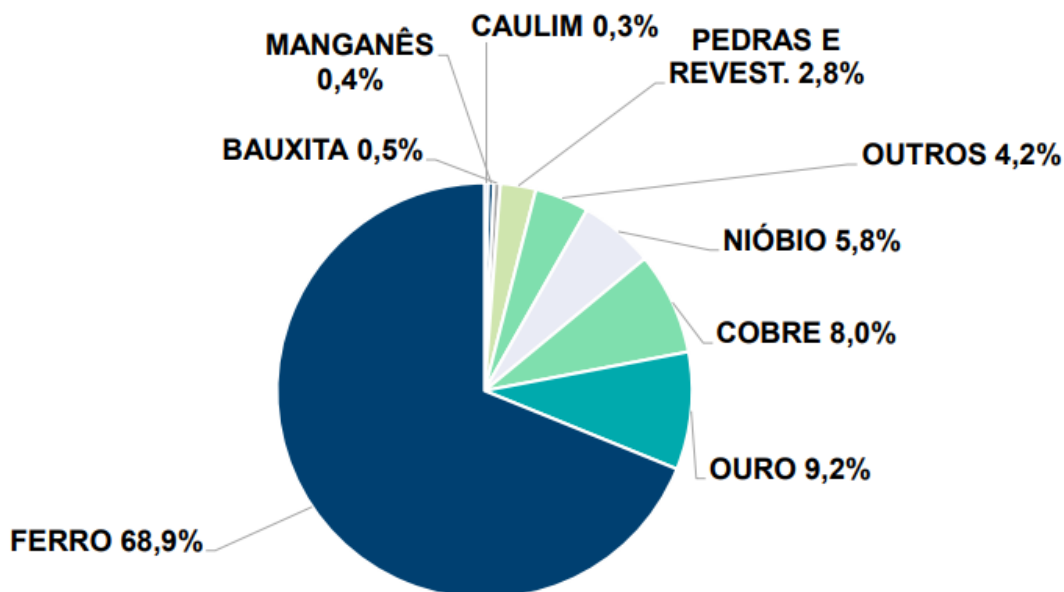
Em 2023, as exportações de minério de ferro apresentaram uma queda em US\$ (-9%) e aumento na produção em toneladas (9,8%) em relação ao 1S22. A queda acentuada dos preços fizeram as exportações caírem em US\$, mesmo com aumento em toneladas. (IBRAM, 2023)

Gráfico 2 - Comparação da arrecadação e do 1S22 e 1S23.



FONTE: IBRAM (2023)

Gráfico 3 – Exportações por substâncias.

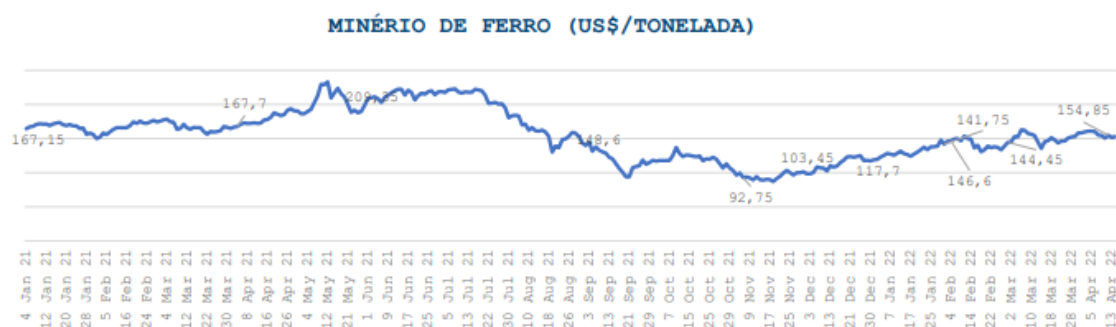


FONTE: IBRAM (2023)

O minério de ferro foi responsável por 68,9% das exportações em dólar; ouro, cobre e nióbio foram responsáveis por 9,2%, 8% e 5,8%, respectivamente. (IBRAM, 2023)

Houve queda no preço do minério de ferro, entre junho e novembro de 2021. Entretanto, a média anual foi 47,5% maior comparando ao ano de 2020. Observa-se aumentos nos preços de todas as commodities, tais como cobre com 52%, e alumínio com 45%. No primeiro trimestre de 2023 houve significativas alterações nos preços das commodities: O preço do minério de ferro ficou cerca de 15% menor que no primeiro semestre de 2022 (IBRAM, 2023).

Gráfico 4 - Variação de preços do minério de ferro.



FONTE: IBRAM (2022)

Tabela 1 - Variação trimestral de preços médios do minério de ferro 2022.

Commodities	Unidade	4T21	1T22	1T22 x 1T21	1T22 x 4T21
Minério de ferro	US\$/t	109,24	141,33	-15,3%	29,4%

FONTE: IBRAM (2022), adaptado

De acordo com a tabela 1 observa-se que embora tenha sido apurado um aumento de 29,4% no preço no primeiro trimestre de 2022, houve uma queda de 15,3% em relação ao mesmo período do ano de 2021. (IBRAM, 2022).

Tabela 2 - Variação de preços médio do minério de ferro semestral 2023.

Commodities	Unidade	1S22	1S23	1S23x 1S22
Minério de ferro	US\$/t	139,71	118,34	-15,3%

FONTE: IBRAM (2023), adaptado

De acordo com a tabela 2, houve queda de 15,3% no preço do minério de ferro em relação ao primeiro semestre de 2022. Queda nos preços de todas as commodities, exceto ouro, com uma alta de 3,7% (IBRAM, 2023).

A China apresenta-se como maior consumidor de minério de ferro, importando mais de 930 milhões de toneladas em 2014. O modelo de crescimento do país, é também impulsionado por investimentos, e durante grande parte da última década colaborou para o super ciclo de commodities, sustentando os preços do minério de ferro com isso beneficiando os países exportadores. Um exemplo claro é o Brasil, um dos maiores produtores de minério de ferro do mundo (SILVA et al., 2017).

O Brasil exportou 170Mt de minério de ferro para a China no 2013, em comparação com 60 milhões de toneladas no 2005. De acordo com o Índice de Concentração de Commodities, isso torna perceptível a dependência das exportações brasileiras de minério de ferro, em função da demanda chinesa que aumentou em 48% entre 2005 e 2013. (SAES et al., 2017).

As exportações brasileiras de minério de ferro para a China alcançaram um valor de US\$ 12,3 bilhões em 2014, 23% menor que no ano anterior e 38% menos que em 2011. Essa queda contribuiu para a redução de 7% nas exportações totais em relação a 2013 e de 12% desde 2011. A queda nos preços do minério de ferro desempenhou um papel importante na piora dos termos de troca do Brasil (Balança comercial) e, conseqüentemente a desaceleração da atividade econômica (DA SILVA; DANEU; SANTOS, 2019).

Todavia, este não é o único fator que impacta a desaceleração do Brasil: A moderação nos demais mercados de commodities (tais como petróleo), a contínua mudança de políticas monetária e fiscal, o escândalo da Petrobras, a escassez de água e energia elétrica, entre outros fatores, também têm impedido que o país cresça como no passado (XIAOWEN, 2020).

6. CONCLUSÃO

O mercado internacional de minério de ferro é altamente dependente do consumo chinês, e embora esse consumo continue equilibrado, a tendência é que o mercado seja reduzido: Além de buscar custos de produção cada vez mais baixos, restringe ingresso novas empresas e rechaça companhias com menor produção, mas com custo superior, baixa produtividade.

A nível mundial, os robustos investimentos governamentais em infraestrutura, o desenvolvimento de indústria de bens de capital e a elevação do consumo de bens duráveis, entre outras variáveis, impulsionam essa tendência. A China está em processo contínuo de urbanização e com isso deve continuar a fomentar o desenvolvimento do setor de mineração.

Nacionalmente, a indústria da mineração de ferro é reconhecida por sua organização, estrutura de negócios e participação no mercado mundial. Dispõe de escala de produção estruturada, além de infraestrutura eficiente e boa comunicação com compradores. Além de possuir portos funcionais, é preciso considerar que a existência de infraestrutura de transporte interno eficiente faz com que a produção seja fluida e sem as dificuldades comuns à outras indústrias brasileiras. O minério de ferro é muito importante para a balança comercial do Brasil pois é um dos maiores item de exportação do país.

Cabe destacar um ponto relevante a nível global, o declínio das reservas e da produção de minério granulado, tanto em termos de qualidade e quantidade. A tendência produtiva é extrair cada vez maiores quantidades de minério de baixo teor, sendo necessário etapas completas de beneficiamento para atingir teores comerciais, o que induz empresas a produzir cada vez mais pellets. Para a fabricação desses produtos mais finos há o incremento de etapas onerosas, o que faz com que ocorra um aumento nos custos produtivos.

As indústrias brasileiras têm direcionado esforços no processo de redução de emissão de poluentes atmosféricos, e com isso há a necessidade de o setor adaptar seus processos, além de investimentos com relacionamento com

comunidades que são impactadas pelo processo produtivo, desenvolvendo práticas ambientais, sociais e de governança (ESG).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Vitor. **China fraca, maior oferta e mais: por que a Wood Mackenzie vê o minério a US\$ 105 no final de 2023.** Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/mercados/china-fraca-maior-oferta-e-mais-por-que-a-wood-mackenzie-ve-o-minerio-a-us-105-no-final-de-2023/>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

BATISTA, Fernanda de Oliveira. **As exportações de minério de ferro brasileiro para a China: Atração de investimentos externos e impactos para o território e sociedade paraense.** In: ENCONTRO CIENTÍFICO DA XI SEMANA ACADÊMICA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS DA UFGD. 2021.

BRANDÃO, Juliana Carvalho; VOGT, Camila Moura. **Os efeitos macroeconômicos do superciclo de commodities e a influência da china na economia brasileira.** Revista Tempo do Mundo, n. 24, p. 283-318, 2020.

BRASIL, Artur Flávio de Souza. **A mineração no Brasil: um enfoque ao minério de ferro ao longo da primeira década de 2000.** 2017.

CAETANO, Darllin de Araújo et al. **Impactos da pandemia na micro e macro economia para o minério de ferro no Brasil.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 57534-57538, 2021.

CARNEIRO, Mariana Giuliani Reis. **Indústria brasileira do minério de ferro: caracterização e análise de preços no período de 2000 a 2015.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de. **Minério de ferro.** 2014.

CARVALHO, Victor Vasconcelos. **Mercado internacional de minério de ferro.** 2017.

COUTINHO, Paulo César. **O controle do preços na indústria de mineração.** Revista Brasileira de Economia, v. 73, n. 1, p. 51-64, 2019.

CUNHA, A.M.B.M. et al. **Produção mineral brasileira: resultados econômicos, desenvolvimento social e externalidades negativas da exploração do minério de ferro em Minas Gerais.** XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Belo Horizonte, 2019.

DA SILVA, Lucas Mendes DANEU, Rafael Carvalho de Souza; SANTOS, Fernando de Almeida. **O desempenho da exportação de minério de ferro em relação a produção para consumo interno no Brasil.** Revista Linceu On-Line, v. 9, n. 1, p. 46-59, 2019.

DA SILVA, Mygre Lopes et al. **O impacto da política comercial chinesa sobre o comércio internacional de minério de ferro**. Revista ESPACIOS, v.36, n.24, 2015.

DA SILVA, Mygre Lopes; CORONEL, Daniel Arruda; DA SILVA, Rodrigo Abbade. **Análise da competitividade das exportações australianas de minério de ferro para a china (2000-2014)**. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 7, n. 3, p. 1-13, 2016.

DE MOURA JR, Álvaro Alves et al. **Indústria Extrativa Mineral no Brasil: Uma Análise a Partir do Paradigma Estrutura-Condução-Desempenho (ECD)**. Pesquisa & Debate. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política, v. 30, n. 2 (54), 2018.

DE MOURA JÚNIOR, Álvaro Alves. **Análise setorial da atividade extrativa mineral no brasil**. Disponível em: <<https://www.mackenzie.br/liberdade-economica/extensao/artigo-1/n/a/i/analise-setorial-da-atividade-extrativa-mineral-no-brasil>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

DE QUEIROZ, Henrique Almeida; MORAES, Victor Ramon Oliveira. **A exploração do minério de ferro brasileiro: monopolização, relações capital-trabalho e colapso socioambiental**. Disponível em: <https://enep.sep.org.br/uploads/1233_1583610845_Artigo_UFBA_ENEP_2020_-_identificado_pdf_ide.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2021.

DEPEC, Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Minério de Ferro**. Bradesco, 2017. Disponível em <http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_minerio_de_ferro.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2021.

FERNANDES, Thaís Moretz-Sohn. **A China e o setor de ferro e aço: reflexos nos negócios da Vale SA (2001–2015)**. 2015.

FRANCK, Alison Geovani Schwingel et al. **Competitividade das exportações australianas e brasileiras de minério de ferro para a China (1999-2014)**. Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense, v. 4, n. 8, p. 28-43, 2015.

FRANCO, PCAM. **Modelo Estrutural de Previsão de Preço e Volume de Negociação de Minério de Ferro. 2008**. 2015. Tese de Doutorado.

FREITAS, Giuliani Silva Barbosa de. **A demanda por minério de ferro no contexto das relações entre Brasil e China**. 2012.

GAGGIATO, Virgílio Costante. **A competitividade no mercado transoceânico de pelotas de minério de ferro, seus delineadores e o posicionamento dos integrantes deste mercado**. 2010.

GENENA, Suheir Kamal et al. **Minério de Ferro e Vale SA: uma história de sucesso**. TÓPICOS EM GESTÃO DA PRODUÇÃO VOLUME 3, p. 82, 2015.

GUIMARÃES, Daniel Jorge Teixeira; DA SILVEIRA, Rodrigo Lanna Franco. **Uma análise do impacto da política monetária nos preços de commodities**. 2019.

IBRAM; UNESCO. **Documento do Projeto de Cooperação Técnica Internacional para a Capacitação da Gestão Ambiental do IBRAM**. (IT22). Brasília, 2022.

IBRAM; UNESCO. **Documento do Projeto de Cooperação Técnica Internacional para a Capacitação da Gestão Ambiental do IBRAM**. (IT23). Brasília, 2023.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Carta de conjuntura**, número 49, nota de conjuntura 5, 4º Trimestre 2020. Brasília, 2020.

JÚNIOR, José Augusto Morais de Andrade. **Análise dinâmica estrutural de uma cadeia global de geração de valor modelada por hipergrafos**: estudo de caso da cadeia global do ferro e aço de 1996 até 2016. 2016.

JUNIOR, Leopoldo Costa. **O metabolismo econômico do minério de ferro no Brasil e na China**. Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica, v. 33, p. 78-98, 2020.

KIM, Daniela et al. **As influências do crescimento econômico chinês sobre a internacionalização dos negócios brasileiros de minério de ferro**. Jovens Pesquisadores-Mackenzie, v. 5, n. 1, 2010.

LAVORATO, Marcus Vinícius Leal. **Estimativas para a elasticidade-preço da demanda por produtos siderúrgicos no Brasil**. 2010. Tese de Doutorado.

LEOCADIO, L. G. E. **Análise econométrica do comportamento dos preços do minério de ferro no mercado mundial** [dissertação]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2014.

LOPES, Mygre Machado; DA SILVA, Rodrigo Abbade; CORONEL, Daniel Arruda. **Competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro (1999-2012)**. Jovens Pesquisadores-Mackenzie, v. 10, n. 1, 2014.

MACHADO, Leandro Navarrete; CARRARA, Aniela Fagundes. **Exportação de commodities minerais e crescimento econômico**: uma análise da hipótese Export-Led Growth para o Brasil. Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas, v. 4, n. 1, p. 55-76, 2020.

MAUAD, Rogério Paulucci. **Influência dos retornos do minério de ferro negociado no mercado chinês nos retornos dos ADRs da empresa Vale SA**. 2016.

MDIC, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estatísticas de Comércio Exterior**. Disponível em < <http://www.mdic.gov.br/comercio->

exterior/estatisticas-decomercio-exterior>. Acesso em 22 de novembro de.2021.

MESQUITA, Pedro Paulo Dias; CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; OGANDO, Laura Duarte. **Desenvolvimento e inovação em mineração e metais**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 43, 2016.

MILANEZ, Bruno; MANSUR, Maira Sertã; WANDERLEY, Luiz Jardim De Moraes. **Financeirização e o mercado de commodities: uma avaliação a partir do setor de mineral**. Revista Tamoios, v. 15, n. 1, 2019.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; RODRIGUES, Luís Henrique; LACERDA, Daniel Pacheco. **Uma abordagem sistêmica para visualização de preços de minério de ferro**. São Carlos: ENEGEP, 2010.

PAIS, Paloma Santana Moreira; GOMES, Marília Fernandes Maciel; CORONEL, Daniel Arruda. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro, de 2000 a 2008**. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 13, p. 121-145, 2012.

PEREIRA, Luiz Henrique Cortes Santana. **Considerações sobre o processo de beneficiamento de minério de ferro: beneficiamento, pelotização e análise online de teores**. 2013.

PEREIRA, Suzana de Avila Cortes. **O mercado de minério de ferro**. 2012.

ROCHA, Clarissa Machado. **Impacto macroeconômico da mineração no Brasil**. 2020. Tese de Doutorado.

ROCHA, Ranan de Matos Calmon. **O efeito China: uma análise para o mercado de minério de ferro entre 2002 e 2013**. UFBA, 2017.

RODRIGUES, Aline Caroline; DE MATTOS, Leonardo Bornacki. **A relação entre a política monetária e preço real de commodities produzidas pelo brasil**. Disponível em: <<https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/3931/EnaberComID.pdf>>. Acesso em 18 de novembro de 2021.

SAES, Beatriz Macchione et al. **Comércio ecologicamente desigual no século XXI: evidências a partir da inserção brasileira no mercado internacional de minério de ferro**. 2017.

SALVADOR, Rodrigo et al. **Previsão de demanda de minério de ferro da Empresa Vale SA no período de 2010 a 2015**. Revista Stricto Sensu, v. 1, n. 2, 2016.

SILVA, Daniel Arruda Coronel. **Competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro (1999-2012)**. Revista Jovens Pesquisadores. Vol. 10, n. 1 (18), 2013.

SILVA, Thais Alessandra da et al. **As Relações econômicas sino-brasileiras: uma análise do desempenho da exportação de minério de ferro brasileiro para a China: do período de 2008 a 2011.** 2017.

VILELA, Estevão de Almeida. **Impactos das exportações de minério de ferro nas finanças públicas estaduais de Minas Gerais no período 2006 a 2015.** 2016.

XIAOWEN, Wang. **Uma análise do comércio de minério de ferro entre a China e o Brasil: contexto, fatores de influência e perspectivas.** 2020.