

**LUCAS JAI HO CHOI**

**IMPACTO DA PRODUÇÃO GLOBAL DO MINÉRIO DE FERRO NA  
AVALIAÇÃO DE COMPANHIAS E EMPREENDIMENTOS MINEIROS**

**São Paulo  
2019**

LUCAS JAI HO CHOI

**IMPACTO DA PRODUÇÃO GLOBAL DO MINÉRIO DE FERRO NA  
AVALIAÇÃO DE COMPANHIAS E EMPREENDIMENTOS MINEIROS**

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas  
do curso de graduação do Departamento de  
Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Rodrigues

**São Paulo  
2019**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Yoon Suk Choi e Jeong Hwa Kim, e aos meus irmãos, Stefano Neto Jai Hyun Choi e João Jai Hoon Choi, pela presença e o apoio dado durante toda a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por sua provisão, cuidado, graça e amor incondicional, demonstrados pelo seu único Filho, Jesus Cristo, meu Senhor e Salvador.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Manoel Rodrigues por todo o auxílio no desenvolvimento deste trabalho, e pela paciência com o seu orientando.

À minha família por tudo que deu e dá por mim, além de todo o apoio, suporte e amor dado desde a minha nascença.

À minha namorada, Luísa Yoneko Tayra Teruya, por ser a minha companheira desde outubro de 2018, iluminando, acompanhando e auxiliando a minha trajetória por todo este momento.

À todas as pessoas que fizeram e fazem parte da minha história e ajudaram a moldar a pessoa que sou hoje. Espero poder retribuir de uma forma maior ainda a todos vocês.

## RESUMO

O minério de ferro é uma das commodities mais importantes do mundo e o produto com maior relevância de consumo e mercado da indústria mineira, sendo o Brasil o segundo maior exportador da commodity no mundo. Portanto, este trabalho teve como principal objetivo analisar o impacto da produção global do minério de ferro na avaliação de companhias e empreendimentos mineiros. A partir de dados financeiros públicos das “*Big Four*” (Vale, Fortescue, BHP e Rio Tinto – quatro principais companhias de capital aberto que têm o minério de ferro como seu principal produto), atrelados ao valor de mercado dessas companhias e ao volume de minério de ferro exportado anualmente, foi possível analisar se o mercado de ações precifica tais empreendimentos de maneira assertiva. A análise concluiu que, apesar do LAJIDA consolidado (Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização) das companhias crescer num ritmo similar ao crescimento do volume de exportações, os múltiplos de negociação (Valor da firma sobre LAJIDA) das companhias não têm acompanhado a mesma tendência, apontando para uma ineficiência da avaliação feita pelo mercado de ações. Portanto, deve-se levar em consideração a demanda esperada pela produção do minério de ferro na avaliação de empreendimentos mineiros, uma vez que ela tem grande influência no resultado financeiro dessas companhias.

**Palavras-chaves:** Mineração, Avaliação, *Commodities*, Empreendimentos Mineiros, Bolsa de Valores.

## **ABSTRACT**

Iron ore is one of the most important commodities in the world and the most relevant product in terms of consumption of the mining industry, in which Brazil is the second largest exporter of this commodity in the world. The main goal of this paper was to analyze the impact of global iron ore production on the valuation of mining companies and enterprises. Based on public financial data of the "Big Four" (Vale, Fortescue, BHP and Rio Tinto - four main publicly traded companies with iron ore as their main product), linked to the market value of these companies and the volume of iron ore exported annually, it was possible to analyze whether the stock market is able to evaluate these undertakings assertively. The analysis concluded that although consolidated EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) grows at a similar pace to export volume growth, the trading multiples (Firm Value over EBITDA) of these companies have not followed the same trend, representing an inefficiency of stock market valuation. Therefore, the expected demand of iron ore production should be taken into account when evaluating mining enterprises, as it has a major influence on the financial results of these companies.

**Key words:** Mining, Valuation, Commodities, Mining Companies, Stock Market.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 – Reservas globais de minério de ferro
- Figura 2 – Produção de minério de ferro em 2017
- Figura 3 – Consumo (demanda) global de minério de ferro em 2017
- Figura 4 – Produção de minério de ferro por companhia em 2017
- Figura 5 – Concentração regional da produção de aço na China
- Figura 6 – Demanda de aço na China por aplicação
- Figura 7 – Diagrama de fluxo de caixa
- Figura 8 – Diagrama de fluxo de caixa descontado pela TIR
- Figura 9 – Payback descontado (PBD)
- Figura 10 – Fluxos de entrada e saída ao longo do tempo
- Figura 11 – Determinação do risco sistêmico da empresa 1
- Figura 12 – Determinação do risco sistêmico da empresa 2
- Figura 13 – Crescimento de lucro esperado a longo-prazo vs Múltiplo P/L
- Figura 14 – Volumes de exportação do minério de ferro
- Figura 15 – Volume de exportação vs LAJIDA consolidado
- Figura 16 – VF/LAJIDA das quatro maiores companhias de minério de ferro

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Reservas globais de minério de ferro

Tabela 2 – Importação de minério de ferro (milhões de toneladas)

Tabela 3 – Exportação de minério de ferro (milhões de toneladas)

Tabela 4 – Principais vantagens e desvantagens da avaliação por múltiplos

Tabela 5 – Múltiplo P/L das companhias brasileiras do setor de varejo



## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>5</b>
3.1 Visão geral do minério de ferro .....	5
3.2 Dinâmica geral do mercado .....	8
3.3 Demanda .....	10
3.4 Métodos e ferramentas de avaliação de empreendimentos mineiros.....	12
3.4.1 Diagrama de fluxo de caixa .....	12
3.4.2 Desconto de fluxo de caixa .....	13
3.4.3 Valor presente líquido (VPL).....	14
3.4.4 Taxa mínima de atratividade (TMA).....	14
3.4.5 Taxa interna de retorno (TIR) .....	15
3.4.6 <i>Payback</i> descontado (PBD).....	16
3.4.7 Análise básica de investimentos .....	16
3.4.8 Fluxo de caixa descontado (DCF – <i>Discounted Cash Flow</i> ).....	17
3.4.9 Custo de Capital para Acionistas (CAPM).....	18
3.4.10 <i>Weighted Average Cost of Capital</i> (WACC).....	20
3.4.11 Múltiplos de Negociação ( <i>Trading Multiples</i> ).....	20
<b>4. Discussão e Resultados .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>28</b>
<b>6. Bibliografia .....</b>	<b>29</b>

## 1. Introdução

O minério de ferro é uma das *commodities* mais negociadas mundialmente e o produto com maior relevância de consumo e mercado da indústria mineira, sendo o Brasil o segundo maior exportador da *commodity* no mundo.

Principal matéria-prima na produção de aço, o minério de ferro normalmente ocorre em forma de óxido, a partir do qual o ferro metálico pode ser economicamente extraído. O elemento ferro (Fe) é o quarto elemento mais comum na crosta terrestre, e os depósitos mais relevantes são encontrados em rochas sedimentares, principalmente em hematita e em magnetita. De acordo com dados da área de pesquisa do *Bank of America Merrill Lynch*, em termos globais, a produção de minério de ferro atingiu 2,2 bilhões de toneladas em 2017, sendo a Austrália e o Brasil responsáveis por aproximadamente 60% da produção total. Quase toda a produção do minério serve de matéria-prima para o ferro-gusa, passando por um alto-forno – passo este para a produção de aço.

A produção de aço é efetivamente o principal gerador de demanda para a produção de minério de ferro, representando 98% do consumo total da *commodity*. Enquanto o principal produtor de aço no mundo, a China, consome grande parte dessa demanda, responsável por cerca de 55% do consumo global de minério de ferro em 2017, a Índia (8%) e o Japão (6%) são importantes importadores.

Existem de fato muitas incertezas nas tomadas de decisões que cercam os empreendimentos mineiros, desde a análise de viabilidade, na implantação do projeto, até a “Posta-em-Marcha”<sup>1</sup> e operação. Além disso, condições de mercado que envolvem a dinâmica de demanda dos minérios e a flutuação de taxas cambiais também podem apresentar riscos determinantes para a viabilidade econômica. Portanto, ferramentas que possam auxiliar em decisões críticas são fundamentais para evitar grandes perdas financeiras para as instituições envolvidas, uma vez que empreendimentos mineiros demandam elevadas quantias de investimentos.

---

<sup>1</sup> Posta-em-Marcha é o processo de início da operação na qual são realizados todos os testes e ajustes necessários, treinamento da equipe, assistência e regulação da operação.

Desde o último século, surgiram diversos métodos de avaliação de investimentos com o intuito de auxiliar tomadores de decisão a mitigar os riscos inerentes, dentre os quais podemos destacar: o período de *payback* (GITMAN, 2002); a taxa interna de retorno (KOPTIKE, 2000); o valor presente líquido (MOTTA; CALÔBA, 2000); o modelo de fluxo de caixa descontado (ROSS, 2002); o *capital asset pricing model* ou custo de capital (GITMAN, 2002); o retorno sobre investimento (GITMAN, 2002); a análise de sensibilidade (BREALEY e MEYERS, 1998); a análise de cenários (ASSAF NETO, 2003) e a análise por árvore de decisão (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Contudo, os métodos mais tradicionais na avaliação de ativos são o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *payback* (Pb). Segundo Assaf Neto (2003), o aspecto mais importante está no dimensionamento dos fluxos de caixa estimados pela operação do ativo. Além disso, ele destaca a importância das taxas de desconto, as quais variam de acordo com o risco apresentado pelo empreendimento. Já para Damoradan (1997), existem três variáveis essenciais na análise de avaliação: o fluxo de caixa, o risco e o tempo.

Entretanto, segundo Lima e Suslick (2001), em ambientes de alta incerteza, os métodos tradicionais que se baseiam fundamentalmente no fluxo de caixa descontado, tendo como indicadores o VPL e a TIR, são insuficientes e apresentam alto grau de risco. Como forma de mitigar tais riscos, Minardi (2000) sugere a flexibilidade gerencial, que nada mais é que uma série de opções reais, algumas inerentes ao projeto e outras constituídas através de investimentos e custos maiores, como por exemplo:

- Postergar a implantação do projeto com o intuito de se obter informações mais detalhadas do projeto;
- Expandir ou contrair a escala de produção para se proteger de condições de mercado;
- Cancelar o projeto caso as projeções estejam sob grande risco.

A teoria das opções reais incorpora então flexibilidades gerenciais não capturadas pelos métodos usuais de avaliação e é aplicável em projetos de investimentos de

ativos reais, visando garantir o sucesso do investimento (FERREIRA, 2003). Ainda de acordo com Samis (2005), muitas companhias de extração de recursos naturais estão adotando a avaliação por opções reais como alternativa ao fluxo de caixa descontado (FCD) como método para estimar o valor de ativos reais.

Por fim, este trabalho utilizará como base a avaliação por múltiplos que, segundo Damoradan (2002), deduz o valor de um ativo comparado a valores acessados no mercado de ativos similares e comparáveis. Os valores dos múltiplos podem variar pela influência de fatores como expectativa de crescimento futuro, riscos e estrutura de capital dos ativos.

## 2. Objetivo

Este trabalho visa fornecer uma análise auxiliar na avaliação de companhias e empreendimentos mineiros através da demanda esperada pela produção do minério de ferro, utilizando o método de avaliação por múltiplos e dados públicos das companhias “*Big Four*”<sup>2</sup> a fim de proporcionar uma melhor compreensão dos riscos inerentes no estudo de viabilidade econômica na mineração.

---

<sup>2</sup> *Big Four* são as quatro maiores companhias de capital aberto que possuem o minério de ferro como o seu principal produto: Vale, Rio Tinto, BHP e Fortescue.

### 3. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será abordada a base teórica para a aplicação da análise da discussão central. Dentre os pontos abordados estão a visão geral do minério de ferro, a dinâmica do mercado e seu principal gerador de demanda.

#### 3.1 Visão geral do minério de ferro

O ferro é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre, tornando-se desta forma o metal mais produzido mundialmente e o mais presente no cotidiano da vida humana. Existem de fato inúmeros minerais que possuem o ferro como componente essencial, porém apenas os óxidos apresentam quantidades relevantes de ferro. Os principais minerais que contêm ferro são: hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), goethita ( $\text{FeO}/\text{OH}$ ) e siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), sendo as formações ferríferas mais comuns compostas por hematita e sílica, os chamados itabiritos. Além disso, os principais depósitos utilizados para a extração de minério de ferro são a hematita e a magnetita. Segundo arquivo do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM):

- *Hematita*,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , é o principal óxido de ferro minerado globalmente, normalmente encontrado em cor marrom avermelhado e vastamente extraído justamente pelo alto teor de ferro presente – já que hematita pura é composto por 69,9% de ferro –, minimizando a necessidade de beneficiamento antes da venda, tornando os custos de produção mais amenos.
- *Magnetita*,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , é um outro importante óxido de ferro, encontrado tipicamente em cores mais escuras. Geralmente possui um teor menor de ferro (20-30%), requerendo maior necessidade de beneficiamento e, conseqüentemente, maior custo de produção. Como a magnetita possui propriedades magnéticas mais evidentes, pode ser beneficiada pela separação magnética, e o teor usual de venda excede em geral 70% de ferro presente.

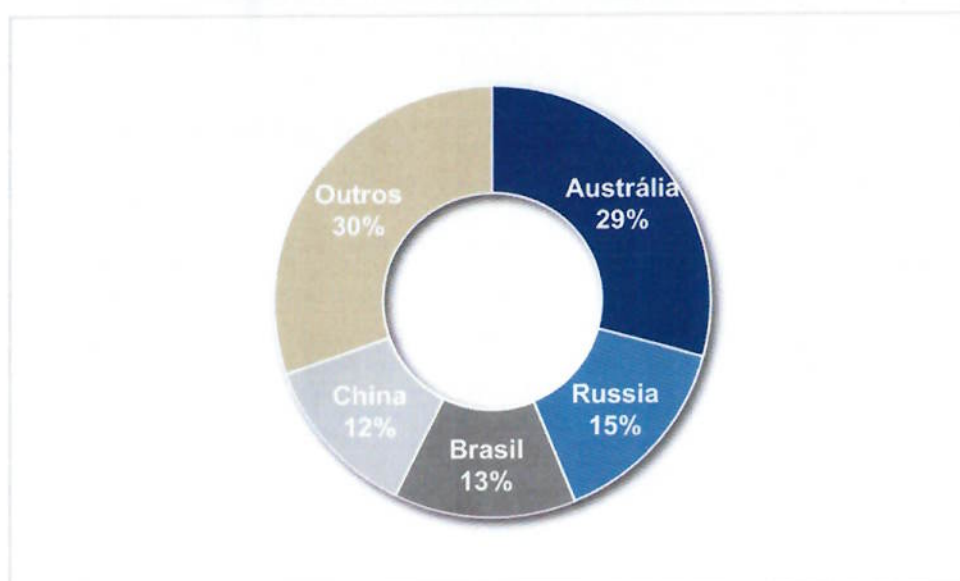
De acordo com o “*US Geological Survey*”<sup>3</sup>, a Austrália possui as maiores reservas de minério de ferro com aproximadamente 24 bilhões de toneladas, cerca de 29% das reservas totais, ao passo que o Brasil possui a terceira maior reserva do mundo, com aproximadamente 12 bilhões de toneladas.

**Tabela 1: Reservas globais de minério de ferro**

País	Minério bruto (bt)	Minério de ferro (bt)	Teor implícito (%)	Produção 2017 (mt)	Anos implícitos <sup>4</sup>
Austrália	50	24	48%	880	57
Rússia	25	14	56%	100	250
Brasil	23	12	52%	440	52
China	21	7	34%	340	62
Outros	52	26	49%	620	84
<b>Total</b>	<b>171</b>	<b>83</b>	<b>49%</b>	<b>2380</b>	<b>72</b>

Fonte: “*US Geological Survey*”

**Figura 1: Reservas globais de minério de ferro**



Fonte: “*US Geological Survey*”

A maior parte do produto do minério de ferro produzido está na forma de “finos”, com tamanho granular de até 6,3mm, sendo necessário o processo de sinterização ou pelletização antes de comercializados e enfim utilizados na produção de aço. Além

<sup>3</sup> *US Geological Survey* é uma instituição científica norteamericana que se dedica ao estudo de topografia, de recursos naturais e de desastres naturais.

<sup>4</sup> Os anos implícitos representam a razão entre as reservas de minério de ferro pela produção em 2017.

desses, outra forma comum são os granulados (acima de 6,3mm), os quais podem ser utilizados diretamente nos altos-fornos. Granulados e *pelletfeed*<sup>5</sup> são preferíveis em relação ao *sinterfeed*<sup>6</sup> por três motivos maiores:

- (i) o processo de sinterização gera emissão de gases poluentes, e, como políticas ambientais se tornaram prioridades do governo chinês, granulados têm sido precificados a preços mais atrativos;
- (ii) *sinterfeed* não podem ser estocados por períodos longos, pois geram finos excessivos durante a estocagem e;
- (iii) *sinterfeed* gera grande quantidade de finos quando transportados.

Além dos óxidos, os minérios de ferro possuem também diversas impurezas, como a alumina, a sílica, o fósforo e enxofre. Tais impurezas podem afetar a produtividade dos altos-fornos e a qualidade do aço produzido. Como resultado, existem limites de impurezas aceitáveis na aplicação em altos-fornos. Pegando como exemplo o índice 62% TSI, tem-se como especificações para impurezas:

- Alumina: 2,25%;
- Sílica: 4,00%;
- Fósforo: 0,09% e;
- Enxofre: 0,02%.

---

<sup>5</sup> *Pelletfeed* é o minério de granulometria menor que 0,15mm.

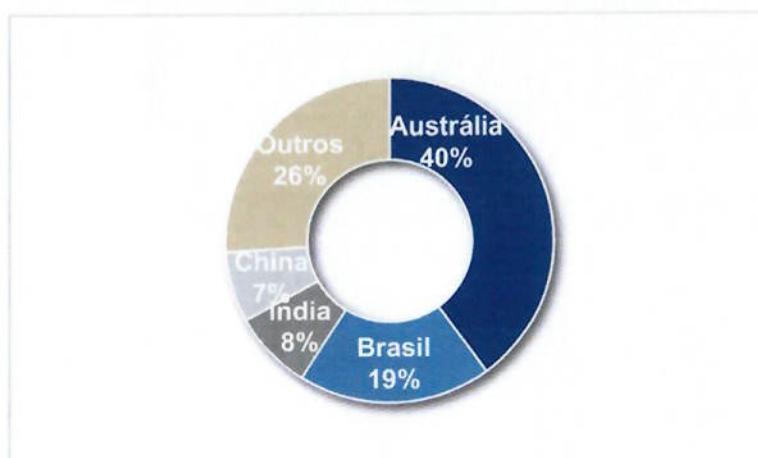
<sup>6</sup> *Sinterfeed* é o minério de granulometria entre 6,35mm e 0,15mm.



### 3.2 Dinâmica geral do mercado

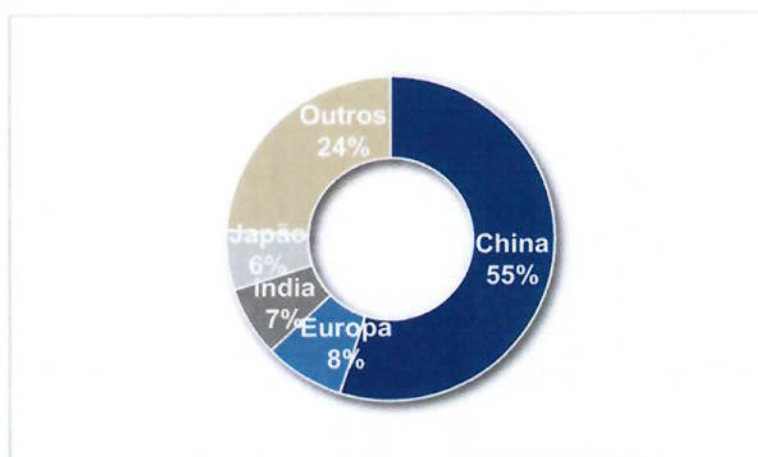
A produção mundial de minério de ferro foi de 2,2 bilhões de toneladas em 2017, sendo 1,6 bilhões destas negociadas internacionalmente. Além disso, a produção é consideravelmente concentrada tanto em termos de países, quanto em termos de companhias. Segundo dados apresentados pela área de pesquisa do *Bank of America Merrill Lynch*, a Austrália é o maior produtor de minério de ferro do mundo, produzindo aproximadamente 880 milhões de toneladas em 2017 (40% da produção global). O segundo maior produtor é o Brasil com 19% da produção global. Em termos de consumo, a China é de longe a maior compradora do minério de ferro, tendo consumido aproximadamente 1,2 bilhões de toneladas em 2017, 55% do consumo global.

**Figura 2: Produção de minério de ferro em 2017**



Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

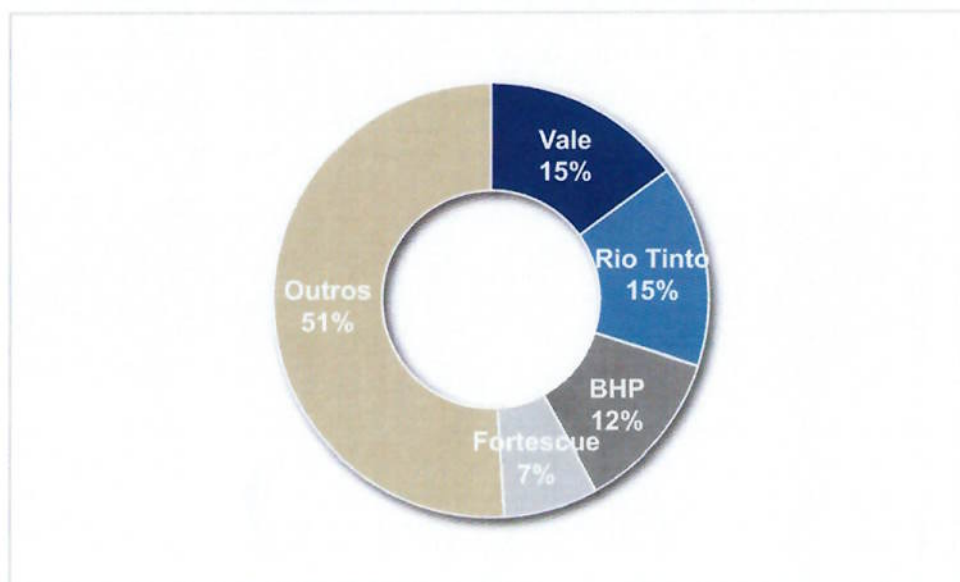
**Figura 3: Consumo (demanda) global de minério de ferro em 2017**



Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

Em termos de companhias, o mercado também é altamente concentrado em quatro grandes companhias (Vale, BHP, Rio Tinto e Fortescue), os quais representaram 49% da produção global de minério de ferro em 2017.

**Figura 4: Produção de minério de ferro por companhia em 2017**



Fonte: Arquivos públicos das companhias

Em relação aos países, a China é a maior consumidora do minério no mundo, sendo responsável pela importação de aproximadamente 70% de todo o minério de ferro negociado internacionalmente em 2017. Em termos de exportação, a Austrália continua sendo o mais representativo com 55% em 2017, seguido pelo Brasil, responsável por 24% das exportações, como podemos ver a partir das tabelas abaixo.

**Tabela 2: Importação de minério de ferro (milhões de toneladas)<sup>7</sup>**

País	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018E	2019E	2020E
China	793	873	993	1.014	1.090	1.128	1.135	1.096	1.095
Crescimento	8,5%	10,1%	13,7%	2,1%	7,5%	3,5%	0,6%	-3,4%	-0,1%
% do total	66,1%	67,1%	68,4%	68,8%	69,3%	69,6%	69,3%	68,2%	67,9%
<b>Total</b>	<b>1.199</b>	<b>1.302</b>	<b>1.451</b>	<b>1.474</b>	<b>1.574</b>	<b>1.620</b>	<b>1.638</b>	<b>1.607</b>	<b>1.612</b>
<b>Crescimento</b>	<b>7,5%</b>	<b>8,6%</b>	<b>11,4%</b>	<b>1,6%</b>	<b>6,8%</b>	<b>2,9%</b>	<b>1,1%</b>	<b>-1,9%</b>	<b>0,3%</b>

Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

<sup>7</sup> Os anos de 2018 a 2020 representam estimativas feitas pelo Bank of America Merrill Lynch.

**Tabela 3: Exportação de minério de ferro (milhões de toneladas)**

<b>País</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018E</b>	<b>2019E</b>	<b>2020E</b>
Austrália	526	616	757	813	857	880	891	916	928
<i>Crescimento</i>	13,1%	17,1%	22,9%	7,4%	5,4%	2,7%	1,3%	2,8%	1,3%
<i>% do total</i>	43,6%	47,1%	53,1%	55,8%	56,2%	54,8%	54,8%	55,3%	55,2%
Brasil	327	330	344	366	374	383	401	434	447
<i>Crescimento</i>	-0,9%	0,9%	4,2%	6,4%	2,2%	2,4%	4,7%	8,2%	3,0%
<i>% do total</i>	27,1%	25,2%	24,1%	25,1%	24,5%	23,8%	24,7%	26,2%	26,6%
<b>Total</b>	<b>1.206</b>	<b>1.309</b>	<b>1.425</b>	<b>1.457</b>	<b>1.526</b>	<b>1.607</b>	<b>1.626</b>	<b>1.655</b>	<b>1.681</b>
<i>Crescimento</i>	8,2%	8,5%	8,9%	2,2%	4,7%	5,3%	1,2%	1,8%	1,6%

Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

### 3.3 Demanda

Como já mencionado anteriormente, o aço é o principal gerador de demanda da produção do minério de ferro, representando aproximadamente 98% de todo o destino da produção, sendo a China a maior consumidora do minério com 55% de todo o consumo em 2017, como já visto na figura 3.

A China tem sido a maior geradora de demanda do minério de ferro por mais de uma década, dominando a produção e o consumo de aço globalmente (~50%). De fato, nos últimos anos, devido ao acelerado processo de urbanização e infraestrutura do país, o seu consumo de aço cresceu exponencialmente, tendência esta que deve ser desacelerada nos próximos anos juntamente à economia chinesa.

De modo geral, a demanda global de aço está diretamente ligada ao crescimento do PIB global, entretanto diferenças regionais podem impactar a produção do minério. O aço na China é em grande parte destinado à construção civil, como podemos perceber a partir da figura 6, com aproximadamente 56% direcionados ao setor imobiliário e à infraestrutura. Já em países mais desenvolvidos, como nos EUA e na União Europeia, o setor automotivo e aplicações em engenharia são os principais geradores de demanda de aço.

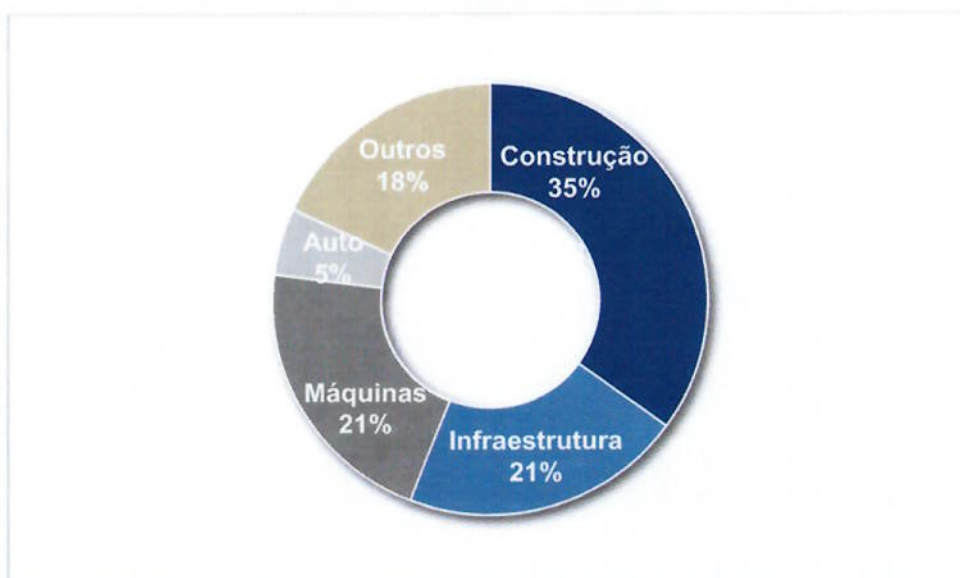
Na China, segundo *Bank of America Merrill Lynch*, a região nordeste é o pólo que mais demanda e produz aço no mundo e onde estão localizados seus maiores produtores, como descrito na figura 5:

**Figura 5: Concentração regional da produção de aço na China**



Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

**Figura 6: Demanda de aço na China por aplicação**



Fonte: NBS e Mysteel

Contudo, desde 2016, percebemos que o mercado de aço chinês tem passado por mudanças estruturais regidos pelo governo. Medidas como restrições de mercado, racionalização de produção e maiores eficiências de processamento geraram uma consolidação da indústria no país.

De fato, as políticas do governo da China possuem grande influência na demanda por aço, e a desaceleração do crescimento econômico no país tem diretamente impactado o mercado de maneira geral. E, portanto, é importante acompanhar as mudanças estruturais, as reformas e a regulamentação no país para a compreensão de potenciais impactos na dinâmica do mercado de aço e, conseqüentemente, no mercado de minério de ferro.

### **3.4 Métodos e ferramentas de avaliação de empreendimentos mineiros**

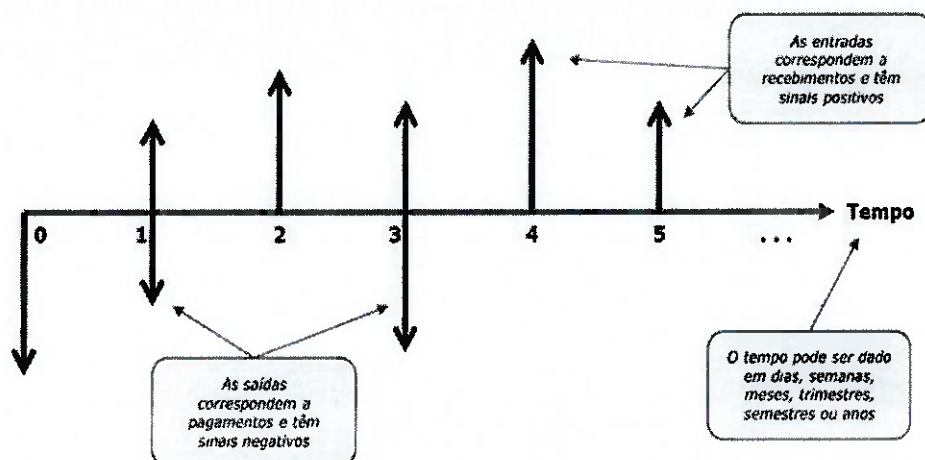
Todo tipo de investimento apresenta um certo nível de risco, o qual está sempre associado a um retorno. Teoricamente, o melhor investimento é aquele que apresenta o maior retorno para um menor risco. Na mineração, como sempre há o envolvimento de grandes quantias de investimentos, sempre há o envolvimento de riscos elevados, portanto, é fundamental que haja ferramentas auxiliares para a tomada de decisão de investimento para cada empreendimento.

#### **3.4.1 Diagrama de fluxo de caixa**

O diagrama de fluxo de caixa (SECURATO, 2005) é uma representação ilustrativa de um conjunto de entradas e saídas de capital de um projeto, investimento ou financiamento ao longo do tempo. Na figura 7, a flecha na horizontal representa a passagem do tempo, enquanto as flechas na vertical representam as saídas ou entradas de capital no período  $n$  em que ela é referenciada. Essa ferramenta é indispensável para visualizar e fazer a análise da viabilidade e rentabilidade de operações financeiras.



Figura 7: Diagrama de fluxo de caixa



Fonte: Elaboração própria

No caso de empreendimentos mineiros, normalmente o investimento bruto (saída de capital) é realizado logo nos primeiros anos e o lucro operacional (entrada de capital) vai evoluindo conforme o tempo, de acordo com a maturação da operação da mina.

### 3.4.2 Desconto de fluxo de caixa

Como sabemos, o dinheiro muda de valor com o passar do tempo, logo duas quantias de dinheiro, em diferentes momentos, não podem ser somadas. Para fazermos comparações, é preciso trazer um valor futuro (VF) ao seu respectivo valor presente (VP). Esse artifício é amplamente utilizado nas avaliações de empreendimentos, como veremos mais adiante. Um dinheiro no futuro, por lógica, possui um maior risco incorrido do que uma quantia presente na atualidade. Dessa forma, exige-se uma taxa de desconto para trazer certo valor futuro, ao valor presente.

Ao se utilizar uma taxa de desconto genérica "i" para descontar, chamamos esse processo de "desconto do fluxo de caixa". Esse processo de desconto será bastante utilizado nos próximos tópicos.

Quantitativamente, deve-se descontar um valor futuro estimado (VF), a uma taxa “i” por “n” períodos para se chegar ao valor presente (VP), conforme fórmula abaixo:

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

### 3.4.3 Valor presente líquido (VPL)

Para comparar diferentes valores em diferentes períodos, é necessário, antes, posicionar todos os valores em um mesmo ponto do tempo. Para isso serve o *Valor Presente Líquido* (MOTTA; CALÔBA, 2000). Em uma série de fluxos de caixa, é possível descontar o fluxo de caixa nas entradas e saídas de cada período. Ao fazer isso, acha-se o valor presente de um fluxo de caixa. Lembrando que para cada período, usa-se a fórmula:

$$VP_{(n)} = \frac{VF_{(n)}}{(1 + i)^n}$$

Ao utilizar tal fórmula para cada período (no jargão “trazer tudo ao valor presente”) e somar todas as parcelas  $VP_{(n)}$  – isso inclui o valor inicial desprendido ou ganho em  $n=0$ ) –, acha-se o Valor Presente Líquido (VPL). O VPL pode ser positivo ou negativo. Em se tratando da análise dos fluxos de caixa de um investimento, nós calculamos a somatória dos VP gerados.

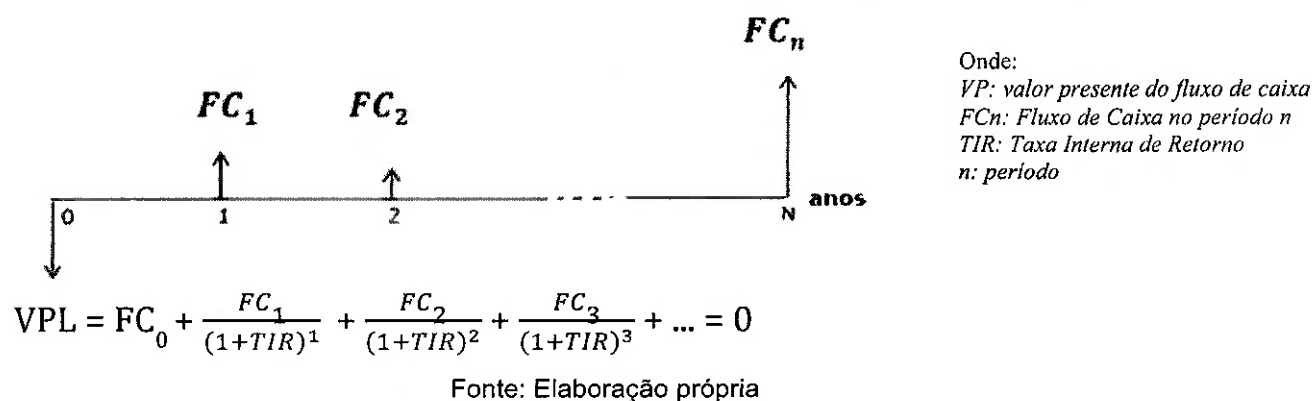
### 3.4.4 Taxa mínima de atratividade (TMA)

TMA (DAMODARAN, 2010) é a taxa mínima de atratividade aplicada no desconto do fluxo de caixa que um investidor busca no processo decisório. Como estamos falando de investimentos, a TMA de um investimento com algum grau de risco deve ser maior que a taxa livre de risco à qual o investidor está exposto, pois, como visto, todo investidor, ao fazer algum investimento com risco atrelado, deve buscar um prêmio de risco.

### 3.4.5 Taxa interna de retorno (TIR)

Dado uma certa série de fluxos de caixa, a *Taxa Interna de Retorno* (KOPTIKE, 2000) pode ser definida como a taxa de desconto que anula o valor presente de um fluxo de caixa. Em outras palavras, é a taxa de retorno que o investimento trouxe. É preferível utilizar calculadoras financeiras para facilitar as contas. A TIR é uma ferramenta de análise de investimentos, e assim, deve ser usada em conjunto com o VPL e a TMA para comparação de resultados.

Figura 8: Diagrama de fluxo de caixa descontado pela TIR

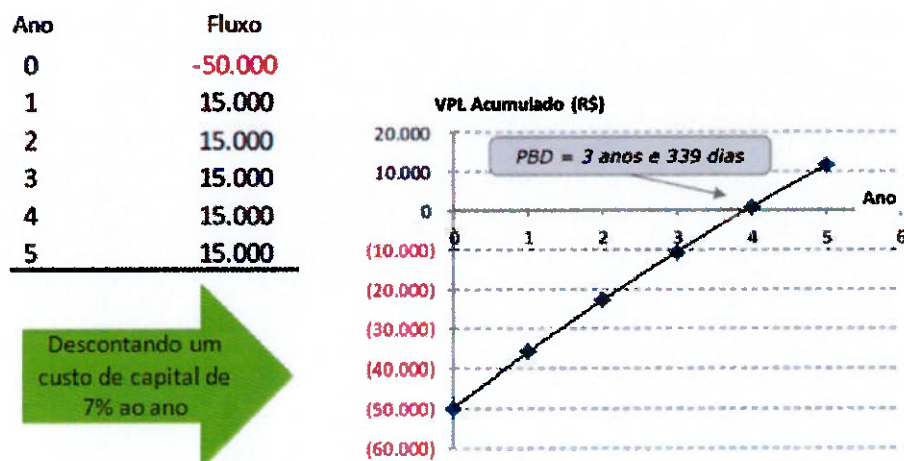




### 3.4.6 Payback descontado (PBD)

O Payback Descontado (ROSS, 2002) é o período de tempo necessário para a empresa recuperar o investimento inicial de um projeto, a partir das entradas de caixa descontadas a uma taxa que reflete seu custo de capital.

Figura 9: Payback descontado (PBD)



Fonte: Elaboração própria

### 3.4.7 Análise básica de investimentos

Aplicando então algumas das ferramentas de análise de investimentos, podemos decidir, matematicamente, qual investimento seria o melhor. Para chegarmos a uma resposta sobre o retorno do investimento, fazemos algumas comparações:

**VPL** (utilizando o custo de capital como taxa de desconto):

- Caso o VPL do investimento seja negativo, houve prejuízo.
- Caso o VPL seja nulo, não houve ganho nem perda.
- Caso o VPL seja positivo, houve lucro.

**TIR x TMA:**

- TIR > TMA: o investimento trouxe rendimento maior que o mínimo esperado pelo investidor.

- $TIR = TMA$ : o investimento rendeu a quantia exata que o investidor esperava para fazê-lo.
- $TIR < TMA$ : o investimento rendeu menos que o investidor esperava (note que nesse caso não significa que houve prejuízo).

#### **3.4.8 Fluxo de caixa descontado (DCF – *Discounted Cash Flow*)**

A premissa por trás da técnica do Fluxo de Caixa Descontado (ROSS, 2002) é a de que o valor da empresa é proporcional ao fluxo de caixa que ela gera. Ou seja, para todas as outras premissas constantes, quanto maior for a expectativa de geração de caixa no futuro, maior é o valor da empresa.

O DCF se resume então em dois principais tópicos:

- 1) Determinar o fluxo de caixa que o empreendimento gerará no futuro;
- 2) Trazer esses fluxos a valor presente com uma taxa de desconto adequada, que reflita o risco associado a essa geração.

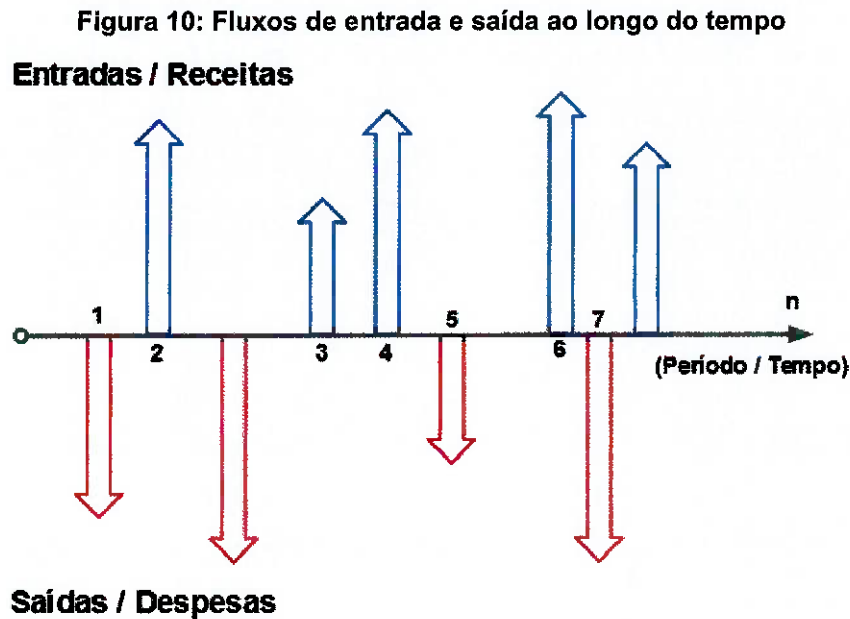
Seguindo esse raciocínio, repare que, como já foi observado, com todos os outros parâmetros constantes quanto mais caixa um empreendimento gerar, maior é o valor atribuído a ela. Isso faz sentido, visto que, quanto mais caixa ela gerar, mais dinheiro poderá ser distribuída aos acionistas, mais projetos podem ser realizados, e assim sucessivamente.

Para todos os outros valores constantes, quanto maior a taxa de desconto usada, menor será o valor atribuído ao empreendimento. Isso também faz sentido, visto que quanto maior for o risco dos fluxos de caixa se concretizarem, menos vale o empreendimento.

Entrando em termos mais técnicos, sabemos que o valor presente do capital é proporcional ao valor futuro daquele capital e inversamente proporcional a taxa de juros usada na capitalização e a quantidade de períodos que aquele valor futuro está à frente. Ou seja:

$$\text{Valor Presente} = \frac{\text{Valor Futuro}_n}{(1 + \text{taxa})^n}$$

Aplicando esse conceito ao método do *Fluxo de Caixa Descontado*, imagine que o empreendimento tem os seguintes fluxos de caixa:



Fonte: Elaboração própria

Assim, o valor do empreendimento será a soma de todos esses fluxos de caixa trazidos a valor presente. Ou seja:

$$\text{Valor da empresa} = \sum_{1}^n \frac{\text{Fluxo de Caixa}_n}{(1 + \text{taxa})^n}$$

#### 3.4.9 Custo de Capital para Acionistas (CAPM)

Para estimar o custo de capital para os acionistas de um empreendimento, normalmente usa-se o modelo do *Capital Asset Pricing Model* (GITMAN, 2002). Ele descreve a relação entre o risco sistêmico e o retorno esperado pelos acionistas de um ativo. Todo investimento possui um risco e um retorno esperado e, portanto, o CAPM mensura o retorno esperado relacionado com o risco que se corre de acordo com a seguinte equação:

$$K_e = R_f + \beta (R_m - R_f)$$

Onde:

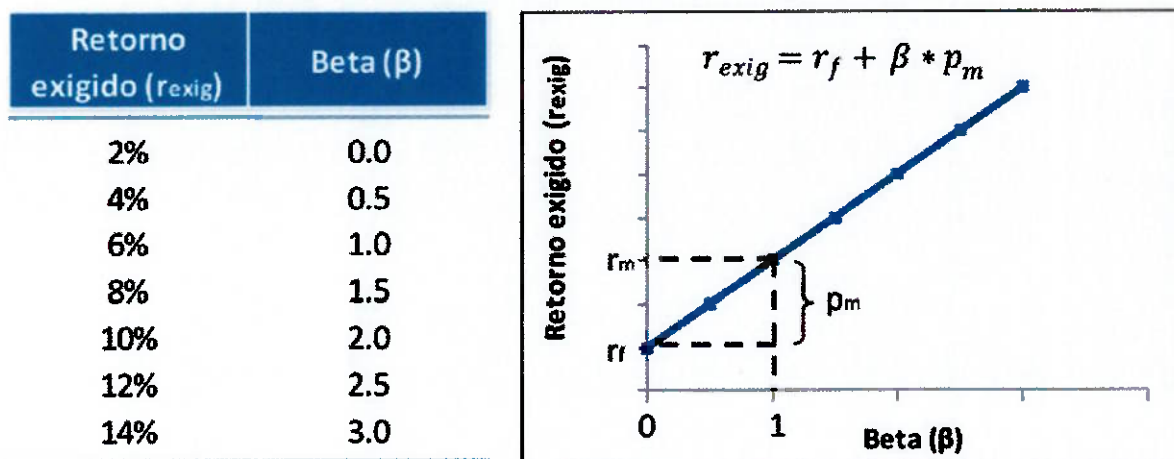
$R_f$  = Taxa livre de risco

$R_m$  = Risco do mercado

$B$  = Risco sistêmico da empresa

$(R_m - R_f)$  = Prêmio do mercado

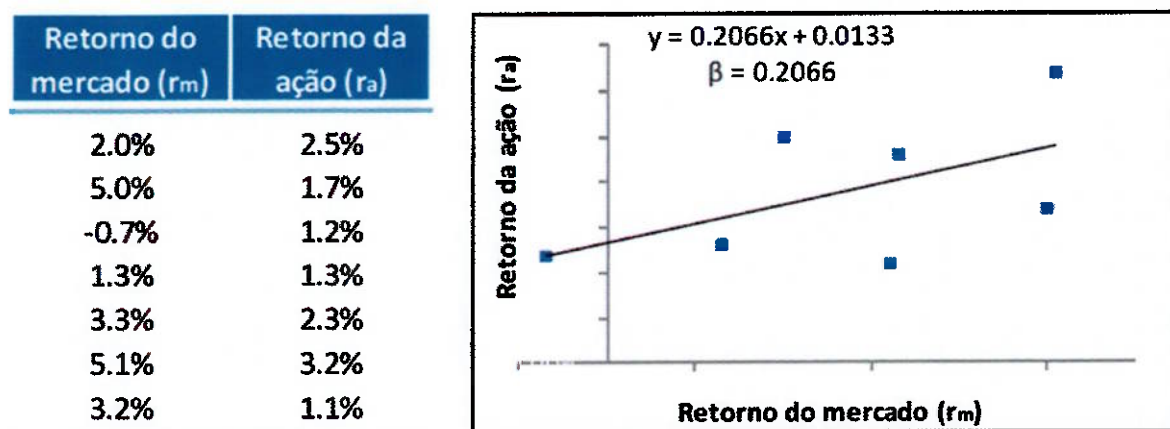
Figura 11: Determinação do risco sistêmico da empresa 1



Fonte: Elaboração própria

O beta é a medida de risco sistemático de um ativo, ou seja, ele é definido de acordo com as variações do ativo versus o mercado. Ele é o coeficiente angular da reta proveniente da regressão linear do gráfico da taxa de retorno da ação da empresa versus a taxa de retorno do mercado.

Figura 12: Determinação do risco sistêmico da empresa 2



Fonte: Elaboração própria

### **3.4.10 Weighted Average Cost of Capital (WACC)**

O WACC (CUNHA; RECH, 2010) representa o retorno esperado pelos acionistas e credores de uma empresa, ou seja, o custo do capital que estes estão investindo na empresa. Da mesma maneira que o CAPM quantifica o retorno esperado somente pelos acionistas, o WACC irá ponderar os retornos esperados pelos acionistas e pelos credores de acordo com a seguinte equação:

$$WACC = \frac{D}{(D + E)} * Kd * (1 - t) + \frac{E}{(D + E)} * Ke$$

Onde:

WACC = custo de capital ponderado

D = capital de terceiros (Debt)

E = capital dos acionistas (Equity)

t = alíquota de impostos

Kd = custo do capital de terceiros

Ke = custo do capital dos acionistas

O capital de credores (D) é obtido no Balanço Patrimonial do empreendimento. O custo da dívida (Kd) é facilmente determinado, pois ele é o juro cobrado pelos credores e, portanto, é pré-determinado no momento do empréstimo. O custo do equity (Ke) pode ser determinado usando várias metodologias, mas a mais usual é o CAPM.

A parcela de dívida é multiplicada por (1 - t), uma vez que o capital de terceiros possui o benefício fiscal da alíquota de impostos. Isso acontece, pois na Demonstração de Resultado Líquido, as Despesas Financeiras são contabilizadas antes do Imposto de Renda e, portanto, também sofrem o abatimento dos impostos.

### **3.4.11 Múltiplos de Negociação (Trading Multiples)**

A avaliação por múltiplos (SUOZZO, 2001) é simplesmente uma expressão do valor de mercado em relação a uma métrica financeira que se supõe relacionar-se com

esse valor. Na prática, essa métrica – seja lucro, LAJIDA ou outra medida – deve ter uma relação lógica com o valor de mercado observado.

Na prática, ao mensurar o valor de um ativo através da avaliação por múltiplos, olham-se os múltiplos de negociação das companhias comparáveis, ou seja, companhias que sejam do mesmo setor, e que apresentem características similares de crescimento, estrutura de capital, entre outros.

Existem dois principais tipos básicos de múltiplos: o valor da firma (*Enterprise Value*) e o valor do *equity* (*Equity Value*):

- 1) Múltiplos derivados do valor da firma: expressa o valor total da companhia, englobando todas as operações inerentes da empresa, relativizada por uma métrica importante como receita líquida ou LAJIDA. Exemplos: valor da firma sobre receita líquida (VF/RL), valor da firma sobre lucro antes de impostos e juros (VF/LAJIR) e valor da firma sobre lucro antes de impostos, juros, depreciação e amortização (VF/LAJIDA).
- 2) Múltiplos derivados do valor do *equity*: expressa o valor pertencente aos acionistas sobre os ativos e o fluxo de caixa da empresa. Portanto, um múltiplo de valor do *equity* expressa o valor em relação a uma métrica que se aplica apenas aos acionistas, como lucro líquido (o restante residual após pagamentos a credores, acionistas minoritários e outros). Exemplos: valor do *equity* sobre lucro líquido (P/L) e valor do *equity* sobre patrimônio líquido ou valor patrimonial (P/VP).

Podemos dessa forma pensar que:

**Tabela 4: Principais vantagens e desvantagens da avaliação por múltiplos**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<u>Eficiente</u> - múltiplos podem ser ferramentas robustas que fornecem informações úteis sobre valor relativo de um determinado ativo	<u>Simplista</u> - combina muitos fatores diferentes e individuais de cada ativo em uma única estimativa pontual
<u>Simples</u> - facilidade de cálculo e ampla disponibilidade de dados tornam os múltiplos uma ferramenta atraente para a avaliação de ativos	<u>Estático</u> - múltiplos não capturam completamente a natureza dinâmica dos negócios e da concorrência
<u>Relevância</u> - Múltiplos são baseados em métricas importantes usadas pelos investidores	

Fonte: Elaboração própria

Para empreendimentos mineiros, o LAJIDA (lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização) se tornou a métrica mais comum para analisar financeiramente a operação de uma mina, sem interferência da estrutura de capital do ativo, pois a métrica considera a receita que é gerada pela operação subtraída pelos custos e/ou despesas “caixa”, ou seja, eliminando despesas que não representam efetivamente desprendimentos de caixa (como depreciação de ativos e amortizações). Como o LAJIDA é uma métrica financeira que remete apenas à operação do empreendimento, o múltiplo correto a ser utilizado é o valor da firma (*Enterprise Value*) sobre LAJIDA ( $VF/LAJIDA$ ).



#### 4. Discussão e Resultados

Após então passar por todos os conceitos que cercam o minério de ferro, seu mercado, seus geradores de demanda e os métodos usuais de avaliação de empreendimentos, a proposta do trabalho de apresentar uma análise auxiliar aos tomadores de decisão será discutida: conforme visto na seção Referências Bibliográficas, a avaliação por múltiplos compara companhias de uma mesma indústria, justamente por apresentarem estruturas de capital similares, podendo se diferenciar pelo seu perfil de crescimento e de rentabilidade.

A análise deve auxiliar no entendimento do impacto da demanda esperada pela produção de minério de ferro na avaliação de companhias e empreendimentos mineiros. Já é bastante usual a utilização do fluxo de caixa descontado, VPL, *Payback*, TIR, entre outros métodos de avaliação e, de fato, todos estes métodos são importantes para analisar a viabilidade econômica de empreendimentos mineiros. O projeto analisado enfim se baseia em conectar dois assuntos distintos: (i) a avaliação por múltiplos com (ii) a demanda pela produção do minério de ferro.

Para entender melhor a análise, tomamos como exemplo o setor de varejo e estimativas da área de pesquisa da corretora do *Bank of America Merrill Lynch*. Atualmente, uma das companhias mais bem precificadas na bolsa de valores brasileira (B3 – Brasil, Bolsa, Balcão) é a Magazine Luiza, apresentando um múltiplo P/L (Preço sobre Lucro) de aproximadamente 38,8x, sendo que a média do mercado é de 25,4x. Isso ocorre, pois a Magazine Luiza está inserida num nicho de alto crescimento, que é o *e-commerce*. Como consequência, seu crescimento de lucro esperado para os próximos anos é de 29,8%, enquanto a média do mercado está em 17,5%, segundo a mesma fonte.



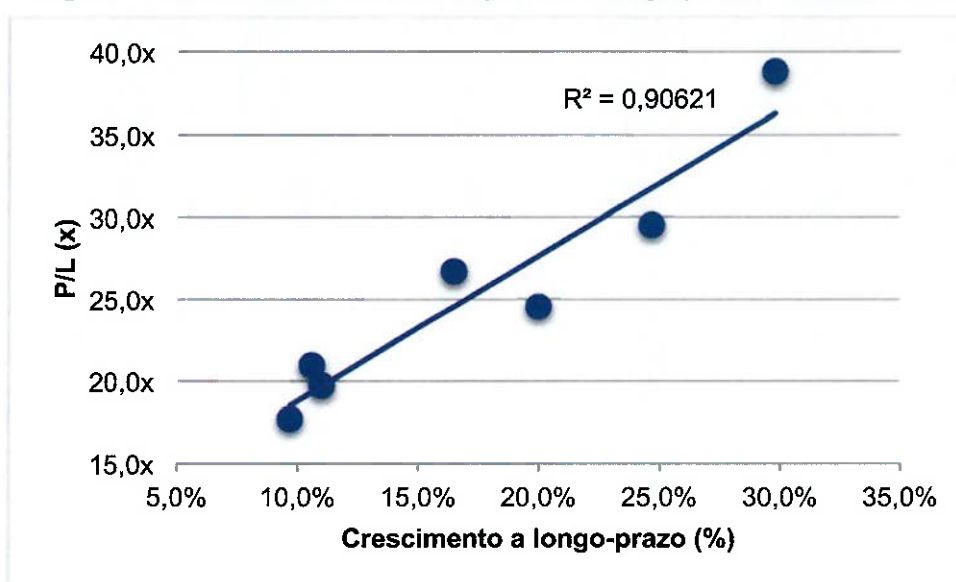
**Tabela 5: Múltiplo P/L das companhias brasileiras do setor de varejo**

Companhia	Crescimento a longo-prazo (%)	P/L
Carrefour Brasil	10,6%	20,9x
Alpargatas	11,0%	19,7x
Arezzo	20,0%	24,5x
Cia Hering	9,7%	17,7x
Lojas Renner	16,5%	26,7x
Magazine Luiza	29,8%	38,8x
Natura	24,7%	29,5x
<b>Média</b>	<b>17,5%</b>	<b>25,4x</b>

Fonte: Bloomberg 2019 e "Bank of America Merrill Lynch Research"

Analizando portanto as companhias descritas na tabela 5 e relacionando seu crescimento de lucro esperado a longo prazo, podemos perceber uma linearidade bem definida, com o coeficiente de determinação de aproximadamente 90,62%.

**Figura 13: Crescimento de lucro esperado a longo prazo vs Múltiplo P/L**

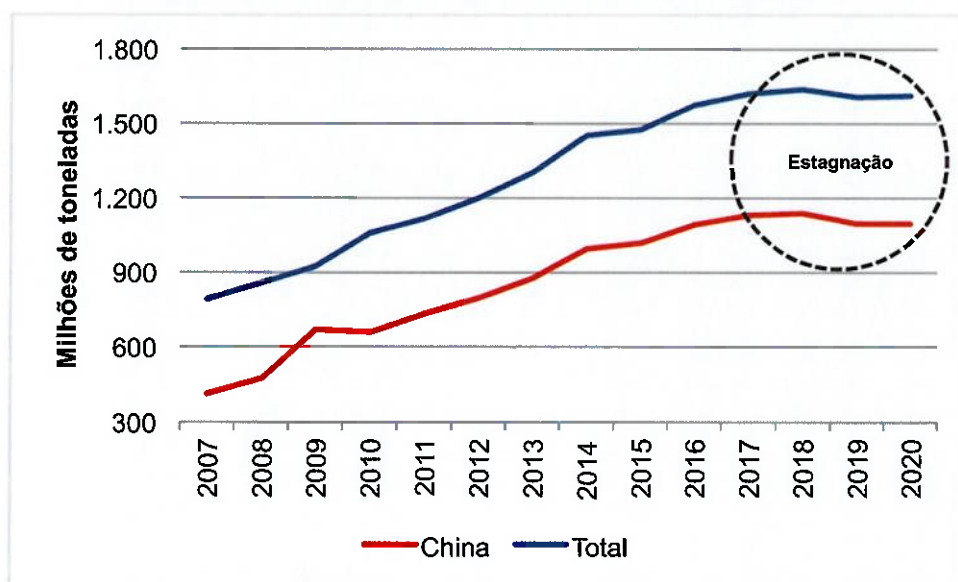


Fonte: Bloomberg 2019 e "Bank of America Merrill Lynch Research"

Da mesma forma, as companhias e empreendimentos que possuem o minério de ferro como principal produto do seu portfólio deveriam seguir as tendências de mercado para a demanda do minério. E, conforme visto anteriormente, a exportação do minério de ferro deve sofrer uma forte desaceleração nos próximos anos, principalmente pelo consumo mais moderado da China e pelas políticas de redução de resíduo no país.

Historicamente, o crescimento de importação de minério de ferro na China e o crescimento de exportação global possuem uma correlação de 98,75% de 2007 a 2017. Consequentemente, espera-se então para os próximos anos uma estagnação do volume de exportações e importações do minério de ferro:

**Figura 14: Volumes de exportação do minério de ferro<sup>8</sup>**

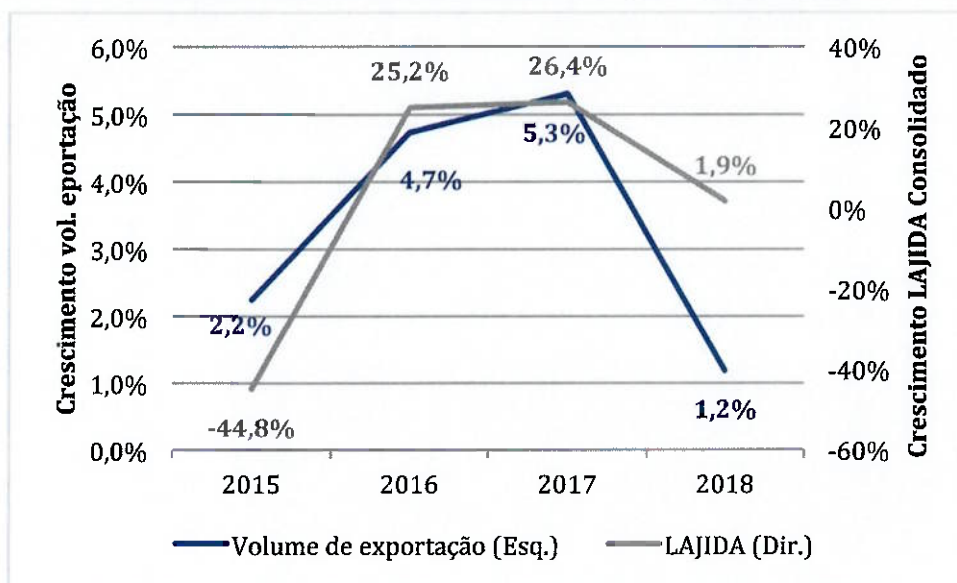


Fonte: "Bank of America Merrill Lynch Research"

Como consequência, as companhias e os empreendimentos mineiros devem levar em consideração a desaceleração esperada da demanda do minério de ferro. Entretanto, segundo a figura 16, ao analisarmos as quatro maiores companhias de capital aberto que possuem o minério de ferro como principal produto (Vale, BHP, Rio Tinto e Fortescue), nota-se que apesar do LAJIDA (Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização) crescer num ritmo similar ao crescimento do volume de exportações, os múltiplos de negociação (Valor da firma sobre LAJIDA) das companhias não têm acompanhado a mesma tendência.

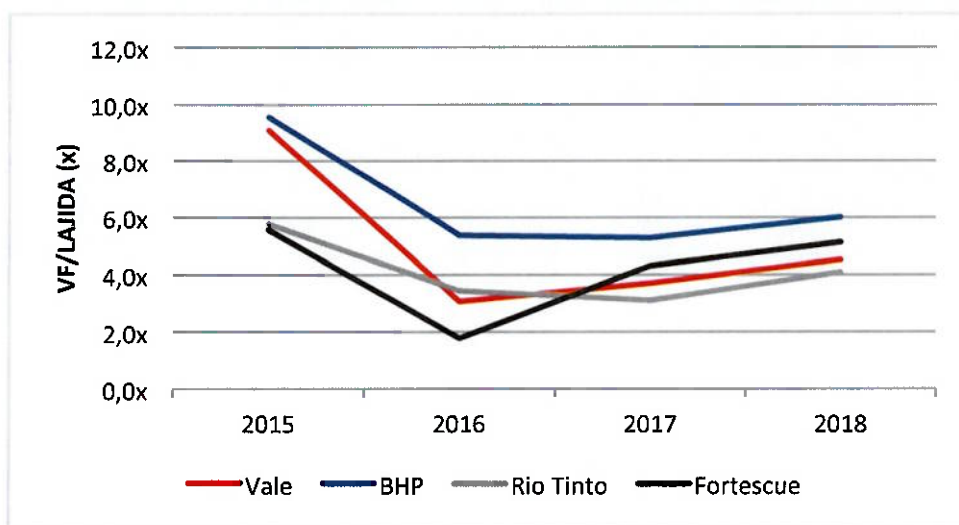
<sup>8</sup> Os anos de 2018 a 2020 representam estimativas feitas pelo Bank of America Merrill Lynch.

**Figura 15: Volume de exportação vs LAJIDA consolidado**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 16: VF/LAJIDA das quatro maiores companhias de minério de ferro**



Fonte: Elaboração própria

Conforme visto na figura 15, o crescimento do volume de exportação do minério de ferro é bastante correlato com o resultado financeiro (LAJIDA) apresentado pelas “Big Four”. Porém, a avaliação do mercado não segue a mesma tendência, apontando para uma ineficiência de avaliação do mercado de capitais.

É possível afirmar adicionalmente que a demanda esperada do minério de ferro pode ser uma análise auxiliar muito importante para o estudo de viabilidade

econômica, uma vez que é um indicador não apenas operacional, mas também financeiro, de como o empreendimento mineiro deve portar ao longo dos anos.

Contudo, nota-se que existe uma influência significativa do volume de produção do minério de ferro no resultado operacional (LAJIDA) das companhias. Dessa forma, é de suma importância compreender as dinâmicas do mercado de minério de ferro, uma vez que períodos de menor volume de produção remetem em riscos mais elevados para perdas de investimentos. Tais riscos são pouco explorados no estudo de viabilidade econômica e devem ser considerados a fim de evitar prejuízos relevantes.

## 5. Conclusão

A atividade mineira, como já mencionado, envolve quantias elevadas de investimentos, assim como riscos significativos de perda monetária. Na tentativa de mitigá-los, existem diversos métodos e ferramentas de avaliação atualmente utilizados no estudo de viabilidade econômica, que possuem o objetivo de mensurar o potencial retorno do empreendimento mineiro, dentre os quais pode-se destacar o fluxo de caixa descontado, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

Este trabalho então se propôs a apresentar uma análise auxiliar através da demanda esperada pela produção do minério de ferro, utilizando o método de avaliação por múltiplos e dados públicos das companhias "*Big Four*"<sup>9</sup> a fim de proporcionar uma melhor compreensão dos riscos inerentes no estudo de viabilidade econômica.

Conforme observado nas discussões e resultados, as companhias de capital aberto que possuem o minério de ferro como o seu principal produto não têm sido bem precificadas no mercado, pois embora o lucro operacional combinado das "*Big Four*" se comporte em linha com a produção global de minério de ferro, seus múltiplos de avaliação VF/LAJIDA<sup>10</sup> não têm refletido o mesmo comportamento.

Vale ressaltar que tal conceito da avaliação de múltiplos é aplicável em diversos setores da economia, nos quais, em períodos de maior rentabilidade, os múltiplos de avaliação tendem a ser mais elevados, ao passo que em períodos de menor rentabilidade, os múltiplos são mais amenos. Entretanto, percebe-se que, para ativos de mineração, o mesmo conceito não tem sido bem aplicado.

Contudo, esta análise auxiliar não é útil apenas para investidores de companhias de capital aberto, mas também para a aplicação na análise de viabilidade econômica de empreendimentos de minério de ferro, na qual deve ser considerada a demanda pela produção global do minério, dado que esta influencia diretamente o resultado operacional do empreendimento.

---

<sup>9</sup> *Big Four* são as quatro maiores companhias de capital aberto que possuem o minério de ferro como o seu principal produto: Vale, Rio Tinto, BHP e Fortescue.

<sup>10</sup> Valor da Firma / LAJIDA (Lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização)

## 6. Bibliografia

DAMODARAN, Aswath. **Damodaran on Valuation**. Nova Jersey: Wiley Finance, 1994.

DAMODARAN, Aswath. **Investment Valuation**. Nova Jersey: Wiley Finance, 1995.

DOMINGO, Estrella V. **Valuation Methods of Mineral Resources**. Joanesburgo: 11th Meeting of the London Group on Environmental Accounting, 2007. Disponível em <[http://mdgs.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting11/LG11\\_14a.pdf](http://mdgs.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting11/LG11_14a.pdf)>.

ELLIS, Trevor R. **Valuation Methodologies For Mines and Mineral Tenements**. **American Institute of Minerals Appraisers**, Denver, Vol. 1, No. 5.,1995.

LONERGAN, Wayne. **Mining Valuation Issues**. Sydney: Lonergan Edwards & Associates Limited, 2016.

MIRANDA, Ivan Silva Júnior. **Diretrizes Fundamentais para um Estudo de Avaliação Econômica de Empreendimentos de Mineração: Um Estudo Bibliográfico**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral), Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Disponível em <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2648>>.

PESSOA, Gerisval Alves. **Avaliação de Projetos de Mineração Utilizando a Teoria das Opções Reais em Tempo Discreto – Um Estudo de Caso em Mineração de Ferro**. 2006. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial), Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10438/8706>>.

QUARESMA, Luiz Felipe. **Balanco Mineral Brasileiro: Ferro**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-ferro>>.

REDFERN, James. **Iron Ore Primer: A starter kit for investors**. Relatório de pesquisa do Bank of America Merrill Lynch, 2018.

SUOZZO, Peter. **Valuation Multiples: A Primer**. Global Equity Research. UBS Warburg, Zurique, vol.1, nov. 2001. Disponível em <<http://www.rgquintero.com/media/91f679831d8e9521ffff80e8ffffe906.pdf>>

SECURATO, José R. e SECURATO, José C. **Mercado Financeiro**. São Paulo: Saint Paul, 2005.