

JOÃO RENATO ALBANESE FILHO

**PROJEÇÃO DO MERCADO BRASILEIRO DE MANGANÊS ATRAVÉS
DE METODOLOGIAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS**

São Paulo
2019

JOÃO RENATO ALBANESE FILHO

**PROJEÇÃO DO MERCADO BRASILEIRO DE MANGANÊS ATRAVÉS DE
METODOLOGIAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso 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 Neves

São Paulo
2019

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João e Josette, por todo amor e apoio incondicionais durante a minha vida. Por me ensinarem valores que sem dúvida entendo como fundamentais ao ser humano e faço questão de passar ao próximo. Por serem meus exemplos de vida, de persistência e de resiliência. Mãe, obrigado por sempre ter sido minha incentivadora. Pai, o ser humano mais sensacional que já tive o prazer de conhecer e vem passando por uma questão de saúde difícil: tenho certeza que sairemos juntos dessa. À vocês, devo tudo.

Aos meus avós, Antônio, José Carlos (*in memoriam*) – que teve uma história com a mineração e me incentivou à entrar no curso - Marilene (*in memoriam*) e Rosa, por me ensinarem tanto sobre a vida e o que realmente importa. Por demonstrarem sempre a importância do conceito de família e união.

Ao meu tio, Próspero, por toda dedicação e empenho à nossa família. Por toda proatividade em me auxiliar mesmo quando não parecia ser preciso.

À toda minha família, por demonstrar o amor mais sincero e confortante e o real sentido de nossa existência. Por ter me proporcionado um rápido amadurecimento e me formado como o cidadão e ser humano que tenho orgulho de ser hoje.

À minha namorada, Luiza, por não ter saído do meu lado neste ano tão difícil, principalmente nos momentos em que mais precisei. Por ser quem não me deixou desistir dos meus objetivos em nenhum momento sequer. Por ser um grande ponto de luz e de paz na minha vida.

A todos os meus amigos de Indaiatuba, que entenderam os motivos das poucas visitas nos últimos anos. Que me permitem ter certeza de amizades verdadeiras e perpétuas, mesmo com certa distância e poucos encontros.

Aos meus amigos de grupos de extensão, que me mostraram que a Poli está repleta de conhecimentos extracurriculares a serem adquiridos, além de vivências espetaculares e amigos para a vida toda. Que me permitiram entender a importância de viver em equilíbrio e me proporcionaram grandes oportunidades.

A todos meus amigos que fizeram parte da minha caminhada até hoje e tiveram uma participação na minha formação. Com toda certeza levo muitos aprendizados e memórias e espero também ter fornecido contribuições positivas à todos.

A todos os meus professores, desde o colégio até à universidade, por acreditarem no futuro de nosso país e exercerem uma profissão tão nobre. Pessoalmente, por tanto terem me ensinado dentro e fora das salas de aula.

Aos meus colegas de classe por estarem junto comigo nesta jornada acadêmica.

Aos meus colegas de trabalho, Heitor, Marcelo, Marco e Sophia, por todos os ensinamentos e pela intensa participação no início da minha formação profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Manoel Rodrigues Neves, pela confiança em mim depositada e todo auxílio durante a realização deste trabalho.

Sem dúvidas o ser humano é formado por momentos, pessoas e sentimentos que passaram em sua vida, de forma dinâmica e inexplicável, compondo a essência da existência de cada indivíduo. Agradeço, pois, a todos que participaram da constituição de quem sou hoje.

Obrigado por tudo.

RESUMO EXECUTIVO

O presente estudo configura uma projeção do mercado brasileiro de manganês através de metodologias qualitativas e quantitativas. A análise qualitativa foi pautada em pesquisas bibliográficas acerca de históricos nacional e global do mercado de manganês. O grande objetivo que sustenta a necessidade de entendimentos qualitativos profundos é a elaboração de premissas sólidas de projeção, que culminem em uma análise quantitativa fundamentada. A análise quantitativa foi realizada através da base qualitativa e de métodos estatísticos e financeiros que fornecessem as ferramentas necessárias à projeção, possibilitando ao final, uma comparação entre os métodos. À vista disso, para estimar o tamanho do mercado, foram construídas tanto regressões lineares, quanto um modelo embasado em premissas de cada mina de manganês da Vale, historicamente maior companhia do mercado, chamado soma das partes (SOTP). Após análises de aderência, ou seja, se os modelos apresentam cenários cabíveis e representativos, foi utilizada a metodologia de avaliação econômico-financeira do Fluxo de Caixa Descontado (DCF) para, finalmente, considerando o mercado brasileiro de manganês como apenas uma grande companhia teórica operando, efetuar sua valoração. Com o intuito de promover maior alicerce e assertividade à projeção, foi utilizado o método de *valuation* relativo, ou seja, utilização de múltiplos de companhias comparáveis listadas em bolsa para confrontar os resultados obtidos. Não obstante, também foram construídas uma análise de sensibilidade, testando diferentes cenários possíveis à projeção, e uma análise de riscos, com propósito de promover esclarecimento acerca das adversidades que poderiam afetar o mercado e os respectivos impacto e probabilidade.

Palavras-Chave: manganês, ferroligas, mercados, projeção, fluxo de caixa

ABSTRACT

This study configures a projection of the Brazilian market through qualitative and quantitative methodologies. The qualitative analysis was based on bibliographical researches about national and global history of manganese's market features. The major objective that underpins the need for deep qualitative understandings is the elaboration of solid projection assumptions that culminate in a grounded quantitative analysis. The quantitative analysis was performed through the qualitative basis and also statistical and financial methods that provided the necessary tools for the projection, allowing at the end, a comparison between the methods. In view of this, in order to estimate the market size, both linear regressions and a model based on the assumptions of each Vale's manganese mine, historically the largest company in the market, called sum of the parts (SOTP) were built. After adherence analysis, that is, if the models present appropriate and representative scenarios, the Discounted Cash Flow (DCF) economic-financial assessment methodology was used to finally, considering the manganese Brazilian market as only one big theoretical company operating, make its valuation. In order to promote greater foundation and assertiveness to the projection, the relative valuation method was used, that is, the use of multiples of comparable companies listed on stock exchanges to compare the obtained results. Besides that, a sensitivity analysis was also constructed, testing different possible scenarios for the projection, and a risk analysis, with the purpose of providing clarification about the adversities that could affect the market and their impact and probability.

Key-Words: manganese, alloys, markets, projection, cash flow

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção Brasileira de Manganês	13
Figura 2 - Exportações Brasileiras de Manganês.....	14
Figura 3 – Regressão Linear – Volume x Tempo	23
Figura 4 – Regressão Linear – Preço x Tempo	24
Figura 5 - Regressão Linear - Volume x Preço	25
Figura 6 - Matriz de Risco	41

Eu, Prof. Dr. Manoel Rodrigues Neves, orientador do aluno João Renato Albanese Filho no trabalho de formatura, declaro que estou de acordo com todas as alterações feitas na monografia entre a entrega final para a banca e a entrega final (corrigida).

Manoel Rodrigues Neves

Prof. Dr. Manoel Rodrigues Neves

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping letters and lines, positioned above a horizontal line.

João Renato Albanese Filho

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico da Receita do Mercado.....	23
Tabela 2 – Projeção da Receita do Mercado por Regressão Linear	23
Tabela 3 - Volume Produzido – Vale	25
Tabela 4 – Projeção da Receita do Mercado.....	27
Tabela 5 – Balança Comercial Global de Manganês.....	28
Tabela 6 - Custo de Capital Próprio (Ke).....	30
Tabela 7 - Custo da Dívida.....	31
Tabela 8 – FCFF - SOTP	32
Tabela 9 – FCFF – Regressão Linear	33
Tabela 10 – DCF - SOTP.....	34
Tabela 11 – DCF – Regressão Linear	34
Tabela 12 – Perpetuidade - SOTP	35
Tabela 13 – Perpetuidade – Regressão Linear	35
Tabela 14 – Companhias Comparáveis e Múltiplo EV/EBITDA	38
Tabela 15 – Análise de Sensibilidade - Preço e Volume - Sensibilidade da Receita.....	39
Tabela 16 – Análise de Sensibilidade - Taxa de desconto (WACC) e Margem Operacional - Sensibilidade do Valor da Firma.....	40
Tabela 17 – Análise de Sensibilidade - Taxa de desconto (WACC) e g (crescimento na perpetuidade) - Sensibilidade do Valor da Firma	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1.	DEFINIÇÃO	12
3.2.	HISTÓRICO	12
3.3.	CONSUMO	14
3.4.	PREÇO E MERCADO.....	15
3.5.	RESERVAS	15
3.6.	UTILIDADES	16
3.7.	PROJEÇÃO	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5.1.	ANÁLISE QUALITATIVA.....	19
5.1.1.	Produção do Mercado Interno Atual	19
5.1.2.	Brasil no Cenário Global.....	19
5.1.3.	Principais Países no Comércio Exterior de Manganês.....	20
5.1.4.	Formação de Preços.....	20
5.1.5.	Evolução de Demanda	21
5.1.6.	Fatores Influenciadores na Produção e Escoamento	21
5.2.	ANÁLISE QUANTITATIVA	22
5.2.1.	Regressão Linear.....	22
5.2.2.	Sum of the Parts.....	25
5.2.3.	Fluxo de Caixa Descontado (DCF).....	28
5.2.3.1.	Taxa de Desconto (WACC)	28
5.2.3.2.	Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF)	31

5.2.3.3.	Cálculo do Fluxo de Caixa Descontado (DCF).....	33
5.2.3.4.	Perpetuidade	34
5.2.3.5.	Valor da Firma (EV)	36
5.2.4.	Análise Comparativa por Múltiplos.....	37
5.2.4.1.	Análise Comparativa por Múltiplos de Empresas Listadas.....	37
5.3.	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	38
5.4.	ANÁLISE DE RISCOS	40
6	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O manganês (Mn) é o elemento químico de número atômico 25, sendo um metal de transição externa, encontrado no grupo 7 da tabela periódica. Apesar de não ser extensamente aplicável em sua forma pura, o manganês é parte fundamental na produção de ferroligas e materiais básicos aos setores automobilístico, civil e pesado, além de suas aplicações nas indústrias eletroquímica (pilhas) e farmacêutica.

O manganês é um dos metais mais utilizados globalmente, atrás apenas do ferro, alumínio e cobre e suas maiores reservas são encontradas na África do Sul, Austrália, região do Golfo Africano (Gabão, Gana) e Brasil. Tais países são também, atualmente, e em ordem, os maiores exportadores de minério de manganês no mundo. Do outro lado, os maiores importadores são países com intenso crescimento da indústria, grande produção de aço e baixa ou nenhuma produção nacional do minério em relação à própria demanda. Tais países são principalmente: China, Índia, Coreia do Sul, Rússia e Malásia.

No Brasil, a história do manganês começou a vigorar entre 1894 e 1895 com a construção da Estrada de Ferro Brasil Central (EFBC) em Minas Gerais, possibilitando o escoamento do minério que já era produzido na região de Queluz e Conselheiro Lafaiete. A partir de então, foram descobertas novas reservas e criadas empresas de mineração para explorar o manganês, principalmente nas regiões da Serra do Navio (AP), Carajás (MG), Urucum (MS) e Quadrilátero Ferrífero (MG). Atualmente as quatro principais minas, que correspondem a 92% da produção brasileira, são: Mina do Azul (PA), Urucum (MS) e Morro da Mina (MG), pertencentes à Vale, e, Buritirama (PA) pertencente à Mineração Buritirama.

A elaboração de estimativas e projeções assertivas que capturem o crescimento e representatividade do mercado brasileiro de manganês é de extrema relevância para o maior entendimento da valorização do setor, bem como do posicionamento do Brasil no cenário global de exportação. A utilização de metodologias econômico-financeiras para avaliação de empresas, projetos, ativos e mercados é vastamente adotada em todos os setores da economia, uma vez que permite uma base sólida e fundamentada de análise.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar projeções para o mercado brasileiro de manganês, envolvendo perspectivas de produção e posicionamento no mercado global, além da construção do cálculo do valor do mercado em questão, utilizando duas metodologias diferentes, comparando-as ao final. A primeira é uma metodologia estatística de regressão linear e a segunda uma metodologia econômico-financeira de soma das partes, essa por sua vez tendo como base análises qualitativas para elaboração de premissas de projeção e passando por processos de análise de sensibilidade e análise de riscos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho inclui a definição e uso do manganês, seu histórico de produção e consumo mundial, preço e projeção do mercado.

3.1. DEFINIÇÃO

A palavra manganês deriva do latim, “magnes”, e tem como significado magnético. Apresenta semelhança importante com o cromo e o ferro. É um metal que pertence à classe dos metais de transição, possuindo o número atômico 25. Suas características físico-químicas são diversas, entre elas: é um material quebradiço que se encontra no estado sólido na natureza, mostrando-se como um metal cinza brilhante. Tem alto grau de dureza e uma densidade em torno de 7,21 a 7,40 g/cm³. (SANTANA, 2008)

Com relação à produção de aço na indústria siderúrgica, onde é usado como agente dessulfurante e deoxidante, seu uso é feito na forma de minério natural com adição no alto forno de gusa e como adição nos fornos para produção de ferroligas à base de manganês. As ferroligas são utilizadas na indústria siderúrgica por sua propriedade de dessulfurização, garantindo uma absorção de 85% do minério de manganês para o setor siderúrgico, restando 15% em forma de dióxido de manganês no mercado de pilhas e 5% como insumo para indústria química. (PEREIRA, 1995)

3.2. HISTÓRICO

Apesar de o elemento manganês ter sido descoberto no século XVIII, seu uso foi desenvolvido apenas um século mais tarde. Conforme a necessidade por aço cresceu, especialmente em meados de 1900, também aumentou a exploração e a busca por reservas do minério. A partir do final dos anos 1900 e começo dos anos 2000 a produção de manganês espalhou-se mundialmente, principalmente em países da África e da Austrália, o que provocou declínio na produção e na exportação do minério no Brasil comparativamente. Contudo, estudos demonstram diversos picos de produção e exportação no país, como em 2006, 2008 e em 2010. Nota-se queda da busca pelo minério em 2009, o que é explicado pela crise mundial de 2008, com posterior elevação conforme a resolução da crise. (COSTA E, 1995; COSTA M, 2004)

Em 2008, a produção mundial de minério de manganês atingiu 14 milhões de toneladas, mostrando um acréscimo de 11% em relação à 2007. A produção brasileira do mesmo ano chegou a 2,4 milhões de toneladas, constatando-se um incremento de 28% em relação ao ano anterior, motivado especialmente pela demanda internacional aquecida antes da crise. Este fato colocou, na época, o Brasil em 2º lugar no ranking mundial de produção do elemento. A Figura 1 representa a produção de manganês no Brasil dos anos 2008 até 2018, a partir de dados do IMnI. (IBRAM, 2012; SANTANA, 2008)

Figura 1 - Produção Brasileira de Manganês



Fonte: *International Manganese Institute*

Ainda no ano de 2008, as exportações do minério de manganês, segundo as informações da Secretaria do Comércio Exterior, atingiram US\$ 693 milhões, o que representou um acréscimo de mais 160% em relação a 2007, quando as exportações somaram US\$ 263 milhões. Fato controverso sabendo da crise mundial existente, contudo, explicado pelo auge da paralisação de compras no final do ano, quando diversos contratos já haviam sido firmados. Foi no ano seguinte, em 2009, que a crise afetou de fato o Mercado relacionado ao elemento, por conta das exportações basearem-se apenas em queima de estoque do ano anterior. A Figura 2 resume as exportações brasileiras dos anos 2008 a 2018, a partir de dados do ImnI. (PEREIRA, 1995; SANTANA, 2008)

Figura 2 - Exportações Brasileiras de Manganês



Fonte: International Manganese Institute

3.3. CONSUMO

No momento, o consumo do minério gira em torno de 20,0 milhões de toneladas, sendo o Brasil, África do Sul, Austrália, Gana e Gabão os responsáveis por 70% da produção. Já os países que mais consomem, são também os que mais produzem aço, atualmente: China, Malásia, Coreia do Sul, Rússia e Índia, Japão, Estados Unidos.

Internamente, o consumo em função do uso na indústria siderúrgica brasileira passou a ter importância juntamente com o crescimento desse setor no país. A produção média brasileira representa 20% da produção mundial do minério, sendo que grande parte disso, cerca de 80%, é enviada para exportação e pouca porção é destinada aos setores nacionais. (COSTA, 2004; SANTANA, 2008)

O consumo interno apresenta um perfil voltado ao tipo metalúrgico com uso direto na produção de gusa e na produção de ferroliga a base de manganês. Estes produtos são considerados como intermediários, utilizados posteriormente na indústria siderúrgica na fase da produção de aço. (SANTANA, 2008; IBRAM, 2012)

3.4. PREÇO E MERCADO

Em relação aos preços do minério de manganês, ocorreu um movimento de estabilidade no período entre 1995 e 2007, sendo que em 2008 houve uma oscilação de mais de 75% no preço, ao realizar as devidas conversões monetárias, o que também ocorreu em 2015. Em 2004 houve uma alta muito expressiva nos preços das ligas de manganês, que logo nos anos seguintes, 2005 e 2006, voltaram à sua normalidade por conta do excesso de estoques internacionais. Em 2005 os preços de ferroligas começaram a aumentar e finalmente no fim de 2006 regularizaram-se devido ao consumo dos estoques. (SANTANA, 2008)

No ano de 2008, em que houve a crise mundial iniciada pelas concessões de crédito nos EUA, o preço das ferroligas atingiu um valor de aproximadamente 10% de queda em relação à 1995. Estudos realizados acerca da tendência de preços no período pós-crise mundial de 2008, mostraram que as tendências das ferroligas e do minério de manganês era de repousarem no mesmo patamar dos anos de 2009 e 2010 e, finalmente, em 2011 haver um reinício de demanda forte, segundo as próprias empresas produtoras. Realmente isso foi concretizado, uma vez que era inevitável uma retomada desse bem mineral, sendo essencial à indústria e ao desenvolvimento global. (SANTANA, 2008)

3.5. RESERVAS

O manganês é um elemento comum na crosta terrestre, tendo concentração média de 0,1%, classificando-se assim como 12º mais abundante. Apesar disto, é raro encontrarmos depósitos do elemento. Existem também grandes reservas no fundo dos oceanos em forma de polimetal, ou seja, juntamente com outros minérios, com estimativas que apontam nódulos que contém em média 25% de manganês. Essa forma não é explorada, pois a profundidade exigida é grande, o que torna o processo dificultoso e excessivamente caro quando comparado com o preço do manganês no mercado, deixando tal alternativa como potencialmente explorável apenas a longo prazo. (COSTA, 1995; COSTA, 2004; SANTANA, 2008)

Entre os minérios de manganês mais comuns, é possível citar a pirolusita (MnO_2), a hausmannita (Mn_3O_4), a rodocrosita ($MnCO_3$), a rodonita ($MnSiO_3$) e a manganita ($MnO \cdot OH$). Como sua forma pura é rara, classifica-se os minérios de acordo com seus teores em manganês e em ferro:

- Minérios metalúrgicos: mais de 40% de Mn;
- Minérios de manganês ferríferos: 10-30% de Mn e
- Minérios de ferro manganíferos: minérios de ferro ricos em manganês, 10% de Mn.

As principais reservas de manganês estão em países como a Austrália (160 milhões/t), Gabão (160 milhões/t) e África do Sul (4,0 bilhões/t), que fornecem em torno de 90% do mercado internacional. Gana e Índia, atualmente exportam somente quantidades com médio ou baixo grau de concentração. Vale ressaltar que na África do Sul concentram-se cerca de três quartos das reservas mundiais. (PEREIRA, 1995; SANTANA 2008)

No Brasil, as reservas de manganês são de aproximadamente 110 milhões de toneladas de minérios. Os estados com maiores reservas são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Bahia e Pará, respectivamente. (USGS – 2012). O Estado de Minas Gerais continua sendo o que mais possui reservas, com valor estimado em mais de 51 milhões de toneladas, em seguida aparece o estado de Mato Grosso do Sul com quase 38 milhões de toneladas e o Pará com 25 milhões de toneladas.

Em 2008, o Brasil passou por um processo de reavaliação das reservas existentes no território nacional, mostrando que houve um incremento de aproximadamente 350%. O mesmo estudo evidenciou que o teor médio do manganês nacional atinge 32,5%. (SANTANA, 2008; IBRAM, 2012)

3.6. UTILIDADES

O manganês possui diversas utilidades e é indispensável na construção de ligas muito importantes na indústria global. O metal pode ser adicionado ao alumínio, cobre ou ferro na forma de ligas ou do próprio metal puro. A produção de aços, por exemplo, é feita com ferro-manganês (Fe-Mn) ou sílico-manganês (Si-Mn). (PEREIRA, 1995)

Para que o manganês possa ser colocado junto ao aço líquido, é necessário que ele esteja em forma de ferroliga. A produção comercial de manganês representa uma parte muito significativa da indústria metalúrgica como um todo. A classificação de ferroligas de manganês é feita a partir de seus teores em manganês, sílicio e carbono. Considerando que as exigências em relação ao teor de fósforo são cada vez maiores em produtos siderúrgicos, tem-se considerado

importante seus teores nos mercados tanto de ligas, quanto de minério de manganês. (PEREIRA, 1995)

A principal liga de manganês, é o ferro-manganês, que é responsável por aproximadamente 75% do consumo das ligas do metal. Em relação aos principais países envolvidos no mercado mundial de ferroligas, pode-se citar países majoritariamente importadores, como os EUA, majoritariamente exportadores, como a França (que além disso, é um importante consumidor da liga), ou ainda países com a balança comercial equilibrada, como o Japão. Também deve-se considerar os consideráveis excedentes de produção de Brasil, China, Ucrânia e Noruega, sendo que esse último utilizou seus extensos recursos hídricos para construir uma indústria de ligas metálicas muito relevante, mesmo sem possuir uma indústria siderúrgica de grande escala. (COSTA, 2004)

O manganês é muito empregado na produção de barras e chapas, que são utilizadas em construção civil e pesada. Além disso, tem papel importante na produção de bobinas, largamente aplicadas na indústria automobilística. Tais setores da economia representam algo em torno de 60% do consumo total de manganês. (COSTA, 2004)

3.7. PROJEÇÃO

Devido aos baixos custos de produção e à capacidade de suprimento da demanda das reservas descobertas e exploradas no mercado à nível mundial, não há qualquer indício de substituição do minério do manganês no curto prazo. (COSTA E, 1995; COSTA M, 2004)

Segundo estudos de projeção do mercado brasileiro de manganês feitos após a crise de 2008, se os crescimentos das importações do minério entre 2006, 2007 e 2008, fossem considerados como uma tendência, seria possível enxergar o movimento como uma preocupação deixada para os anos posteriores, recomendando-se intervenção de programas governamentais de geologia básica. Contudo, não foi esse o comportamento observado, uma vez que nos anos de 2010 e 2011, ocorreu justamente uma tendência contrária, com as exportações atingindo valores muito acima do esperado, inclusive maiores do que a própria produção interna. (Santana, 2008)

Além disso, o consumo de ligas de manganês tende a crescer consideravelmente nos próximos anos, devido, por exemplo, ao aumento observado na produção de automóveis mundial, que utilizam intensamente esses materiais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para definição da metodologia utilizada na realização deste trabalho, houve a divisão em dois aspectos: qualitativo e quantitativo.

No que tange o aspecto qualitativo, a metodologia utilizada foi de pesquisa bibliográfica, com a finalidade de compor os dados históricos e intrínsecos do manganês. Para tal, também foi de grande importância não apenas materiais didáticos e publicações de órgãos, agências e departamentos reguladores, como também os relatórios disponibilizados na seção de “Relação com Investidores” do *website* da Vale, e conversas com funcionários da Vale e da Mineração Buritirama.

Já em relação ao aspecto quantitativo, foram utilizadas metodologias que possibilitassem a obtenção de diferentes resultados e uma posterior comparação. O primeiro método utilizado foi o processo estatístico de regressão linear, utilizando dados históricos de produção e preço médio. O segundo método foi utilizar as premissas qualitativas e projetar a produção de cada mina da Vale separadamente, somando seus resultados no final, chamado “*Sum of the Parts*”. O terceiro método foi o Fluxo de Caixa Descontado, utilizando novamente algumas premissas qualitativas para chegar no Valor da Firma em ambos os casos anteriores. Por fim, foi adotada uma metodologia de valoração conhecida como Múltiplos, utilizando os valores de mercado de companhias comparáveis.

Para refinar os resultados e promover maior assertividade, foram feitas uma Análise de Sensibilidade (variando taxa de desconto e margem operacional, taxa de desconto e crescimento na perpetuidade, e, preço médio e produção, em cenários base, otimista e pessimista), além de uma Análise de Riscos.

Para elaboração do modelo econômico-financeiro em que todas as análises foram realizadas, foi empregado o Microsoft Excel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção engloba todas as análises feitas e resultados observados utilizando as metodologias adotadas no presente estudo.

5.1. ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa é imprescindível para tornar a análise quantitativa o mais assertiva possível, dando base sólida às premissas utilizadas e tornando viável a realização de projeções.

5.1.1. Produção do Mercado Interno Atual

O mercado brasileiro de manganês é extremamente concentrado, com duas companhias (Vale e Mineração Buritirama) representando aproximadamente 92% da produção nacional.

Atualmente há quatro principais minas em operação no país, sendo três da Vale (Azul, Urucum e Morro da Mina) e uma da Mineração Buritirama, que começou a ter participação relevante em 2017, quando produziu um volume correspondente à 24,11% do mercado (até então a Vale detinha uma participação que variava entre 80% e 90%). Desde então a Buritirama tem mantido um plano de investimentos e crescimento contínuo, de tal forma que produziu uma quantidade de minério de manganês maior do que a Vale nos primeiros trimestres de 2019. Tal aspecto leva a crer que, mesmo com o esgotamento da Mina do Azul, o aumento de produção observado na Buritirama, Urucum e Morro da Mina, será suficiente para manter o Brasil em posição de destaque no mercado global em um futuro próximo.

5.1.2. Brasil no Cenário Global

O Brasil configura junto aos maiores produtores e exportadores de minério de manganês há décadas, sendo um importante fornecedor para muitos países. Em 2018, foi o quinto maior exportador, representando 5,6% do total. O maior comprador do minério de manganês brasileiro é a China, que é também maior importador do minério global, correspondendo à 69,2% das importações totais em 2018, segundo relatório do *International Manganese Institute* (2018).

Dadas as condições de produção atuais no Brasil, seu histórico de exportação e a ávida necessidade de importação por parte de outros países, há uma tendência de aumento gradual na exportação de minério de manganês brasileiro, conforme aumento de demanda global.

5.1.3. Principais Países no Comércio Exterior de Manganês

Segundo relatório do *International Manganese Institute* (2018), no mesmo ano os cinco maiores exportadores de minério de manganês e suas participações no total foram, respectivamente: África do Sul (42,9%), Austrália (17,5%), Gabão (11,8%), Gana (10,2%) e Brasil (5,6%). Por sua vez, os cinco maiores importadores e suas participações, foram, respectivamente: China (69,2%), Índia (6,9%), Coreia do Sul (3,4%), Rússia (3,3%) e Malásia (3,3%).

Os cinco maiores exportadores configuram na lista há muitos anos e são países tradicionalmente relevantes no mercado, em função de suas grandes reservas e esforços de exploração. A tendência é que o Brasil ganhe participação aos poucos em função da crescente produção da Buritirama, focada no mercado asiático. Entretanto, não atingirá percentuais expressivos como África do Sul e Austrália por conta de suas limitações de reservas e produção.

A concentração de importação no mercado chinês é muito expressiva e o país tende a continuar sendo um grande consumidor desse tipo de matéria-prima, dando suporte ao acelerado crescimento da indústria. Índia, Coreia do Sul, Rússia e Malásia possuem grande consumo devido ao mesmo motivo, entretanto, com uma relevância muito menor, por conta do reduzido tamanho de seus mercados e ritmo de crescimento em relação à China.

Considerando tais fatos, fica evidente que não haverá uma mudança substancial na estrutura de comércio exterior do minério de manganês, com os mesmos players mantendo suas participações aproximadas de importação e exportação, mas em um volume crescente.

5.1.4. Formação de Preços

O minério de manganês possui índices de preços que são alterados conforme diferentes variáveis. As principais variáveis que alteram o preço são teor e umidade. Além disso, há outros aspectos importantes envolvidos na formação de tais índices, como o modo de pagamento do frete no transporte marítimo e outras especificações, qualidade do minério (composição

química detalhada), quantidade embarcada, termos de pagamento, tempo de entrega e também, porto-base. Alguns dos índices mais relevantes são:

- Minério de Manganês 37% Mn, fob *Port Elizabeth*, US\$/dmtu (África do Sul);
- Minério de Manganês 44% Mn, cif *Tianjin*, US\$/dmtu (China) e
- Minério de Manganês 37% Mn, cif *Tianjin*, US\$/dmtu (China).

Como observado nos nomes, a formação é dada principalmente pelo teor de manganês (37% ou 44%), umidade (dmtu = *dry metric tonne unit*, ou unidade de tonelada métrica seca), quem paga o frete (fob ou cif) e origem (*Port Elizabeth* – África do Sul ou *Tianjin* - China).

O fato de ser uma *commodity*, apresentando diferentes índices negociados em mercados de valores mobiliários globais, gera uma volatilidade muito alta nos preços praticados do minério de manganês, tornando sua projeção um exercício de difícil realização.

5.1.5. Evolução de Demanda

O manganês é reconhecidamente utilizado para produção de ferroligas, em grande parte voltadas à siderurgia. Todavia, a tendência que está sendo concretizada nos anos recentes aponta um uso em grandes volumes nas indústrias civil e pesada, automobilística, eletroquímica (pilhas) e farmacêutica. Tais setores possuem correlação muito alta com desenvolvimento econômico, o que sugere uma demanda crescente de manganês para o futuro.

Segundo o *International Manganese Institute* (2018), a demanda global de manganês em 2001 era de 7.525.000 toneladas métricas de manganês contido. O valor reportado de demanda global pelo mesmo instituto em 2018 foi de 19.845.000 toneladas métricas de manganês contido, ilustrando uma Taxa Composta Anual de Crescimento (*CAGR - Compound Annual Growth Rate*) de 5,87%.

5.1.6. Fatores Influenciadores na Produção e Escoamento

A produção do minério de manganês no Brasil apresenta diversificados fatores específicos que influenciam na produção e escoamento. Para estudá-los foram necessárias análises criteriosas acerca de cada mina relevante e seus aspectos. Com tais cuidados, alguns dos fatores

encontrados foram: preço do mercado (em casos de alta no preço poderá haver maior esforço de produção para aproveitamento da oportunidade. O raciocínio contrário vale para baixas no preço), demanda (aumento ou redução de produção para suprir a demanda ou proteger-se de excesso de produção e posterior necessidade de armazenamento de grandes estoques), chuva (podendo interromper a produção e impedir embarcações de partirem devido às infraestruturas nos portos de escoamento), necessidade de manutenção e melhorias de segurança, entre outros fatores menos relevantes.

5.2. ANÁLISE QUANTITATIVA

Para a análise quantitativa, foram realizadas análises estatísticas e econômico-financeiras.

5.2.1. Regressão Linear

Segundo COSTA NETO (2002), um modelo de regressão linear simples pode ser sugerido quando a posição dos pontos experimentais em um diagrama de dispersão envolvendo duas variáveis apresenta uma relação funcional aparente entre elas. Nessa situação, é traçada uma reta que generaliza o comportamento dos pontos. A partir de então é feita a análise condicional se a regressão linear realmente expressa coerentemente uma relação funcional entre os dados apresentados.

Utilizando o procedimento descrito por COSTA NETO (2002), foram construídas regressões lineares (Figura 3 e Figura 4) utilizando o histórico de volume de manganês produzido no Brasil e preço médio praticado entre 2004 e 2018, valores encontrados na Tabela 1, com dados retirados do International Manganese Institute, Instituto Brasileiro de Mineração e Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Posteriormente projetando tais valores, através das equações encontradas, até 2028 e calculando a receita do mercado a cada ano multiplicando-se preço e volume, como visto na Tabela 2.

Tabela 1 - Histórico da Receita do Mercado

Histórico da Receita do Mercado																
	2004A	2005A	2006A	2007A	2008A	2009A	2010A	2011A	2012A	2013A	2014A	2015A	2016A	2017A	2018A	2019E
Volume (toneladas métricas '000)	3.134	3.200	3.128	1.570	3.160	2.320	3.125	3.483	2.796	2.833	2.723	2.868	2.810	3.273	3.463	3.833
Preço (US\$/tonelada métrica)	104,33	116,71	130,88	176,98	385,02	142,25	198,52	179,28	151,60	167,59	171,66	91,26	135,10	179,72	198,94	175,51
Receita (US\$ '000)	326.986	373.485	409.403	277.854	1.216.659	330.019	620.378	624.417	423.873	474.795	467.426	261.728	379.640	588.236	688.922	672.730

Fonte: Autoria própria

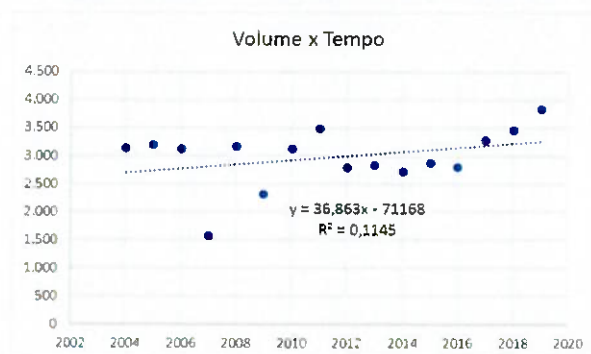
Foram construídas três regressões lineares. Duas delas utilizadas para projetar a receita do mercado (volume x tempo e preço x tempo) e, a terceira, com o intuito de analisar a correlação existente entre volume e preço.

Tabela 2 – Projeção da Receita do Mercado por Regressão Linear

Projeção da Receita do Mercado por Regressão Linear										
	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
Volume (toneladas métricas '000)	3.833	3.071	3.088	3.106	3.123	3.140	3.158	3.175	3.193	3.210
Preço (US\$/tonelada métrica)	175,51	172,42	172,81	173,20	173,60	173,99	174,38	174,78	175,17	175,56
Receita (US\$ '000)	672.730	529.509	533.715	537.934	542.167	546.414	550.674	554.948	559.235	563.536

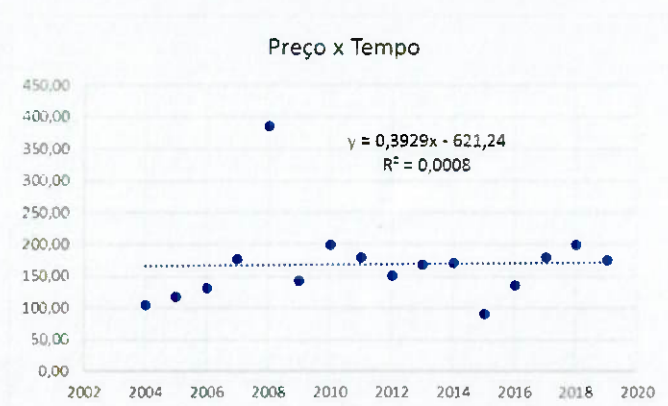
Fonte: Autoria própria

Figura 3 – Regressão Linear – Volume x Tempo



Fonte: Autoria própria

Figura 4 – Regressão Linear – Preço x Tempo



Fonte: Autoria própria

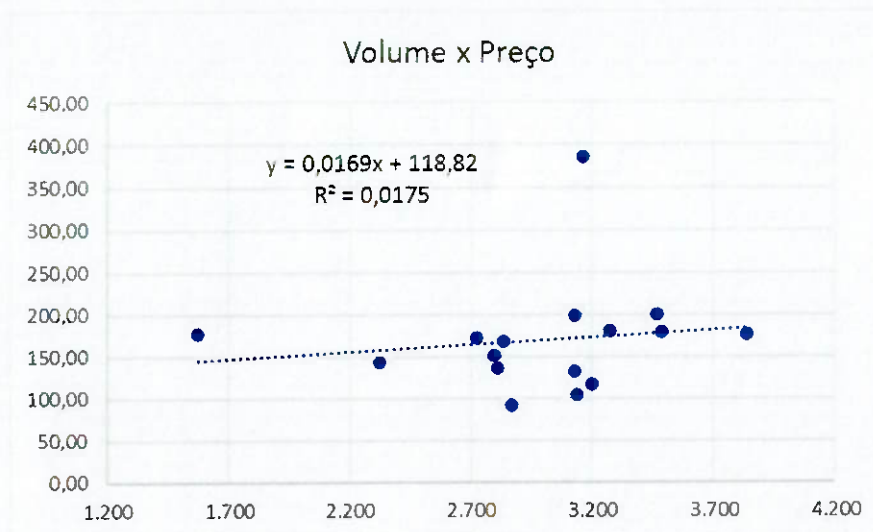
O resultado dos modelos de regressão linear demonstra a baixa correlação entre as variáveis utilizadas e como a reta ajustada para cada situação não representa grande exatidão. Com isso, fica claro que a melhor forma de efetuar a projeção do mercado brasileiro de manganês não é através do método de regressão linear.

A baixa assertividade do método para projeção do mercado ocorre devido aos diversos fatores qualitativos e quantitativos que influenciam as variáveis preço e volume. O preço do manganês apresenta volatilidade muito alta, o que, por si só, já reduz a probabilidade de uma regressão linear representar um bom modelo de ajuste.

Sendo assim, fica evidente que tal método não considera mudanças no mercado, apenas projetando a tendência do passado para o futuro. Em projeções complexas e com influência de diversos fatores, como a deste trabalho, a regressão linear não é o método mais recomendando, já que não captura possíveis alterações mercadológicas, como vem ocorrendo por exemplo, com a atuação mais relevante da Mineração Buritirama nos últimos anos.

Foi elaborado também um modelo de regressão linear simples utilizando como variáveis preço e volume. O resultado foi o esperado, ou seja, que tais variáveis não possuem correlação, uma vez que são influenciadas por uma série de fatores externos independentes, como visto anteriormente na Análise Qualitativa. A Figura 5 demonstra a Regressão Linear realizada.

Figura 5 - Regressão Linear - Volume x Preço



Fonte: Autoria própria

5.2.2. Sum of the Parts

A metodologia utilizada para projeção de receita foi a chamada “soma das partes”, do inglês, *sum of the parts*. Em modelos econômico-financeiros há diversas maneiras de construir a receita projetada, a depender do setor analisado, dos objetivos da análise, modelo de negócio da companhia, entre outros aspectos relevantes.

No presente trabalho, a receita foi construída a partir de uma análise microscópica, ou seja, foram realizados estudos e projeções específicas para cada uma das três minas ativas de manganês da Vale (Azul, Urucum e Morro da Mina), observado na Tabela 3, bem como para sua produção total de ferroligas, com dados retirados do *website* da própria Vale.

Tabela 3 - Volume Produzido – Vale

(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2015A	2016A	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
Volume Produzido - Vale														
Total	2.540	2.496	2.305	1.973	1.713	2.045	2.084	2.115	2.150	2.188	2.229	2.239	1.308	1.328
Minério de Manganês	2.441	2.371	2.171	1.832	1.569	1.894	1.925	1.949	1.975	2.004	2.036	2.037	1.095	1.105
Azul	1.706	1.697	1.419	1.029	1.019	1.009	999	990	980	970	961	952	0	0
Urucum	735	652	661	670	379	680	690	700	710	720	730	740	750	760
Morro da Mina	0	22	91	133	171	205	236	260	286	314	345	345	345	345
Outras Minas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferroligas	99	125	134	141	144	151	159	167	175	184	193	203	213	223

Fonte: Autoria própria

Para 2019, as projeções das três minas e operações de ferroligas foram feitas considerando o volume produzido no quarto trimestre igual ao do terceiro trimestre (dado já realizado).

A mina de Azul, localizada em Carajás, no Pará, é atualmente a maior produtora de manganês da Vale. Contudo, sua exaustão ocorrerá em alguns anos e sua produção vem sendo reduzida por esse motivo. Dessa forma, seu último ano de operação foi projetado para 2026 utilizando como premissa a razão de produção na mina entre 2019 e 2018 multiplicada pelo volume produzido no ano anterior ao projetado.

A mina de Urucum, descoberta na época da Guerra do Paraguai e localizada no Maciço do Urucum, no Mato Grosso do Sul, é a segunda maior produtora de manganês da Vale, e, conforme a Mina de Azul esgota, a tendência é utilizar cada vez mais a capacidade produtiva de Urucum, que se encontra em um complexo de ferro e manganês de grandes reservas. Vale destacar que em 2019 Urucum apresentou um volume produzido de manganês muito abaixo de seu histórico, porém tal fato ocorreu devido às pausas e reduções nas operações com o objetivo de melhorias e manutenção de segurança. Houve ainda dificuldades em embarcar navios carregados de minério devido às fortes chuvas que atingiram o porto de Ponta da Madeira. Dito isso, a projeção do volume produzido para 2020 é a média de 2015 a 2018, considerando o pleno retorno das operações, assim como a própria Vale alega que já está acontecendo. De 2021 em diante, há um incremento de dez mil toneladas métricas ao ano.

Morro da Mina, localizada em Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais, é, dentre as três produtoras de manganês da Vale, a que possui menor volume. A reserva começou a ser explorada no início do século XX e desde então foi posse de diferentes grupos econômicos, até ser integralmente adquirida pela Vale em 1999. Por seu histórico de intensa produção, o minério de óxido de manganês ali presente foi esgotado em 1970, quando as operações foram adaptadas para exploração do minério de manganês sílico-carbonatado. Desde 2015, a Vale retomou as operações na mina, com um cronograma de produção crescente ano a ano. Em abril de 2018, Morro da Mina iniciou a operação em dois turnos, aumentando sua produtividade a partir de então. Dadas tais informações e utilizando o *guidance* da própria Vale, a projeção do volume produzido por Morro da Mina foi feita para 2020 reduzindo o crescimento de 28,5% em 2019 para 20%. Em 2021 a quantidade aumenta em 15%, entre 2022 e 2025 aumenta 10%, até ficar estável e igual a 2025.

Segundo política da Vale em relação à operação de ferroligas, a margem vem sendo priorizada em detrimento do volume. Em outras palavras, as quantidades de ferroliga produzida chegaram a cair mais de três vezes, mas a rentabilidade do segmento aumentou. Com isso, não é esperado que o mercado volte a produzir altas quantidades, principalmente com a Vale demonstrando interesse em desinvestir de suas unidades produtivas em Barbacena e Ouro Preto, em Minas Gerais, e Simões Filho, na Bahia. Sendo assim, foi premissado um crescimento de 5% ao ano para o volume produzido de ferroligas.

Para estimativa do volume total produzido no mercado foi utilizada, de 2020 em diante, a “soma das partes”, ou seja, a soma do volume produzido por cada mina da Vale e ferroligas, dividindo-se o valor encontrado pela respectiva participação da Vale no mercado ano a ano. Finalmente, para encontrar a receita do mercado, o volume total calculado foi multiplicado por um preço médio (obtido a partir da média ponderada pelo volume produzido e preço de minério de manganês e ferroligas). O resultado pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Projeção da Receita do Mercado

Projeção da Receita do Mercado														
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2015A	2016A	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
Receita - Mercado	261.738	379.621	587.941	688.604	672.739	803.123	836.984	869.674	905.133	949.674	985.654	1.015.806	834.626	847.798
Volume Produzido Vale	2.540	2.486	2.305	1.973	1.713	2.045	2.084	2.115	2.250	2.188	2.229	2.239	1.308	1.328
% mercado	88,56%	88,83%	70,46%	57,00%	44,69%	44,69%	43,69%	42,69%	41,69%	40,69%	39,69%	38,69%	27,50%	27,50%
Volume Total Produzido - Mercado	2.868	2.810	3.271	3.461	3.833	4.576	4.769	4.955	5.157	5.377	5.616	5.788	4.755	4.831
Preço Médio - Mercado	91,26	135,10	179,72	198,94	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51	175,51

Fonte: Vale, Mineração Buritirama e Autoria própria

Uma alternativa ao método utilizado para projeção da receita do mercado seria utilizar os dados de demanda global, projetando seu comportamento para os próximos anos. Além disso, utilizar o *market share* do mercado brasileiro internacionalmente nos últimos anos e também projetar seu comportamento, junto a uma análise de viabilidade de oferta, ou seja, a capacidade de suprir a demanda do mercado global. A opção por não realizar a projeção de receita dessa maneira ocorreu pelo fato de tratar-se de um estudo excessivamente macroscópico, ou seja, que está exposto a um número muito maior de variáveis e, por conseguinte, de erros. Tais dados podem ser encontrados na Tabela 5.

Tabela 5 – Balança Comercial Global de Manganês

(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2004A	2005A	2006A	2007A	2008A	2009A	2010A	2011A	2012A	2013A	2014A	2015A	2016A	2017A	2018A
Minério de Manganês															
Balança Global	48	894	30	-712	290	-600	-195	66	-1.054	43	346	96	-1.063	576	571
Oferta Global	10.379	11.381	11.622	13.114	14.232	10.865	14.449	17.028	16.276	18.062	19.063	16.172	14.742	18.985	20.416
Demanda/Consumo Global	10.331	10.487	11.593	13.826	13.942	11.465	14.644	16.961	17.330	18.019	18.717	16.076	15.805	18.409	19.845
Participação do Brasil na Produção (<i>market share</i>)	28,93%	31,05%	21,49%	13,30%	20,15%	21,63%	18,02%	16,53%	14,53%	14,31%	13,10%	16,09%	16,53%	14,09%	14,98%
Ferroligas															
Balança Global	573	-101	-35	699	400	-963	72	169	319	28	266	-324	-672	191	366
Oferta Global	10.869	10.856	12.130	14.123	14.296	11.798	14.748	17.243	17.648	18.576	19.295	17.214	17.713	19.797	22.007
Demanda/Consumo Global	10.296	10.958	12.165	13.425	13.896	12.761	14.676	17.074	17.329	18.548	19.028	17.538	18.385	19.606	21.639
Participação do Brasil na Produção (<i>market share</i>)	4,29%	5,54%	4,72%	2,97%	3,07%	1,43%	2,20%	1,81%	2,00%	1,80%	1,68%	1,31%	1,41%	1,65%	1,57%

Fonte: International Manganese Institute e Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC)

5.2.3. Fluxo de Caixa Descontado (DCF)

Para realização do estudo, foi utilizado o método de avaliação chamado Fluxo de Caixa Descontado.

5.2.3.1. Taxa de Desconto (*WACC*)

A taxa de desconto (*WACC*) representa a média ponderada do custo de capital próprio (K_e) e custo da dívida (K_d) e é utilizada no método do Fluxo de Caixa Descontado. O *WACC* encontrado é de 10,55% e foi calculado segundo a expressão 1:

$$WACC = (K_e \cdot W_e) + [K_d \cdot W_d \cdot (1 - t)] \quad (1)$$

Onde:

- K_e = Custo do capital próprio;
- W_e = Percentual do capital próprio na estrutura de capital;
- K_d = Custo da dívida (capital de terceiros);
- W_d = Percentual da dívida na estrutura de capital e
- t = Taxa efetiva de imposto de renda para pessoa jurídica (IRPJ) e contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL)

O custo do capital próprio (K_e) foi calculado segundo o método do modelo de precificação de ativo de capital (*Capital Asset Pricing Model – CAPM*). O *CAPM*, segundo DAMODARAN (2007), é o modelo ideal para cálculo de risco e custo do capital próprio, segundo a expressão 2, chega-se em um valor de 12,83% como visto na Tabela 6.

$$K_e = R_f + P_m \cdot \beta + DI + RP \quad (2)$$

Onde:

- R_f = Taxa Livre de Risco. Foi utilizada a taxa de juros norte-americana em um horizonte de 10 anos.
- P_m = Prêmio de Risco de Mercado. É dado pela diferença entre o Risco de Mercado e a Taxa Livre de Risco. Foi utilizada a estimativa da *New York University* de outubro de 2019, feita por DAMODARAN (2019).
- β = Coeficiente beta. É uma medida de risco e correlação do ativo com o mercado. Foi utilizado o valor calculado pelo *software S&P Capital IQ*. O coeficiente beta pode ser calculado através de métodos estatísticos pela seguinte expressão 3:

$$\beta = \left[\frac{cov(r_a, r_c)}{var(r_c)} \right] \quad (3)$$

Onde:

- r_a = retorno do ativo;
 - r_c = retorno do índice comparado;
 - $cov(r_a, r_c)$ = a covariância do retorno do ativo e do retorno do índice comparado e
 - $var(r_c)$ = variância do retorno do índice comparado.
- DI = Diferencial de Inflação. Como as operações envolvem câmbio (exportações), há necessidade de contabilizar o diferencial de inflação. Foi calculado através da seguinte expressão 4:

$$DI = \left[\frac{1 + Ib}{1 + Ie} \right] - 1 \quad (4)$$

Onde:

- Ib = Inflação brasileira (IPCA).
 - Ie = Inflação norte-americana (*American CPI*)
- RP = Prêmio por Risco País. Foi obtido através da tabela do *Country Defalut Spreads and Risk Premiums (CDS)* para 15 anos calculado pela *New York University*.

Tabela 6 - Custo de Capital Próprio (Ke)

Custo de Capital Próprio (Ke)	12,83%
Capital Asset Pricing Model (CAPM)	
<i>Taxa Livre de Risco</i>	1,83%
Beta	1,25
<i>Prêmio de Risco de Mercado</i>	6,00%
<i>Prêmio por Risco País</i>	2,50%
<i>Diferencial de Inflação</i>	1,00%

Fonte: Autoria própria

O percentual do capital próprio (We) de 66,5% e o percentual da dívida (Wd) de 33,5% com a premissa de serem iguais aos da Vale, uma vez que a companhia é muito representativa no mercado de manganês.

O custo da dívida (Kd), por sua vez, segundo DAMODARAN (2007) representa a percepção de risco de empréstimo que os credores percebem para determinada companhia, ou seja, é uma estimativa da taxa a ser cobrada pelo empréstimo, segundo o risco de inadimplência. Dessa forma, o Kd de 8,0% a.a. foi calculado, como encontrado na Tabela 7, ponderando cada um dos

empréstimos da Vale, por suas respectivas taxas de captação. Tais informações constam no formulário de referência da companhia.

Tabela 7 - Custo da Dívida

Custo da Dívida (Kd)	8,00%
Kd*(1-t)	6,02%
<i>Kd</i>	<i>8,00%</i>
<i>Taxa Efetiva</i>	<i>24,81%</i>

Fonte: Autoria Própria

5.2.3.2. Fluxo de Caixa Livre para a Firma (FCFF)

Segundo PÓVOA (2007), o Fluxo de Caixa Livre para a Firma compreende o fluxo de caixa total, envolvendo tanto pagamento para credores (principal e juros), quanto para acionistas (dividendos).

Para que fosse possível realizar o cálculo da geração de caixa do mercado, foi necessário obter informações sobre as variáveis que influenciam o resultado. Dessa forma, foram utilizadas como base as informações disponibilizadas na seção de Relação com Investidores do *website* da Vale especificamente para a operação de manganês, além de conversas com funcionários da Vale e da Mineração Buritirama.

Como a intenção do trabalho é analisar a capacidade do mercado de forma geral, a opção de utilização foi pelo FCFF (calculados nas Tabela 8 e na Tabela 9). Para o cálculo do FCFF foi utilizada a seguinte expressão 5:

$$FCFF = NOPAT + D\&A - CAPEX - \Delta CG \quad (5)$$

Onde:

- NOPAT = *Net Operating Profit After Taxes* (Lucro Operacional Líquido depois dos Impostos). O NOPAT é calculado multiplicando-se o lucro operacional (Lucro antes dos Juros e Impostos – LAJIR, em inglês *Earnings Before Interest and Taxes - EBIT*) pela taxa efetiva de impostos utilizada anteriormente.

Ao efetuar-se a projeção da margem operacional (margem EBIT) e da taxa efetiva, é possível calcular o NOPAT projetado.

A projeção da Margem EBIT para 2019 foi feita utilizando os valores realizados dos três primeiros trimestres do ano e do *guidance* da companhia. Os últimos anos para a operação de manganês tiveram margens abaixo do histórico, sendo que, em 2019, os valor foi retomado. Sendo assim, de 2020 em diante, foi utilizada uma Margem EBIT média dos três primeiros trimestres de 2019. A taxa efetiva foi calculada como a média dos 4 últimos anos e projetada de 2019 em diante;

- D&A = Depreciação e Amortização;
- CAPEX = Investimentos em novos projetos e manutenção e
- Δ CG = Variação no Capital de Giro.

Tabela 8 – FCFF - SOTP

Free Cash Flow to Firm (FCFF) - SOTP															
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2015A	2016A	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	Perpetuidade
Free Cash Flow to Firm (FCFF)	-38.528	103.039	107.146	234.256	188.769	190.884	198.890	206.658	215.084	224.243	234.218	241.384	198.330	201.460	1.518.259
NOPAT	41.459	106.925	224.028	286.108	255.572	301.129	313.825	326.082	339.377	353.829	369.569	380.874	312.941	317.880	
Margem EBIT - Vale	24,00%	43,00%	47,10%	46,70%	50,53%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	
EBIT - Mercado	62.817	163.237	276.928	321.578	339.901	400.490	417.376	433.678	451.360	470.579	491.513	506.549	416.200	422.768	
Taxa Efetiva - Mercado	34,00%	35,11%	19,10%	11,03%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	
Depreciação e Amortização - Mercado	26.383	30.142	41.332	41.247	66.332	65.695	68.465	71.139	74.040	77.193	80.627	83.093	68.272	69.350	
Depreciação e Amortização - Vale (% do receita)	10,00%	7,94%	7,03%	5,99%	9,86%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	
CAPEX - Mercado	(78.155)	(58.765)	(62.675)	(58.945)	(71.916)	(120.870)	(125.966)	(130.886)	(136.222)	(142.023)	(148.941)	(152.879)	(125.411)	(127.594)	
CAPEX - Vale (% do receita)	(29,86%)	(15,48%)	(10,66%)	(9,56%)	(10,69%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	(15,03%)	
Variação Working Capital - Mercado	(28.215)	25.736	(95.540)	(34.155)	(61.215)	(55.110)	(57.434)	(59.677)	(62.110)	(64.755)	(67.636)	(69.705)	(57.272)	(58.176)	
Variação Working Capital - Vale (% do receita)	(10,78%)	6,78%	(14,25%)	(4,96%)	(9,10%)	(6,80%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	

Fonte: Autoria Própria

Tabela 9 – FCFF – Regressão Linear

Free Cash Flow to Firm (FCFF) - Regressão Linear															
(US\$ '000) ou (forneledas métricas '000)	2015A	2016A	2017A	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	Perpetuidade
Free Cash Flow to Firm (FCFF)	-38.528	103.039	107.146	234.256	188.766	125.826	126.825	127.828	128.834	129.843	130.855	131.871	132.890	133.912	1.008.195
NOPAT	41.459	105.925	224.028	286.108	255.568	198.538	200.115	201.697	203.284	204.876	206.474	208.076	209.684	211.296	
Margem EBIT - Vale	24,00%	43,00%	47,10%	46,70%	50,53%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%	49,87%
EBIT - Mercado	62.817	163.237	276.920	321.578	338.897	264.049	264.146	268.250	270.361	272.478	274.603	276.734	278.872	281.017	
Taxo Efetivo - Mercado	34,00%	35,11%	19,10%	11,03%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%	24,81%
Depreciação e Amortização - Mercado	26.383	30.142	41.332	41.247	66.331	43.314	43.658	44.003	44.349	44.697	45.045	45.395	45.745	46.097	
Depreciação e Amortização - Vale (% do receita)	10,08%	7,34%	7,03%	5,99%	9,86%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%
CAPEX - Mercado	(78.155)	(58.765)	(62.675)	(58.945)	(71.915)	(79.691)	(80.324)	(80.959)	(81.596)	(82.235)	(82.874)	(83.520)	(84.165)	(84.812)	
CAPEX - Vale (% do receita)	(29,86%)	(15,48%)	(10,66%)	(9,56%)	(10,69%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)	(15,05%)
Variação Working Capital - Mercado	(28.215)	25.738	(95.540)	(34.155)	(61.218)	(36.335)	(36.624)	(36.913)	(37.204)	(37.495)	(37.787)	(38.081)	(38.375)	(38.670)	
Variação Working Capital - Vale (% do receita)	(10,78%)	6,78%	(16,25%)	(4,56%)	(9,10%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)	(6,86%)

Fonte: Autoria Própria

Para 2019, as três variáveis foram projetadas como, percentualmente à receita, o realizado nos três primeiros trimestres do ano. Já para os anos posteriores, como a média, também percentualmente à receita, de 2015 a 2019, todos demonstrando valores em linha com o histórico.

5.2.3.3. Cálculo do Fluxo de Caixa Descontado (DCF)

O Fluxo de Caixa Descontado (*Discounted Cash Flow – DCF*), representa os fluxos de caixa da *companhia*, no caso FCFF, durante o período projetado, trazidos a valor presente por uma taxa de desconto (*WACC*). Tal taxa de desconto deve, como calculada, refletir exatamente os riscos envolvidos e o custo de oportunidade relacionados a determinado investimento.

Dessa forma, o DCF foi calculado dividindo-se os fluxos de caixa obtidos para o mercado pelos seus respectivos descontos anualizados, segundo a expressão 6, com os resultados mostrados na Tabela 10 e na Tabela 11:

$$DCF = \left[\frac{FCFF}{(1 + WACC)^N} \right] \quad (6)$$

Onde:

- FCFF = Fluxo de caixa para a firma (*Free Cash Flow to Firm*);
- WACC = Taxa de desconto (*Weighted Average Cost of Capital*) e
- N = Ano de projeção.

Tabela 10 – DCF - SOTP

Discounted Cash Flow (DCF) - SOTP											
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	Perpetuidade
DCF	170.759	156.165	147.222	138.377	130.279	122.867	116.089	108.226	80.439	73.912	482.128
WACC	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	15,53%
Ano Projetado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Desconto Anualizado	1,1055	1,2221	1,3510	1,4934	1,6510	1,8251	2,0176	2,2304	2,4656	2,7257	3,1491

Fonte: Autoria própria

Tabela 11 – DCF – Regressão Linear

Discounted Cash Flow (DCF) - Regressão Linear											
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	Perpetuidade
DCF	170.757	102.962	93.878	85.593	78.036	71.144	64.858	59.125	53.897	49.130	320.473
WACC	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%	15,53%
Ano Projetado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Desconto Anualizado	1,1055	1,2221	1,3510	1,4934	1,6510	1,8251	2,0176	2,2304	2,4656	2,7257	3,1491

Fonte: Autoria própria

5.2.3.4. Perpetuidade

Segundo DAMODARAN (2007), a perpetuidade é o cálculo do valor residual dos fluxos de caixa não capturados no período de projeção, ou seja, uma estimativa de performance *ad eternum* com objetivo de maximização de assertividade no cálculo do valor final, uma vez que não é possível calcular fluxos de caixa para sempre. O fluxo de caixa livre para a firma (*FCFF*) na perpetuidade foi calculado segundo a expressão 7:

$$FCFF_P = \left[\frac{FCFF_N \cdot (1 + g)}{WACC_p - g} \right] \quad (7)$$

Onde:

- $FCFF_P$ = Fluxo de caixa livre para a firma na perpetuidade;
- $FCFF_N$ = Fluxo de caixa livre para a firma no último ano de projeção;
- g = Crescimento na perpetuidade (*growth*) e
- $WACC_P$ = Taxa de desconto na perpetuidade.

Assim como os outros fluxos de caixa, a perpetuidade também deve ser trazida a valor presente, mostrada na Tabela 12 e Tabela 13. Sendo assim, foi utilizada a expressão 8:

$$DCF_P = \frac{FCFF_P}{(1 + WACC)^N \cdot (1 + WACC_P)} \quad (8)$$

Onde:

- DCF_P = Fluxo de caixa descontado na perpetuidade;
- $FCFF_P$ = Fluxo de caixa para a firma na perpetuidade;
- WACC = Taxa de desconto utilizada na projeção;
- N = Último ano de projeção e
- $WACC_P$ = Taxa de desconto na perpetuidade

Tabela 12 – Perpetuidade - SOTP

Perpetuidade - SOTP	
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	
DCF - Perpetuidade	482.128
FCFF - Perpetuidade	1.518.258
WACC	10,55%
Último Ano de Projeção	10
WACC - Perpetuidade	15,53%

Fonte: Autoria própria

Tabela 13 – Perpetuidade – Regressão Linear

Perpetuidade - Regressão Linear	
(US\$ '000) ou (toneladas métricas '000)	
DCF - Perpetuidade	320.473
FCFF - Perpetuidade	1.009.195
WACC	10,55%
Último Ano de Projeção	10
WACC - Perpetuidade	15,53%

Fonte: Autoria própria

Como na prática não existe perpetuidade para ativos de mineração, uma vez que, em determinado momento, qualquer reserva de bem não-renovável irá inevitavelmente esgotar, o DCF_p deverá ter um valor menor, percentualmente ao *enterprise value* do que usualmente.

Dessa forma, foi utilizada a premissa de que o mercado continuará operando como hoje na perpetuidade, porém com um crescimento muito baixo, já que cada vez haverá mais dificuldade de descobrimento de novas reservas e exploração.

Representando tal dificuldade em encontrar novas reservas com o passar do tempo, o crescimento na perpetuidade foi estimado em 2% ao ano, valor materialmente abaixo da inflação corrente no Brasil.

Conforme as reservas vão ficando escassas, a necessidade de investimento em P&D (pesquisa e desenvolvimento) e capital giro será muito maior, penalizando os fluxos de caixa. Com isso, o mercado terá intrinsecamente mais risco associado. Por esse motivo, o $WACC_p$ foi calculado utilizando-se um β com o dobro do valor do WACC na projeção.

5.2.3.5. Valor da Firma (EV)

O valor da firma (*enterprise value – EV*) é a soma dos fluxos de caixa descontados (DCF) para o período projetado somado ao valor do fluxo de caixa descontado da perpetuidade.

Sendo assim, o valor obtido para o mercado brasileiro de manganês, segundo o *sum of the parts*, é de US\$ 1.726.000.000 (um bilhão setecentos e vinte e seis milhões de dólares norte-americanos). A análise gerou um múltiplo implícito de *EV / EBITDA* (*Enterprise Value / EBITDA*) de 4,2x para 2019 e de 3,7x para 2020.

O mesmo procedimento de cálculo do valor da firma (pelo método do fluxo de caixa descontado) foi feito para os valores obtidos na regressão linear, o que gerou um valor total para o mercado brasileiro de manganês de US\$ 1.150.000.000 (um bilhão cento e cinquenta milhões de dólares norte-americanos). A análise gerou um múltiplo implícito de *EV / EBITDA* (*Enterprise Value / EBITDA*) de 2,8x para 2019 e de 3,7x para 2020.

5.2.4. Análise Comparativa por Múltiplos

Os métodos de avaliação relativa (*relative valuation*), também chamados de múltiplos, são vastamente utilizados e extremamente importantes em operações de compra e venda de participações em empresas e análises de ações.

Segundo DAMODARAN (2007), os métodos de avaliação relativa determinam o valor do ativo observado a partir da padronização de uma variável comum utilizando como base ativos comparáveis. Em outras palavras, para estimar o valor de determinado ativo através de múltiplos, é necessário utilizar os múltiplos disponíveis de ativos comparáveis.

Para que a comparação seja feita, é utilizada a mediana dos valores comparáveis como parâmetro. Tendo em vista que, mesmo selecionando ativos muito semelhantes, há diversos aspectos operacionais e financeiros que diferem de forma relevante, a mediana é utilizada em detrimento da média, uma vez que é uma medida mais robusta, e, portanto, menos sensível aos *outliers*.

No presente trabalho, os múltiplos foram utilizados como comparativos para os resultados obtidos pelo fluxo de caixa descontado.

O múltiplo utilizado para comparação escolhido foi o EV/EBITDA (Enterprise Value / EBITDA) por ser o mais utilizado no mercado e que possui boa representatividade para o setor. Sendo *EBITDA* (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*), em português LAJIDA (Lucros Antes dos Juros, Impostos Depreciação e Amortização).

5.2.4.1. Análise Comparativa por Múltiplos de Empresas Listadas

Para efetuar a análise foram selecionadas companhias de capital aberto atuantes no mercado global de manganês.

Tabela 14 – Companhias Comparáveis e Múltiplo EV/EBITDA

Companhia <i>(US\$ em milhões, exceto múltiplos e preço da ação)</i>	País	Preço da Ação 31/10/2019	Valor das Ações	Valor da Firma	EV / EBITDA		
					LTM	2019E	2020E
Empresas Internacionais							
South32 Limited	Austrália	2,55	8.618	8.113	4,8x	4,8x	4,7x
Anglo American plc	Estados Unidos	19,82	31.730	41.560	4,7x	4,1x	4,4x
ERAMET S.A.	França	44,74	1.324	2.815	3,9x	3,4x	2,9x
Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V.	México	9,71	169	317	4,1x	3,4x	3,2x
MOIL Limited	Índia	139,10	504	74	0,9x	1,0x	1,2x
Média			8.469	10.576	3,7x	3,3x	3,3x
Mediana			1.324	2.815	4,1x	3,4x	3,2x
Empresas Nacionais							
Vale S.A.	Brasil	47,20	60.126	72.183	4,4x	4,3x	4,2x
Média			60.126	72.183	4,4x	4,3x	4,2x
Mediana			60.126	72.183	4,4x	4,3x	4,2x
Média Total			17.078	20.844	3,8x	3,5x	3,4x
Mediana Total			4.971	5.464	4,3x	3,8x	3,7x
Mínimo Total			169	74	0,9x	1,0x	1,2x
Máximo Total			60.126	72.183	4,8x	4,8x	4,7x

Fonte: *S&P Capital IQ* e Autoria própria

Como mostrado na Tabela 14, a mediana do múltiplo EV/EBITDA para as companhias em 31 de outubro de 2019 é de 3,8x para 2019 e de 3,7x para 2020.

5.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com intuito de testar cenários extremos em relação à projeção, foram realizadas, a partir de um cenário base, variações de:

- Preço e Volume de 2020 - sensibilidade da receita;
- Taxa de desconto (WACC) e Margem Operacional - sensibilidade do valor da firma e
- Taxa de desconto (WACC) e g (crescimento na perpetuidade) - sensibilidade do valor da firma.

A variação do preço no ano de 2020 foi feita utilizando o preço-base de 2019 (P), atingindo no máximo P+60 e no mínimo P-60, uma vez que, pela análise do histórico, essa já é considerada

uma variação anômala de um ano para outro. Já os extremos do volume-base produzido em 2020 (V) foram estimados através de estudo de produção mínima, que ocorreria em caso de problemas operacionais severos em alguma das quatro principais unidades produtoras. E de produção máxima, caso haja demanda excessivamente maior que a esperada no mercado e as unidades produtoras consigam atender a um cronograma de produção mais intenso. Dessa maneira, os extremos aproximados foram de V+500 e V-500.

Analisando a Tabela 15 fica evidente que a probabilidade de a receita de 2020 ser maior que os US\$ 672.739.000 (seiscentos e setenta e dois milhões setecentos e trinta e nove mil dólares norte-americanos) de 2019 é consideravelmente maior, ocorrendo em 84% dos casos.

Tabela 15 – Análise de Sensibilidade - Preço e Volume - Sensibilidade da Receita

	4.076	4.326	4.576	4.826	5.076
145,51	593.099	629.476	665.854	702.231	738.609
160,51	654.239	694.366	734.494	774.621	814.749
175,51	715.379	759.256	803.134	847.011	890.889
190,51	776.519	824.146	871.774	919.401	967.029
205,51	837.659	889.036	940.414	991.791	1.043.169

Fonte: Autoria Própria

A taxa de desconto (*WACC*) sofreu um acréscimo de 2% no extremo máximo e decréscimo do mesmo valor no extremo mínimo, em relação ao valor base de 10,55%. Tal variação deve-se à possibilidade de utilização de um coeficiente beta com valor diferente, bem como de divergências nos prêmios adotados. A margem operacional, por outro lado, no cenário-base sendo 49,87%, foi variada entre 44,87% e 54,87%. A justificativa para o intervalo é a análise de histórico tanto do próprio mercado brasileiro, como de concorrentes de fora do Brasil.

O crescimento na perpetuidade (*g*) partiu do cenário-base de 2% e variou entre 1% e 3%, que seriam valores aceitáveis em função da dinâmica singular do setor e das métricas de projeção utilizadas.

A análise da Tabela 16 e da Tabela 17 demonstra como, mesmo nas situações extremas, não há grandes divergências no valor da firma observado. A máxima variação positiva corresponde a 13,82% e a máxima variação negativa a -11,86% para a primeira análise e os valores equivalentes são respectivamente 15,36% e -12,30% para a segunda.

Tabela 16 – Análise de Sensibilidade - Taxa de desconto (WACC) e Margem Operacional - Sensibilidade do Valor da Firma

	44,87%	47,37%	49,87%	52,37%	54,87%
8,55%	1.913.830	1.926.643	1.939.455	1.952.268	1.965.081
9,55%	1.803.392	1.815.972	1.828.552	1.841.132	1.853.712
10,55%	1.701.756	1.714.109	1.726.463	1.738.816	1.751.170
11,55%	1.608.099	1.620.232	1.632.365	1.644.498	1.656.631
12,55%	1.521.687	1.533.605	1.545.523	1.557.441	1.569.360

Fonte: Aatoria Própria

Tabela 17 – Análise de Sensibilidade - Taxa de desconto (WACC) e g (crescimento na perpetuidade) - Sensibilidade do Valor da Firma

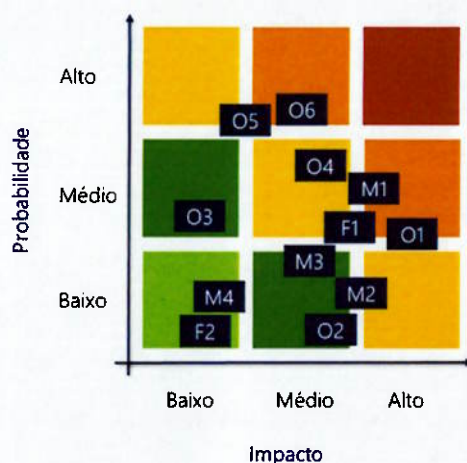
	1,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3,00%
8,55%	1.894.027	1.915.767	1.939.113	1.964.251	1.991.394
9,55%	1.787.102	1.806.937	1.828.238	1.851.173	1.875.937
10,55%	1.688.610	1.706.723	1.726.463	1.747.116	1.769.729
11,55%	1.597.770	1.614.322	1.632.098	1.651.237	1.671.903
12,55%	1.513.879	1.529.018	1.545.276	1.562.781	1.581.683

Fonte: Aatoria Própria

5.4. ANÁLISE DE RISCOS

Para o melhor entendimento do momento atual do mercado e das projeções feitas, a análise de risco entra como componente indispensável. Ao mensurar a probabilidade de determinados eventos e seus respectivos potenciais impactos, é possível montar uma matriz de risco como a da figura 5, gerando melhor visualização dos riscos a que o mercado está exposto. A análise da matriz permite o entendimento de que os riscos que apresentariam maiores impactos em caso de materialização, são também os que possuem menor probabilidade.

Figura 6 - Matriz de Risco



Fonte: Autoria Própria

A análise de riscos foi dividida em três grandes categorias, resultando no seguinte resultado:

Riscos de Mercado (M)

Alteração nos preços de produtos e insumos (M1): Os preços de comercialização do manganês são dependentes de diversos fatores, como visto anteriormente, dessa forma possuem volatilidade muito alta e grandes variações desses preços podem exercer impactos relevantes no resultado do mercado. Além disso, para que seja possível a lavra e o tratamento do minério, bem como a produção de ferroligas, são necessários diversos insumos e equipamentos. Nesse sentido, um aumento abrupto nos preços de fornecedores pode impactar a viabilidade de projetos.

Alteração na demanda dos produtos (M2): Como analisado anteriormente, o manganês é utilizado em diversas indústrias, que possuem suas respectivas demandas atreladas a diferentes aspectos. A alteração da demanda de manganês, para mais ou para menos, em indústrias clientes, influenciará os resultados do mercado.

Risco regulatório (M3): O mercado pode ser afetado por mudanças políticas, econômicas e sociais, e, ainda mais, pelo fato de operar com concessões, autorizações, licenças e permissões sujeitas a vencimento, limitações de renovação, alterações regulatórias, entre outros fatores. O risco regulatório aplica-se não apenas à produção, como também à exportação, em função do aumento das barreiras comerciais que têm sido impostas por algumas nações recentemente.

Entrada de novos players no mercado (M4): A barreira de entrada na mineração, de forma geral, é muito expressiva. São necessários investimentos extremamente altos, contratação de

grande número de funcionários com experiência e capacidade de execução, além do mais complexo, que é descobrir novas reservas. Dessa forma, a probabilidade desse risco torna-se mais baixa. No caso da efetiva entrada desse player, o impacto também não seria tão relevante, uma vez que para conseguir crescer dependeria ou de uma expansão do mercado (conseguindo novos clientes) ou atraindo clientes de empresas já existentes, o que não é uma tarefa simples.

Riscos Operacionais (O)

Riscos de segurança (O1): Em mineração, os cuidados com higiene ocupacional e gerenciamento de risco e segurança são fundamentais para que a operação seja saudável aos trabalhadores. Esses temas devem ser continuamente abordados para que o risco seja mitigado e não ocorram acidentes. No caso de qualquer tragédia, como nos últimos tempos em Brumadinho e Mariana, os impactos são muito grandes, tanto sociais, quanto ambientais, e, também, financeiros.

Risco de exaustão de reserva relevante (O2): Esse é um risco intrinsecamente existente, entretanto, é mitigado com estudos da reserva e um cronograma de produção e exaustão, reduzindo sua probabilidade de ocorrência muito antes do esperado. Todavia, caso haja esse evento, o impacto seria muito alto, já que é um mercado extremamente concentrado.

Risco de mudança operacional por venda de ativo (O3): Como divulgado em julho de 2019, a Vale colocou a venda novamente alguns ativos de manganês, seguindo no processo de lenta descontinuação de sua operação do minério, o que aumenta a probabilidade desse evento. As unidades de ferroligas de Barbacena e Ouro Preto, em Minas Gerais, e Simões Filho, na Bahia, bem como a mina de Morro da Mina, também em Minas Gerais, estão sendo avaliadas em aproximadamente US\$ 200 milhões (duzentos milhões de dólares norte-americanos) e os interessados seriam a Mineração Buritirama e a Glencore (que em 2012 comprou os ativos de manganês da Vale fora do Brasil – França e Noruega). Caso algum negócio dessa natureza ocorresse, os impactos não seriam tão grandes, uma vez que as operações já estão em pleno funcionamento, a gestão não tende a apresentar grandes mudanças, sendo as margens operacionais muito semelhantes.

Risco de fluxo de caixa (O4): Fluxos de caixa mais baixos do que o esperado podem ser decorrentes de diversos aspectos, como: redução no preço ou demanda do produto, necessidade de investimentos inesperados, redução da margem operacional, maior necessidade de capital de

giro, ou ainda, suspensão ou redução de operações (como ocorreu com a mina de Urucum em 2019). Dada a grande quantidade de fatores influenciadores, a probabilidade de materialização de tal risco aumenta. Ademais, os impactos que reduções no fluxo de caixa podem causar são relevantes, uma vez que influenciam diretamente na capacidade de operação.

Riscos socioambientais (O5): Operações de mineração envolvem diversos aspectos sociais e ambientais, sendo necessárias inúmeras políticas de prevenção e mitigação de riscos envolvendo temas tão sensíveis. A probabilidade de conflitos envolvendo populações locais, ou ainda problemas como poluição de águas, do ar, sonora, entre outros aspectos, é alta. Todavia, devem ser executados os melhores esforços para mitigação dos impactos.

Riscos climáticos e de infraestrutura (O6): As operações de manganês no Brasil estão situadas em locais com algumas dificuldades climáticas que podem, por sua vez, também gerar riscos de infraestrutura. Um exemplo é a sazonalidade que ocorre na Mina do Azul, no Pará, fazendo com que o primeiro e segundo trimestres tenham uma produção materialmente menor do que nos terceiro e quarto trimestres todo ano. Além disso, chuvas e outros aspectos climáticos podem contribuir para o comprometimento de infraestruturas, como: atraso no carregamento em ferrovias e portos, retendo a carga por dias ou meses. Sendo assim, o impacto relacionado a esses riscos pode ser muito relevante, a depender da intensidade do ocorrido.

Riscos Financeiros (F)

Risco de câmbio (F1): As exportações do mercado brasileiro de manganês são muito relevantes, o que gera um risco de câmbio importante, com probabilidade considerável de ocorrer. Por esse motivo, pode haver impacto tanto positivo, quanto negativo no fluxo de caixa. Entretanto, há uma forma de mitigar esse risco muito utilizada por companhias expostas a diferentes câmbios, que são as operações de *hedge*, protegendo-as de grandes perdas e reduzindo tais impactos.

Risco de taxa de juros (F2): Os empréstimos e financiamentos tomados dos credores para acelerar as operações e compor a estrutura de capital são expostos à taxas de juros. Dessa forma, tal risco deve ser levado em consideração, por mais que não seja caracterizado por uma alta probabilidade (taxas de juros caírem ou subirem repentinamente) e nem mesmo por alto impacto (em geral, as dívidas tomadas por companhias de grande porte e receita recorrente como mineração, não apresentam altos valores relativos).

6 CONCLUSÕES

Após execução das análises, ficou claro o que já era esperado em relação ao fato de a regressão linear não ser um método de projeção adequado a empresas, mercados ou qualquer objeto de estudo que apresente muitas variáveis qualitativas e quantitativas diferentes e independentes. No estudo em questão, a regressão linear não captura o crescimento recente e investimentos da Mineração Buritirama no setor, o cronograma de exaustão da Mina do Azul, o aumento na produção em Urucum e Morro da Mina e alterações geradas pela volatilidade do preço do manganês. Por outro lado, ao realizar uma análise detalhada das variáveis e utilizar premissas com embasamento sólido, como feito na “soma das partes”, o resultado observado é muito mais estruturado e assertivo. O procedimento do fluxo de caixa descontado foi aplicado da mesma maneira e com as mesmas premissas em ambos os casos, sendo observado um valor do mercado US\$ 580 milhões menor na regressão linear, dentre outras, pelas razões acima listadas.

A análise comparativa por múltiplos de companhias listadas em bolsa demonstrou que o valor do mercado obtido através do Fluxo de Caixa Descontado para o *sum of the parts* é condizente com a forma que o mercado precifica as companhias atuantes no mercado de manganês. Além disso, a análise de sensibilidade atestou que mesmo com as alterações em cenários extremos em preço, volume, taxa de desconto, margem operacional e crescimento na perpetuidade, o mercado brasileiro de manganês crescerá, com a análise de riscos ponderando as adversidades atribuídas à operação sem grandes ameaças de mudança material no *status quo*.

Enquanto a Mina do Azul diminui seu volume produzido e chega perto da exaustão, o que, para alguns, poderia significar o início da queda brasileira no mercado, Buritirama vem sendo exemplo de crescimento rápido. Além disso, Urucum e Morro da Mina também aumentarão ainda mais sua produção. Tal combinação assegura que o mercado brasileiro terá capacidade de suprir o crescimento da demanda global nos próximos anos.

Levando em consideração todos os aspectos qualitativos e quantitativos abordados e presentes neste trabalho, que permitiram a obtenção de resultados objetivos, conforme demonstrado nos itens 5.2.2 Sum of the Parts e 5.2.3 Fluxo de Caixa Descontado (DCF), com um valor para o mercado brasileiro de manganês de US\$ 1.726.000.000, ponderado através de análises comparativas, de sensibilidade e de risco, a principal e mais direta inferência é de que o Brasil continuará crescendo e sendo muito expressivo internacionalmente. A produção e a exportação de manganês no país crescerão nos próximos anos, representando um valor de mercado muito relevante quando comparado às outras operações globais do setor.

REFERÊNCIAS

- ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Brasileiro – Principais Substâncias Metálicas**. Brasília. 2018. 34 p.
- BRIGHAM, Eugene F.; HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da Moderna Administração Financeira**. Houston: Editora Campos, 1999. 713 p.
- COSTA, M. R. M.; **Manganês. Sumário Mineral**. DNPM. 2004.
- COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- DAMODARAN, A.; *Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance*. 2 ed. Wiley&Sons. 1994. 1372 p.
- DNPM. **Perfil Analítico do Manganês**. Brasília. 1976.
- GEMAN, H.; *Commodities and Commodity Derivatives: Modeling and Pricing for Agriculturals, Metals and Energy*. John Wiley & Sons. 2005. 416 p.
- FURTADO, J.; URIAS, E. **Recursos Naturais e Desenvolvimento: Estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira**.
- IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>>. Acesso em: 26 Ago. 2019
- PEREIRA, E. A. C.; **Manganês: produção, mercado e perspectivas**. 1995.
- MDIC, **Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 10 Ago. 2019.
- OEC – MIT; **The Observatory of Economic Complexity** – Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2019. Disponível em: <<https://oec.world/en/>> . Acesso em: 16 Ago. 2019.
- IMnI - **International Manganese Institute**. Disponível em: <<https://www.manganese.org/>>. Acesso em: 12 Set. 2019.
- SANTANA, A. L.; **Manganês**. Pará. DNPM. 2008
- STEPHEN, H. B.; **Fundamentals of Financial Accounting & Analysis**. 5th edition. New York: The Accounting Oasis. 2016. 423 p.

SOUZA, P. A.; **Avaliação Econômica de Projetos de Mineração – Análise de Sensibilidade e Análise de Risco**, IETEC, Belo Horizonte, MG, 1995

VALE. **Relação com Investidores**; 2018. Disponível em:
<<http://www.vale.com/brasil/pt/investors/information-market/annual-reports/20f/paginas/default.aspx>>. Visitado em: 31 Out. 2019.