

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS,
METALURGIA E DE MATERIAIS PPGE3M**

GUILHERME SILVA DE SOUZA

ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO APLICADA A UMA JAZIDA DE FELDSPATO

PORTO ALEGRE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitor: Jane Fraga Tutikian

ESCOLA DE ENGENHARIA

Diretor: Luiz Carlos Pinto da Silva filho

Vice-Diretor: Carla SchwengbertenCaten

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

Coordenador: Dr. Carlos Pérez Bergmann

Vice Coordenador: Prof. Dr. Afonso Reguly

GUILHERME SILVA DE SOUZA

**A TÉCNICA DE ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO APLICADA A UMA JAZIDA
DE FELDSPATO**

Dissertação para obtenção de título de Mestre
em Engenharia

Trabalho realizado no Laboratório de
Processamento Mineral da Escola de
Engenharia, dentro do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia
e Materiais (PPGEM), como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Área de Concentração: Metalurgia Extrativa e
Tecnologia Mineral

Orientador: Professor Dr. Carlos Otávio Petter

PORTO ALEGRE

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

Esta Dissertação intitulada: Análise de risco econômico aplicada a uma jazida de feldspato, foi aprovada e considerada adequada para obtenção do Título de “**Mestre em Engenharia, Área de Concentração: Tecnologia Mineral, Ambiental e Metalurgia Extrativa**”.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Otávio Petter

Coordenador do PPGEM-UFRGS: Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann

Aprovado em 10/08/2017

Banca Examinadora

Dra. Gelsa Edith Navarro - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS

Dr. Gerson Miltzarek- Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS

Prof. Dr. Júlio César Souza - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e ao PPGE3M por sua dedicação na transmissão de conhecimentos e pela organização do programa de pós-graduação. Especialmente ao Professor Doutor Carlos Otávio Petter, meu orientador em economia mineral.

Agradeço ao apoio do LAPROM que sempre deixou à disposição sua estrutura para auxílio na conclusão desta dissertação.

RESUMO

As incertezas na área da economia demandam modelos teóricos de previsão de resultados cada vez mais complexos e precisos, onde a análise de riscos, através da simulação de Monte Carlo, torna-se imprescindível, já que os modelos determinísticos não suprem as necessidades estratégicas das empresas.

Esse trabalho aplica diferentes técnicas que visam uma análise econômica preliminar na área de mineração para uma jazida de feldspato: os métodos qualitativos SWOT e modelo de Porter aplicado; e os métodos quantitativos análise determinística, análise de sensibilidade, análise de cenários e simulação de Monte Carlo.

O crescimento da fabricação de porcelanatos e da busca por fundentes mais baratos têm elevado o consumo de feldspato. Esta matéria-prima tem grande importância no setor cerâmico graças a sua ótima relação custo-benefício.

Através de simulações de Monte Carlo, foram obtidos os intervalos de variação do valor presente líquido que as jazidas podem alcançar, suas probabilidades de insucesso e os valores máximos de lucro e prejuízo.

Os métodos qualitativos indicam que, apesar dos obstáculos inerentes, o projeto tem uma posição de destaque no setor de minerais industriais com aplicação cerâmica. A análise SWOT demonstra a procura pelo produto, a experiência da empresa executora do projeto e a localização da jazida como os maiores trunfos; E que deve-se ficar atento aos empecilhos impostos pelo porte da empresa e pela crise econômica e ameaça de novos entrantes. Enquanto o modelo de Porter aplicado demonstrou que o projeto é competitivo comparado a outros de mesmo porte e do mesmo setor, que sempre foi relegado a empresas familiares e de pequeno porte, porém, seu crescimento tem despertado o interesse de multinacionais, fazendo com que a ameaça de novos entrantes seja alta.

Já os quantitativos indicaram a viabilidade do projeto, com valor presente líquido positivo, taxa interna de retorno maior que a taxa mínima de atratividade e baixo tempo de retorno; as análises de cenários e sensibilidade apontaram a alta dependência da taxa de produção e do preço do feldspato, fazendo com que qualquer recuo do mercado possa inviabilizá-lo; e as simulações de Monte Carlo apontaram para uma baixa probabilidade de insucesso.

Avalia-se que o projeto é sólido e produzirá bom retorno, mas não em condições adversas da economia brasileira. Em um momento mais estável economicamente, onde não haja tantos riscos relativos ao mercado, poderá tornar-se viável.

Palavras-chave: Análise econômica. Simulação de Monte Carlo. Feldspato.

ABSTRACT

Uncertainties in the area of economics demand theoretical models of prediction of increasingly complex and accurate results, where risk analysis through the Monte Carlo simulation becomes essential, since the deterministic models do not achieve the strategic needs of the companies.

This work applies different techniques that aim at a preliminary economic analysis in the mining area for a feldspar deposit: the qualitative methods SWOT and the applied Porter model; and the quantitative methods deterministic analysis, sensitivity analysis, scenario analysis and Monte Carlo simulation.

The growth of the porcelain making and the search for cheaper fluxes have raised the consumption of feldspar. This raw material has great importance in the ceramic sector thanks to its great cost-benefit ratio.

Through Monte Carlo simulations, the ranges of the net present value that the deposits can reach, their probabilities of failure and the maximum values of profit and loss were obtained.

Qualitative methods indicate that, despite the inherent obstacles, the project has a prominent position in the sector of industrial minerals with ceramic application. The SWOT analysis demonstrates the demand for the product, the experience of the company executing the project and the location of the deposit as the greatest asset; And we must be aware of the obstacles imposed by the size of the company and the economic crisis and threat of new entrants. While the applied Porter model showed that the project is competitive compared to others of the same size and the same sector, which has always been relegated to small and family businesses, but its growth has attracted the interest of multinationals, making the threat of new entrants high.

The quantitative ones indicated the feasibility of the project, with positive net present value, internal rate of return higher than the minimum rate of attractiveness and low return time; the analysis of scenarios and sensitivity indicated the high dependence of the rate of production and the price of the feldspar, causing that any retreat of the market can make it unfeasible; and the Monte Carlo simulations pointed to a low probability of failure.

It is evaluated that the project is solid and will produce good returns, but not in adverse conditions of the Brazilian economy. At a more economically stable time, where there are not so many market-related risks, it may become viable.

Keywords: Economic analysis. Monte Carlo Simulation. Feldspar.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Diferentes tipos de Feldspato | 16 |
| Figura 2 - Ocorrências típicas de Feldspato..... | 18 |
| Figura 3 - Mapa geológico da região de estudo | 24 |
| Figura 4 - Informações relativas à operação | 51 |
| Figura 5 - Layout do Pit | 51 |
| Figura 6 - Parâmetros físicos do depósito | 52 |
| Figura 7 - Suprimentos e materiais | 52 |
| Figura 8 - Salários - Custo horário | 53 |
| Figura 9 - Custo anual..... | 53 |
| Figura 10 - Substituição de equipamentos | 54 |
| Figura 11 - Condições de contorno - TMA | 58 |
| Figura 12 - Condições de contorno - Produção feldspato esmalte..... | 58 |
| Figura 13 - Condições de contorno - Preço feldspato esmalte..... | 59 |
| Figura 14 - Condições de contorno - Produção feldspato cerâmico..... | 60 |
| Figura 15 - Condições de contorno - Preço feldspato cerâmico..... | 60 |
| Figura 16 - Condições de contorno - Produção rejeito areia | 61 |
| Figura 17 - Condições de contorno - Preço rejeito areia | 61 |
| Figura 18 - Condições de contorno - Produção rejeito argila | 62 |
| Figura 19 - Condições de contorno - Preço rejeito argila | 63 |
| Figura 20 - Condições de contorno - Cotação do dólar..... | 63 |
| Figura 21 - Condições de contorno - Produção total | 64 |
| Figura 22 - Condições de contorno - Custo operacional | 64 |
| Figura 23 - Condições de contorno - Custo capital | 65 |
| Figura 24 – Localização do Projeto Feldspato | 66 |
| Figura 28 - Circuito de lavagem | 73 |
| Figura 29 - Circuito de concentração e moagem..... | 74 |
| Figura 30 - Localização das reservas remanescentes | 78 |
| Figura 31 - Principais clientes e concorrentes da Micromil | 80 |
| Figura 32 - Levantamento custos de lavra (US\$) SHERPA | 83 |
| Figura 35 - Simulação de Monte Carlo/Probabilidade de ser positivo VPL | 90 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Vantagens competitivas 1 | 33 |
| Tabela 2 - Vantagens competitivas 2 | 37 |
| Tabela 3 - Parâmetros da mina | 50 |
| Tabela 4 - Método da multiplicação de fatores da planta (Mular 1990) | 55 |
| Tabela 5 - Histórico de produção da Mina..... | 65 |
| Tabela 6 - Caracterização do minério bruto | 69 |
| Tabela 7 - Caracterização do minério beneficiado em laboratório | 70 |
| Tabela 8 - Caracterização do minério beneficiado em laboratório (continuação)..... | 70 |
| Tabela 9 - Caracterização do minério beneficiado industrialmente (17# a 40#)..... | 71 |
| Tabela 10 - Caracterização do minério beneficiado industrialmente (30# a 100#).... | 71 |
| Tabela 11 - Resultados modelo de Porter aplicado..... | 76 |
| Tabela 12 - Reservas e vida útil..... | 78 |
| Tabela 13 - Requerimentos com reservas aprovadas | 79 |
| Tabela 14 - Requerimentos em fase de pesquisa | 79 |
| Tabela 15 - Consumo anual de feldspato distribuído por clientes | 81 |
| Tabela 16 - Principais concorrentes de feldspato para esmalte | 81 |
| Tabela 17 - CAPEX e OPEX planta de beneficiamento | 84 |
| Tabela 18 - Custos extra projeto | 84 |
| Tabela 19 - Fluxo de caixa análise determinística..... | 85 |
| Tabela 20 - Análise de cenário CAPEX..... | 86 |
| Tabela 21 - Análise de cenário OPEX..... | 86 |
| Tabela 22 - Análise de cenário dólar | 86 |
| Tabela 23 - Análise de cenário produção | 87 |
| Tabela 24 - Análise de cenário receita | 87 |
| Tabela 25 - Análise de cenários resumo | 88 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO | 13 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 15 |
| 2.1 FELDSPATOS | 15 |
| 2.2 GEOLOGIA | 23 |
| 2.3 RESERVAS | 26 |
| 2.4 CUSTOS | 27 |
| 2.5 ANÁLISE MICROECONÔMICA | 28 |
| 2.5.1 A hipótese <i>coeteris paribus</i> | 28 |
| 2.5.2 Objetivos da empresa | 29 |
| 2.5.3 Demanda de mercado | 29 |
| 2.6 TRIBUTOS | 30 |
| 2.6.1 Lucro presumido | 31 |
| 2.7 ANÁLISE SWOT (<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats</i>) | 31 |
| 2.8 MODELO APLICADO DE PORTER | 32 |
| 2.9 ANÁLISE DETERMINÍSTICA | 37 |
| 2.9.1 Taxa mínima de atratividade (TMA) | 37 |
| 2.9.2 Método do valor presente | 38 |
| 2.9.3 Método da taxa interna de retorno | 38 |
| 2.9.4 Método do <i>Pay Back</i> | 39 |
| 2.9.5 Fluxo de caixa | 39 |
| 2.9.6 Análise de sensibilidade | 40 |
| 2.9.7 Risco e incerteza | 40 |
| 2.9.8 Simulação para análise de riscos | 44 |
| 3 METODOLOGIA | 46 |
| 3.1 COLETA DE DADOS | 46 |
| 3.2 ANÁLISE SWOT | 46 |
| 3.3 MODELO DE PORTER APLICADO | 46 |
| 3.4 ANÁLISE DETERMINÍSTICA | 47 |
| 3.4.1 Premissas | 47 |
| 3.4.1.1 Reservas e vida útil | 47 |
| 3.4.1.2 Estudo de mercado | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.1.3 Preço | 48 |
| 3.4.1.4 Dólar | 48 |
| 3.4.1.5 Taxa Mínima de atratividade | 49 |
| 3.4.2 Custos de Capital e Custos Operacionais | 49 |
| 3.4.3 Impostos | 55 |
| 3.4.4 Fluxo de caixa..... | 56 |
| 3.4.5 Método comparativo | 56 |
| 3.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E DE CENÁRIOS | 56 |
| 3.6 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO | 57 |
| 3.7 INFORMAÇÕES DA MINA..... | 65 |
| 3.8 CIRCUITO DE BENEFICIAMENTO | 68 |
| 3.8.1 Ensaio de beneficiamento em escala de bancada | 68 |
| 3.8.2 Ensaio de beneficiamento em escala industrial | 70 |
| 3.8.3 Fluxograma de beneficiamento..... | 72 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 75 |
| 4.1 ANÁLISE SWOT | 75 |
| 4.1.1 Forças..... | 75 |
| 4.1.2 Fraquezas..... | 75 |
| 4.1.3 Oportunidades..... | 75 |
| 4.1.4 Ameaças..... | 76 |
| 4.1.5 Estratégias | 76 |
| 4.2 MODELO DE PORTER APLICADO | 76 |
| 4.3 ANÁLISE DETERMINÍSTICA..... | 77 |
| 4.3.1 Premissas | 77 |
| 4.3.1.1 Reservas e vida útil | 77 |
| 4.3.1.2 Estudo de mercado | 79 |
| 4.3.1.3 Preço | 82 |
| 4.3.1.4 Dólar..... | 82 |
| 4.3.1.5 Taxa mínima de atratividade | 82 |
| 4.3.1.6 Custos de capital e operacionais..... | 83 |
| 4.3.1.7 Receitas | 84 |
| 4.4 FLUXO DE CAIXA..... | 85 |
| 4.5 VPL, TIR E PAY BACK..... | 85 |
| 4.6 ANÁLISE DE CENÁRIOS..... | 85 |

| | |
|---|-----------|
| 4.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE | 88 |
| 4.8 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO | 89 |
| 5 CONCLUSÕES | 91 |
| 6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 92 |
| REFERÊNCIAS..... | 93 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos três anos o país vem enfrentando uma crise financeira, que atingiu diversos setores, inclusive a mineração. Aquela crise, ocasionou uma queda de preços de *comodities* e produtos internos, uma diminuição na venda de produtos, e conseqüentemente uma tendência de aumento de custos capitais e operacionais.

Muitas empresas foram tomadas de surpresa, devido à alta margem de lucro que vinha sendo praticada, que viabilizava projetos menos lucrativos. Portanto, torna-se imprescindível a utilização de técnicas que levem em conta os riscos e incertezas a serem enfrentados pelo caminho. A gestão de riscos será imprescindível para a sobrevivência das empresas no mercado.

Este trabalho trata de um “*business plan*”, no campo da economia mineral, de uma mina de feldspato para o mercado cerâmico do estado de Santa Catarina, pertencente à empresa Micromil - Micronização e Moagem LTDA. A jazida, igualmente localizada neste estado, está no município de Nova Trento, distante 80 quilômetros da capital. Para isso foram feitos teste em escala piloto e industrial, assim como determinada a viabilidade econômica deste projeto, onde os resultados foram comparados com os feldspatos do mercado. Os resultados encontrados foram considerados bons, e, através de comparações com outros fornecedores, foi possível encontrar um minério de qualidade idêntica, com alta redução nos custos para a empresa mineradora e conseqüentemente no preço de compra para os Colorifícios interessados.

Empreendimentos mineiros bem-sucedidos começam através de uma sólida análise econômica, onde são imprescindíveis análises de investimentos e de riscos bem elaboradas. Para avaliar a viabilidade deste empreendimento, inicialmente foi utilizada a Análise SWOT e o Modelo Aplicado de Porter, que abordam qualitativamente a viabilidade do empreendimento. Depois, foi feita a análise determinística do Fluxo de Caixa, que trouxe uma base de informações, para, enfim realizarmos as análises de sensibilidade e de riscos, que nos forneceram um resultado robusto.

1.1 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho tem por objetivo estabelecer a rentabilidade e o nível de riscos para a exploração de uma mina de feldspato potássico para uso em Colorifícios no estado de Santa Catarina. A rentabilidade foi avaliada através de diferentes técnicas de análises econômicas.

Para isso são utilizados métodos qualitativos que situam o empreendimento perante o seu nicho de mercado e métodos quantitativos, onde primeiramente são feitas estimativas de custos operacionais e capitais através do *software* SHERPA; com esses valores e juntamente com as outras premissas é feita a análise determinística e, por fim, com o uso do *software* @Risk a análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FELDSPATOS

A designação feldspato provém da palavra alemã *der feldspat*, com a qual se denominava um mineral que apresentava clivagem fácil. Esta designação foi usada pela primeira vez em 1757. Os feldspatos constituem um grupo importantíssimo de minerais formadores de rochas e que apresentam interessantes variações estruturais e químicas. Alguns deles são componentes insubstituíveis em certas misturas com outros minerais utilizados no fabrico de importantes e indispensáveis materiais de uso corrente. (VELHO, 2005).

Os feldspatos ocorrem segundo cristais com hábito prismático, achatado, sendo uns monoclinicos e outros triclinicos. São minerais incolores ou brancos, cinzentos, rosados ou verdes, com brilho vítreo a nacarado nas faces de clivagem. Possuem duas direções de clivagem, formando ângulo reto ou quase. A sua dureza é 6, e a densidade é variável entre 2,54 e 2,76. (VELHO, 2005).

Quimicamente, os feldspatos são aluminossilicatos de Na, K e Ca e, mais raramente, de Ba. Participam em cerca de 60% das rochas da crosta terrestre, mas apenas uma pequena parte tem aplicação industrial, porque a maioria dos feldspatos ocorre com grão fino a médio, tornando-se impossível a sua separação mecânica dos minerais associados. (VELHO, 2005).

Os feldspatos, estruturalmente, pertencem ao grupo dos tectossilicatos, sendo constituídos por uma rede tridimensional de tetraedros SiO_4 , onde, entre 1/4 e 1/2 de átomos de Si podem ser substituídos por Al e todos os de oxigênio de um tetraedro estão ligados a oxigênios dos tetraedros vizinhos. (VELHO, 2005).

O elevado teor em álcalis dos feldspatos é responsável pela sua fusão a temperaturas relativamente baixas e também pela reatividade com os outros componentes dos corpos cerâmicos durante a cozedura. Quando aquecidos entre 1100 e 1400°C, o líquido formado dissolve todos os componentes do corpo cerâmico, líquido que depois solidifica para formar um vidro leitoso de cor branca, porcelana (corpo cerâmico sinterizado) ou faiança (corpo cerâmico poroso). (VELHO, 2005).

A indústria da cerâmica prefere a utilização de feldspato-K porque este funde gradualmente, durante um intervalo grande de temperatura, fato que permite aos componentes gasosos escaparem com facilidade. Deste modo, verificam-se

pequenas deformações do corpo cerâmico durante o cozimento. Quanto ao feldspato-Na, este funde mais rapidamente, o que aumenta o perigo de sobreaquecimento e a deformação do corpo porque o líquido formado impede que os gases escapem. (VELHO, 2005).

Os pegmatitos constituem a principal fonte de feldspatos, objeto de exploração. Apresentam uma composição mineralógica semelhante à dos granitos, mas apresentam grão grosseiro ou muito grosseiro, modos de jazida de forma simples (filões, lentículas) ou complexa e com dimensões muito variadas, desde alguns decímetros a várias centenas de metros de comprimento. A espessura destes corpos é também variável, desde alguns centímetros a várias dezenas de metros. Constituem, por conseguinte, os depósitos de feldspatos tradicionalmente mais explorados. Quanto mais ácido for o caráter do pegmatito e quanto mais elevadas forem as relações K/Na e Na/Ca, mais favorável é a sua composição do ponto de vista do interesse cerâmico. (VELHO, 2005).

Figura 1 - Diferentes tipos de Feldspato

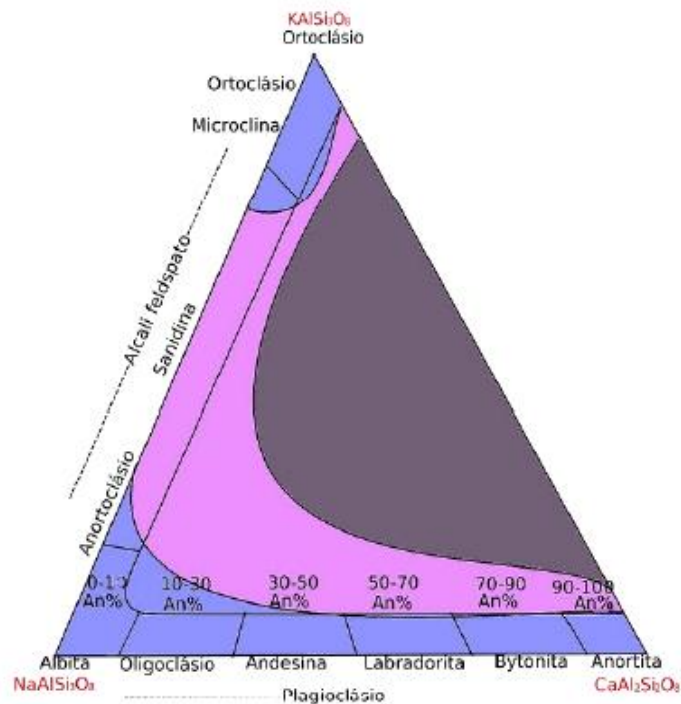


Figura 1. Campos de estabilidade dos diferentes tipos de feldspatos. Área em cinza: não tem presença de feldspato; área em azul: feldspato estável em baixas temperaturas; área em rósea: feldspato estável em altas temperaturas. Fonte: [3]

Fonte: Lira e Neves (2013).

Os aplitos e os granitos leucocráticos constituem também fonte de feldspatos. Apresentam grão fino a médio e possuem cor branca ou quase branca. (VELHO, 2005).

A exploração dos feldspatos é realizada a céu aberto. A moagem dos feldspatos é um processo importante para a obtenção de produtos com granulometria controlada. A maior ou menor complexidade da instalação depende das impurezas que acompanham o feldspato. Os teores em ferro devem ser cuidadosamente controlados, bem como a quantidade de mica. (VELHO, 2005).

O processo de tratamento de feldspatos, habitual numa instalação de tratamento, consiste nas seguintes operações ou fases: enriquecimento em feldspato e eliminação dos minerais ferríferos por separação magnética e flutuação. Em explorações mais modernas, intervêm processos sofisticados que compreendem moagem fina e separação eletromagnética de alta intensidade. (VELHO, 2005).

O Brasil apresenta cerca de 80 milhões de toneladas de reservas medidas e indicadas de feldspatos, além de aproximadamente 36 milhões adicionais de reservas inferidas. Essas reservas concentram-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. (CHAVES, 2013).

As indústrias de cerâmica e vidro representam os principais campos de aplicação do feldspato. Usa-se também o feldspato, como carga funcional e extensor, nas indústrias de tinta, plástico e borracha. Não se trata de um uso tradicional, mas tem mostrado que, com o uso de feldspato, é possível melhorar o desempenho desses produtos. (KAUFFMAN; VANDYK, 1994).

Os feldspatos ocorrem em todas as classes de rochas. Eles são amplamente distribuídos em rochas ígneas, que indicam que eles são formados pela cristalização de magma. O intemperismo físico das rochas feldspato por rolamento pode resultar em sedimentos e rochas sedimentares que contêm feldspato. No entanto, esta é uma ocorrência rara, porque na maioria dos ambientes do feldspato tende a ser alterado para outras substâncias, como as argilas e os argilominerais. Eles também podem ser encontrados em muitas rochas metamórficas formadas a partir de rochas precursoras que continham os feldspatos e/ou elementos químicos necessários para sua formação. Além disso, os feldspatos ocorrem em veios e em pegmatitos, aparentemente depositados por fluidos e com sedimentos e solos, e que foram provavelmente depositados por águas subterrâneas. (LIRA; NEVES, 2013).

Os feldspatos formam um dos mais importantes grupos de minerais, estando presentes em cerca de 60% da crosta terrestre, podendo ser encontrados em quase todas as rochas eruptivas e metamórficas, assim como em algumas rochas sedimentares. Pertencem ao grupo dos aluminossilicatos de potássio, sódio, cálcio e mais raramente bário, sendo que o primeiro tem grande aplicação na indústria cerâmica, particularmente na produção de pisos, revestimentos e porcelanas, além de usos em vidros, esmaltes, polidores, sabão, prótese dentária, construção civil e sinalização de estradas. (LIRA; NEVES, 2013).

Os feldspatos alcalinos são mais comercializáveis do que os feldspatos plagioclásios. A albita é usada em cerâmica. O feldspato rico em larvikita e algumas anortisitas são empregados em interiores e exteriores de construção civil. (LIRA; NEVES, 2013).

Em adição, vários feldspatos são usados com pedras preciosas. Por exemplo, variedades que apresentam opalescência são vendidas como pedras preciosas. Espectrolita é o nome comercial da labradorita com faixas fortemente coloridas. (LIRA; NEVES, 2013).

Figura 2 - Ocorrências típicas de Feldspato

Tabela 2. Algumas ocorrências típicas dos feldspatos

| Feldspatos Potássicos* | |
|-------------------------|---|
| sanidina | rochas vulcânicas ricas em potássio e com pequenas intrusões na superfície —por exemplo, riolitas, traquitas |
| ortoclásio | rochas ricas em potássio – por exemplo, granitos, granodioritas, riolitas e traquitas; e sienitos**; gnaises metamórficas e xistos e arenitos |
| microclina | pegmatitos graníticos, veios hidrotermais; granitos, granodioritos e sienitos**; rochas metamórficas; arenitos e conglomerados |
| Feldspatos Plagioclásio | |
| albita | granitos; pegmatitos graníticos; gnaises metamórficos e xistos; arenitos |
| oligoclásio | granodioritas e monzonitas; arenitos; rochas metamórficas de grau moderado |
| andesina | dioritos; andesitas; rochas metamórficas de grau moderado, especialmente anfibolitas |
| labradorita | gabros e anortositas***; diabásios e basaltos |
| bytownita | gabros e anortositas***; diabásios e basaltos |
| anortita | gabros; rocha calcária metamórfica impure; e rocha de alto grau metamórfica |

*Incluindo pertitas. Além disso, anortoclásio ocorre apenas em alguns sienitos bastante anormais (por exemplo, larvikita) e adularia — transparente, de incolor para branca, comumente feldspato potássico opalescente com um pseudo hábito romboédrico— ocorre em algumas veias hidrotermais de baixa temperatura. ** Sienitos típicos que consistem em quase 90 por cento de feldspato alcalino. *** Anortositas típicas compostas por cerca de 90 por cento de plagioclásio feldspático.

Fonte: Lira e Neves (2013).

O grupo dos feldspatos é constituído de aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio, e raramente bário. Os feldspatos têm propriedades físicas muito similares entre si, no entanto, devido à sua composição química, se agrupam em: feldspato de potássico (ortoclásio, microclínio, sanidina, adularia), feldspato de bário (celsiana) e feldspato calco-sódico. (LUZ; COELHO, 2005).

O sódio pode substituir o potássio e na variedade sanidina, essa substituição pode chegar até 50%. (DANA, 1970 apud LUZ; COELHO, 2005). A albita e anortita formam uma série isomórfica contínua de soluções sólidas em diferentes temperaturas. Esta série é denominada de plagioclásio e varia desde a albita pura, à anortita pura.

Há ainda um grupo de minerais quimicamente semelhantes aos feldspatos, denominados de feldspatóides, no entanto se diferenciam dos feldspatos por conterem menor quantidade de sílica. Os feldspatóides são aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio, como elementos principais, porém com menores quantidades de outros íons. (DANA, 1970 apud LUZ; COELHO, 2005). Os feldspatóides mais frequentes são a leucitaK (Si_2O_6) e nefelina (Na,K) AlSiO_4 . Existem outros feldspatóides (sodalita, lazurita) que, por serem raros, não são discutidos no presente capítulo. A nefelina é a espécie mais comum dos feldspatóides, podendo ocorrer em rochas ígneas, tanto plutônicas quanto vulcânicas.

Os pegmatitos são considerados a principal fonte de feldspato, devido aos seus grandes cristais, pureza e abundância. Na província da Borborema, Nordeste, e na província Oeste, Estado de Minas Gerais, encontram-se os principais depósitos de pegmatitos do Brasil. Essas províncias fornecem feldspatos potássicos e algum feldspato sódico para as indústrias cerâmicas. (LUZ; COELHO, 2005).

Além dos pegmatitos existem outras fontes de feldspato:

- Alaskitos;
- Nefelinasienito;
- Granitos;
- Aplitos;
- Areia feldspática;
- Rochas intrusivas, tipo anortosito, parcialmente caulinizadas; e
- Filitos.

Alaskito- É a principal fonte de feldspato nos EUA. Ocorre no distrito de Spruce Pine, Carolina do Norte. Segundo Kaufmann e Van Dyk (1994), o alaskito é

um pegmatito granítico de granulometria grossa e composição mineralógica relativamente uniforme. Uma outra característica do feldspato contido nesses alaskitos é o predomínio da albita, feldspato sódico. Os alaskitos lavrados na região de Spruce Pine, Carolina do Norte-EUA, contêm cerca de 60 a 70% de feldspato, 25 a 30% de quartzo, 3 a 6% de moscovita, 2% de minerais de ferro, principalmente granada e pequenas quantidades de argilas. (SEGEMAR, 2000 apud LUZ; COELHO, 2005).

Nefelina Sienito - É uma rocha ígnea alcalina, sem quartzo, constituída de feldspatos (microclínio e albita), feldspatóides (nefelina, sodalita), dolomita, monazita/zirconita e minerais portadores de ferro. (LUZ; COELHO, 2005).

Granitos - São rochas constituídas, essencialmente, de quartzo, feldspato e mica. Os feldspatos são minerais formadores de rochas, principalmente rochas ígneas ácidas, como o granito. Embora este possa conter entre 50 e 70% de feldspatos alcalinos, raramente é lavrado pelo seu conteúdo em feldspato. Poucos são os exemplos de feldspato obtido de granitos: na Geórgia-EUA é extraído feldspato do granito Shadydale no Condado de Jasper (13,9% Al_2O_3 ; 4,7% Na_2O ; 3,6% K_2O ; 0,9% CaO). (HARBEN, 2002 apud LUZ; COELHO, 2005). Em Jundiá (SP), o granito de mesmo nome (3,5% Na_2O ; 4,5% K_2O , 1,5% Fe_2O_3), que era utilizado in natura até pouco tempo, está sendo beneficiado pelo Gruppo Minerali SA, com uma capacidade instalada de 120.000 t. (CROSSLEY, 2003 apud LUZ; COELHO, 2005).

Aplito - Conhecida como uma rocha de composição granítica, no entanto pode variar a composição, de um gabro a granito. Aplito é um termo textural que se refere a uma rocha ígnea de granulação fina, na qual os minerais constituintes apresentam uma textura de açúcar, com as faces dos cristais pobremente desenvolvidas. Existem vários exemplos, na Virginia-EUA (condado de Hanover, Piney River), de produção comercial de feldspato, a partir de depósitos de aplito. (KAUFMANN; VAN DYK, 1994 apud LUZ; COELHO, 2005).

Areia Feldspática - Segundo Harben (2002), depósitos de areia de praia, de rio ou de dunas podem conter quantidades de feldspatos passíveis de serem aproveitados economicamente. Na localidade de Navas de Oro, Província de Segóvia, Espanha, a Companhia Minera de Rio Prión S. A. explora e beneficia areia feldspática de origem eólica, de idade quaternária, com 50% quartzo, cerca de 40% de feldspato potássico (menos de 8% de plagioclásio) e, como minerais pesados mais frequentes, a turmalina, granada e micas. (JAVIER, 2002 apud LUZ; COELHO, 2005). No Brasil,

na baixada fluminense, nos municípios de Seropédica e de Itaguaí-RJ, ocorrem depósitos de areia feldspática com cerca de 25% de feldspatos potássicos e sódicos (4,24% K_2O ; 1,56% Na_2O); ultimamente esses materiais estão sendo estudados, em laboratório, visando seu aproveitamento para a indústria de vidro e cerâmica. (LUZ; COELHO, 2005).

Rochas intrusivas parcialmente caulinizadas - Anortosito, que é uma rocha ígnea intrusiva de granulação grosseira composta principalmente por feldspato plagioclásio rico em cálcio. É produzida pela empresa Colorminas no Rio Grande do Sul (27,75% Al_2O_3 ; 4,0% Na_2O ; 0,66% K_2O ; 9,15% CaO). (LUZ; COELHO, 2005).

Filitos - O filito é uma rocha metamórfica de granulação fina constituída de caulinita, sericita e quartzo, constitui-se em um bem mineral com várias aplicações industriais. Um dos principais usos do filito é na indústria cerâmica, onde é empregado como fundente, auxiliando na fusão da massa cerâmica para produção de pisos, louças sanitárias e de mesa. Segue Tabela 6 com especificações do filito Itapeva. (IPT, 1981 apud LUZ; COELHO, 2005).

As indústrias de cerâmica e vidro representam os principais campos de aplicação do feldspato. Usa-se também o feldspato como carga funcional e extensor, nas indústrias de tinta, plástico e borracha. Não se trata de um uso tradicional, mas se tem mostrado que, com o uso de feldspato, é possível melhorar o desempenho desses produtos. (KAUFFMAN; VAN DYK, 1994 apud LUZ; COELHO, 2005).

Segundo ainda esses mesmos autores, na indústria cerâmica a quantidade de feldspato utilizada varia com o tipo de produto. A porcelana de mesa pode conter entre 17 e 20% de feldspato, cerâmica de piso entre 55 e 60%, revestimento de parede de zero a 11%, porcelana elétrica entre 25 e 35%. (KAUFFMAN; VAN DYK, 1994 apud LUZ; COELHO, 2005).

O feldspato usado na indústria de cerâmica (revestimento de piso e parede, louça sanitária, porcelana elétrica, fritas, vidrado e esmalte), como fluxante, tem a função de formar uma fase vítrea no corpo, promovendo uma vitrificação e transluzimento. Os feldspatos são usados no vidrado vitrificado como fonte de álcalis e alumínio. Tanto para o vidro quanto a cerâmica, o feldspato contribui como fonte de SiO_2 . (HARBEN, 2002 apud LUZ; COELHO, 2005).

A formulação de qualquer cerâmica tradicional é constituída de dois elementos principais: o material plástico, constituído de caulim e argila, e o material duro, constituído de sílica e feldspato. O constituinte plástico permite que o corpo

cerâmico seja moldado, enquanto os constituintes duros permitem ao corpo cerâmico sua forma, após a queima. (MOTTER, 2000 apud LUZ; COELHO, 2005).

Segundo estes mesmos autores, na indústria cerâmica o feldspato é representado por dois minerais: albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), feldspato sódico, e ortoclásio ou microclínio, feldspato potássico. A anortita, feldspato cálcico, é raramente usado, pois trata-se de um mineral muito refratário. Na indústria cerâmica, os feldspatos sódicos e potássicos apresentam comportamento diferente, durante a queima. Os feldspatos sódicos são caracterizados por apresentar baixo ponto de fusão (em torno de 1.170°C) e por uma fusão abrupta, bem como retração (shrinkage) e fusibilidade dependentes da temperatura. A massa fundida do feldspato sódico tem viscosidade mais baixa. Por isto, na indústria cerâmica o feldspato sódico é mais propenso à formação de peças empenadas ou deformadas. Os limites térmicos para trabalhar são mais estreitos. Por outro lado, os feldspatos potássicos têm um ponto de fusão mais elevado (cerca de 1500°C) e seu comportamento cerâmico se dá de forma mais progressiva. A massa fundida proveniente do feldspato potássico apresenta maior viscosidade e dessa forma os limites térmicos de trabalho são relativamente mais amplos. (LUZ; COELHO, 2005).

Ainda de acordo com Luz e Coelho (2005), na fabricação do vidro, o feldspato é usado como fonte de Al_2O_3 , Na_2O e/ou K_2O , e SiO_2 . Segundo Maia (2003 apud LUZ; COELHO, 2005), no processo de fabricação do vidro há uma classificação para os óxidos utilizados que diz respeito à função desses, no processo de produção do vidro e no seu uso:

- Vidro-formadores (formadores da rede);
- Estabilizadores;
- Fundentes ou fluxos e
- Acessórios.

Vidro-formadores são compostos cujos átomos formam arranjos tetraédricos gerando cadeias que podem se dispor de forma aleatória, formando o vidro. Estabilizadores são óxidos que conferem, ao vidro, um elevado grau de resistência química. Os fluxos ou fundentes têm a função de baixar a temperatura de fusão das matérias primas resultantes da blendagem, no processo de produção do vidro. Os fundentes são constituídos de óxidos que reagem no processo de obtenção do vidro, em temperaturas relativamente baixas. (LUZ; COELHO, 2005).

Num vidro alcalino constituído de SiO_2 , Na_2O e CaO , o dióxido de silício é o vidro-formador, o Na_2O o fundente e o CaO o estabilizador. Há outros vidros em que os óxidos vidro-formadores são compostos do tipo óxido de germânio (GeO_2), ou óxido bórico (B_2O_3) ou pentóxido de fósforo (P_2O_5). (MAIA, 2003 apud LUZ; COELHO, 2005).

Os álcalis (K_2O , Na_2O) contidos no feldspato substituem, parcialmente, o carbonato de sódio e têm a função de fundente. A alumina ajuda a trabalhabilidade do vidro fundido, aumenta a resistência do vidro à corrosão química, aumenta a sua dureza e durabilidade e inibe a desvitrificação. (HARBEN, 2002 apud LUZ; COELHO, 2005).

Os óxidos acessórios são utilizados na fabricação do vidro em pequenas quantidades e com funções específicas. Por exemplo: alguns óxidos de metais (óxidos de ferro, de cromo, de cobre etc) são usados como corantes, para conferir ao vidro uma cor desejada. (LUZ; COELHO, 2005).

2.2 GEOLOGIA

Os granitoides da suíte Valsungana são quase sempre intrusivos nos metamorfitos do Complexo Brusque, somente o bordo leste do maciço sul apresenta contatos com as rochas do Complexo Granito-Gnáissico costeiro, em suas extremidades NE e SW. Seus contatos são geralmente por falhas, de direção geral NE-SW, ao longo de seus flancos, ocorrendo contatos normais nos bordos dos corpos menores e nas extremidades dos corpos maiores. (CALDASSO et al., 1988).

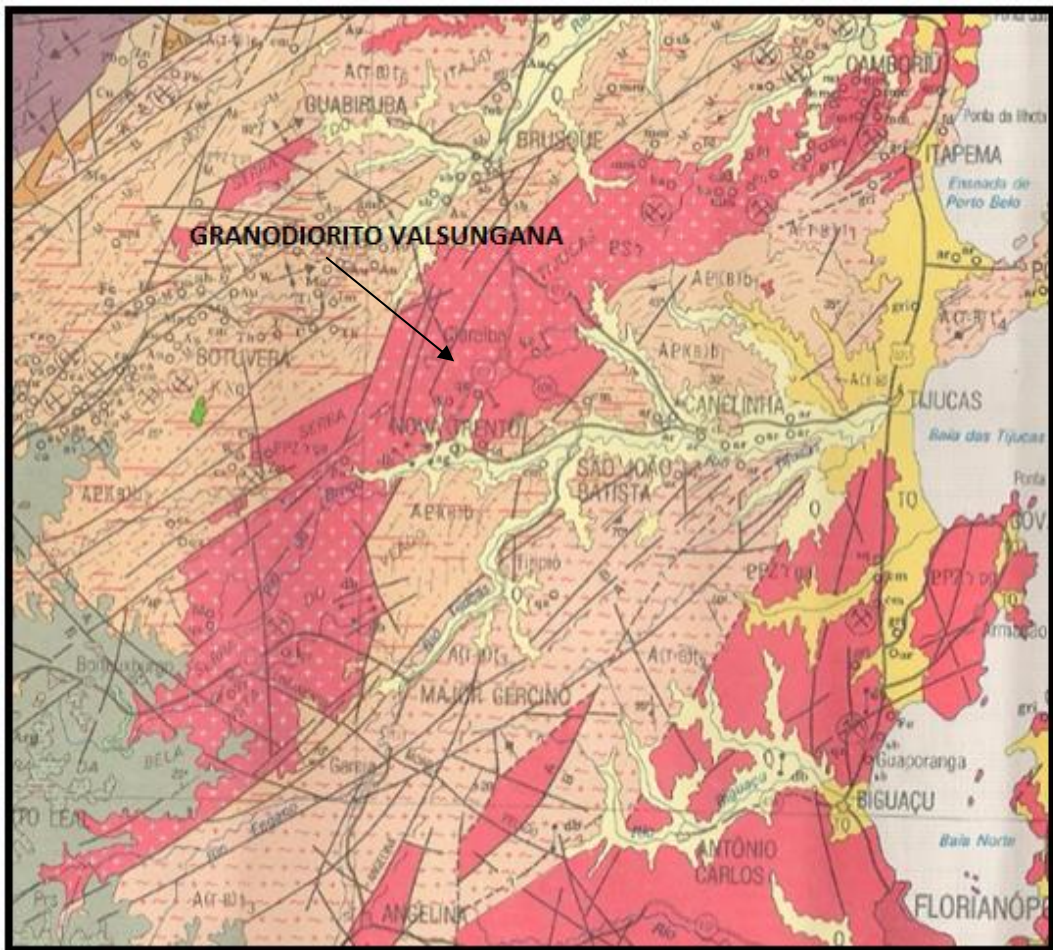
O granitoide Valsungana caracteriza-se por sua textura porfirítica, grosseira a muito grosseira, onde os fenocristais de feldspato costumam atingir comprimentos superiores a 5 cm. Sua matriz é fanerítica média a grosseira, onde os fenocristais de feldspato alcalino e de plagioclásio sobressaem e dispõem-se aleatoriamente, ou alinham-se grosseiramente segundo a orientação do fluxo ígneo. (CALDASSO et al., 1988).

Este Granodiorito Valsungana ocorre em uma faixa alongada com cerca de cem quilômetros de extensão longitudinal por um a dezoito quilômetros de largura. Regionalmente, sua área de ocorrência assume a forma de um 'oito' orientado segundo direção nordeste. (MOTTER, 2000 apud CALDASSO et al., 1988).

Normalmente apresenta coloração cinza-claro, com pontuações escuras de biotita, dando um aspecto mosqueado. Localmente pode apresentar coloração cinza-rosada a totalmente rósea, mas sempre mantendo sua textura característica porfiróide. (CALDASSO et al., 1988).

A sua composição mineralógica mais comum é assim constituída, segundo a ordem decrescente: microclínio, quartzo, (micropertita), plagioclásio, biotita e (hornblenda), como minerais essenciais; aparecendo ainda acessórios titanita, zircão, alanita, apatita, (turmalina) e opacos; como minerais de alteração aparecem sercita, clorita e epidoto. (CALDASSO et al., 1988).

Figura 3 - Mapa geológico da região de estudo



Fonte: Ministério de Minas e Energia (1986).

Schulz Jr. e Albuquerque (1970 apud AUMOND; BATISTELLO, 1980), subdividiram o Grupo Brusque em três formações, sendo uma delas o Granodiorito Valsungana.

Este Granodiorito ocorre em uma área total de ordem de 750 quilômetros quadrados. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Petrograficamente o Granodiorito Valsungana é uma rocha porfiróide constituída por fenocristais euédricos de feldspatos alcalinos com tamanho médio da ordem de 4 centímetros. Estes feldspatos atingem excepcionalmente tamanho de até 9 centímetros. A matriz apresenta granulação média a grosseira e é constituída por feldspato alcalino anédrico a subédrico, quartzo anédrico e diminutas lamelas de biotitas, concentradas em determinados pontos. Em algumas faixas, a biotita está ausente, ocorrendo então aumento da porcentagem de feldspato na rocha. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Segundo Schulz et al. (1969 apud AUMOND; BATISTELLO, 1980), o quartzo da matriz varia de 0,2 a 0,3 centímetros, o feldspato alcalino apresenta 0,5 centímetros de dimensões e o plagioclásio 0,2 centímetros. Estes dados foram confirmados através de praticamente toda a ocorrência do Granodiorito, ocorrendo, no entanto, variações localizadas. A matriz, via de regra, constitui mais de 30% da rocha total.

Os trabalhos de campo evidenciaram a existência de uma complexa interação de intemperismo físico e decomposição sobre o Granodiorito Valsungana. Todavia, chama a atenção a frequência de faixas com avançada desagregação mecânica, sem, no entanto, ocorrer a mesma proporção de decomposição química. Este processo levou a um fraturamento mecânico da rocha como um todo, não afetando, no entanto, na mesma proporção, a individualidade dos minerais, principalmente dos fenocristais de feldspato. São estas faixas, com predominância de intemperismo físico que interessam do ponto de vista cerâmico. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Nestas faixas os fenômenos de oxidações e hidrólise não são comuns, porém os tons cremes de algumas áreas e a caulinição incipiente em alguns cristais, evidenciam sua presença, ainda que em pequena escala. O fenômeno da hidratação é frequente e acentuado e gera uma expansão física da porção superficial da rocha intemperizada, acelerando o esfacelamento do Granodiorito. Esta hidratação no processo de intemperização, age muito mais como um processo físico sobre o químico, talvez se deva ao predomínio dos feldspatos potássicos sobre os sódicos e cálcicos, reconhecidamente mais solúveis e, portanto, mais susceptíveis à hidrólise. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Esta intemperização tem sido denominada por alguns atores como arenização. É um processo pouco comum em regiões tropicais úmidas e se caracteriza por determinar pequenas ou nenhuma alteração geoquímica dos constituintes químicos, e por gerar, granulometricamente, um material predominantemente grosseiro, praticamente isento da fração argilosa. A maioria dos minerais mais insolúveis, resultantes deste processo, notadamente o feldspato potássico e o quartzo, são praticamente isentos de transformações. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

A partir de simples desagregação e posterior lavagem em peneira com abertura de 0,4 centímetros, conseguimos resultados bastante satisfatórios com a perda de até 30% de material com propriedades indesejáveis em cerâmica, pois continham principalmente biotitas, quartzo e, secundariamente, parte do plagioclásio que foi eliminado devido a sua granulação da ordem de 0,2 centímetros. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Os resultados obtidos com as pesquisas indicam que o Granodiorito Valsungana poderá se tornar uma nova e importante fonte de fundente cerâmico, substituindo, com melhores propriedades, os clássicos fundentes brasileiros, como os filitos e feldspatos de pegmatitos. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

O concentrado apresenta características químicas e dilatométricas, além de outras propriedades cerâmicas similares aos feldspatos comercializados no mercado brasileiro. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

Do ponto de vista econômico, entre os aspectos mais relevantes apresentados por este novo fundente, citam-se: a grande reserva de material, sua homogeneidade químico-mineralógica e sua localização em área estratégica. (AUMOND; BATISTELLO, 1980).

2.3 RESERVAS

Segundo o Código de Mineração Brasileiro, as reservas são divididas em três classes:

- Reserva Medida;
- Reserva Indicada;
- Reserva Inferida.

Onde:

Reserva Medida: a tonelagem de minério computado pelas dimensões reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagens, e na qual o teor é determinado pelos resultados de amostragem pormenorizada, devendo os pontos de inspeção, amostragem e medida estar tão proximamente espaçados e o caráter geológico tão bem definido que as dimensões, a forma e o teor da substância mineral possam ser perfeitamente estabelecidos. (PINTO, 2008).

Jazidas diferentes muitas vezes requerem métodos semelhantes de avaliação de reservas e, por isso, sob este aspecto os depósitos minerais podem ser reunidos em quatro grandes grupos principais, sendo que esta classificação se baseia principalmente no tamanho dos corpos mineralizados, na natureza e continuidade da mineralização e no grau de regularidade morfológica do minério. (MARANHÃO, 1983).

Ao primeiro grupo pertencem os depósitos estratiformes, cujos representantes mais típicos são as jazidas sedimentares de origem marinha, que possuem grandes dimensões, forma mais ou menos constantes e regularidade na distribuição do teor ($V < 40\%$). Incluídas neste grupo estão também: 1) as jazidas metamórficas de ferro, tais como os depósitos do quadrilátero ferrífero e a Serra dos Carajás; 2) vários depósitos sedimentares com disposição horizontal a sub-horizontal, como jazidas de calcário, carvão, sais, gipsita, depósitos de ferro e manganês de origem marinha; 3) depósitos de granitos, gnaisses e pedras para serem utilizadas como materiais de construção. (MARANHÃO, 1983).

O reconhecimento inicial nesses depósitos pode ser executado por sondagens longitudinais espaçadas de até 1.000 metros, acompanhadas de sondagens transversais equidistantes de 400 a 500 metros. (MARANHÃO, 1983).

Nesse grupo as reservas medidas são obtidas com sondagens verticais equidistantes de 150 ou 200 metros e as reservas indicadas são determinadas com sondagens espaçadas em média de 200 a 400 metros. As reservas inferidas são calculadas por extrapolação dos dados obtidos nas áreas mais intensamente prospectadas. (MARANHÃO, 1983).

2.4 CUSTOS

Custo é o gasto necessário à produção de bens ou serviços. Corresponde a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços. A matéria-

prima, a depreciação, os salários, o aluguel etc., necessários à produção de um bem, representam custos. (FERREIRA, 2016).

Os custos fixos totais não são alterados em função do volume de produção, mas os custos fixos por unidade variam em razão inversamente proporcional à quantidade produzida. O custo fixo unitário é obtido mediante a divisão do custo fixo total pela quantidade produzida. Logo, o aumento da quantidade produzida provoca a diminuição do custo fixo unitário. (FERREIRA, 2016).

Custos variáveis são aqueles cujos valores totais variam de acordo com a quantidade produzida, proporcionalmente. Se a produção for aumentada ou diminuída em 5%, os custos variáveis totais serão aumentados ou diminuídos em 5%, respectivamente. (FERREIRA, 2016).

2.5 ANÁLISE MICROECONÔMICA

A **Microeconomia**, ou **Teoria dos Preços**, analisa a formação de preços no mercado, ou seja, como a empresa e o consumidor interagem e decidem qual o preço e a quantidade de determinado bem ou serviço em mercados específicos. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

A Microeconomia estuda o funcionamento da oferta e da demanda na formação do preço no mercado, isto é, o preço obtido pela interação do conjunto de consumidores com o conjunto de empresas que fabricam um dado bem ou serviço. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

2.5.1 A hipótese *coeteris paribus*

Para analisar um mercado específico, a Microeconomia se vale da hipótese de que tudo permanece constante (em latim, *coeteris paribus*). O foco de estudo é dirigido apenas àquele mercado, analisando-se o papel que a oferta e a demanda nele exercem, supondo que outras variáveis interfiram muito pouco, ou que não interfiram de maneira absoluta. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Adotando-se essa hipótese, torna-se possível o estudo de determinado mercado, selecionando-se apenas as variáveis que influenciam os agentes econômicos - consumidores e produtores - nesse particular mercado,

independentemente de outros fatores, que estão em outros mercados, poderem influenciá-los. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

2.5.2 Objetivos da empresa

A grande questão na Microeconomia, que inclusive é a origem das diferentes correntes de abordagem, reside na hipótese adotada quanto aos objetivos da empresa produtora de bens e serviços. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

A análise tradicional supõe o princípio da racionalidade, segundo o qual o empresário sempre busca a maximização do lucro total, otimizando a utilização dos recursos de que dispõe. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

2.5.3 Demanda de mercado

A demanda ou procura pode ser definida como a quantidade de certo bem ou serviço que os consumidores desejam adquirir em determinado período de tempo. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Para estudar a influência isolada dessas variáveis utiliza-se a hipótese do *coeterisparibus*, ou seja, analisa-se cada uma dessas variáveis isoladamente, supondo que as demais permaneçam fixadas. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Há uma relação inversamente proporcional entre a quantidade procurada e o preço do bem, *coeterisparibus*. É a chamada lei geral da demanda. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Efetivamente, a procura de uma mercadoria não é influenciada apenas por seu preço. Existe uma série de outras variáveis que também afetam a procura. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Para a maioria dos produtos, a procura será também afetada pela renda dos consumidores, pelo preço dos bens substitutos (ou concorrentes), pelo preço dos bens complementares e pelas preferências ou hábitos dos consumidores. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

Além das variáveis anteriores, que se aplicam ao estudo da procura pela maior parte dos bens, alguns produtos são afetados por fatores mais específicos, como efeitos sazonais e localização do consumidor, ou fatores mais gerais, como

condições de crédito, perspectivas da economia, congelamentos ou tabelamentos de preços e salários. (VASCONCELLOS; GARCIA, 2014).

2.6 TRIBUTOS

A carga tributária no Brasil orbita atualmente em cerca de 35% do Produto Interno Bruto (PIB). Em um cenário como esse, é natural que todas as empresas de pequeno ou grande porte tenham sempre que manter-se atualizados perante a legislação tributária, tentando sempre que possível, e de forma legal, reduzir o impacto desses tributos nas suas finanças. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

As empresas são tributadas em diversos aspectos e em diversas situações. Na compra e na venda de um produto; na prestação de um serviço ou quando têm lucros no período. Os tributos incidentes, nessas situações, podem ser classificados como municipais, estaduais e federais, dependendo por qual instância os mesmos são administrados. Existem ainda as obrigações acessórias que, embora não sejam tributos efetivos, são procedimentos a serem cumpridos que demandam tempo, controles e até recursos financeiros. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

Segundo Andrade et al (2013), são tributos federais de competência da União:

- Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ);
- Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL);
- Imposto sobre Produto Industrializado (IPI);
- Programa de Integração Social (PIS); e
- Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

Somente o IPI não estará presente no fluxo de caixa deste projeto. Porém, a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), está incluída na classe de tributos federais a ser considerado.

São contribuintes do IRPJ e da CSLL todas as pessoas jurídicas de direito público ou privado, nacionais ou transnacionais. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

A base de cálculo é o lucro real, presumido ou arbitrado correspondente ao período base, sobre o qual será aplicada a alíquota de 9% para a CSLL. Caso a base de cálculo do IRPJ ultrapasse o valor de R\$ 240.000 por ano, R\$ 60.000 por trimestre

ou R\$ 20.000 por mês, sobre o valor excedente incidirá a alíquota de 10% a título de adicional do Imposto de Renda. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

O PIS e a COFINS são tributos que têm como principal fato gerador o faturamento mensal, assim entendido o total das receitas auferidas pela Pessoa Jurídica, independentemente de sua denominação ou classificação contábil, salvo as exceções previstas na legislação vigente. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

Dentre os tributos constantes em projetos de mineração, o único de responsabilidade estadual é o ICMS.

O ICMS tem como fato gerador a operação relativa à circulação de mercadoria e à prestação de serviço de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que a operação ou a prestação se inicie no exterior.

2.6.1 Lucro presumido

A Micromil adota o sistema de lucro presumido em todas as suas unidades e filiais, portanto, assim também ocorrerá neste projeto.

Na apuração pelo regime do lucro presumido, a base de cálculo é apurada através da aplicação de um percentual, definido conforme legislação vigente, sobre a receita bruta de vendas de mercadorias, de serviços ou produtos, tendo como data de apuração o último dia útil de cada trimestre. Vale lembrar que os percentuais variam de acordo com a atividade exercida pela companhia. (ANDRADE; LINS; BORGES, 2013).

A empresa se enquadra na categoria onde o lucro representa 8% da receita bruta.

2.7 ANÁLISE SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*)

Mintzberg et al. (2000 apud BATALHA, 2008) propuseram dividir as várias correntes de pensamento estratégico em dez escolas diferentes. Essas escolas de pensamento estratégico refletem a evolução do estudo e da aplicação dos conceitos de estratégia aplicados às organizações. A análise SWOT, acrônimo para forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, pertence à escola do Design. (BATALHA, 2008).

Os teóricos dessa escola assumem a separação entre a formulação e a implementação de estratégias (o planejamento é separado da ação). Essa escola introduziu alguns modelos analíticos que subsistem até hoje na literatura sobre estratégia. Entre eles pode-se citar o modelo SWOT (Análise de pontos fortes e fracos da organização, considerando as ameaças e oportunidades do seu ambiente competitivo). Para essa escola, a estratégia é principalmente uma preocupação da alta direção da organização, baseando-se em análise detalhada do ambiente interno (pontos fortes e fracos) e externo (ameaças e oportunidades) à organização. (BATALHA, 2008).

O SWOT é uma técnica que auxilia a elaboração do planejamento estratégico das organizações que começou a ser desenvolvido nos anos 60-70, nas escolas americanas. O objetivo é focalizar a combinação das forças e fraquezas da organização com as oportunidades e ameaças do mercado. (ANDREUZZA, 2008).

2.8 MODELO APLICADO DE PORTER

A maioria dos gestores se preocupa com a competição. Eles sabem que ela é difusa. Têm a sensação incômoda de que ela está em seu encaixo. Estão cientes de que, para sobreviver, devem lidar com ela. (MAGRETTA, 2012).

Nosso modo de ver a competição definirá as escolhas que fazemos acerca de como vamos competir. Terá impacto sobre a capacidade de avaliar essas escolhas de maneira crítica. (MAGRETTA, 2012).

Para a maioria dos gestores, a competição consiste em disputar para ser o melhor. Essa crença é reforçada por metáforas inspiradas na guerra e nos esportes. Contudo as metáforas podem ser capciosas. (MAGRETTA, 2012).

Na guerra, só pode haver um vencedor. No mundo dos negócios, porém, é possível vencer sem aniquilar os rivais. (MAGRETTA, 2012).

A inevitável derrocada rumo à competição por preços é o equivalente empresarial da destruição mutuamente assegurada. E não são somente os produtores que sofrem. Frequentemente, os clientes, os fornecedores e os funcionários são vítimas de danos colaterais, pois os concorrentes são pressionados por recursos e forçados a cortar custos. (MAGRETTA, 2012).

Para Porter a competição estratégica significa escolher um caminho diferente daquele tomado pelos outros. Em vez de competir para ser a melhor, as empresas podem - e devem - competir para ser única. (MAGRETTA, 2012).

A competição para ser único reflete uma mentalidade distinta e um modo de pensar distinto a respeito da natureza da competição. Nesse caso, as empresas perseguem maneiras singulares de competir, visando ao atendimento de conjuntos diferentes de necessidades e clientes. O foco, em outras palavras, está em criar valor superior para um público alvo selecionado, e não em imitar ou medir forças com a concorrência. Nesse ponto, visto que os consumidores dispõem de escolhas reais, o preço é apenas uma das variáveis competitivas. (MAGRETTA, 2012).

Tabela 1 - Vantagens competitivas 1

| | |
|---|--|
| Ser o Melhor | Ser Único |
| Ser o número 1 | Obter retornos maiores |
| Foco na participação no mercado | Foco nos lucros |
| Atender o “melhor” cliente com o “melhor” produto | Atender às diversas necessidades dos clientes-alvo |
| Competir por meio da imitação | Competir por meio da inovação |
| SOMA ZERO | SOMA POSITIVA |
| Uma corrida que ninguém é capaz de ganhar | Diversos vencedores, muitas competições |

Fonte: Magretta (2012)

A Tabela 1 evidencia que as empresas devem competir para serem únicas, e não as melhores: isso levará à maximização do lucro.

A questão real da competição não é superar os rivais. Nem conquistar uma venda. Trata-se de obter lucro. Competir por lucro é algo mais complexo. É uma luta que envolve diversos competidores, não apenas concorrentes, para definir quem vai captar o valor criado por um setor. É evidente que as empresas competem por lucros com seus rivais. Mas também estão engajadas em uma batalha por lucros com seus clientes, que sempre preferem pagar menos e obter mais. Competem, ainda, com seus fornecedores, que sempre preferem receber mais e entregar menos. E competem com fabricantes de bens ou prestadores de serviços que podem, se necessário, ser substituídos. Por fim, competem com concorrentes em potencial e também com os existentes, pois até mesmo a ameaça de novos entrantes impõe limites a quanto podem cobrar de seus clientes. (MAGRETTA, 2012).

Essas cinco forças - a intensidade da rivalidade entre os competidores existentes, o poder de negociação dos compradores (os clientes do setor), o poder de negociação dos fornecedores, a ameaça dos substitutos e a ameaça de novos

entrantes - determinam a estrutura do setor, um conceito importante que pode parecer acadêmico, mas não é. A configuração específica das cinco forças de Porter revela instantaneamente como um setor 'funciona', como ele cria e compartilha valor. Explica a lucratividade do setor. (MAGRETTA, 2012).

Para qualquer organização em via de avaliar ou formular uma estratégia, a estrutura das cinco forças é o ponto de partida. Vale lembrar que a estratégia explica como uma organização, diante da competição, alcançará desempenho superior. A estrutura das cinco forças concentra a atenção na competição a ser enfrentada e fornece os parâmetros para medir o desempenho superior. Ela explica os preços e custos médios do setor e, portanto, a lucratividade média a ser superada. (MAGRETTA, 2012).

Antes de Porter, a estrutura prevalecente para analisar o ambiente era denominada SWOT. Seu objetivo era correto - relacionar a empresa com seu ambiente -, mas a ferramenta era fraca. A falta de princípios econômicos coerentes subjacentes ao SWOT gera listas aleatórias de itens sob cada um dos quatro tópicos. (MAGRETTA, 2012).

Embora ainda seja utilizado em alguns casos, o modelo SWOT é tendencioso, confirmando as crenças consagradas dos gestores, sejam elas baseadas em sólidos fundamentos econômicos, sejam elas baseadas na agenda pessoal do executivo. (MAGRETTA, 2012).

A estrutura do setor é uma ferramenta exponencialmente mais poderosa e objetiva para o entendimento da dinâmica da competição. Sistemática, reduz as chances de negligenciar algo importante. É construída sobre fatos e análises, não uma mera lista com marcadores. Portanto, está menos propensa a resultar em um reprocessamento de antigas agendas e mais propensa a ensinar algo novo. Os fundamentos econômicos da competição são tratados de modo a ressaltar como as forças externas restringem ou criam oportunidades estratégicas para uma empresa. (MAGRETTA, 2012).

Cada uma das cinco forças possui uma relação clara, direta e previsível com a lucratividade do setor. Eis a regra geral: quanto mais poderosa a força, mais pressão ela exerce sobre preços ou custos, ou ambos, e, portanto, menos atraente é o setor para os nele estabelecidos. (MAGRETTA, 2012).

Se houver compradores poderosos (isto é, clientes), eles utilizarão a influência que tem para forçar a queda de preços. Também poderão exigir que mais

valor seja adicionado ao bem ou serviço. Em ambos os casos, a lucratividade do setor será menor, pois os clientes vão captar uma maior quantidade de valor para si mesmos. (MAGRETTA, 2012).

Quando os fornecedores são poderosos, eles usam o poder de negociação para cobrar preços maiores ou exigir condições mais favoráveis. Em ambos os casos, a lucratividade do setor será menor, pois os fornecedores captarão uma quantidade maior de valor para si mesmos. (MAGRETTA, 2012).

Os substitutos - bens ou serviços que atendem à mesma necessidade básica do produto de um setor, de uma forma diferente - impõem um limite à lucratividade setorial. (MAGRETTA, 2012).

As barreiras de entrada protegem um setor de novos competidores que adicionariam mais capacidade e procurariam ganhar participação no mercado. A ameaça de entrada afeta a lucratividade de duas maneiras. Limita os preços, para não tornar o setor atrativo a novos concorrentes. Ao mesmo tempo, os estabelecidos geralmente têm de gastar mais para satisfazer seus clientes. Isso desestimula novos entrantes, elevando a barreira que eles teriam de eliminar a fim de competir. (MAGRETTA, 2012).

Quando a rivalidade entre os competidores correntes for mais intensa, a lucratividade será menor. Os já estabelecidos vão exaurir na competição o valor que criam, ao repassá-lo aos compradores por meio de preços menores ou dissipá-lo nos custos maiores resultantes da concorrência. A rivalidade pode assumir diversas formas: competição por preço, propaganda, lançamento de produto e mais serviço ao cliente. (MAGRETTA, 2012).

A estrutura das cinco forças aplica-se a todos os setores pelo simples motivo de que abrange relações fundamentais para todo o comércio: aquelas entre compradores e vendedores, entre vendedores e fornecedores, entre vendedores concorrentes e entre oferta e demanda. (MAGRETTA, 2012).

Conforme algumas ou todas as forças mudam ao longo do tempo, a lucratividade do setor acompanha essa mudança. A estrutura do setor é dinâmica, e não estática, um argumento que Porter tem de repetir com frequência, pois persiste o conceito errôneo de que a estrutura e o posicionamento do setor são estáticos e, portanto, irrelevantes em um cenário de acelerada mudança. (MAGRETTA, 2012).

Se uma empresa tiver vantagem competitiva, sua lucratividade será sustentavelmente maior do que a média do setor. Ela poderá obter um preço relativo maior ou operar com um custo relativo menor, ou ambos. (MAGRETTA, 2012).

Uma empresa só poderá sustentar um sobre preço se oferecer algo que seja ao mesmo tempo único e valioso para os clientes. (MAGRETTA, 2012).

O segundo componente da lucratividade superior é o custo relativo - ou seja, é possível de alguma maneira produzir com custo menor do que a concorrência. Para isso, é preciso encontrar formas mais eficientes de criar, produzir, fornecer, vender e dar suporte a um bem ou serviço. A vantagem de custo pode resultar de custos operacionais menores ou do uso mais eficiente de capital (incluindo o capital de giro), ou ambas as coisas. (MAGRETTA, 2012).

No caso, a grande ideia é que as escolhas estratégicas visam mudar o preço relativo ou o custo relativo em favor da empresa. Em última análise, evidentemente, é a diferença entre esses dois fatores que importa: qualquer estratégia deve resultar em um relacionamento favorável entre preço relativo e custo relativo. (MAGRETTA, 2012).

Em última análise, todas as diferenças de custo ou preço entre concorrentes surgem de centenas de atividades que as empresas desempenham enquanto competem. (MAGRETTA, 2012).

A sequência de atividades realizadas por uma empresa para projetar, produzir, vender, entregar e dar suporte a seus produtos é denominada cadeia de valor. (MAGRETTA, 2012).

Começa-se a perceber cada atividade não como um mero custo, mas como uma etapa que deve agregar algum incremento de valor ao bem ou serviço final. (MAGRETTA, 2012).

Simplesmente melhorar a eficácia operacional não proporciona uma vantagem competitiva robusta, pois é raro que as vantagens da 'melhor prática' sejam sustentáveis. Assim que uma empresa estabelece uma nova melhor prática, seus rivais tendem a copiá-la rapidamente. (MAGRETTA, 2012).

A Tabela 2 demonstra a ideia de criação de valor, ou seja, o diferencial de mercado que cria a identidade da empresa.

Tabela 2 - Vantagens competitivas 2

| | | |
|--------------|---|--|
| ATIVIDADES | Executa as MESMAS atividades dos concorrentes, porém melhor | Executa atividades DIFERENTES dos concorrentes |
| VALOR CRIADO | Atende às mesmas necessidades com custo menor | Atende a necessidades diferentes e/ou às mesmas necessidades com custo menor |
| VANTAGEM | Vantagem de custo, mas difícil de sustentar | Preços maiores e/ou custos menores que são sustentáveis |
| COMPETIÇÃO | Seja o MELHOR, concorra em EXECUÇÃO | Seja ÚNICO, concorra em ESTRATÉGIA |

Fonte: Magretta (2012).

2.9 ANÁLISE DETERMINÍSTICA

Ao analisar alternativas de investimento, há alguns métodos para verificar qual delas apresenta mais vantagens, em termos econômicos. Os principais métodos utilizados são os do valor presente, da taxa interna de retorno e do *payback*. Esses métodos, muito utilizados em empresas do mundo todo, permitem, entre outras aplicações, comparar dois investimentos para descobrir qual o mais interessante do ponto de vista econômico ou verificar se um dado investimento é economicamente atrativo para a empresa. Neste último caso, normalmente a empresa compara a rentabilidade do investimento analisado com a rentabilidade que obteria aplicando o dinheiro no mercado financeiro. Assim, a taxa de juros que o mercado financeiro paga pelo dinheiro aplicado pela empresa serve como referencial para ela definir sua taxa de mínima atratividade (TMA). (BATALHA, 2008).

2.9.1 Taxa mínima de atratividade (TMA)

A rentabilidade de uma série de investimentos é dada pela taxa de juros que permitiria ao capital empregado fornecer um certo retorno. De um modo geral existem várias aplicações possíveis de capital, interessando apenas as mais rentáveis. (HESS et al., 1984).

Nas análises de investimento, a primeira questão que surge é a definição da taxa de juros a ser considerada. Essa taxa depende do investidor. Por exemplo, se uma pessoa dispõe de dinheiro aplicado a 1% ao mês, ela provavelmente definirá sua taxa de juros mínima desejável como sendo 1% ao mês. Se outro investidor precisa tomar dinheiro emprestado a 3% ao mês, ele não aceitará menos do que isso quando analisar alternativas de investimento. A taxa mínima de atratividade (TMA) pode ser

definida como sendo a menor taxa de juros aceitável pelo investidor. (BATALHA, 2008).

A taxa mínima de atratividade apresenta, portanto, um forte grau de subjetividade. Ela poderá ser adotada como uma política geral da empresa, sendo mudada conforme o risco oferecido pelo investimento, o capital disponível para investir, a tendência geral de surgimento de aplicações mais rentáveis, o custo do capital, a estrutura do capital da empresa, etc. (HESS et al., 1984).

2.9.2 Método do valor presente

O método do valor presente consiste em transformar todo o fluxo de caixa no valor presente equivalente. Se considerarmos sinal positivo como entrada de caixa e sinal negativo como saída de caixa, um valor presente positivo indica que a alternativa é interessante sobre o ponto de vista econômico. Se duas ou mais alternativas estão sendo confrontadas, o maior valor presente indica a melhor alternativa. O método do valor presente é o método mais apropriado para comparar alternativas de investimento. (BATALHA, 2008).

2.9.3 Método da taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido do investimento analisado. O método consiste em comparar a TIR com a TMA. Caso a TIR seja superior à TMA, isso indica que a alternativa é vantajosa, pois oferece um retorno superior ao mínimo desejado pelo investidor. Embora seja de fácil uso e simples de entender, quando utilizado para comparar alternativas de investimento, esse método deve ser acompanhado de algumas precauções porque, para essa aplicação, ele pode ser contraintuitivo. Na comparação entre dois investimentos, nem sempre a melhor alternativa é a que apresenta a maior TIR. Outro problema que pode surgir é a existência de mais de uma TIR para um fluxo de caixa, o que dificulta a interpretação dos resultados. (BATALHA, 2008).

O cálculo da taxa de retorno é feito no caso geral por tentativas e interpolações. Isto porque nem todas as propostas de investimento se constituem de fluxos de caixa semelhantes aos usados para o estabelecimento dos fatores de conversão. (HESS et al., 1984).

No processo de tentativas, a partir de uma taxa inicial, calcula-se o valor atual do fluxo de caixa. O objetivo é obter uma taxa que torne este valor nulo, e, portanto, vai-se modificando a taxa no sentido de torná-lo próximo de zero. (HESS et al., 1984).

2.9.4 Método do *Pay Back*

Esse método consiste em definir o período de tempo necessário para recuperar o capital investido. Não é um método tecnicamente correto porque desconsidera o fluxo de caixa após o período de recuperação do capital (*payback*), mas é amplamente empregado na prática. Sugere-se que seja utilizado sempre em conjunto com um dos outros anteriores. (BATALHA, 2008).

2.9.5 Fluxo de caixa

As várias alternativas num estudo econômico são representadas por fluxos de caixa, ou seja, as entradas e as saídas monetárias apresentadas com as respectivas datas. O fluxo de caixa é um modelo do investimento em perspectiva. (HESS et al., 1984).

Neste fluxo de caixa, as datas que aparecem são sempre futuras, pois num estudo econômico o passado só servirá para auxiliar nas previsões. Após ser usado como indicador da evolução do futuro, o passado não influenciará na decisão a ser tomada. Pelo fato de se tratar sempre com valores estimados, o investimento, após realizado, não evoluirá exatamente como previsto. A Engenharia Econômica diferencia-se assim da contabilidade que trata de grandezas já verificadas, pertencentes ao passado. (HESS et al., 1984).

Observe-se que toda vez que se consegue investir uma quantia exatamente à taxa de atratividade, o valor presente do projeto como um todo será nulo. Um valor atual positivo indica, pois, que está investindo à uma taxa superior à taxa de atratividade. (HESS et al., 1984).

Por outro lado, o valor presente de um fluxo de caixa indica a diferença entre o valor atual das quantias futuras envolvidas e o investimento inicial. Justifica-se o método apresentado, pois um valor atual positivo significa que as quantias futuras, descontadas à taxa mínima de atratividade, superam o investimento inicial

necessário - o que torna atrativa a proposta. Por outro lado, um valor atual negativo significa que se está investindo mais do que se irá obter, o que é, evidentemente, indesejável; em outras palavras, a mesma quantia, se fosse investida à taxa de atratividade, renderia mais do que no projeto em questão. (HESS et al., 1984).

Pode-se concluir que o valor atual das quantias futuras de um fluxo de caixa é o máximo investimento que se estará disposto a fazer para obtê-las. (HESS et al., 1984).

2.9.6 Análise de sensibilidade

Esta é a análise que quantifica 'o que passa com o valor se acontecer [...]', avalia o impacto do risco se tivermos variações nos dados de entrada do projeto. Usualmente se escolhe intervalos de variação fixos para análise, para estas variações de um dado de entrada único se calcula os resultados dos projetos, tais como valor presente líquido, taxa interna de retorno, etc. Projetos de mineração em geral variam os preços do produto, custos operacionais, investimentos, teores de alimentação (qualidade), recuperação metalúrgica, e taxas de desconto etc. (PETTER, 2015).

2.9.7 Risco e incerteza

Em um mundo determinístico, onde pode-se prever o futuro com absoluta confiabilidade, não haveria risco. Poderiam ocorrer resultados favoráveis, ou então resultados desfavoráveis, mas todos previsíveis. O risco origina-se na imprevisibilidade do futuro. (EHRlich; MORAES, 2015).

Risco é a possibilidade de ocorrência de um evento desfavorável no decorrer de um período de tempo. São três os elementos que definem o risco: (a) o evento desfavorável, como, por exemplo, perder um grande valor bem especificado; (b) a possibilidade deste evento ocorrer, onde a possibilidade se mede em termos de probabilidade percebida; (c) o período de tempo, como, por exemplo, no decorrer dos próximos cinco anos. (EHRlich; MORAES, 2015).

A ideia de probabilidade percebida deve ser enfatizada. Esta percepção pode se originar de observação de ocorrências do passado, de projeções para o futuro, de convicções pessoais sobre o futuro ou de uma combinação destas origens.

O importante é que esta probabilidade corresponde a uma percepção do futuro. (EHRLICH; MORAES, 2015).

Quando a imprevisibilidade do futuro se deve a fenômenos repetitivos, com um comportamento estatístico conhecido, ou estimado a partir de observações do passado e que se julga suficientemente estável para poder ser projetado no futuro, pode-se dizer estar frente à imprevisibilidade devida à aleatoriedade. (EHRLICH; MORAES, 2015).

Quando ocorrências do passado são de pouca serventia para prever o futuro, diz-se estar frente a incertezas. (EHRLICH; MORAES, 2015).

Risco e incerteza, embora tenham definições diferentes, influenciam de forma semelhante um estudo de engenharia econômica. Tanto um como outro advêm de fatores que podem agir positiva ou negativamente no resultado de um investimento, porém são indesejáveis porque existe a possibilidade de causarem dificuldades financeiras e outros transtornos ao investidor. (HESS et al., 1984).

As formas de tratamento do assunto não são definitivas. Geralmente se aceita que o maior risco ou incerteza determinará que o investimento só será atrativo se render uma taxa maior que a taxa mínima de atratividade. Usa-se, neste caso, uma taxa de desconto superior, no caso do valor atual e custo anual, assim como uma taxa mínima superior ao se tratar do método da taxa de desconto. (HESS et al., 1984).

Este tratamento, entretanto, também apresenta desvantagens, particularmente porque não há meios de se decidir qual o acréscimo a ser dado na taxa de desconto e se este mede adequadamente a aversão pela incerteza. (HESS et al., 1984).

No caso de fluxos de caixa em que valores positivos e negativos se alternem, o risco e a incerteza não poderão ser tratados através da taxa de desconto. (HESS et al., 1984).

A deficiência da análise de sensibilidade está em que só ao se variar um fator de cada vez, pode-se avaliar isoladamente os efeitos de sua mudança. A variação de vários fatores simultaneamente já pertence a outro processo. (HESS et al., 1984):

Simulação de Risco: Segundo este método, estima-se os intervalos de valores que cada fator pode eventualmente assumir junto com sua probabilidade de ocorrência. Seleciona-se então, aleatoriamente, um valor particular da distribuição dada para cada fator e computa-se a taxa de retorno da combinação escolhida.

Repete-se esta operação a fim de definir e avaliar a probabilidade de ocorrência de cada possível resultado, expresso em termos de taxa de retorno ou valor presente. O resultado final seria a probabilidade de alcançar no mínimo um certo retorno. (HESS et al., 1984).

A definição mais genérica de risco é que este representa um valor, estimado ou calculado, da probabilidade da ocorrência de um fato ou da sua gravidade. Em outras palavras, risco pode ser considerado como a probabilidade da ocorrência de um fato. Podemos também definir risco como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada a possíveis perdas ou impactos negativos. (BOVESPA, 2012).

Risco é definido como a possibilidade de que algum acontecimento desfavorável venha a ocorrer. Mais especificamente, é a possibilidade de perda financeira. Risco é uma das principais variáveis que afetam os resultados dos investimentos. (BOVESPA, 2012).

Já a definição de gestão de risco pode ser entendida como o processo de identificar, mensurar e controlar o impacto de possíveis fatos denominados de risco. De forma geral, a gestão de risco pode ser considerada como medidas para evitar, ou antecipar, os impactos ou efeitos dos possíveis riscos. Os riscos podem ter origem em diversas fontes. (BOVESPA, 2012).

Estes são apenas alguns exemplos de risco que se encontra nas diversas atividades. Formalmente, podemos definir os riscos relacionados ao mercado, conhecidos como riscos financeiros, em quatro grandes áreas (BOVESPA, 2012):

1. Risco de mercado;
2. Risco de crédito;
3. Risco de liquidez;
4. Risco operacional.

Risco de Mercado: Está relacionado à flutuação dos preços de ativos ou passivos das instituições. Em outras palavras, pode-se definir risco de mercado como a variação (volatilidade) dos preços. (BOVESPA, 2012).

Além desses riscos tradicionais, existem outros tipos que impactam o mercado financeiro como: riscos legais, compliance, riscos de imagem, entre outros, dependendo da atividade e da abrangência da instituição:

- Taxas de juro;
- Taxas de câmbio;

- Preço das ações;
- Preços das commodities. (BOVESPA, 2012).

Uma variação muito grande ou inesperada de um desses elementos pode levar a instituição a grandes perdas, ou até mesmo, à falência. É fundamental o gerenciamento desses riscos com a finalidade de evitar grandes perdas. (BOVESPA, 2012).

Risco de Crédito: Está relacionado à possibilidade do não recebimento do pagamento da contraparte na hora de pagar a dívida, em uma relação de crédito. Em outras palavras, risco de crédito está relacionado ao não pagamento da contraparte, seja por vontade ou por incapacidade de honrar suas dívidas. Os principais elementos do risco de crédito são:

- Alteração do valor das dívidas;
- Grande concentração em um único ou em poucos credores;
- Avaliação errada da situação econômica da contraparte;
- Perda de valor das garantias dadas em um empréstimo. (BOVESPA, 2012).

Uma importante área do risco de crédito é o risco soberano, ou seja, a incapacidade de um país honrar seus compromissos devido a mudanças na política nacional ou por fatores econômicos mundiais. (BOVESPA, 2012).

Uma variação muito grande ou inesperada na taxa de juro, por exemplo, pode levar a dificuldades do pagamento de uma dívida pós-fixada. (BOVESPA, 2012).

Risco de Liquidez: O principal risco de liquidez está relacionado à incapacidade de desembolso financeiro por falta de recursos disponíveis, conhecido como risco de fluxo de caixa. Outra fonte de risco de liquidez está relacionada à necessidade da venda de um ativo com baixa liquidez no mercado, ou seja, a obrigação de vender um ativo por um preço bem abaixo do seu valor de mercado, conhecido como risco de liquidez do produto. Os principais elementos do risco de liquidez são:

- Má gestão do fluxo de caixa;
- Grandes posições financeiras em um mercado ou produto;
- Falta de liquidez do mercado e crises financeiras.
- A falta de liquidez pode levar à falência. (BOVESPA, 2012).

Risco Operacional: Está relacionado a perdas ou consequências de falhas em processos, de pessoas ou sistemas. Em outras palavras, riscos operacionais estão relacionados a erros humanos ou técnicos, acidentes, obsolescência de equipamentos, regulamentação e modelagem. Os principais elementos relacionados ao risco operacional são:

- Erros;
- Fraudes ou roubos;
- Tecnologia defasada;
- Falhas nos processos operacionais da empresa;
- Fatores externos não previstos. (BOVESPA, 2012).

Relação entre fatores de risco: O risco de mercado pode gerar o risco de crédito, já que a grande variação do preço pode levar à incapacidade do pagamento. O risco de crédito pode levar o credor ao risco de liquidez, uma vez que este não receberá um fluxo de pagamento esperado. O risco operacional pode levar ao risco de crédito, uma vez que a falha ao mensurar os fatores da dívida pode levar à incapacidade de pagamento. Em outras palavras, é muito importante considerar todos os tipos de erros, pois seus fatores e impactos estão altamente relacionados. (BOVESPA, 2012).

A simulação de Monte Carlo gera múltiplos cenários, cada variável de incerteza possui uma distribuição de probabilidade associada, obtida através de distribuição padrão, ou distribuição obtida por observações. (PETTER, 2015).

Identifica-se uma função acumulada que melhor represente a variável a ser simulada, ou seja que mantenha as principais características da função original. Por exemplo uma função normal e sua acumulada que mantem a média e desvio padrão coerentes com a distribuição 'real'. (PETTER, 2015).

Na prática, aplica-se o conjunto de valores gerados as variáveis de incerteza através de uma função de transformação, como por exemplo: fluxo de caixa, otimização de cava, cronograma de um projeto, etc. Obtém-se a distribuição dos resultados que podem ser representados por histogramas, ou função de probabilidade acumulada. (PETTER, 2015).

2.9.8 Simulação para análise de riscos

Avaliações do que ocorreu no passado são determinísticas. Para avaliar um projeto que se desenvolverá no futuro requer imaginar este futuro e como representar esta visão. Sempre se fazem projeções em relação ao futuro, algumas vezes de modo pouco explícito e outras de modo bem mais explícito. Uma previsão pontual corresponde a uma previsão determinística. (EHLICH; MORAES, 2015).

Previsões determinísticas para o futuro são extremamente temerárias. A probabilidade de ocorrerem precisamente estes valores é nula. Caso aceite-se que pequenas variações em relação aos valores previstos são irrelevantes, pode-se aceitar esta avaliação apresentada e terminar a análise neste ponto. (EHLICH; MORAES, 2015).

Utiliza-se simulação em vários campos de atividades e dos relacionamentos humanos. (EHLICH; MORAES, 2015).

Quando se sai do ambiente determinístico, encaram-se as incertezas dos eventos futuros que afetam o problema. Na realidade, o que preocupa é o risco associado às variabilidades modeladas pelas nossas hipóteses. (EHLICH; MORAES, 2015).

Para modelar essas incertezas serão seguidos estes passos:

a) Modelo com suas estruturas (representadas por equações) e seus parâmetros (como a taxa de desconto ser 10%). Monta-se e testa-se inicialmente o modelo como se fosse determinístico;

b) Hipóteses de comportamento dos valores sobre os quais têm-se incerteza;

c) Previsões dos resultados, que aparecem como uma distribuição de probabilidade;

d) Mecanismo para valores ao acaso, segundo as hipóteses. Este mecanismo é um gerador de números aleatórios. (EHLICH; MORAES, 2015).

Após a simulação pode-se expressar o risco existente através da probabilidade de ocorrência de resultados indesejados. (EHLICH; MORAES, 2015).

Para se quantificar risco, deve-se estabelecer uma definição precisa de qual é o evento indesejado (por exemplo, nível de prejuízo) e a probabilidade dele, ou de algo pior, ocorrer.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreverá as etapas utilizadas para verificar a viabilidade econômica do projeto, assim como as condições de contorno para isso.

3.1 COLETA DE DADOS

Nesta etapa foi feito o levantamento de informações necessários para a elaboração do projeto.

Em primeiro lugar, foi avaliado junto à Micromil as reservas restantes e as informações da lavra na mina em operação e nos demais requerimentos, de acordo com os relatórios finais de pesquisa e Planos de Lavra apresentados junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral.

Em seguida foi descrito o circuito de beneficiamento necessário para adequar qualitativamente o feldspato. Essa descrição foi feita com base em estudos realizados pelo SENAI-PR, pela USP e pelo laboratório da empresa.

Essas informações são de suma importância para o projeto, já que serão a base para informações como vida útil, escala de produção e investimentos.

3.2 ANÁLISE SWOT

Para a análise SWOT, foram levantados junto ao setor financeiro e comercial da empresa as forças e fraquezas. Também foi analisado a tendência do mercado para se vislumbrar as oportunidades e as ameaças que poderão aparecer ao longo do empreendimento.

Ao final, após feito o levantamento, foram traçadas estratégias para uma melhor gestão da empresa ao longo do período de operação da mina.

3.3 MODELO DE PORTER APLICADO

Assim como na análise SWOT, foi feita mais essa análise qualitativa, porém, trata-se de um método mais detalhado e preciso, onde se avaliam como a empresa se insere em cinco parâmetros: Rivalidade, Poder de Compra, Poder de Venda, Ameaça de Substitutos e Ameaça de Novos Entrantes.

Estas informações também foram colhidas com o setor financeiro e comercial da Micromil, para ao final, serem traçadas as estratégias de gestão do projeto.

3.4 ANÁLISE DETERMINÍSTICA

A análise determinística foi feita com base numa única estimativa, onde será aproximado o máximo possível da situação real. Serão estimados preços, volumes de produção, cotação do dólar, entre outros que nos darão um valor de valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e tempo de retorno (*Pay Back*).

3.4.1 Premissas

Consiste no levantamento e cálculo de informações necessários para a composição do fluxo de caixa, que comporá a análise determinística. Está dividida em: Reservas e Vida Útil; Estudo de Mercado; Preço; Valor do Dólar; Taxa Mínima de Atratividade; e Custos de Capital (CAPEX) e Custos Operacionais (OPEX).

3.4.1.1 Reservas e vida útil

No caso em avaliação a mineralização é um depósito de granodiorito muito extenso (70 km de extensão por 10 km de largura em média), onde os teores são constantes, assim como o minério, e as sondagens foram feitas com um espaçamento médio de 130 m, pode-se classificar as reservas como medidas.

As reservas medidas foram divididas em duas classes:

- Reservas Medidas de acesso imediato: Onde não existe vegetação nativa, e que já foram confirmadas por trabalhos de lavra.
- Reservas Medidas Restantes: São reservas asseguradas, mas que necessitam de plano de corte de vegetação para serem acessadas. É importante frisar, que esta classe está garantida, visto que a documentação necessária para iniciar os trabalhos de lavra, é de fácil obtenção.

Também foram apresentadas as reservas de outros requerimentos, com base em informações apresentadas ao Departamento Nacional de Produção Mineral, para demonstrar a segurança em termos de fornecimento que este projeto apresenta.

3.4.1.2 Estudo de mercado

A escala de produção da mina foi baseada em uma análise de mercado, ou seja, em uma possibilidade real de venda do produto.

O primeiro passo foi identificar os principais produtores brasileiros de feldspato, já que, devido ao baixo valor desta matéria-prima (perante outros fundentes, mas de alto valor agregado para os produtores, em relação ao seu custo), o risco de concorrência com produtos importados é quase nulo.

Em seguida, foi feita uma pesquisa das empresas consumidoras de feldspatos no Brasil, principalmente no estado de Santa Catarina.

Comparando os dois resultados, é possível avaliar a propensão do mercado, assim como a estratégia a ser utilizada: caso o mercado esteja favorável, a empresa poderá contar com taxas maiores de produção e a inserção no mercado seria fácil; porém, se houver elevada concorrência, seria necessário uma estratégia mais agressiva e menores taxas de produção.

3.4.1.3 Preço

Para a estimativa do preço a ser praticado, primeiramente foi feita uma análise do último ciclo de aumento, para, posteriormente adotar um preço compatível com o mercado consumidor.

É importante lembrar, que ao contrário de commodities, o feldspato é regulado pelo mercado interno, onde a principal influência é a oferta e procura regional, assim como a inflação que incide nos insumos de produção.

Ao contrário de minérios metálicos, os feldspatos não possuem cotação diária em bolsas. O mercado é completamente regionalizado, e depende da oferta e demanda do produto. Foi realizado um histórico do preço, e escolhidos preços condizentes com o mercado atual.

Para o valor de venda dos rejeitos, foi feita uma simples consulta de preço em fornecedores de areia e argila na região de Nova Trento.

3.4.1.4 Dólar

Muitos valores utilizados no projeto, têm sua fonte na moeda brasileira, visto que se trata de um projeto nacional e de pequeno porte. Para fazer a conversão foi utilizado o valor do dólar médio previsto para o início do projeto.

O Valor do dólar escolhido para os cálculos foi obtido no site longforecast.com, e trata-se de uma média da previsão de valores para os anos de 2016 e 2017. Qualquer tentativa de previsão de valores para um futuro maior, poderá dar uma divergência muito grande.

3.4.1.5 Taxa Mínima de atratividade

Para o cálculo da TMA, foi escolhido uma metodologia que considera Risco x Retorno:

$$TMA = Ki \quad (4) \quad Ki = RF + \beta \times (ERM - RF)$$

Ki=Taxa adequada para o Risco do ativo

β = Beta = tangente da reta formada pela rentabilidade do ativo de estudos (no eixo Y), e a rentabilidade do portfólio de ativos do mesmo mercado.

ERM= Retorno esperado do portfólio de mercado

RF = Taxa livre de risco

A taxa livre de risco, é obtida subtraindo-se a Letra do Tesouro Nacional prevista para 2017 (ano de início do projeto), da Inflação prevista para o mesmo ano.

O valor escolhido para $\beta=1$ é o padrão, ou seja, este empreendimento corre o mesmo risco que outros de mesmo porte, no mesmo ramo. Já o valor do retorno esperado, é a taxa mínima de lucro admissível para novas unidades da empresa Micromil.

3.4.2 Custos de Capital e Custos Operacionais

Foram feitas três estimativas de custos: Pessimista, realista e otimista. Na pessimista, foi utilizado o software 'SHERPA - Version 3.10 - COST ESTIMATING SOFTWARE FOR SURFACE MINES' para os custos de lavra, e o guia '*Mine and Mill Equipment Costs*' para a planta de beneficiamento, ou seja, sendo a lavra executada pela própria empresa, utilizando equipamentos novos, com uma planta igualmente construída com equipamentos novos.

Para a estimativa mais próxima da realidade, foi considerado lavra terceirizada, como a maioria das empresas do ramo cerâmico, portanto, sem custos de aquisição; e para o beneficiamento, também foi utilizado o guia '*Mine and Mill Equipment Costs*'.

O projeto otimista considerou lavra terceirizada e equipamentos de beneficiamento seminovos, através de cotação.

No *software*, tempo de ciclo, produtividade na escavação, taxas de consumo de explosivo, parâmetros para bombeamento, e uma base para outros parâmetros de engenharia são determinados utilizando procedimentos matemáticos consolidados. (SHERPA, 2010).

O programa usa procedimentos e algoritmos consolidados na engenharia, para calcular todos os parâmetros de engenharia necessários para estimar custos. Na Tabela 3 estão as premissas necessárias para o levantamento dos custos de lavra, inseridas no programa SHERPA, que foram levantadas junto à empresa:

Tabela 3 - Parâmetros da mina

| | |
|--------------------------------|------------|
| Relação Estéril/Minério | 0,2/1,0 |
| Espessura Média Estéril + Solo | 1,09 m |
| Produção Mensal de Minério | 15.000 ton |
| Produção Mensal de Estéril | 3.000 ton |

Fonte: Micromil - Micronização e Moagem LTDA (2017).

As outras premissas utilizadas no *Software* SHERPA estão apresentadas na sequência. Primeiramente, na Figura 4, estão os dados de operação.

Figura 4 - Informações relativas à operação

| Operating Data | | Project: | |
|---------------------------------------|---------|--------------------------|-------------------------|
| Production Segment Life: | | Total Minable Resource | 2,910,133 metric tons |
| Segment Span | | Hours per Shift | 9.0 hours |
| From Year | 2 to 16 | Shifts per Day | 1 shifts |
| Metric Tons Mined This Segment | | Days per Year | 300 days |
| 2,700,000 metric tons | | Preproduction Stripping | 3,000 metric tons |
| Production Segment | | Ore Production: | |
| Segment Label | | Ore Production | 600 metric tons per day |
| 1 2 3 4 5 6 | | Drilling | None Required |
| Entry Options: | | Blasting | None required |
| | | Excavator | Hydraulic Shovel |
| | | Transporter | Rear-Dump Truck |
| | | Waste Production: | |
| | | Waste Production | 120 metric tons per day |
| | | Drilling | None Required |
| | | Blasting | None required |
| | | Excavator | Hydraulic Shovel |
| | | Transporter | Rear-Dump Truck |

← Menu Typeover Help P

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Na Figura 5, estão as informações relativas às dimensões da cava.

Figura 5 - Layout do Pit

| Pit Design | | Segment Pit Profile: | |
|---------------------------|--|--|---------------------|
| Production Segment | | Maximum Segment Pit Depth | 50 meters |
| Segment Label | | Maximum Segment Pit Floor Length | 650 meters |
| 1 2 3 4 5 6 | | Maximum Segment Pit Floor Width | 200 meters |
| | | Final Pit Wall Slope | 45.0 degrees |
| | | Ore Bench Height | 3.7 meters |
| | | Waste Bench Height | 3.7 meters |
| | | Water Production | 0 liters per minute |
| | | Maximum Haul Road Gradient | 17.7 percent |
| | | Surface Profile: | |
| | | Distance - Pit Entry to Processing Plant | 2,010 meters |
| | | Gradient - Pit Entry to Processing Plant | 5.2 percent |
| | | Distance - Pit Entry to Waste Dump | 650 meters |
| | | Gradient - Pit Entry to Waste Dump | 5.2 percent |

← Menu Typeover Help P

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Na Figura 6 estão os parâmetros físicos do depósito.

Figura 6 - Parâmetros físicos do depósito

Deposit Physical Parameters

Production Segment: 1 2 3 4 5 6

Segment Label: _____

Blasting Techniques: _____

Ore:

| | | |
|------------------------|--------------|------------------------------|
| Density | 2.60 | metric tons/bank cubic meter |
| Percent Swell | 58 | percent |
| Powder Factor | 0.00 | kilograms/metric ton |
| Hole Loading Factor | 67 | percent |
| Blasting Technique | Conventional | |
| Drill Penetration Rate | 14.6 | meters/hour |
| Rolling Resistance | 3.00 | percent |

Waste:

| | | |
|------------------------|--------------|------------------------------|
| Density | 2.60 | metric tons/bank cubic meter |
| Percent Swell | 58 | percent |
| Powder Factor | 0.00 | kilograms/metric ton |
| Hole Loading Factor | 67 | percent |
| Blasting Technique | Conventional | |
| Drill Penetration Rate | 16.8 | meters/hour |
| Rolling Resistance | 3.00 | percent |

← Menu Typeover Help P

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Na Figura 7 estão apresentados os suprimentos e materiais necessários para a operação da mina.

Figura 7 - Suprimentos e materiais

Supplies and Materials

Production Segment: 1 2 3 4 5 6

Segment Label: _____

Project Supplies:

| | | |
|----------------|---------|-----------|
| Diesel Fuel | \$1.00 | per liter |
| Electricity | \$0.285 | per kWh |
| Sales Tax Rate | 6.75 | percent |
| Sundry Items | 10.00 | percent |

Drilling and Blasting - Ore:

| | | |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Powder | \$0.00 | per kilogram |
| Caps | \$3.15 | each |
| Boosters | \$4.58 | each |
| Detonation Cord | \$0.633 | per meter |
| Powder Specific Gravity | 0.00 | |
| Drill Bit Wear Rate | 2,195 | meters per bit |
| Drill Rod Wear Rate | 19,202 | meters per string |

Drilling and Blasting - Waste:

| | | |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Powder | \$0.00 | per kilogram |
| Caps | \$3.15 | each |
| Boosters | \$4.58 | each |
| Detonation Cord | \$0.633 | per meter |
| Powder Specific Gravity | 0.00 | |
| Drill Bit Wear Rate | 2,195 | meters per bit |
| Drill Rod Wear Rate | 19,202 | meters per string |

← Menu Typeover Help P

Fonte: Dados do Autor (SHERPA, 2017).

Na Figura 8 estão os custos horários de mão de obra dos funcionários da mina.

Figura 8 - Salários - Custo horário

The screenshot shows a software interface for setting wages. On the left, there is a 'Production Segment' section with six radio buttons (1-6) and a 'Segment Label' input field. The main area is divided into two sections: 'Hourly Wages' and 'Wage Adjustments'. The 'Hourly Wages' section lists ten roles, each with a wage rate of \$6.50 per hour. The 'Wage Adjustments' section lists four adjustments: Burden Factor (10.0 percent), Operator Efficiency (83.0 percent), First Shift Differential (\$0.47 per hour), and Second Shift Differential (\$1.22 per hour). At the bottom, there are navigation buttons for 'Menu', 'Typeover', and 'Help'.

| Role | Hourly Wage |
|--------------------------|-----------------|
| Driller | \$6.50 per hour |
| Blaster | \$6.50 per hour |
| Excavator Operator | \$6.50 per hour |
| Truck Driver | \$6.50 per hour |
| Heavy Equipment Operator | \$6.50 per hour |
| Utility Operator | \$6.50 per hour |
| Mechanic | \$6.50 per hour |
| Electrician | \$6.50 per hour |
| Equipment Maintenance | \$6.50 per hour |
| Laborer | \$6.50 per hour |

| Adjustment | Value |
|---------------------------|-----------------|
| Burden Factor | 10.0 percent |
| Operator Efficiency | 83.0 percent |
| First Shift Differential | \$0.47 per hour |
| Second Shift Differential | \$1.22 per hour |

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Na Figura 9 estão os salários anuais de mão de obra do setor administrativo e de engenharia.

Figura 9 - Custo anual

The screenshot shows a software interface for setting annual salaries. On the left, there is a 'Production Segment' section with six radio buttons (1-6) and a 'Segment Label' input field. The main area is divided into two sections: 'Annual Salaries' and 'Salary Adjustments'. The 'Annual Salaries' section lists ten roles with their respective annual salaries. The 'Salary Adjustments' section lists one adjustment: Burden (10.0 percent). At the bottom, there are navigation buttons for 'Menu', 'Typeover', and 'Help'.

| Role | Annual Salary |
|----------------|-------------------|
| Manager | \$50,000 per year |
| Superintendent | \$28,000 per year |
| Foreman | \$28,000 per year |
| Engineer | \$28,000 per year |
| Geologist | \$28,000 per year |
| Environmental | \$15,000 per year |
| Technician | \$15,000 per year |
| Accountant | \$15,000 per year |
| Purchasing | \$15,000 per year |
| Personnel | \$15,000 per year |
| Secretary | \$15,000 per year |
| Warehouse | \$15,000 per year |

| Adjustment | Value |
|------------|--------------|
| Burden | 10.0 percent |

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Por fim, na Figura 10 estão apresentados os tempos para substituição dos equipamentos de lavra.

Figura 10 - Substituição de equipamentos

Equipment Replacement

Production Segment: 1 2 3 4 5 6
Segment Label: _____

3 Overhauls before Replacement

| Ancillary: | Machine | Interval |
|------------|---------------------|--------------|
| | Bulldozers | 180.0 months |
| | Graders | 180.0 months |
| | Water Tankers | 180.0 months |
| | Tire Service Trucks | 180.0 months |
| | Bulk Trucks | _____ months |
| | Lighting Plants | _____ months |
| | Pumps | _____ months |
| | Pick-Up Trucks | 180.0 months |

| Ore: | Machine | Interval |
|------|-------------------|--------------|
| | Hydraulic Shovel | 180.0 months |
| | Rear-Dump Truck | 180.0 months |
| | Pit Crusher | _____ months |
| | Conveyor | _____ months |
| | Rotary Drills | _____ months |
| | Percussion Drills | _____ months |

| Waste: | Machine | Interval |
|--------|-------------------|--------------|
| | Hydraulic Shovel | 180.0 months |
| | Rear-Dump Truck | 180.0 months |
| | Pit Crusher | _____ months |
| | Conveyor | _____ months |
| | Rotary Drills | _____ months |
| | Percussion Drills | _____ months |

Include in Analysis Menu Typeover Help P

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

Para a tomada dos custos de capital e operacional da planta de beneficiamento, foi utilizado o Guia 'Mine and Mill Equipment Costs'.

O Guia de Custo 'Mine and Mill Equipment Costs' fornece estimativas com uma lista exaustiva de capital e de custos horários para adquirir e operar equipamentos normalmente usados em mineração e processamento mineral. Os custos unitários dos preços das commodities e de capital encontradas no Guia são determinados por pesquisas anuais de fabricantes de equipamentos e distribuidores; combustível, energia, pneus, lubrificantes e fornecedores; e empresas de mineração dos EUA. A maior parte dos custos de capital no manual são de lista ou orçamentação de preços para equipamentos padrão. Preços contidos nesta edição do Guia foram coletados de abril de 2014 a setembro de 2014.

Os investimentos complementares da planta de beneficiamento foram obtidos através do método 'Plant Component Ratio Method', que é explicitado na Tabela 4. Para isso, escolhe-se um valor entre o mínimo e o máximo, e multiplica-se pelo investimento em equipamentos da planta de beneficiamento, neste caso, obtido no Guia 'Mine and Mill Equipment Costs'. Todos fatores são importantes e utilizados na estimativa de custos de investimento, já que todos eles estão presentes em plantas de tratamento de minérios. Os custos auxiliares muitas vezes igualam ou superam o custo de equipamentos.

Tabela 4 - Método da multiplicação de fatores da planta (Mular 1990)

| Item | Custo do Equipamento | Multiplicador Min. | Multiplicador Máx. | Custo A\$ 1992 |
|--|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| Preço total de aquisição de equipamentos | - | - | - | \$A |
| Instalação dos Equipamentos | \$A | 0.17 | 0.25 | \$B |
| Instalação da Tubulação | \$A | 0.07 | 0.25 | \$C |
| Instalação Elétrica | \$A | 0.13 | 0.25 | \$D |
| Instrumentação | \$A | 0.03 | 0.12 | \$E |
| Obra Civil Planta de Beneficiamento | \$A | 0.15 | 0.35 | \$F |
| Prédios Auxiliares | \$A | 0.07 | 0.15 | \$G |
| Serviços para Planta de Beneficiamento | \$A | 0.07 | 0.15 | \$H |
| Preparação do Local | \$A | 0.03 | 0.18 | \$I |
| Equipamentos e Instalação | | | | $\sum (A \text{ to } I)$ |
| Custos de Engenharia e Administrativos | $\sum (A \text{ to } I)$ | 0.12 | 0.30 | \$J |
| Custo Total | | | | $\sum (A \text{ to } J)$ |
| Contingência | $\sum (A \text{ to } J)$ | 0 | 0.15 | \$K |
| Custo total de Capital | | | | $\sum (A \text{ to } K)$ |

Fonte: Mular (1990).

Por se tratar de uma mina de pequeno porte, foram escolhidos os multiplicadores mínimos para se chegar ao custo de capital da planta.

3.4.3 Impostos

Os impostos previstos para este tipo de empreendimento são:

- IRPJ (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica): 15% até R\$ 60.000 trimestrais; excedente 10%; sobre o lucro.
- CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido): 9% sobre o lucro.
- PIS (Programa de Integração Social): 0,65% sobre a receita.
- COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social): 3% sobre a receita.
- CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais): 2% sobre a receita.
- ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços): 17% (Alíquota para o Estado de Santa Catarina) sobre a receita.

3.4.4 Fluxo de caixa

Com base em todas as premissas e cálculos especificados anteriormente, foi montado um fluxo de caixa para análise determinística, onde avaliaremos se ocorrerá um VPL positivo e sua grandeza, a TIR e espera-se que o tempo de *PAYBACK* seja pequeno.

3.4.5 Método comparativo

Para avaliarmos se está fazendo-se um bom investimento, comparar-se-á o VPL do fluxo de caixa, com o valor do investimento aplicado com a taxa SELIC.

O VPL do projeto deverá ser superior para que seja benéfico correr o risco da aplicação do dinheiro num empreendimento de risco, ao invés de uma simples aplicação financeira.

Para um futuro próximo, as previsões mais pessimistas da SELIC estão em torno de 11% e as mais otimistas em 14,25%. Foram consultados os sites istoedinheiro.com.br e correiobraziliense.com.br. Portanto, comparar-se-á o VPL com a faixa compreendida neste intervalo.

3.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E DE CENÁRIOS

Foram analisados diferentes cenários com as seguintes variáveis: Preço, valor do dólar, capital, custo operacional e produção. Além disso, foi avaliado em conjunto a influência da oscilação da Taxa Mínima de Atratividade. Os valores dos possíveis cenários foram:

- Preço Mínimo: -10%, devido a maior queda de preço já observada historicamente. O valor é baixo, devido às pequenas oscilações negativas de preço, já que o mercado é regulado internamente, independentemente de bolsas de valores.
- Preço Máximo: +30%, considerando uma alta definida como extraordinária.
- Dólar Mínimo: -50%, de acordo com o menor valor registrado no último ciclo de aumento.
- Dólar Máximo: +15%, conforme valor previsto no período inicial do projeto.

- Capital Mínimo: -50%, no caso de utilização de equipamentos já existentes na empresa, e compra de seminovos, além de lavra terceirizada.
- Capital Máximo: +85%, de acordo com valor obtido no Software SHERPA, onde a lavra é executada pela empresa.
- Custo Mínimo: -30%, devido a possíveis oscilações.
- Custo Máximo: +30%, devido a possíveis oscilações.
- Produção Mínima: -50%, prevendo uma grave crise, ou perda de vendas por motivos diversos.
- Produção Máxima: 0%, já que não se esperam sobras de produção. Os equipamentos serão utilizados em capacidade máxima.

3.6 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

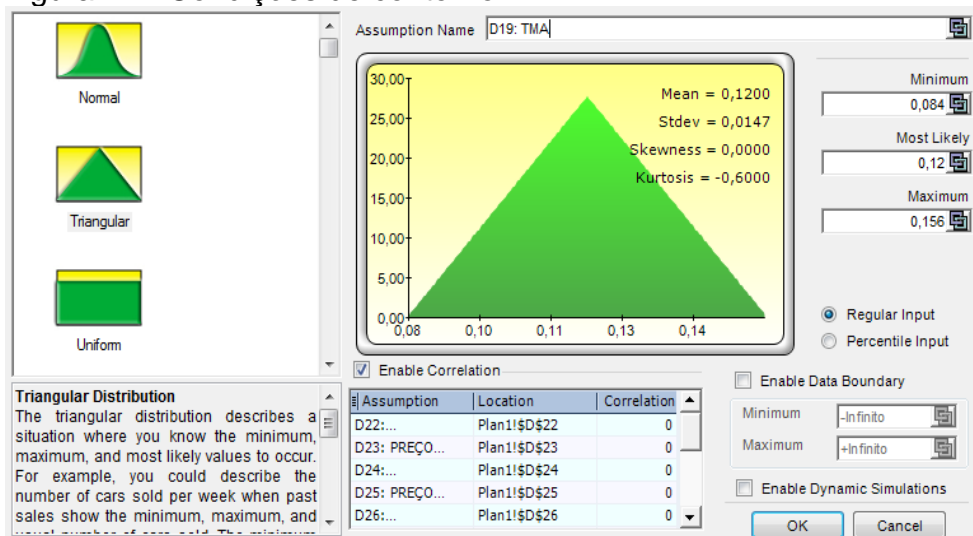
Foi feita uma simulação de Monte Carlo associada às variáveis listadas abaixo, ou seja, aquelas que mais têm influência no projeto:

- Produção: Feldspato para Esmalte, Feldspato Cerâmico e Rejeitos;
- Preço: Feldspato para Esmalte, Feldspato Cerâmico e Rejeitos;
- Dólar;
- Produção Total;
- Custo Operacional;
- Capital.

Os intervalos das variáveis são os mesmos da análise de sensibilidade, e todas elas foram consideradas de comportamento triangular, já que existe um valor maior mais provável, e dois extremos bem definidos de valores, de menor probabilidade de ocorrer.

Na Figura 11, estão as condições de contorno da simulação de Monte Carlo para a taxa mínima de atratividade. Foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 0,12, e os limites entre 0,084 e 0,156. A forma simétrica indica que os extremos da distribuição estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 30%.

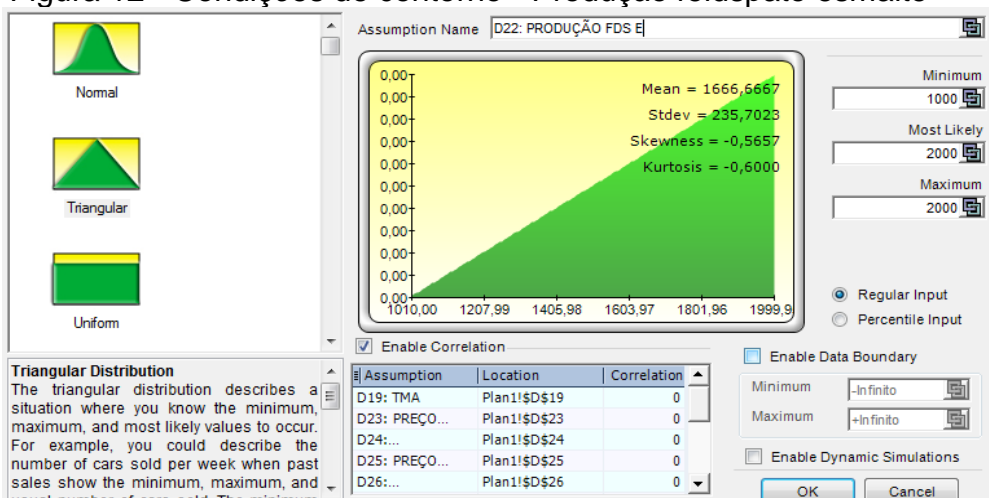
Figura 11 - Condições de contorno - TMA



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 12, estão as condições de contorno para a produção de feldspato para esmalte. Foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 2000 toneladas, e os limites entre 1000 e 2000. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 0% e um decréscimo de 50%. Esses valores refletem que o máximo se manterá, já que se espera que a planta trabalhe em capacidade máxima, e para aumentá-la, seria necessário um reinvestimento; e o mínimo poderá chegar até a metade, devido à queda nas vendas ou problemas durante a operação.

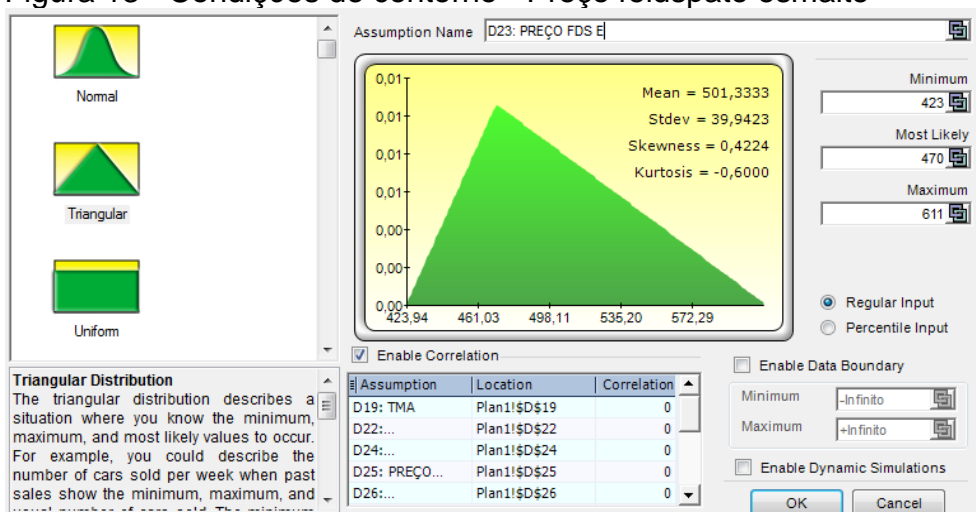
Figura 12 - Condições de contorno - Produção feldspato esmalte



Fonte: Dados do Autor, @Risk (2017).

Na Figura 13, estão as condições de contorno para o preço de feldspato para esmalte. Foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em R\$ 470, e os limites entre R\$ 423 e R\$ 611. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 10%. O motivo para o acréscimo é uma alta de preços como nunca registrada. E o decréscimo é a maior queda de preço já registrada

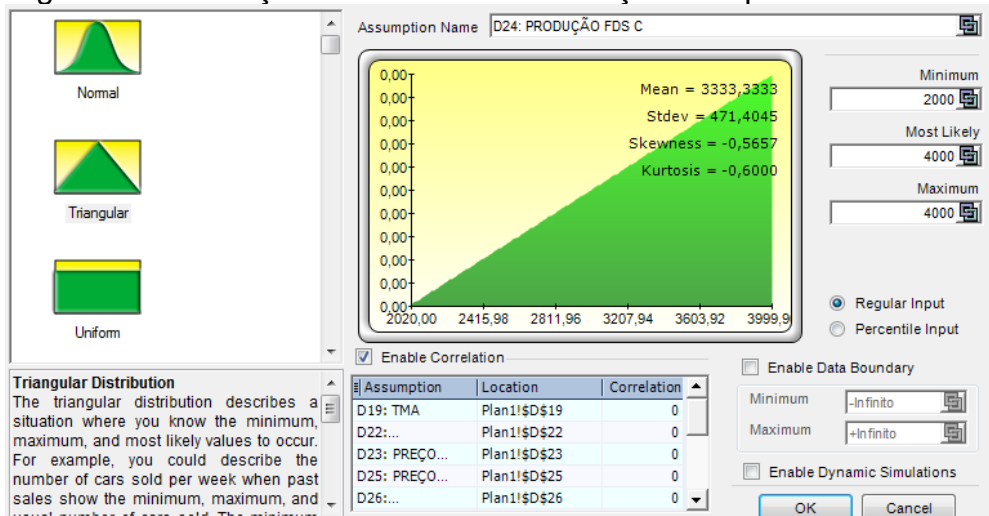
Figura 13 - Condições de contorno - Preço feldspato esmalte



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 14, estão as condições de contorno para a produção de feldspato cerâmico. Foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 4000 ton, e os limites entre 2000 ton e 4000 ton. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 0% e um decréscimo de 50%, seguindo a mesma linha de raciocínio da produção de feldspato para esmalte.

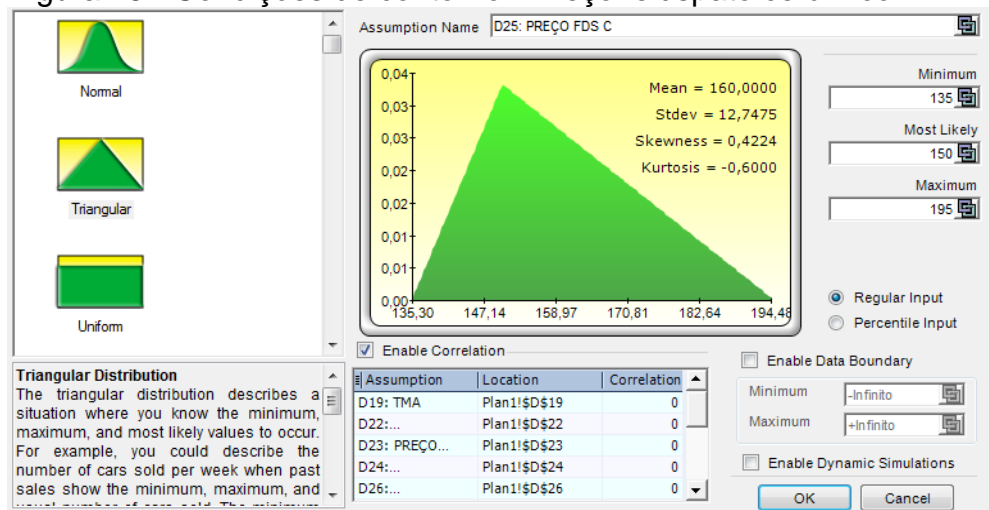
Figura 14 - Condições de contorno - Produção feldspato cerâmico



Fonte: Dados do Autor (@Risk, 2017).

Na Figura 15, estão as condições de contorno para o preço do feldspato cerâmico. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em R\$ 150, e os limites entre R\$ 135 e R\$ 195. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 10%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para o preço de feldspato para esmalte.

Figura 15 - Condições de contorno - Preço feldspato cerâmico

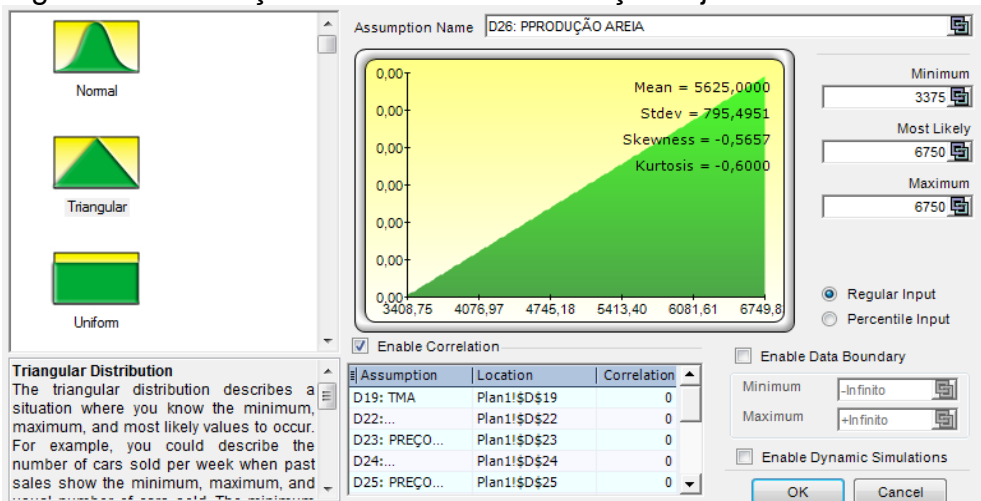


Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 16, estão as condições de contorno para a produção do rejeito areia. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 3375 ton, e os limites entre 3375 ton e 6750 ton. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro,

sendo neste caso, um acréscimo de 0% e um decréscimo de 50%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para a produção de feldspato para esmalte.

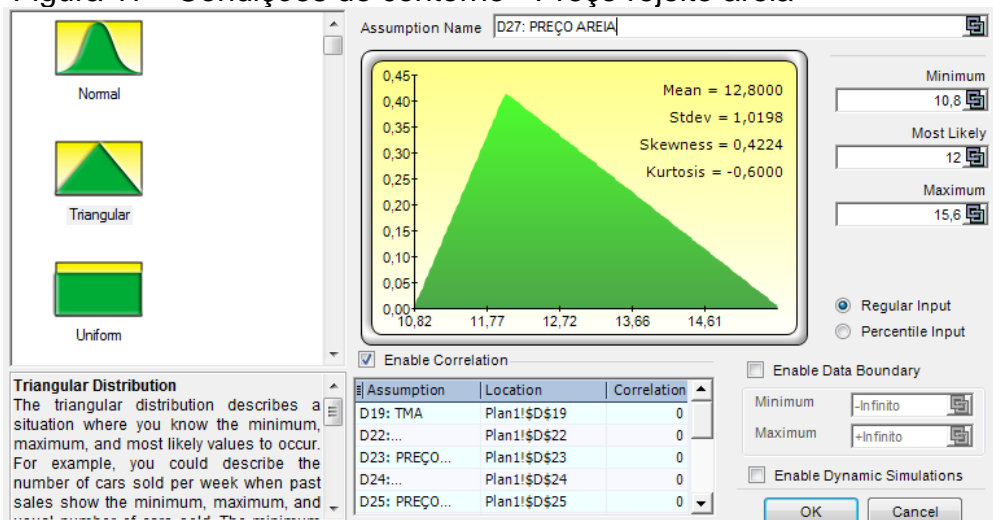
Figura 16 - Condições de contorno - Produção rejeito areia



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 17, estão as condições de contorno para o preço do rejeito areia. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em R\$ 12, e os limites entre R\$ 10,8 e R\$ 15,6. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 10%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para o preço de feldspato para esmalte.

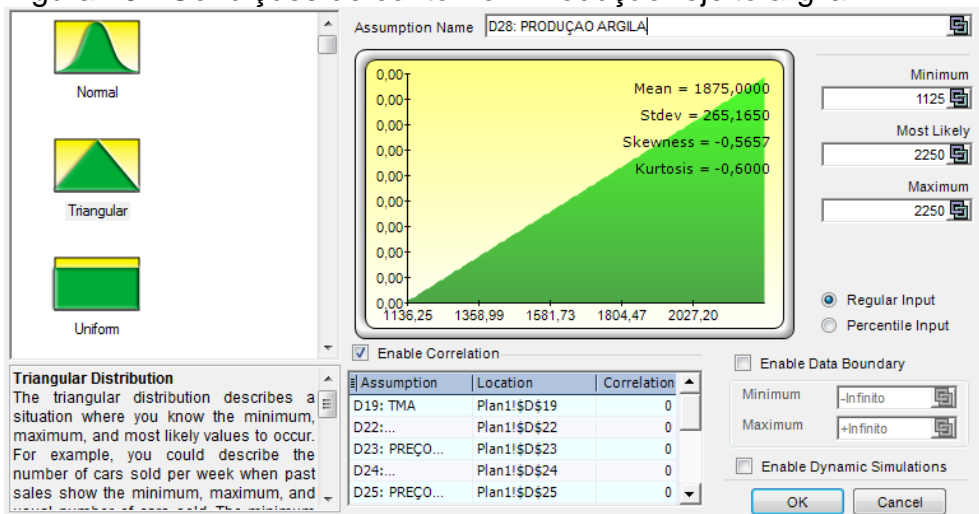
Figura 17 - Condições de contorno - Preço rejeito areia



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 18, estão as condições de contorno para a produção de rejeito argila. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 2250 ton, e os limites entre 1125 ton e 2250 ton. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 0% e um decréscimo de 50%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para a produção de feldspato para esmalte.

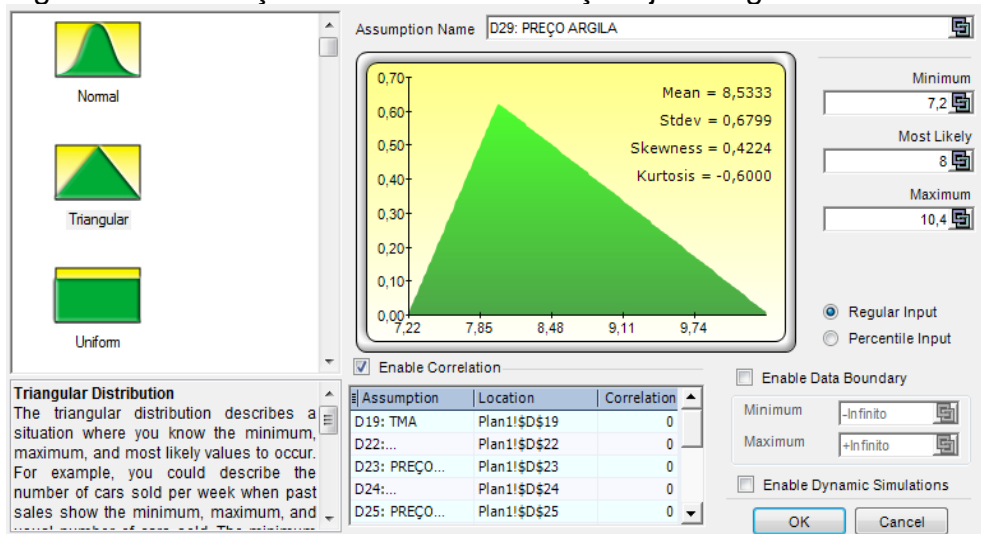
Figura 18 - Condições de contorno - Produção rejeito argila



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 19, estão as condições de contorno para o preço do rejeito argila. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em R\$ 8, e os limites entre R\$ 7,2 e R\$ 10,4. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 10%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para o preço de feldspato para esmalte.

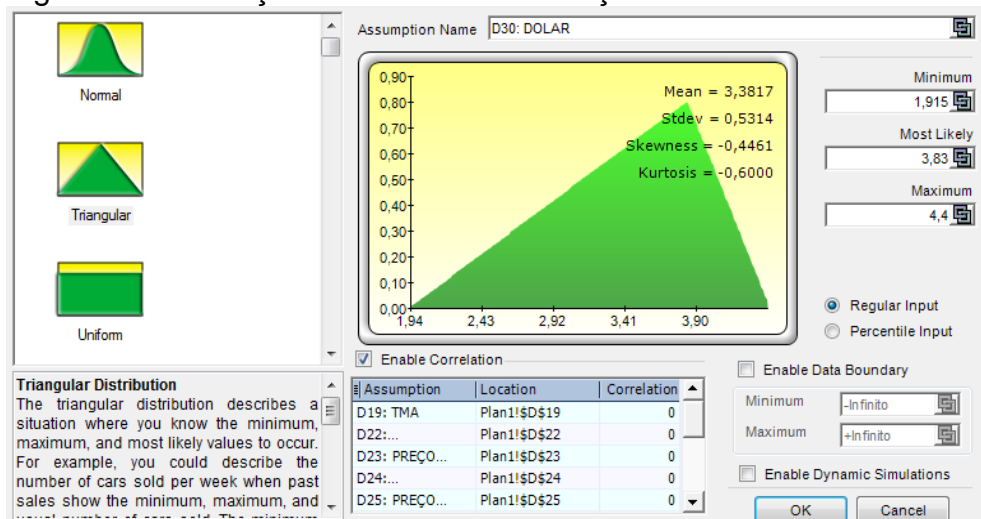
Figura 19 - Condições de contorno - Preço rejeito argila



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 20, estão as condições de contorno para a cotação do dólar. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em R\$ 3,83, e os limites entre R\$ 1,91 e R\$ 4,40. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 15% e um decréscimo de 50%, seguindo o último ciclo do dólar.

Figura 20 - Condições de contorno - Cotação do dólar

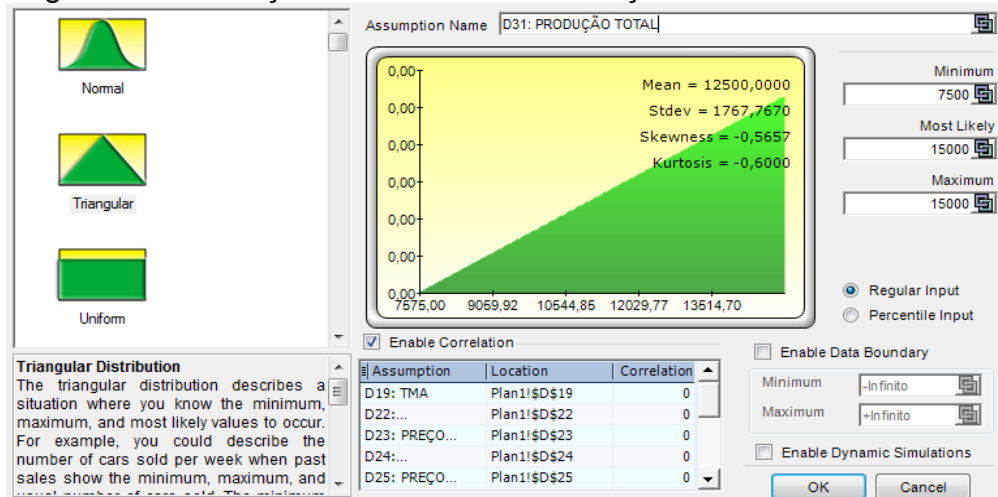


Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 21, estão as condições de contorno para a produção total. Para isso, foi escolhida uma distribuição triangular, com o valor mais provável em 15000 ton, e os limites entre 7500 ton e 15000 ton. A forma assimétrica indica que os extremos da distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro,

sendo neste caso, um acréscimo de 0% e um decréscimo de 50%, seguindo a mesma linha de raciocínio utilizada para a produção de feldspato para esmalte.

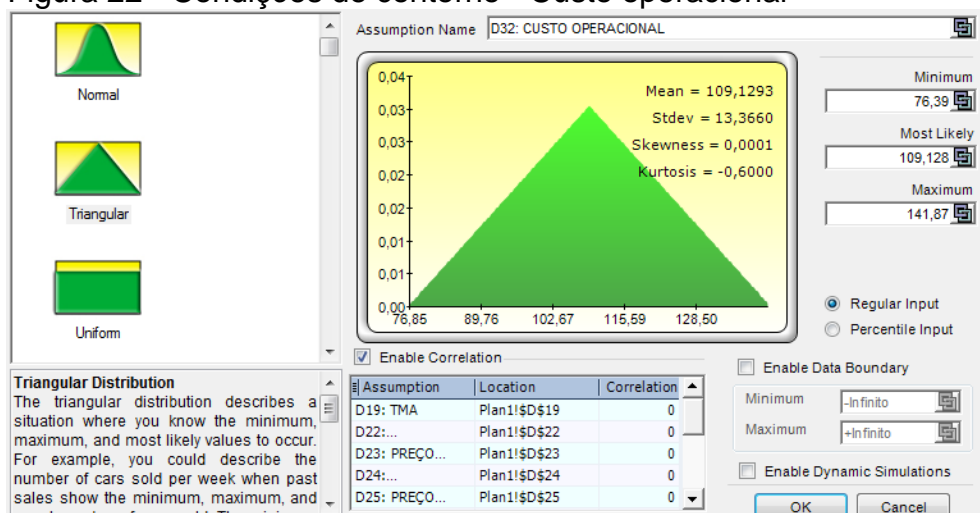
Figura 21 - Condições de contorno - Produção total



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 22, estão as condições de contorno para o custo operacional. Foi escolhida uma distribuição triangular. A forma simétrica indica que os extremos da distribuição estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 30% e um decréscimo de 30%.

Figura 22 - Condições de contorno - Custo operacional

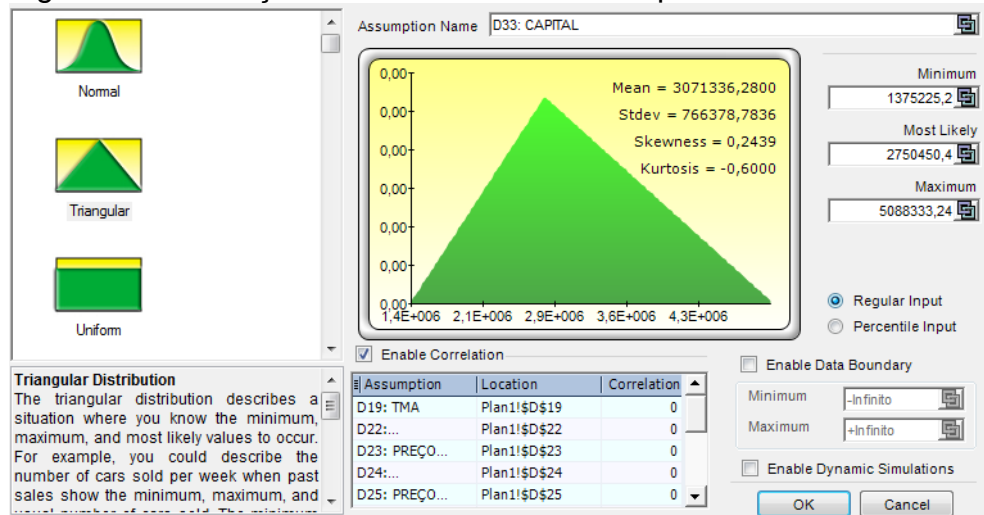


Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

Na Figura 23, estão as condições de contorno para o investimento. Foi escolhida uma distribuição triangular. A forma assimétrica indica que os extremos da

distribuição não estão igualmente espaçados em relação ao centro, sendo neste caso, um acréscimo de 85% e um decréscimo de 50%.

Figura 23 - Condições de contorno - Custo capital



Fonte: Dados do autor (@Risk, 2017).

3.7 INFORMAÇÕES DA MINA

A Mina, iniciou suas atividades de lavra em 2004, e produz em torno de 2.500 ton/mês de feldspato cerâmico. Este produto é utilizado como fundente de porcelanatos esmaltados e técnicos.

Tabela 5 - Histórico de produção da Mina

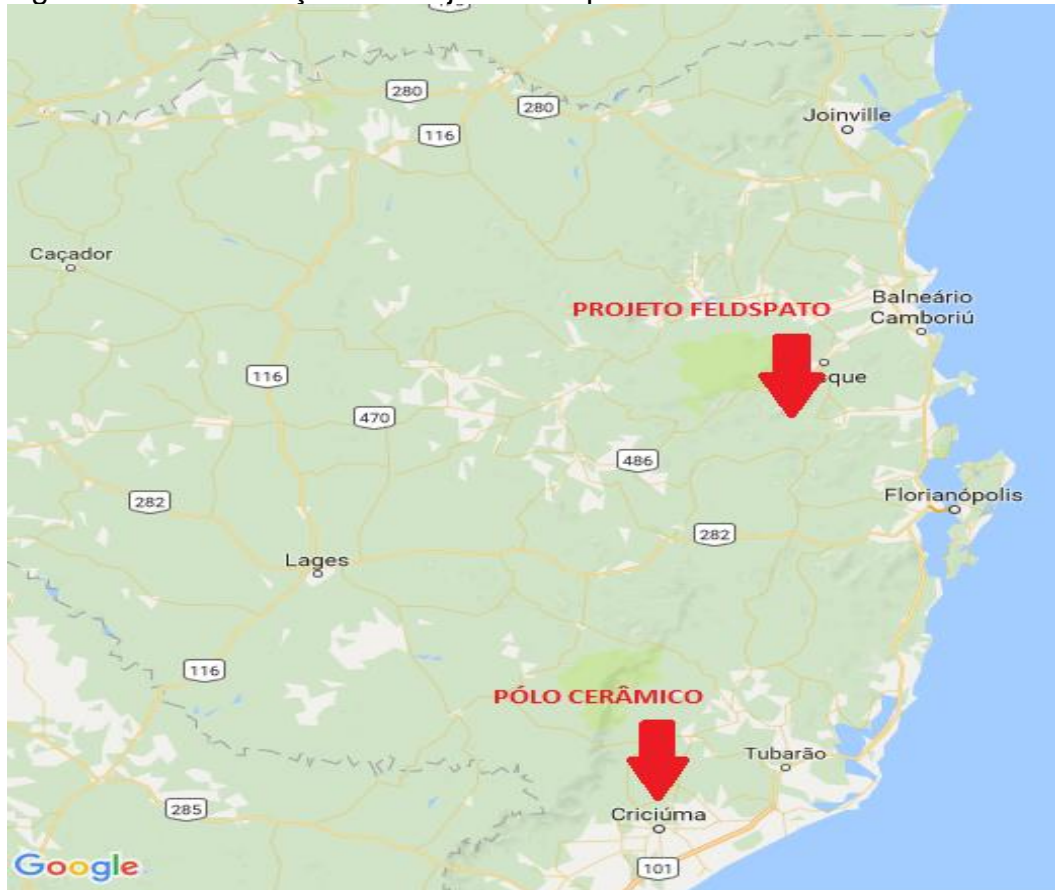
| ANO | PRODUÇÃO (ton) |
|-------|-----------------|
| 2007 | 60.000 |
| 2008 | 60.000 |
| 2009 | 60.000 |
| 2010 | NÃO HOUVE LAVRA |
| 2011 | 22.000 |
| 2012 | 18.120 |
| 2013 | 21.975 |
| 2014 | 18.225 |
| 2015 | 7.530 |
| TOTAL | 267.850 |

Fonte: Micromil – Micronização e Moagem LTDA (2017).

O minério lavrado sofre um pré-beneficiamento em Nova Trento, onde cerca de 60% dos rejeitos são eliminados, e depois é encaminhado para a matriz em Forquilha. Descontadas as tonelagens lavradas, constantes na Tabela 5, a mina possui reserva restante de 877.000 toneladas.

Neste projeto para feldspato, a mina e a planta estão localizadas em Nova Trento/SC, distante 270 Km do beneficiamento e do polo cerâmico na região de Criciúma/SC, conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Localização do Projeto Feldspato

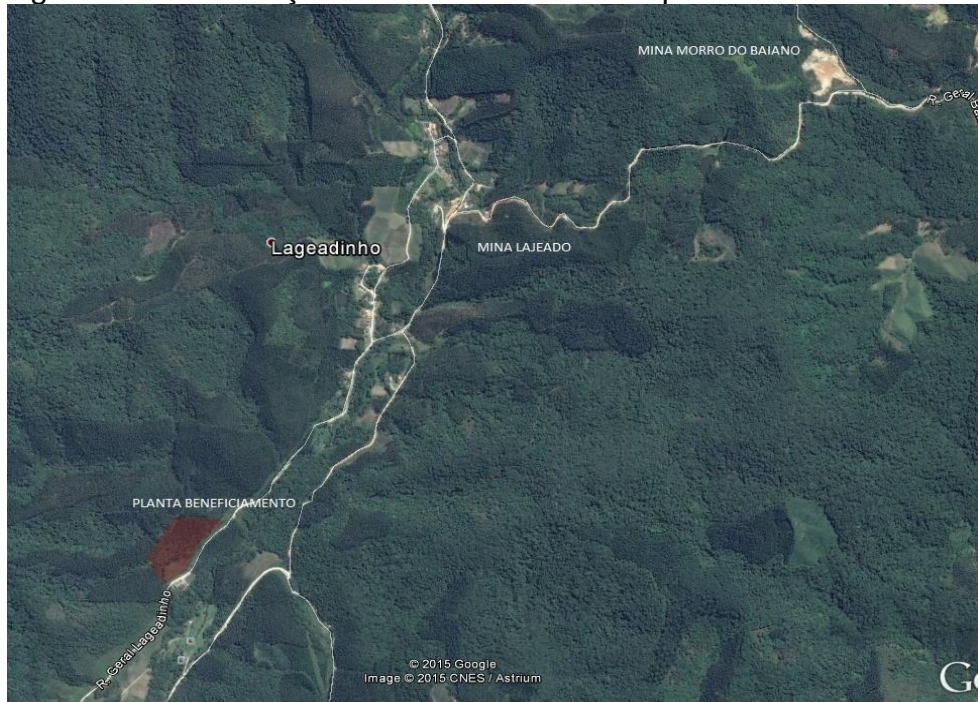


Fonte: Dados do Autor (2017).

A mina está inserida na poligonal do processo DNPM 815.179/2004, e possui Portaria de Lavra desde 2012.

Este projeto terá duas frentes de lavra, a Mina Morro do Baiano, que já está em exploração, e a Mina Lajeado, sendo que as atividades de lavra desta só iniciarão após a exaustão daquela. A Figura 25 relaciona as duas frentes de lavra e a localização da planta de beneficiamento.

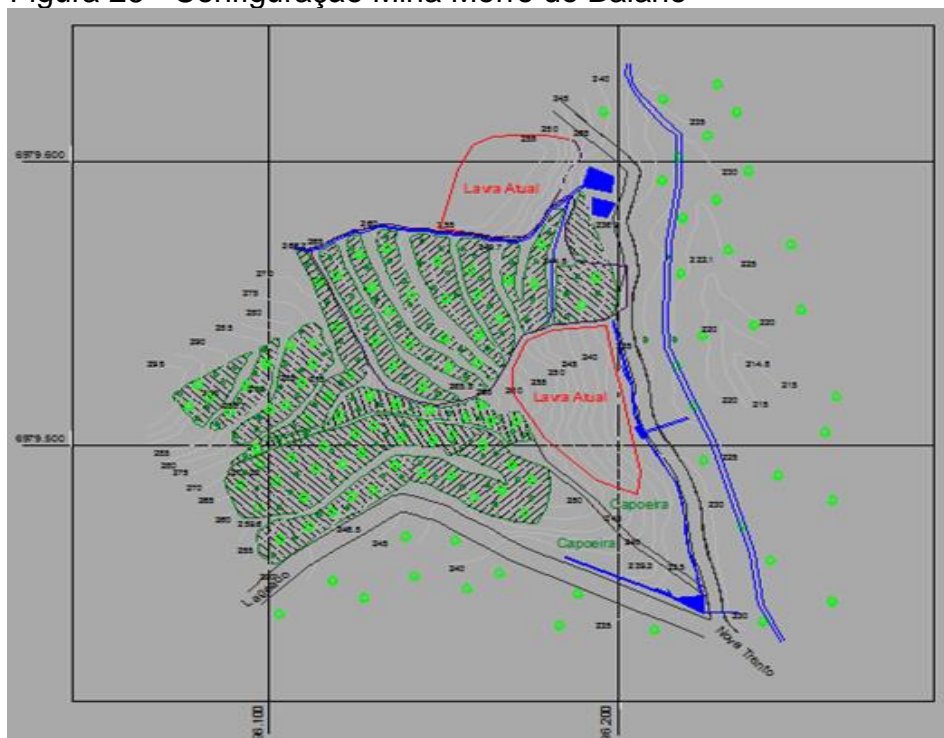
Figura 25 - Localização das frentes de lavra e planta de beneficiamento



Fonte: Dados do autor (Google Earth, 2017).

Na Figura 26 está apresentada a configuração atual da mina Morro do Baiano. A Mina Lajeado está intocada. A lavra avançará na direção leste (área em verde). As áreas em vermelho indicam os locais onde há lavra atualmente.

Figura 26 - Configuração Mina Morro do Baiano



Fonte: Dados do autor (2017).

3.8 CIRCUITO DE BENEFICIAMENTO

3.8.1 Ensaio de beneficiamento em escala de bancada

Foi realizado um teste em escala laboratorial no SENAI de Ponta Grossa – PR e na USP, compreendendo as seguintes atividades:

- Homogeneização e quarteamento da amostra;
- Desagregação em tambor rotativo;
- Classificação granulométrica em peneiras;
- Cominuição das frações em máquinas de impacto;
- Separação magnética via seca (Re Roll), para grossos;
- Separação magnética via úmida (WHIMS), para finos;
- Preparação dos produtos.

Observou-se claramente a concentração natural de feldspato nas frações grosseiras, o incremento de quartzo e biotita nas frações intermediárias, bem como de caulim e biotita nas frações finas.

As frações retidas acima de 5 milímetros, correspondem aproximadamente a 40% em peso do minério bruto, contendo teores de feldspato superiores a 90% e de Fe_2O_3 inferiores a 0,40%.

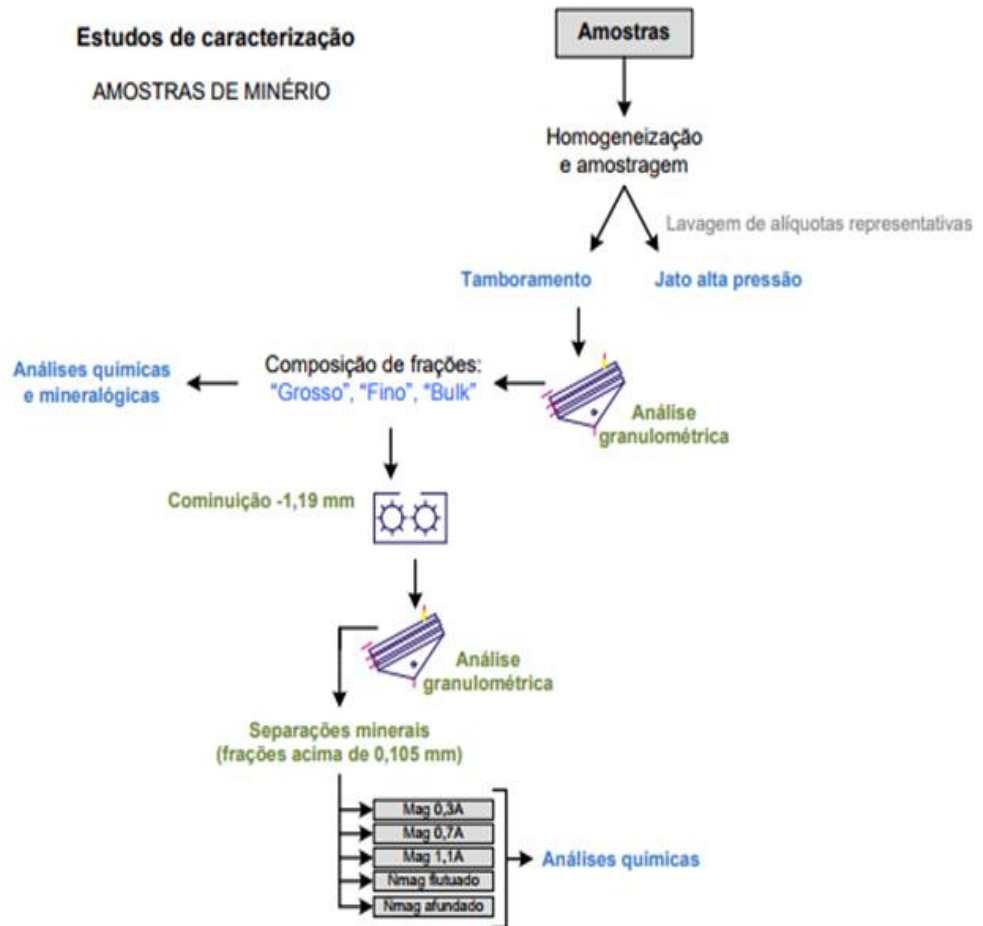
Observou-se que a produção de material com granulometria -0,6 +0,15 mm (grossos) acarretou invariavelmente a geração de material com granulometria inferior a 0,15 mm (finos).

Na separação magnética, observou-se nitidamente uma redução na recuperação dos concentrados na medida em que foram tratados materiais oriundos das frações naturais intermediárias e finas, mais pobres em feldspato e mais contaminadas em biotita.

Com relação à qualidade, observou-se também uma redução da mesma na medida em que foram tratados materiais oriundos das frações naturais intermediárias e finas, mais pobres em feldspato e mais contaminadas em biotita.

Cabe aqui destacar a elevada eficiência da separação magnética, levando-se à obtenção de baixos teores de Fe_2O_3 nos concentrados, numa média inferior a 0,1%.

Figura 27 - Fluxograma de beneficiamento em escala laboratorial



Fonte: Micromil – Micronização e Moagem LTDA (2016).

Os trabalhos realizados permitiram a obtenção de concentrados de feldspato com expressivos teores de álcalis e alumina, bem como reduzidos teores de ferro. A tabela 6 apresenta as análises químicas de acordo com a distribuição granulométrica do minério bruto. As tabelas 7 e 8 nos mostram os resultados do minério beneficiado, conforme britagem das frações contidas no minério bruto.

Tabela 6 - Caracterização do minério bruto

| | VS 01 | VS 02 | VS 03 | VS 04 | VS 05 | VS 06 | MINÉRIO |
|--------------------------------|---------|--------|--------|---------|-----------|--------|---------|
| GRAN.(mm) | -50 +10 | -10 +5 | -5 +2 | -2 +0,6 | -0,6+0,15 | -0,15 | -50 |
| DIST(%) | 16,45 | 23,88 | 23,40 | 21,16 | 9,88 | 5,23 | 100 |
| SiO ₂ | 67,25% | 69,55% | 72,85% | 70,62% | 64,84% | 57,54% | 70,00% |
| Al ₂ O ₃ | 17,92% | 16,82% | 13,62% | 12,27% | 17,52% | 24,24% | 15,10% |
| Fe ₂ O ₃ | 0,40% | 0,35% | 2,39% | 5,77% | 4,84% | 3,75% | 2,68% |
| Na ₂ O | 3,89% | 3,15% | 2,47% | 2,57% | 3,92% | 4,42% | 2,90% |
| K ₂ O | 9,12% | 8,76% | 6,15% | 3,97% | 2,78% | 1,96% | 5,94% |
| MgO | 0,13% | 0,10% | 0,42% | 0,85% | 0,66% | 0,19% | 0,45% |
| CaO | 0,71% | 0,62% | 0,65% | 0,72% | 1,49% | 1,87% | 0,83% |
| TiO ₂ | 0,06% | 0,05% | 0,31% | 0,71% | 0,60% | 0,40% | 0,33% |

Fonte: SENAI - PR (1997).

Tabela 7 - Caracterização do minério beneficiado em laboratório

| | VS 01 | VS 01 | VS 02 | VS 02 | VS 03 |
|--------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| GRAN.(mm) | -0,6+0,15 | -0,15 | -0,6+0,15 | -0,15 | -0,6+0,15 |
| SiO ₂ | 69,06% | 68,62% | 71,82% | 70,50% | 79,02% |
| Al ₂ O ₃ | 17,39% | 17,67% | 15,62% | 16,78% | 11,81% |
| Fe ₂ O ₃ | 0,05% | 0,03% | 0,05% | 0,06% | 0,07% |
| Na ₂ O | 3,13% | 3,62% | 2,95% | 3,46% | 2,37% |
| K ₂ O | 9,31% | 8,97% | 8,28% | 7,90% | 5,50% |
| MgO | 0,06% | 0,04% | 0,18% | 0,07% | 0,20% |
| CaO | 0,57% | 0,66% | 0,60% | 0,77% | 0,58% |
| TiO ₂ | 0,02% | 0,02% | 0,02% | 0,02% | 0,02% |

Fonte: SENAI - PR (1997).

Tabela 8 - Caracterização do minério beneficiado em laboratório (continuação)

| | VS 03 | VS 04 | VS 04 | VS 05 |
|--------------------------------|--------|-----------|--------|-----------|
| GRAN.(mm) | -0,15 | -0,6+0,15 | -0,15 | -0,6+0,15 |
| SiO ₂ | 77,14% | 83,01% | 79,77% | 72,73% |
| Al ₂ O ₃ | 12,98% | 9,70% | 11,43% | 16,65% |
| Fe ₂ O ₃ | 0,06% | 0,11% | 0,08% | 0,30% |
| Na ₂ O | 3,03% | 2,12% | 2,81% | 4,49% |
| K ₂ O | 5,28% | 3,65% | 4,29% | 2,58% |
| MgO | 0,17% | 0,21% | 0,17% | 0,10% |
| CaO | 0,79% | 0,60% | 0,74% | 1,70% |
| TiO ₂ | 0,01% | 0,03% | 0,03% | 0,03% |

Fonte: SENAI - PR (1997).

A Tabela 6 nos mostra que a maior presença de Fe₂O₃, principal contaminante deste minério, aumenta conforme diminui a granulometria do minério, assim como os teores de álcalis aumentam. Por isso, a importância do corte granulométrico.

Já as Tabelas 7 e 8 demonstram que o minério beneficiado é passível de uso em coloríficos, já que os teores de Fe₂O₃ são menores que 0,15% e a somatória de K₂O e Na₂O em torno de 11%, sendo similar aos feldspatos do mercado consumidor.

3.8.2 Ensaio de beneficiamento em escala industrial

Foi realizado um teste em escala industrial na planta da extinta Mineração Ibirama, em Balneário Camboriú/SC. O minério foi peneirado via úmida em 4 mm, onde o retido foi seco e britado até ficar 100% passante em 17#, depois, peneirado nas frações 17# - 40# e 30# - 100#, e, finalmente estas frações foram concentradas magneticamente.

Na tabela 9 seguem os resultados da concentração magnética na fração 17# a 40#. As amostras foram coletadas no produto final, após a última etapa de

beneficiamento. Identificação das amostras: PRM 1497 - Alimentação SM 01 - 3,0 ton/h; PRM 1498 - Produto SM 01 - Corte de 15% (de rejeito); PRM 1499 - Produto SM 01 - Corte de 20%; PRM 1500 - Produto SM 01 - Corte de 25%; PRM 1501 - Alimentação SM 02 - 4,0 ton/h; PRM 1502 - Produto SM 02 - Corte de 15%; 1503 - Produto SM 02 - Corte de 20%; 1504 - Produto SM 02 - Corte de 25%.

Tabela 9 - Caracterização do minério beneficiado industrialmente (17# a 40#)

| | PRM 1497 | PRM 1498 | PRM 1499 | PRM 1500 | PRM 1501 | PRM 1502 | PRM 1503 | PRM 1504 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SiO ₂ % | 68,19 | 68,92 | 68,80 | 68,74 | 67,86 | 69,59 | 69,22 | 68,83 |
| Al ₂ O ₃ % | 17,47 | 17,00 | 17,46 | 17,32 | 17,45 | 17,48 | 17,26 | 14,47 |
| Fe ₂ O ₃ % | 0,44 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,46 | 0,13 | 0,14 | 0,14 |
| Na ₂ O% | 4,53 | 4,39 | 4,38 | 4,44 | 5,18 | 3,59 | 4,34 | 4,06 |
| K ₂ O% | 8,63 | 8,58 | 8,65 | 8,81 | 8,63 | 8,49 | 8,45 | 8,90 |
| MgO% | 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,021 | 0,022 | 0,021 | 0,022 | 0,022 |
| P ₂ O ₅ % | 0,023 | 0,023 | 0,023 | 0,022 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,023 |
| CaO% | 0,665 | 0,609 | 0,563 | 0,573 | 0,642 | 0,525 | 0,557 | 0,484 |
| TiO ₂ % | 0,104 | 0,074 | 0,078 | 0,083 | 0,108 | 0,082 | 0,084 | 0,078 |
| PF% | 68,19 | 68,92 | 68,80 | 68,74 | 67,86 | 69,59 | 69,22 | 68,83 |

Fonte: Micromil - Micronização e moagem LTDA (2006).

Abaixo segue a tabela com os resultados da concentração magnética na fração 30# a 100#. As amostras foram coletadas no produto final, após a última etapa de beneficiamento. A Amostra PRM 1511 corresponde à alimentação do circuito de concentração à uma taxa de 3,0 ton/h. As amostras PRM 1512, PRM 1513 e PRM 1514 correspondem, respectivamente, a um corte de 15%, 20% e 25% de rejeito.

Tabela 10 - Caracterização do minério beneficiado industrialmente (30# a 100#)

| | PRM 1511 | PRM 1512 | PRM 1513 | PRM 1514 |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| SiO ₂ | 67,73% | 68,56% | 68,19% | 68,23% |
| Al ₂ O ₃ | 17,62% | 17,45% | 17,46% | 17,45% |
| Fe ₂ O ₃ | 0,47% | 0,26% | 0,25% | 0,23% |
| Na ₂ O | 4,20% | 4,05% | 4,45% | 4,52% |
| K ₂ O | 9,12% | 8,95% | 9,00% | 9,12% |
| MgO | 0,022% | 0,022% | 0,022% | 0,022% |
| P ₂ O ₅ | 0,021% | 0,021% | 0,022% | 0,021% |
| CaO | 0,707% | 0,654% | 0,628% | 0,610% |
| TiO ₂ | 0,107% | 0,089% | 0,092% | 0,092% |

Fonte: Micromil - Micronização e moagem LTDA (2006).

Também foram realizados testes industriais com o rejeito da planta de lavagem, que poderá ser classificado em dois produtos: areia média para construção civil e argila para cerâmica vermelha.

Os testes com o rejeito foram realizados na planta de beneficiamento da Micromil, em Forquilha/SC, e, os minérios foram testados da seguinte forma: A areia para construção civil foi enviada para empresas do ramo, onde passou por análise visual e foi aprovada; e uma amostra da argila para cerâmica vermelha foi enviada para o SENAI/Criciúma, onde foram feitos corpos de prova para avaliação da cor de queima, da absorção de água e da retração, que, após análise de algumas empresas do ramo, foi aprovada. Parâmetros de queima dos corpos de prova: temperatura de 900°C, umidade de extrusão de 23,3%, patamar de queima de 180 min e Taxa de aquecimento igual a 5°C/min.

3.8.3 Fluxograma de beneficiamento

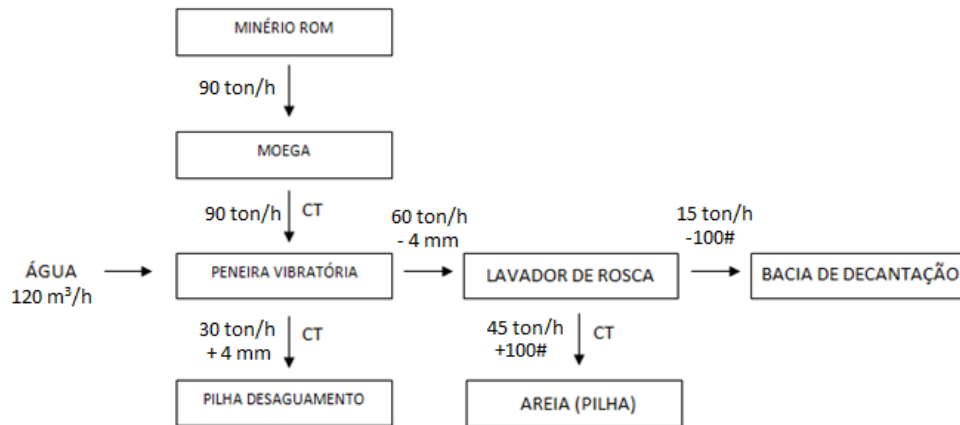
Após testes em escalas laboratoriais e industriais, chegou-se à conclusão que a planta de beneficiamento ideal é dividida em duas etapas: Circuito de Lavagem (Figura 28) e; Circuito de Concentração e Moagem (Figura 29). O primeiro possui capacidade para 30 ton/h, e o segundo para 15 ton/h. A fluxograma de beneficiamento foi baseado nos circuitos dos testes de escala laboratorial e industrial.

No Circuito de lavagem o minério é abastecido em uma moega, através de pá-carregadeira, e depois sofre peneiramento em 4 mm, via úmida. O rejeito compõe 2/3 da alimentação inicial, e é destinado para um Lavador de Rosca Metso LS24, onde o rejeito é separado em duas frações para aproveitamento no setor de construção civil e cerâmica vermelha. O Underflow é composto por areia média e o Overflow após adição de Silicato de Sódio é destinado para um sistema com três bacias de decantação com capacidade 4.000 m³ cada, ou seja, seis meses de produção, já que, 75% do rejeito é areia e 25% argila. O sistema de lavagem utiliza uma bomba de 120 m³/h.

O minério lavado será acondicionado em três pilhas de desagamento, através de correia transportadora móvel. O sistema de pilhas funciona da seguinte maneira:

- 1 pilha para retomada;
- 1 pilha em desagamento;
- 1 pilha em formação.

Figura 25 - Circuito de lavagem



Fonte: Dados do autor (2017).

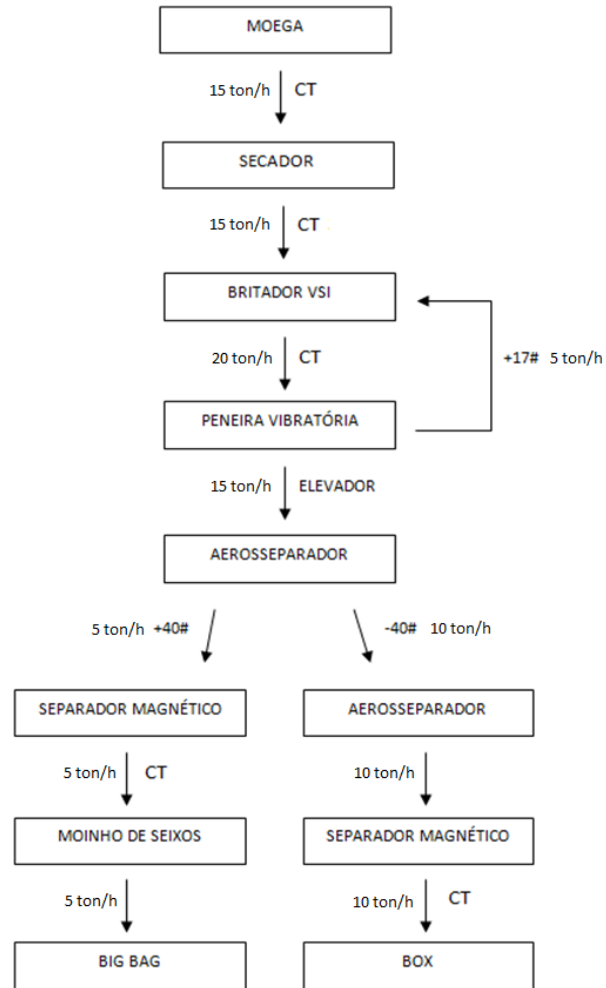
No sistema de concentração e moagem mostrado na Figura 29 o minério é retomado por pá-carregadeira e abastecido numa segunda moega. A primeira operação deste circuito é a secagem em equipamento rotativo, por fluxo concorrente (melhor eficiência), com sistema de queima a óleo (mais barato).

O minério seco segue para um britador VSI, em circuito fechado com peneira de 17#, sendo que o passante segue para um aero separador, que divide o circuito em dois fluxos.

O primeiro é o de grossos (17# a 30#), que representa 1/3 da quantidade total de minério, cujo minério segue para um separador magnético tipo Reroll de 21.000 Gauss, onde o concentrado segue para moinho de seixos e é cominuído abaixo de 200# e armazenado em big bags. Este é o feldspato potássico que será enviado para os coloríficos de Criciúma e região. O rejeito desta etapa integra-se ao produto do segundo fluxo.

No segundo, os finos seguem para um aero separador, onde tudo que está abaixo de 100# é rejeito. O minério maior que 100# segue para outro separador magnético Reroll de 21.000 Gauss, cujo concentrado segue para um box e é vendido como feldspato cerâmico e será enviado para as cerâmicas que produzem porcelanato em Santa Catarina.

Figura 26 - Circuito de concentração e moagem



Fonte: Dados do autor (2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE SWOT

Segue abaixo a análise SWOT. Os resultados nos mostram que o projeto será um grande diferencial de mercado, favorecendo o sucesso, ao mesmo tempo, que a cultura e porte da empresa serão os principais obstáculos.

4.1.1 Forças

- Empresa consolidada no mercado;
- Localização da jazida;
- Grande quantidade de recursos e reservas;
- Conhecimento do mercado consumidor;
- Profissionais de engenharia qualificados;
- Grande variedade de produtos;
- Preço competitivo;
- Caracterização tecnológica do feldspato bem desenvolvida.

4.1.2 Fraquezas

- Recursos financeiros limitados;
- Baixa orientação estratégica;
- Baixo investimento em pesquisa mineral;
- Equipamentos de lavra e beneficiamento inadequados;
- Pouco investimento em pesquisa e desenvolvimento;
- Funcionários da lavra e do beneficiamento mal treinados.

4.1.3 Oportunidades

- Taxação sobre pisos e azulejos importados;
- Ampliação do setor cerâmico;
- Baixa concorrência no estado;

- Aumento da demanda por feldspato.

4.1.4 Ameaças

- Crise econômica;
- Entrada de novos concorrentes;
- Concorrência rochas artificiais.

4.1.5 Estratégias

- Fazer uso de políticas de preço, para que o minério seja competitivo com os feldspatos vindos do Nordeste, onde, apesar de haver qualidade ligeiramente superior do feldspato de pegmatitos, um preço mais baixo fornecerá uma alternativa interessante para os coloríficos.

- Apesar de os métodos de pesquisa e de planejamento de lavra utilizados hoje serem suficientes, devido à baixa complexidade do minério, assim como elevada homogeneidade, é interessante que seja dada mais atenção à esta área, para que não haja imprevistos durante as operações.

- A empresa hoje opera com equipamentos ultrapassados em alguns setores, porém, com parceiros para investimento, ou até mesmo a venda completa do projeto, não haverá problemas nesta área.

- Apesar da necessidade de um preço inferior ao dos feldspatos do Nordeste, esta diferença será inferior ao frete até o Polo Cerâmico, portanto o produto será bastante competitivo. Porém, sempre é recomendável atenção máxima aos custos operacionais do empreendimento.

4.2 MODELO DE PORTER APLICADO

Tabela 11 - Resultados modelo de Porter aplicado

| FORÇA | INTENSIDADE | CONSIDERAÇÕES |
|---------------------------|-------------|-----------------------------|
| RIVALIDADE | MÉDIA | Equilibrada |
| PODER DE COMPRA | MÉDIA | Depende do fornecedor |
| PODER DE VENDA | MÉDIA | Depende do consumidor |
| AMEAÇA DE SUBSTITUTOS | BAIXA | O produto já é substituto |
| AMEAÇA DE NOVOS ENTRANTES | ALTA | Interesse de Multinacionais |

Fonte: Dados do autor (2017).

A rivalidade foi considerada de intensidade média, já que existe uma concorrência natural no setor, já que a relação oferta/procura possui um certo equilíbrio, assim como as empresas são de portes razoavelmente equivalentes, fazendo com que haja uma concorrência média, onde cada fornecedor possui seu espaço dentro do mercado.

O poder de compra da empresa é muito relativo, dependendo do fornecedor. Aqueles que são maiores que a Micromil, oferecem baixo poder de barganha, como por exemplo: diesel, eletricidade, GLP. Já naqueles setores onde a empresa é considerada maior do que aqueles que fornecem, ou onde existe alta concorrência, o poder de barganha é maior, como por exemplo: big bag, suprimentos de escritório, oficinas mecânicas, serviços de manutenção. Portanto, no geral, o poder de compra é médio.

O poder de venda da empresa é médio, haja visto que no setor existem empresas maiores, assim como existem empresas menores que a Micromil, onde a lógica é a mesma do poder de compra.

O feldspato é um produto mineral que substitui fundentes de alto valor agregado, como barrilha, nefelina, boratos, entre outros; por isso, o risco de substituição dele no mercado é baixo, por ser considerado um fundente de baixo valor agregado.

A ameaça de novos entrantes é alta, assim como o crescimento deste mercado. Com a tendência de aumento de consumo, devido à maior utilização de porcelanatos, e da busca por esmaltes de menor custo, este setor, que sempre foi relegado a empresas de pequeno porte, tem despertado o interesse de empresas multinacionais.

4.3 ANÁLISE DETERMINÍSTICA

4.3.1 Premissas

4.3.1.1 Reservas e vida útil

Para o projeto, foram consideradas as reservas de acesso imediato, que fornecem uma vida útil de 16,2 anos. No quadro abaixo estão relacionadas as reservas e vida úteis:

Tabela 12 - Reservas e vida útil

| Frente | Reserva (ton) | Vida Útil (Anos) |
|---------|---------------|------------------|
| Norte | 357.000 | 2,0 |
| Sul | 520.000 | 2,9 |
| Lajeado | 2.033.133 | 11,3 |

Fonte: Dados do autor (2017).

É importante esclarecer que estas reservas são apenas do processo DNPM 815.179/2004. A empresa ainda tem outras 16 poligonais, cujas reservas são classificadas como medidas. Além disso, a Micromil ainda possui 23 requerimentos que estão em fase de pesquisa mineral. Portanto, pode-se afirmar que a empresa possui uma reserva elevada, cuja vida útil do projeto está assegurada numa grandeza de centenas de anos. Além disso, devido aos métodos de pesquisa e cubagem utilizados, aliado à grande homogeneidade do Granito Valsungana, a precisão dos resultados é alta.

Na Figura 30 podemos ver destacadas em vermelho as reservas remanescentes da Mina Morro do Baiano. A que está a norte é a reserva remanescente Norte e a que está a sul é a reserva remanescente Sul. Já as reservas da Mina Lajeado estão intocadas.

Figura 27 - Localização das reservas remanescentes



Fonte: Dados do autor (Google Earth, 2017).

Tabela 13 - Requerimentos com reservas aprovadas

| PROCESSO | RESERVA (ton) | Esp. (m) | MUNICÍPIO | SITUAÇÃO |
|--------------|---------------|----------|------------------|----------------|
| 815.680/2008 | 1.006.786,07 | 1,57 | SÃO JOÃO BATISTA | REQ. DE LAVRA |
| 815.010/2007 | 939.971,85 | 2,37 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.009/2007 | 2.255.898,90 | 3,05 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.008/2007 | 2.101.976,70 | 3,84 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.007/2007 | 2.457.609,75 | 4,02 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.006/2007 | 2.072.534,40 | 4,58 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.005/2007 | 2.535.431,10 | 3,39 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.748/2006 | 1.589.711,25 | 3,50 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.747/2006 | 2.719.619,25 | 4,87 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.746/2006 | 3.015.206,25 | 5,60 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.745/2006 | 1.431.896,25 | 2,87 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.744/2006 | 2.281.016,25 | 4,58 | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.743/2006 | 1.720.597,50 | | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.742/2006 | 2.726.216,25 | | NOVA TRENTO | REQ. DE LAVRA |
| 815.741/2006 | 2.209.811,00 | | MAJOR GERCINO | REQ. DE LAVRA |
| 815.740/2006 | 2.156.621,25 | 3,71 | MAJOR GERCINO | CONC. DE LAVRA |
| TOTAL | 30.501.284,77 | | | |

Fonte: Dados do autor (2017).

Tabela 14 - Requerimentos em fase de pesquisa

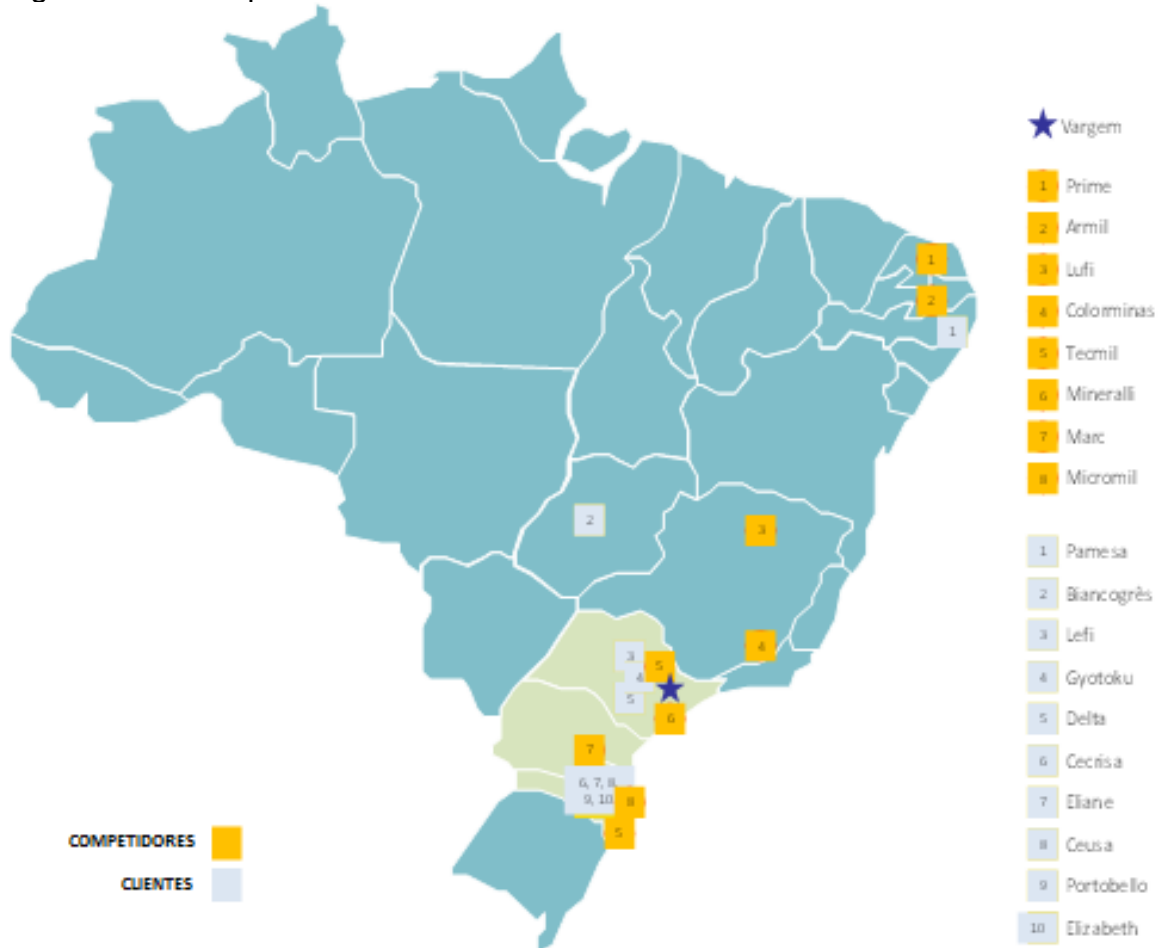
| PROCESSO | ÁREA (ha) | MUNICÍPIO | SITUAÇÃO |
|--------------|-----------|------------------------|-------------------------|
| 815.554/2015 | 11,07 | NOVA TRENTO | REQ. DE PESQUISA |
| 815.390/2015 | 12,99 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.006/2015 | 18,05 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.649/2014 | 5,45 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.318/2014 | 588,41 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.058/2014 | 106,96 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.057/2014 | 49,26 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.945/2013 | 88,75 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.944/2013 | 36,87 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.793/2013 | 281,59 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.725/2013 | 49,96 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.577/2013 | 345,12 | ANGELINA/MAJOR GERCINO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.576/2013 | 146,09 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.461/2013 | 28,59 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.441/2013 | 106,32 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.269/2013 | 35,58 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.111/2013 | 47,07 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.110/2013 | 107,91 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.109/2013 | 776,03 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.878/2012 | 25,47 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.709/2012 | 190,71 | NOVA TRENTO/BRUSQUE | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.708/2012 | 222,14 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| 815.582/2012 | 250,18 | NOVA TRENTO | AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA |
| TOTAL | 3.530,57 | | |

Fonte: Dados do autor (2017).

4.3.1.2 Estudo de mercado

Os principais concorrentes da Micromil, assim como os principais consumidores de feldspato cerâmico, estão dispostos no mapa abaixo conforme sua localização geográfica:

Figura 28 - Principais clientes e concorrentes da Micromil



Fonte: Dados do autor (2017).

O mercado brasileiro de feldspato cerâmico, mostrado na Tabela 15, é de 600.000 ton/ano (R\$ 60.000.000,00 por ano), distribuído entre os clientes abaixo. Sendo que o preço médio está entre 80,00 R\$/ton e 210 R\$/ton:

Tabela 15 - Consumo anual de feldspato distribuído por clientes

| CLIENTE | Volumes (ton/ano) | Parcela do Mercado % |
|-----------------|-------------------|----------------------|
| Portobello | 26,000 | 4.3% |
| Cecrisa | 20,000 | 3.3% |
| Eliane | 18,000 | 3.0% |
| Grupo Elizabeth | 16,000 | 2.7% |
| Duratex | 15,000 | 2.5% |
| Roca | 14,000 | 2.3% |
| Pamesa | 10,000 | 1.7% |
| Icasa | 9,000 | 1.5% |
| Gyotoku | 8,000 | 1.3% |
| Itagrês | 8,000 | 1.3% |
| Ceusa | 6,000 | 1.0% |
| Biancogrês | 6,000 | 1.0% |
| Incepa | 6,000 | 1.0% |
| Other | 438,000 | 73.0% |
| Total | 600,000 | 100.0% |

Fonte: Dados do autor (2017).

A Tabela 15 nos mostra, que apesar do menor valor agregado, em comparação com os feldspatos para colorifício, o mercado consumidor é amplo, facilitando a entrada de novos empreendimentos.

O mercado de feldspato para colorifício é de 110.000 ton/ano (R\$ 30.000.000 por ano), com preço médio de R\$ 270/ton, podendo chegar até R\$ 550,00/ton. Abaixo estão os principais concorrentes da Micromil no setor, assim como seus principais clientes.

Tabela 16 - Principais concorrentes de feldspato para esmalte

| Competidor | Capacidade(ton/ano) | Produtos | Local |
|------------|---------------------|-----------------------|------------------|
| Armil | 60.000 | Feldspato Colorifício | Parelhas-RN |
| Lufi | 45.600 | Feldspato Colorifício | Coronel Murta-MG |
| Tecmil | 24.000 | Feldspato Colorifício | Rio Claro-SP |
| Vargem | 21.600 | Feldspato Colorifício | Vargem-SP |

Fonte: Dados do autor (2017).

Está-se projetando um mercado de 2.000 toneladas mensais de feldspato para colorifício e 4.000 toneladas de feldspato cerâmico, ou seja, 20% e 8% do mercado, respectivamente. Conforme as quantidades de venda existentes, explicitadas na Tabela 15 e na Tabela 16, são quantidades plausíveis, visto que, hoje a Micromil já detém 10% e 4% destes mercados, respectivamente, e não abrange uma parcela maior por estar com a capacidade de fornecimento atual esgotada.

4.3.1.3 Preço

Ao contrário de commodities e metálicos, as matérias-primas cerâmicas não sofrem mudanças significativas ao longo do tempo, visto que não possuem cotação diária de preço. Os preços são acordados com os clientes, e posteriormente ajustados com o passar do tempo devido ao aumento natural de preços proporcionado pela inflação.

Para a estimativa do preço do feldspato para esmalte a ser utilizado no projeto, foi avaliada a série histórica e constatado que nunca houve redução, sempre leves aumentos acompanhando a inflação. O preço atual é de R\$ 550,00, e caso o mercado não mude drasticamente, não baixará disso.

O preço de projeto do feldspato para esmalte será R\$ 470,00, ou seja, os coloríficos terão acesso a um feldspato similar ao do mercado, por 85% do preço, e esse será o diferencial do empreendimento.

Já o feldspato cerâmico terá composição química igual aos já utilizados pela indústria. Portanto, o preço de projeto será de R\$ 150,00. A diferença do preço praticado pela Micromil atualmente é devido à granulometria do minério vendido. A Micromil vende feldspatos cominuídos até 200#, cujo mercado já está saturado; já nesse novo projeto, o minério será vendido em 40#, mercado em ascensão devido ao aumento da capacidade de moagem das cerâmicas com o advento do porcelanato.

O preço de venda dos rejeitos é de R\$ 12,00 e R\$ 8,00 por tonelada, para areia e argila, respectivamente. Esse preço foi obtido através de consulta simples de três fornecedores diferentes para cada produto.

4.3.1.4 Dólar

O dólar de projeto será R\$ 3,83.

4.3.1.5 Taxa mínima de atratividade

As premissas para o cálculo da Taxa Mínima de Atratividade estão listadas abaixo:

- LTN (Previsão para 2017) = 13,98%
- Inflação (Previsão para 2017) = 5,17%

- $\beta = 1,00$ (Empreendimento de Risco Moderado)
- $RM = 12\%$

O primeiro passo é obter a taxa livre de risco (RF):

- $RF = LTN - INFLAÇÃO = 13,98\% - 5,17\% = 8,81\%$

Com a taxa livre de risco, juntamente com as outras premissas, podemos obter a TMA:

- $TMA = RF + \beta (RM - RF) = 8,81\% + 1,00 (12\% - 8,81\%) = 12\%$

4.3.1.6 Custos de capital e operacionais

O *software* Sherpa for Surface Mines nos forneceu os seguintes resultados:

Figura 29 - Levantamento custos de lavra (US\$) SHERPA

| Total Project Cost Summary | | | | | |
|---|--------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Operating Costs (per metric ton ore) | | | | | |
| Supplies | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| Hourly Labor | 0.00 | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.29 |
| Salaried Labor | 0.00 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| Equipment Operation | 0.00 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 |
| Miscellaneous | 0.00 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| Total Operating Costs | \$0.00 | \$3.67 | \$3.67 | \$3.67 | \$3.67 |
| Capital Costs (annual expenditure) | | | | | |
| Equipment Purchase | \$3,176,600 | | | | |
| Pre-Production Development | 754,786 | | | | |
| Mine Facilities | 1,174,667 | | | | |
| Working Capital | | 29,174 | | | |
| Engineering & Management | 773,861 | | | | |
| Contingency | 587,991 | | | | |
| Total Capital Costs | \$6,467,904 | \$29,174 | | | |

Fonte: Dados do autor (SHERPA, 2017).

A alternativa de custos de investimento (CAPEX) e operacionais (OPEX) que será avaliada para lavra, terá como base valores de prestadores de serviço para mineração de matérias-primas cerâmicas em Santa Catarina. Portanto, o investimento será nulo, e o valor cobrado por tonelada será de R\$ 12,00.

É importante deixar claro, que por se tratar de um minério com baixa espessura de cobertura, a lavra é feita de imediato, juntamente com a retirada dos estéréis.

Tabela 17 - CAPEX e OPEX planta de beneficiamento

| | CUSTO DE AQUISIÇÃO (US\$) | CUSTO OPERACIONAL (US\$/h) |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 2 MOEGAS | 28.560,00 | 0,90 |
| 2 CORREIAS TRANSPORTADORAS | 15.240,00 | 2,40 |
| 7 CORREIAS TRANSPORTADORAS | 32.300,00 | 3,25 |
| PENEIRA VIBRATÓRIA LAVADOR | 49.500,00 | 2,78 |
| LAVADOR ESPIRAL | 29.270,00 | 2,02 |
| SECADOR | 184.600,00 | 26,34 |
| BRITADOR VSI | 99.000,00 | 22,51 |
| PENEIRA VIBRATÓRIA BRITAGEM | 42.900,00 | 2,41 |
| AEROSSEPARADOR 1 | 108.850,00 | 4,35 |
| AEROSSEPARADOR 2 | 63.800,00 | 2,76 |
| AEROSSEPARADOR MOAGEM | 63.800,00 | 2,76 |
| 2 SEPARADORES MAGNÉTICOS | 190.500,00 | 6,52 |
| MOINHO DE SEIXOS | 514.800,00 | 59,97 |
| SISTEMA DE DESPOEIRAMENTO | 71.690,00 | 4,72 |
| TOTAL | 1.494.810,00 | 143,69 |

Fonte: Dados do autor (2017).

Tabela 18 - Custos extra projeto

| ITEM | MULTIPLICADOR | CUSTO (US\$) |
|--|---------------|--------------|
| Aquisição de Equipamentos | - | 1.494.810,00 |
| Instalação dos Equipamentos | 0,17 | 254.117,70 |
| Instalação da Tubulação | 0,07 | 104.636,70 |
| Instalação Elétrica | 0,13 | 194.325,30 |
| Instrumentação | 0,03 | 44.844,30 |
| Obras Civas Planta de Beneficiamento | 0,15 | 224.221,50 |
| Prédios Auxiliares | 0,07 | 104.636,70 |
| Serviços para Planta de Beneficiamento | 0,07 | 104.636,70 |
| Preparação do Local | 0,03 | 44.844,30 |
| Custos de Engenharia e Administrativos | 0,12 | 179.377,20 |
| TOTAL | | 1.255.640,40 |

Fonte: Dados do autor (2017).

Já que não haverá investimento em lavra, somando os totais da Tabela 17 e da Tabela 18, tem-se o custo total de investimento, que é de 2.750.450,40. O custo operacional de lavra é R\$ 12,00/ton e o de beneficiamento é US\$ 143,69/h. Com isso têm-se um custo operacional total de US\$ 1.636.920,00/ano. Na Tabela 19 temos o resumo dos cenários de custos de capital.

4.3.1.7 Receitas

Receita Feldspato Esmalte = $(2.000 \text{ ton} \times \text{R\$ } 470,00 \times 12) / \text{R\$ } 3,83 = \text{US\$ } 2.945.169,71 / \text{ano}.$

Receita Feldspato Massa = $(4.000 \text{ ton} \times \text{R\$ } 150,00 \times 12) / \text{R\$ } 3,83 = \text{US\$ } 1.879.895,56 / \text{ano}.$

Receita Rejeito Areia = $(6.750 \text{ ton} \times \text{R\$ } 12,00 \times 12) / \text{R\$ } 3,83 = \text{US\$ } 253.785,90 / \text{ano.}$

Receita Rejeito Argila = $(2.250 \text{ ton} \times \text{R\$ } 8,00 \times 12) / \text{R\$ } 3,83 = \text{US\$ } 56.785,90 / \text{ano.}$

Portanto, a Receita Total é de US\$ 5.135.248,04 por ano.

4.4 FLUXO DE CAIXA

Tabela 19 - Fluxo de caixa análise determinística

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 16 |
|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| RECEITA | | \$ 5,135,248.04 | \$ 5,135,248.04 | \$ 5,135,248.04 | \$ 5,135,248.04 |
| OPEX | | \$ 1,636,920.00 | \$ 1,636,920.00 | \$ 1,636,920.00 | \$ 1,636,920.00 |
| CAPEX | \$ 1,375,225.20 | \$ 1,375,225.20 | | | |
| RECEITA TRIBUTÁVEL | | \$ 410,819.84 | \$ 410,819.84 | \$ 410,819.84 | \$ 410,819.84 |
| I.R. (15%) | | \$ 96,438.63 | \$ 109,754.56 | \$ 109,754.56 | \$ 109,754.56 |
| COFINS | | \$154,057.44 | \$ 154,057.44 | \$ 154,057.44 | \$ 154,057.44 |
| CSLL | | \$ 36,973.79 | \$ 36,973.79 | \$ 36,973.79 | \$ 36,973.79 |
| CEFEM | | \$102,704.96 | \$ 102,704.96 | \$ 102,704.96 | \$102,704.96 |
| PIS | | \$ 33,379.11 | \$ 33,379.11 | \$ 33,379.11 | \$ 33,379.11 |
| ICMS | | \$ 872,992.17 | \$ 872,992.17 | \$ 872,992.17 | \$ 872,992.17 |
| CASH FLOW | \$ -1,375,225.20 | \$ 826,556.74 | \$ 2,188,466.01 | \$ 2,188,466.01 | \$ 2,188,466.01 |
| SOM. CASH FLOWS | \$ -5,882,353.48 | \$ -548,668.46 | \$ 1,639,797.55 | \$ 3,828,263.56 | \$ 30,089,855.70 |
| CASH FLOW ATUALIZADO | \$ -1,227,879.64 | \$ 658,925.97 | \$ 1,557,706.88 | \$ 1,390,809.71 | \$ 356,986.21 |
| SOM. CASH FLOWS ATUALIZADOS | \$ -4,782,401.20 | \$ -568,953.67 | \$ 988,753.21 | \$ 2,379,562.92 | \$ 10,994,758.77 |

Fonte: Dados do autor (2017).

4.5 VPL, TIR E PAY BACK

A análise econômica determinística apresentou um valor atual de US\$ 10.994.758,77; Taxa Interna de Retorno de 108% e um retorno do investimento (*Pay Back*) de 2,54 anos.

4.6 ANÁLISE DE CENÁRIOS

As análises de cenário, para valor presente líquido, onde foram avaliados casos com diferentes valores de custo de capital, custo operacional, dólar, produção e receita; em relação à TMA estão apresentadas na sequência. Em cada análise

(Tabelas 20 a 24), o caso base está em amarelo, o melhor cenário em verde e o pior cenário em vermelho.

Tabela 20 - Análise de cenário CAPEX

| | CAPEX -50% | CAPEX -25% | CAPEX 0% | CAPEX +50% | CAPEX +85% |
|----------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| TMA -30% | \$16,129,784.02 | \$15,516,686.36 | \$ 14,903,588.71 | \$ 13,677,393.40 | \$ 12,819,056.68 |
| TMA -15% | \$13,950,033.49 | \$13,353,344.87 | \$ 12,756,656.25 | \$ 11,563,279.01 | \$ 10,727,914.94 |
| TMA 0% | \$12,156,859.09 | \$11,575,808.90 | \$ 10,994,758.72 | \$ 9,832,658.34 | \$ 9,019,188.08 |
| TMA +15% | \$10,669,144.66 | \$10,103,012.40 | \$ 9,536,880.14 | \$ 8,404,615.63 | \$ 7,612,030.47 |
| TMA +30% | \$9,424,821.92 | \$8,872,933.09 | \$ 8,321,044.26 | \$ 7,217,266.60 | \$ 6,444,622.24 |

Fonte: Dados do autor (2017).

Pela Tabela 20, podemos perceber a influência direta do investimento no retorno do projeto, e que, apesar disso, ainda se torna viável.

Tabela 21 - Análise de cenário OPEX

| | OPEX -30% | OPEX -15% | OPEX 0% | OPEX +15% | OPEX +30% |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| TMA 08% | \$ 18,795,583.67 | \$ 16,849,586.19 | \$ 14,903,588.71 | \$ 12,957,591.23 | \$ 5,960,722.96 |
| TMA 10% | \$ 16,152,259.07 | \$ 14,454,457.66 | \$ 12,756,656.25 | \$ 11,058,854.84 | \$ 6,891,028.14 |
| TMA 12% | \$ 13,981,055.22 | \$ 12,487,906.97 | \$ 10,994,758.72 | \$ 9,501,610.46 | \$ 8,008,462.21 |
| TMA 14% | \$ 12,182,732.15 | \$ 10,859,806.14 | \$ 9,536,880.14 | \$ 8,213,954.14 | \$ 9,361,053.43 |
| TMA 16% | \$ 10,681,365.56 | \$ 9,501,204.91 | \$ 8,321,044.26 | \$ 7,140,883.61 | \$ 11,011,593.75 |

Fonte: Dados do autor (2017).

Pela Tabela 21, podemos perceber a influência direta do custo operacional no retorno do projeto, e que, apesar disso, ainda se torna viável.

Tabela 22 - Análise de cenário dólar

| | DÓLAR -50% | DÓLAR -25% | DÓLAR 0% | DÓLAR +15% |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| TMA 08% | \$ 45,277,339.52 | \$ 25,028,172.29 | \$ 14,903,588.71 | \$ 10,347,526.11 |
| TMA 10% | \$ 39,256,483.44 | \$ 21,589,931.96 | \$ 12,756,656.25 | \$ 8,781,682.19 |
| TMA 12% | \$ 34,300,294.05 | \$ 18,763,270.48 | \$ 10,994,758.72 | \$ 7,498,928.44 |
| TMA 14% | \$ 30,185,532.14 | \$ 16,419,764.13 | \$ 9,536,880.14 | \$ 6,439,582.36 |
| TMA 16% | \$ 26,741,369.01 | \$ 14,461,152.50 | \$ 8,321,044.26 | \$ 5,557,995.57 |

Fonte: Dados do autor (2017).

A Tabela 22 nos mostra uma aparente alta dependência do projeto ao valor do dólar. Entretanto, isso se deve ao fato de o fluxo de caixa estar dolarizado. Por se tratar de uma mina de pequeno porte, com equipamentos de lavra e beneficiamento encontrados no mercado nacional, o projeto não estará totalmente atrelado ao dólar.

Um aumento no valor desta moeda influenciará indiretamente na economia, e conseqüentemente nas vendas e produção desta mina.

Tabela 23 - Análise de cenário produção

| | PRODUÇÃO -50% | PRODUÇÃO -25% | PRODUÇÃO 0% |
|---------|-----------------|------------------|------------------|
| TMA 08% | \$ 6,203,371.59 | \$ 10,553,480.18 | \$ 14,903,588.71 |
| TMA 10% | \$ 5,166,080.71 | \$ 8,961,368.50 | \$ 12,756,656.25 |
| TMA 12% | \$ 4,319,151.92 | \$ 7,656,955.34 | \$ 10,994,758.72 |
| TMA 14% | \$ 3,622,307.50 | \$ 6,579,593.84 | \$ 9,536,880.14 |
| TMA 16% | \$ 3,044,750.74 | \$ 5,682,897.52 | \$ 8,321,044.26 |

Fonte: Dados do autor (2017).

A Tabela 23 evidencia que o projeto é mais dependente da produção total em relação aos custos de investimento e de operação, mas, ainda terá um retorno positivo e interessante.

Tabela 24 - Análise de cenário receita

| | RECEITA -10% | RECEITA 0% | RECEITA +15% | RECEITA +30% |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| TMA 08% | \$ 11,866,213.64 | \$ 14,903,588.71 | \$ 19,459,651.36 | \$ 24,015,713.96 |
| TMA 10% | \$ 10,106,673.55 | \$ 12,756,656.25 | \$ 16,731,630.36 | \$ 20,706,604.41 |
| TMA 12% | \$ 8,664,205.20 | \$ 10,994,758.72 | \$ 14,490,589.04 | \$ 17,986,419.32 |
| TMA 14% | \$ 7,472,014.95 | \$ 9,536,880.14 | \$ 12,634,177.96 | \$ 15,731,475.75 |
| TMA 16% | \$ 6,479,011.80 | \$ 8,321,044.26 | \$ 11,084,092.99 | \$ 13,847,141.69 |

Fonte: Dados do autor (2017).

A Tabela 24 mostra uma forte dependência do projeto com as receitas. Apesar de uma queda de 10% ainda viabilizar o projeto, uma maior retração do mercado tende a inviabilizar o projeto.

A Tabela 25 apresenta o melhor caso, onde todas as variáveis estão o mais otimista possível, ou seja, com aumento da receita possibilitado por um aumento de preço em uma alta demanda do mercado consumidor; por uma queda do dólar, que neste projeto reflete-se em utilizar equipamentos nacionais; por uma diminuição do investimento, ou seja, utilizando equipamentos seminovos e já existentes na empresa; e por um custo menor devido à otimização da operação. E o pior caso, que representa o mais pessimista possível, ou seja, com queda da receita através duma retração no mercado consumidor; aumento do dólar, que neste projeto reflete-se em aumento do preço dos equipamentos; aumento do capital investido através de lavra própria;

aumento de custo operacional por má execução do projeto; e queda da produção causada por grave retração do mercado.

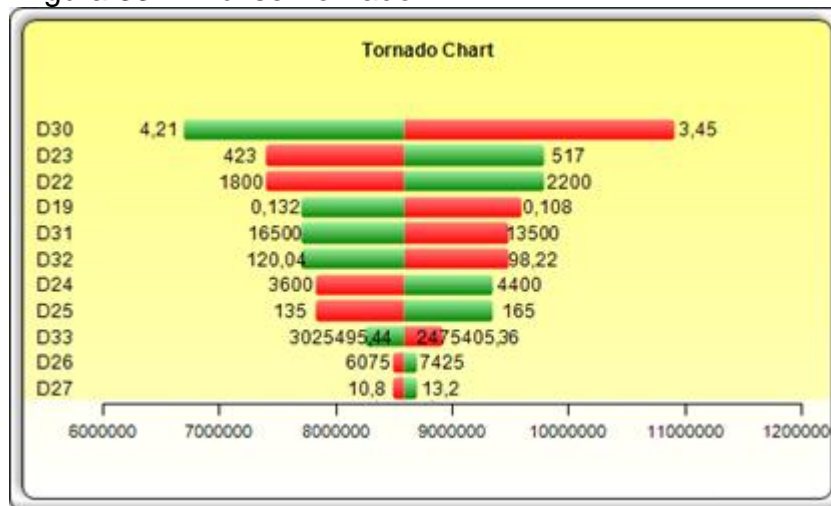
Tabela 25 - Análise de cenários resumo

| | VPL | TIR | PAYBACK | RECEITA | DÓLAR | CAPITAL | CUSTO | PRODUÇÃO |
|-------------|-------------------|-------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
| PIOR CASO | \$ -11,507,395.61 | - | - | -10% | +15% | +85% | +30% | -50% |
| CASO BASE | \$ 10,994,758.77 | 108% | 2.54 | - | - | - | - | - |
| MELHOR CASO | \$ 52,800,040.72 | 2460% | 1.43 | 30% | -50% | -50% | -30% | - |

Fonte: Dados do autor (2017).

4.7 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Figura 33 - Análise Tornado



Fonte: Dados do autor (2017).

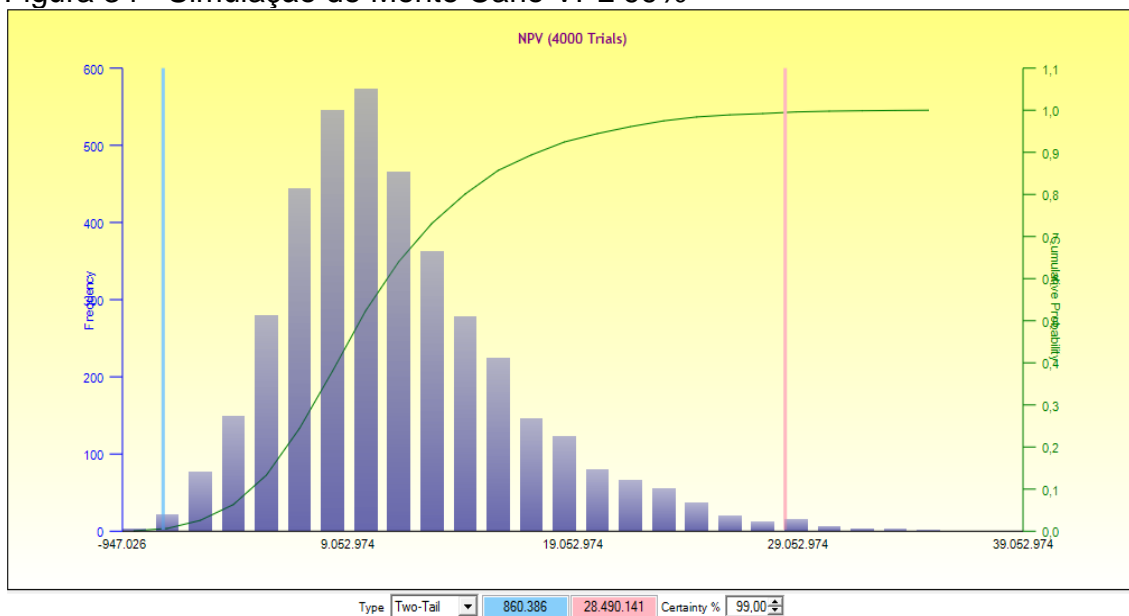
Onde:

- D30: Dólar;
- D23: Preço Feldspato Esmalte;
- D22: Produção Feldspato Esmalte;
- D19: TMA;
- D31: Produção Total;
- D32: Custo Operacional;
- D24: Produção Feldspato Cerâmico;
- D25: Preço Feldspato Cerâmico;
- D33: Custo de Investimento;
- D26: Produção Rejeito Areia;
- D27: Preço Rejeito Areia.

A Figura 33 nos mostra uma grande dependência do projeto da produção e do preço do feldspato para esmalte. Caso haja uma grande retração do mercado consumidor, afetará gravemente o andamento das atividades. Já o dólar, apesar de aparecer no gráfico de tornado pelo fato de o fluxo de caixa estar dolarizado, não influenciará com tanta intensidade, refletindo apenas indiretamente na economia brasileira. Quanto a TMA e ao custo operacional, apesar de figurarem entre os itens que mais sensibilizam, são mais fáceis de controlar, sendo que a primeira depende do retorno desejado do investimento e o segundo, através de uma operação bem executada.

4.8 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

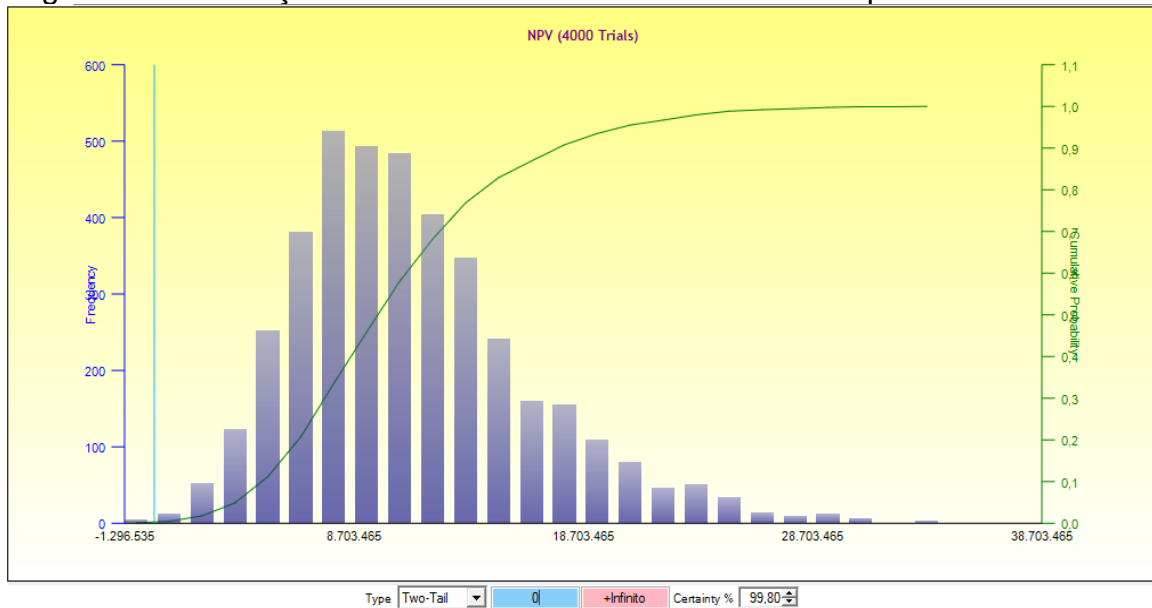
Figura 34 - Simulação de Monte Carlo VPL 99%



Fonte: Dados do autor (2017).

A Figura 34 confirma a viabilidade do projeto, já que existe a probabilidade de 99% de o valor presente líquido estar entre US\$ 860.386,00 e US\$ 28.490.141,00.

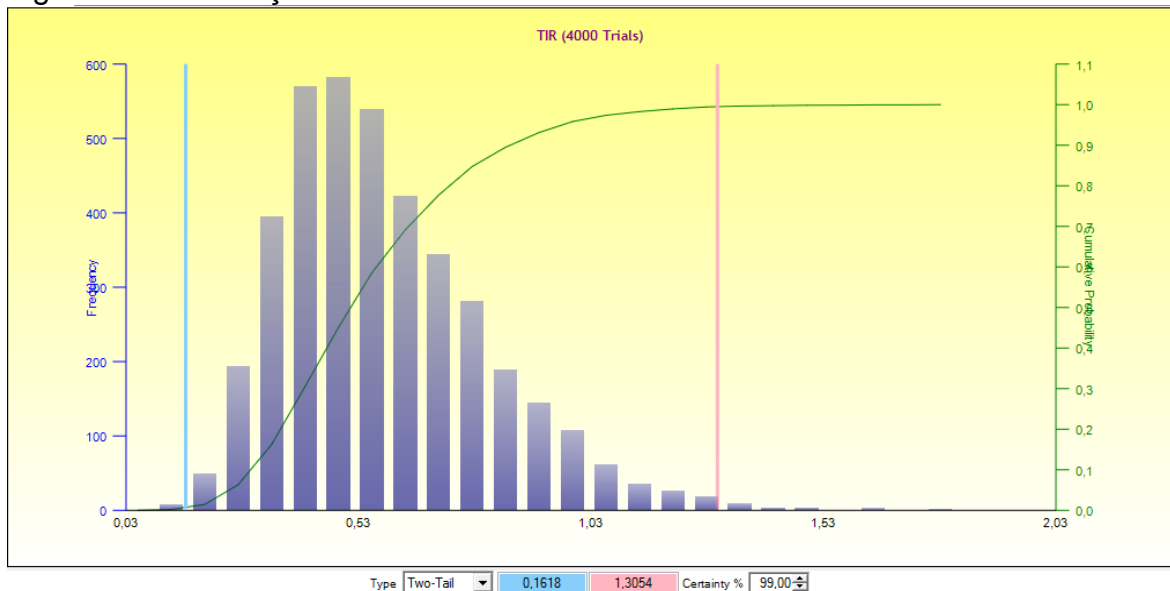
Figura 30 - Simulação de Monte Carlo/Probabilidade de ser positivo VPL



Fonte: Dados do autor (2017).

A Figura 35 apresenta a probabilidade de o valor presente líquido ser positivo, que é de 99,8%. Isso aponta que o projeto é seguro e que o risco de insucesso é praticamente nulo.

Figura 36 - Simulação de Monte Carlo TIR 99%



Fonte: Dados do autor (2017).

A Figura 36 confirma a viabilidade do projeto, já que existe a probabilidade de 99% de a taxa interna de retorno estar entre 16,18% e 130,54%.

5 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste estudo é verificar a viabilidade deste empreendimento através de técnicas como modelo de Porter aplicado, análise determinística, análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.

A viabilidade técnica do empreendimento está confirmada, embasada na qualidade do feldspato beneficiado e na análise de mercado consumidor.

Em princípio, a análise determinística apresenta resultados satisfatórios, com um fluxo de caixa positivo e de valor considerável, assim como uma TIR elevada e rápido *payback*.

Já na análise de cenários, pode-se perceber que é necessário haver cautela, pois existem possibilidades de que hajam perdas no caso de alguns reveses.

É expressiva a dependência da taxa de produção e do preço do feldspato para esmaltes. Logo em seguida, mas também muito importante, vem a dependência da Taxa Mínima de Atratividade, da produção total, do custo operacional, da produção e do preço do feldspato cerâmico. Por fim, com influência um pouco menor, vem o custo de investimento.

A simulação de Monte Carlo, o método mais robusto utilizado, demonstra que existem boas probabilidades de o projeto obter lucro.

Analisando todo o escopo, percebe-se que o projeto é promissor, porém, devido à alta dependência da taxa de produção de feldspato para esmalte, ou seja, das vendas deste produto, na economia atual não é atrativo.

Devido à crise econômica enfrentada pelo Brasil, torna-se necessário reavaliar o projeto futuramente incluindo o risco país. Também é interessante a realização de um estudo de mercado pormenorizado e uma diminuição das incertezas relativas à etapa de pesquisa da jazida.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Apesar de notar-se durante a construção desta dissertação que se trata de um projeto bastante sólido, o momento de crise econômica que o país está passando inviabilizaram este projeto.

Portanto, uma nova análise econômica deverá ser rodada no futuro, com parâmetros e valores atualizados para reavaliar a viabilidade do empreendimento.

Recomenda-se assim que houver uma melhora na economia, o projeto seja executado, pois este empreendimento tornar-se-á viável e lucrativo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. S. M; LINS, L. S; BORGES, V. L. **Contabilidade Tributária**. São Paulo: Atlas, 2013, p. 1; p. 19; p. 24; p. 133.

ANDREUZZA, M. G. S. B. **Apostila Curso Planejamento Estratégico**. Brasília: SAGRES, 2008, p. 22.

AUMOND, J. S; BATISTELLO, M. S. **Descoberta de Novo Fundente Cerâmico: Granodiorito Valsungana**. Balneário Camboriú: Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, 1980, p. 2416-2418; p. 2421.

BATALHA, M. O. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, p.103-104; p.189.

BOVESPA. **Introdução e gestão de risco**. Bolsa de Valores de São Paulo, 2012, p. 1-4.

CALDASSO, A. L. S. et al. **Os granitoides Valsungana, Guabiruba e Faxinal no contexto dos metamorfitos do Complexo Brusque, Santa Catarina**. Belém: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, 1988, p. 1105-1106.

CHAVES, A. P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**. Vol. 4. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, p. 371.

CORREIO BRAZILIENSE. **Economia**. 2016. Disponível em: <<http://www.correiobraziliense.com.br/>>. Acesso em: 24 maio 2016.

COSTMINE. **Mine and Mill Equipment Costs**. Spokane Valley: Infomine USA Inc, 2014.

EHRlich, P. J; de MORAES, E. A. **Engenharia Econômica**. São Paulo: Atlas, 2015.

FERREIRA, R. J. **Contabilidade de Custos**. Rio de Janeiro: Ferreira, 2016, p. 24; p. 47.

HESS, G; MARQUES, J. L; PAES, L. C. R.; PUCCINI, A. **Engenharia Econômica**. São Paulo: DIFEL, 1984, p. 38-39 p. 41; p.51; p.54; p. 69; p. 71-73.

ISTO É DINHEIRO. **Economia: dólar**. Edição nº 103111.08, 2016. Disponível em: <<http://www.istoedinheiro.com.br/>>. Acesso em: 24 maio 2016.

KAUFFMAN, R. A; VAN DYK, D. **Feldspars**. In: Industrial Mineral and Rocks, Donald D. Carr, Senior Editor, 6. ed. SMME, Littleton, Colorado, 1994, p.473-481.

LIRA, H. L; NEVES, G. A. **Feldspatos: conceitos, estrutura cristalina, propriedades físicas, origem e ocorrências, aplicações, reservas e produção**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. Campina Grande: UFCG, 2013.

LUZ, A. B da; COELHO, J. M. **Rochas e Minerais Industriais**. Rio de Janeiro: CETEM, 2005, p. 416-419; p. 421-422.

MAGRETTA, J. **Entendo Michael Porter – O guia essencial da competição e estratégia**. Barueri: HSM, 2012, p. 34-35; p. 41; p. 43-45; p. 49-50; p. 52-53; p. 55-56; p. 58; p. 60; p. 62; p. 64; p. 71; p. 80; p. 82; p. 84-86; p. 99-100.

MARANHÃO, R. J. L. **Introdução à Pesquisa Mineral**. Fortaleza: BNB. ETENE, 1983, p. 361.

PETTER, R. A. **A Técnica de análise de risco econômico aplicada a diferentes cenários de investimentos, estudo de casos**: minas de elementos terras raras, reciclagem de rejeitos de material de demolição e construção civil. Dissertação de Mestrado - UFRGS. Porto Alegre, 2015.

PINTO, U. R. **Consolidação da Legislação Mineral e Ambiental**. Brasília: LGE Editora, 2008, p. 42.

SHERPA. Version 3.10. **Cost Estimating Software for Surface Mines Spokane: Aventurine Engineering INC**, 2010.

THE ECONOMY FORECAST AGENCY. **Introduction about us**: The Economy Forecast Agency (EFA). 2017. Disponível em: <<https://longforecast.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

VASCONCELLOS, M. A. S; GARCIA, M. E. **Fundamentos de Economia**. São Paulo: Saraiva, 2014, p. 30-31; p. 39; p. 41-42.

VELHO, J. P. **Mineralogia Industrial – Princípios e Aplicações**. Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 2005, p. 205; p. 207-209.