Sumário Executivo

Estudo de Mina Subterrânea do Projeto Mina do Barroso

Minesure Pty Ltd
9 de outubro de 2019

Introdução

A Minesure Pty foi solicitada pela Savannah Resources Plc para compilar um estudo que avaliasse a viabilidade da exploração da mineralização do Grandão através de métodos de lavra subterrânea.

O projeto da Mina do Barroso está localizado na freguesia de Covas do Barroso, município de Boticas, distrito de Vila Real, entre a Serra do Barroso e o rio Tâmega, a cerca de 12 km do sudoeste de Boticas, na parte norte de Portugal.

As sondagens de prospeção identificaram um recurso de 17,7Mt com um teor médio de 1,1 % Li_2O e um teor de corte de 0,5% Li_2O. Em 2018, a Hatch concluiu um estudo de definição de âmbito para determinar a viabilidade da exploração do depósito a céu aberto. O depósito está próximo da superfície e é passível de ser explorado a céu aberto.

Métodos mineiros

Nicholas (1981) concebeu um sistema para avaliar numericamente qual o método de exploração subterrânea que daria os melhores resultados. O sistema classifica os métodos de exploração de acordo com os seguintes critérios:

- Características do corpo mineralizado;
- Características geotécnicas do teto;
- Características geotécnicas da zona mineralizada;
- Características geotécnicas do muro.

Com base nos critérios de Nicholas, foi considerado como mais adequado um sistema que utiliza métodos de corte e enchimento (*cut and fill*). Este método envolve a extração de minério em câmaras e, em seguida, o enchimento do vazio com estéril cimentado. Tipicamente, a dimensão de cada câmara pode ter 20 m de largura, 30m a 40m de altura e cerca de 50m de comprimento, dependendo da geometria do depósito. O minério de uma câmara é extraído usando perfuração *long hole*, desmonte e após a remoção de todo o minério, o vazio é preenchido com estéril.

O corpo principal de Grandão tem uma espessura real de 20m, no entanto a altura vertical é de aproximadamente 30m, o que é muito favorável a desmontes vazios por pisos (*long hole open stoping*).

Rampa de acesso

A topografia acima dos corpos pegmatíticos é ingreme, inclinando de leste para oeste. A rocha acima do primeiro nível de desenvolvimento proposto está um pouco meteorizada e é provavelmente demasiado instável para acomodar a exploração subterrânea. Para o acesso inicial às zonas mineralizadas, uma rampa ligeiramente inclinada será escavada da superfície a oeste da zona mineralizada para uma posição no muro do depósito. A partir daí, a rampa será escavada através do muro. Uma vez que o depósito mergulha cerca de 30°, a rampa de acesso consistiria em voltas alongadas em vez de uma espiral, de forma a seguir o mesmo mergulho. A rampa teria um gradiente de -14% (-1 em 7) e teria um perfil de 6,5 m por 5,5 m, que acomodaria *dumpers* de 30 toneladas de tração integral (AWD).

Um poço de ventilação seria escavado perto da rampa para fornecer ventilação. Acessos perpendiculares seriam construído a partir da rampa para intersectar o poço.

Acesso ao corpo mineralizado

Galerias horizontais seriam escavadas ao longo da rampa em intervalos verticais de 30m para intersectar o muro do corpo mineralizado. Uma galeria do muro seria escavada paralelamente ao muro do depósito a cerca de dez metros do contacto ao longo de todo o seu comprimento. O objetivo desta galeria é proporcionar acesso permanente para extrair o minério para o nível acima e, posteriormente, preencher com estéril.

Galerias perpendiculares seriam escavadas do muro até ao minério em intervalos horizontais de 50 m para determinar as posições do muro e do teto. Uma galeria de minério seria então explorada no centro do corpo mineralizado ao longo de todo o seu comprimento. Estas galerias de minério vão fornecer acesso às câmaras acima. Quando a largura do minério exceder 30 metros é necessário dividir a câmara e fazer a sua exploração como duas entidades distintas.

O sistema de galerias é repetido a meia altura da câmara e na base da câmara. A galeria de minério que está a meia altura da câmara é usada também para perfuração *long hole* e as galerias na parte inferior são utilizadas para extrair o minério desmontado.

Perfuração e desmonte

A perfuração *long hole* seria efetuada por sondas especializadas que são controladas por computador para garantir a precisão na colocação dos furos. O padrão de perfuração consiste numa série de anéis de furos perfurados radialmente a partir da galeria e estendem-se até ao perímetro da câmara. O número de perfurações necessárias dependerá da dureza da rocha.

Os anéis de perfuração são detonados sequencialmente para fraturar o minério ao longo da frente, no entanto, uma face livre precisa de ser criada antes da detonação do primeiro anel. A face livre (slot) é estabelecida perfurando um furo “piloto” utilizando a sonda de *long hole*. Os furos à volta do furo piloto são carregados e detonados sequencialmente para criar a face livre. A face livre aumenta de dimensões à medida que a perfuração e detonação dos furos avançam, que a alargam até atingir toda a largura do minério.

Carga do minério

O minério fraturado cai para o nível inferior da câmara. Uma pá carregadora frontal é usada para recuperar o minério e este é carregado diretamente num *dumper* ou armazenado num local subterrâneo designado para posterior transporte. As pás carregadoras poderão ser operadas remotamente, pois será necessário que estas entrem na câmara.

Transporte de material

O minério das câmaras será carregado em *dumpers* de 30 toneladas e transportado para o stock da mineralização bruta. O estéril resultante das atividades de desenvolvimento será armazenado em subterrâneo sempre que possível ou armazenados na superfície para posterior utilização na reabilitação. Propõe-se que uma grande parte, se não todo o estéril seja para utilizado no enchimento das câmaras.

Enchimento com estéril

Para manter a estabilidade do subsolo e maximizar a recuperação do minério, será necessário preencher as câmaras vazias com um enchimento cimentado. Tal irá providenciar suporte ao teto e um telhado sólido para que os trabalhos continuem por baixo das câmaras exploradas. Prevê-se que o enchimento inclua uma mistura de cimento, rejeitados e rochas estéreis. Estes materiais terão de ser misturados numa unidade designada e transportados para as áreas subterrâneas pelos *dumpers*. Algumas infraestruturas terão de ser construídas para remover os materiais finos dos rejeitados, britar a rocha para um tamanho adequado e misturar o cimento para as especificações necessárias. Prevê-se que o enchimento com estéreis ocorra simultaneamente com a produção de minério utilizando diferentes câmaras.

Estimativa de Produtividade

Estão previstas entre dez e doze câmaras para cada nível e propõe-se explorar pelo menos dois níveis ao mesmo tempo. Dado o número de faces disponíveis, deverá ser possível extrair três câmaras num só nível ao mesmo tempo. Tal daria uma taxa de produção anual potencial de 570,000 toneladas. Existem também corpos menores que serão explorados simultaneamente, o que poderá aumentar a taxa de produção anual até 750,000tpa e este alvo será utilizado para fins de faseamento.

Estimativa potencial do inventário mineiro

A quantidade e a geometria do inventário são determinadas pela distribuição de teor através do depósito e pela facilidade de os materiais serem extraídos economicamente.

Estimativa do teor de corte

O teor de corte económico é determinado a partir dos vários fatores, como o custo de produção e o preço do produto. A maioria dos custos e fatores foram adotados do estudo de definição âmbito de abril de 2019. O custo de extração subterrânea utilizado na estimativa do teor de corte baseia-se numa avaliação comparativa dos custos de exploração unitários de várias operações subterrâneas semelhantes. Estima-se que o teor de corte seja de 1% Li_2O.

Inventário Estimado

Os recursos inferidos foram incluídos nesta estimativa com base no facto de mostrarem potencial para que o projeto de se estenda em profundidade. O depósito aflora na superfície, mas a sua porção superficial está meteorizada numa extensão variável até à cota 490m. É pouco provável que esta porção possa ser explorada com segurança por métodos subterrâneos, pelo que se propõe deixá-la intacta e recuperá-la através de métodos de lavra a céu aberto. Tendo em conta os limites verticais referidos, um teor de corte de 1,0% Li_2O e apenas os recursos JORC, estima-se que o inventário não diluído seja de 7,6Mt com teor médio de 1,24% Li_2O.

Estimativa de custos do projeto

Custos de capital

Os principais custos da lavra subterrânea, assumindo a exploração através de empreiteiros, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1
Custos de capital estimados

Item	**$M**
Mobilização e estabelecimento	2.0
Desenvolvimento	43.9
Maquinaria e equipamentos	2.0
Definição de minério	1.0
Unidade de enchimento	2.5
Desmobilização	0.7
Total	**52.0**

Custos operacionais

Os custos operacionais foram estimados com base nos recentes preços dos empreiteiros para um projeto de dimensão semelhante. Os custos associados à extração de estéreis foram capitalizados. Considera-se que os custos associados ao desenvolvimento mineiro no minério e o desmonte por câmaras são considerados como operacionais.

São necessários aproximadamente 12,700m de desenvolvimento horizontal no minério. Este desenvolvimento produzirá 840kt de minério que é transportado para a superfície. A maioria dos 6,7 Mt de minério é produzida através das atividades de desmonte por câmaras, o que requer a perfuração de 1.5 milhões de metros lineares em *long hole* ao longo de 11 anos de vida da mina.

O material de enchimento com estéril terá 5% de cimento na composição, de modo a criar resistência suficiente para fornecer uma área de trabalho segura. Estima-se um custo de $15M ao longo da vida do projeto.

A equipa da empresa prestará supervisão e apoio técnico e incluirá doze pessoas para 24 horas de trabalho por dia. O custo associado é de $1.0M por ano.

As quantidades e os custos das atividades operacionais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2
Custos operacionais estimados

Item	Unidade	Quantidade	Custo $M
Desenvolvimento	km	12.7	235.0
Produção	Mt	6.7	100.3
Enchimento	Mt	6.0	15.0
Total			350.2

Custos de capital e operacionais

O total estimado de custos de capital e operacionais são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3
Custos estimados de capital e operacionais

Item	$M	Custo unitário $/t minério
Capital	52.0	6.90
Funcionamento	350.2	46.70
Total	402.2	53.60

Análise de Fluxos de Caixa

Foi elaborado um modelo anual de fluxo de caixa que utiliza os custos e produtividades estimados neste estudo e os utilizados no modelo de fluxo de caixa de abril de 2019.

Receitas

Há uma *royalty* bruta do Estado de 3%, paga por toda a espodumena enviada. O preço da espodumena (6% Li_2O) utilizado neste estudo é de $679/t para o qual $20,37 é subtraído para a *royalty*. A recuperação metalúrgica estimada é de 80%, o que significa que 20% do lítio que é alimentado na unidade de processamento segue para as escombreiras. A empresa recebe $527 dólares por cada tonelada de espodumena que é alimentada à unidade de processamento. Este cálculo é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4
Estimativa de receitas

Item	Unidade	Valor
Preço espodumena (6%)	$	679
Royalty do Estado	%	3
Recuperação metalúrgica	%	80
Valor efetuado	$/t espodumena	526.90

Custos não mineiros

Os fatores de custo utilizados na estimativa do fluxo de caixa são apresentados na Tabela 5. Estes foram derivados do modelo de fluxo de caixa de abril de 2019.

Tabela 5
Estimativa do fator de custo não mineiro

Item	Valor $/t
Custo de tratamento	18.29
Royalty fixa	0.01
Manuseamento a jusante do produto	8.17
Custos administrativos	4.24
Total	30.71

Estimativa de Fluxos de Caixa do Projeto

As receitas e os fatores de custo foram utilizados para estimar o fluxo de caixa resultante da lavra subterrânea do projeto da Mina do Barroso. Tal é mostrado, numa base anual na Tabela 6.

Tabela 6
Estimativa de fluxos de caixa do Projeto

Item	Total	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Custo de tratamento (Li)	137.2	1.0	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.9	0.0
Royalty fixa	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Manuseamento do minério a jusante (Li)	61.3	0.5	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	5.8	0.0
Custos administrativos	31.8	0.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.0	0.0
Opex da mina	350.2	17.9	36.4	34.8	35.8	33.0	32.8	33.5	33.4	32.9	30.9	28.9	0.0
Total dos custos operacionais	580.6	19.6	59.2	57.8	58.8	56.0	55.8	56.6	56.5	55.9	53.9	50.5	0.0
Custos de capital	52.0	16.2	7.4	4.7	4.7	4.4	3.3	5.1	2.8	2.8	0.0	0.0	0.7
Custos totais	632.7	35.8	66.6	62.5	63.5	60.4	59.1	61.7	59.2	58.7	53.9	50.5	0.7
Receitas	Total	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
k't espodumena recuperada	1,127	8	113	114	113	113	114	114	112	111	110	103	0
Valor $M	593.6	4.4	59.5	59.9	59.6	59.5	59.9	60.2	59.2	58.7	58.2	54.4	0.0
Fluxo de caixa $M	-35.1	-27.4	-7.2	-2.6	-3.9	-1.0	0.8	-1.5	-0.1	0.0	4.3	3.9	-0.7

A estimativa indica que a exploração mineira do projeto resultaria num fluxo de caixa negativo de $35,1M.