

ASPECTOS GEOLÓGICOS E TRATAMENTO DE MINERIOS NA MINERAÇÃO NOSSO SENHOR DO BONFIM – LAJES - RN

MEYER, M.F.¹, SOUZA, J.B.M.², GALVÃO, M.V.D.A.³, AQUINO, R.S.D.⁴

¹Professor - IFRN. mf.meyer@hotmail.com

²Professor – IFRN. joao.batista@ifrn.edu.br

³Aluna - IFRN. mayara0213@hotmail.com

⁴Aluna - IFRN. richila.sharon@hotmail.com

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo falar sobre o regime da empresa Nosso Senhor do Bonfim em relação aos aspectos de tratamento de minérios e em segundo plano, geologia do local. Os temas aqui abordados serão divididos de acordo com sua ordem de execução. Para obtenção de informações foi feita uma visita á mineradora e como base para fundamentar nossas pesquisas foi utilizado uma tabela de perguntas, as quais visam checar, de uma forma geral, o ambiente de trabalho da empresa assim como seu modo de operacionalização e técnicas. No decorrer, os aspectos geológicos da mina, como sua localização geológica, corpos mineralizados, etapas de prospecção realizadas, entre outros aspectos. Posteriormente, serão descritas e analisadas individualmente as etapas de tratamento de minérios utilizadas, que estão divididas na mineração propriamente dita, processamento mineral, fusão e refino.

PALAVRAS-CHAVE: geologia; tratamento de minérios; refino de minérios.

ABSTRACT

This paper aims to discuss the company scheme Our Lord of Bonfim for aspects of mineral processing and in the background geology of the site. The topics discussed here are divided according to their order of execution. To obtain information was made a visit to the mining company and as a basis to support our research we used a table of questions, which aim to check, in general, the work environment of the company as well as its mode of operation and techniques. During the geological aspects of the mine, as its geological location, mineralized bodies, prospecting steps taken, among other aspects. Later, are described and analyzed individually stages of mineral processing used, which are divided in actual mining, mineral processing, smelting and refining.

KEYWORDS: geology; ore treatment; ore refining.

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem como objetivo falar sobre o regime da empresa Nosso Senhor do Bonfim em relação aos aspectos de tratamento de minérios e em segundo plano, geologia do local. Os temas aqui abordados serão divididos de acordo com sua ordem de execução.

Para obtenção de informações foi feita uma visita á mineradora e como base para fundamentar nossas pesquisas foi utilizado uma tabela de perguntas, as quais visam checar, de uma forma geral, o ambiente de trabalho da empresa assim como seu modo de operacionalização e técnicas. No decorrer, foram abordados primeiramente os aspectos gerais sobre a empresa, entre eles, a localização, a história da empresa, seu desenvolvimento, bem como os aspectos geológicos da mina, como sua localização geológica, corpos mineralizados, etapas de prospecção realizadas, entre outros aspectos. Posteriormente, serão descritas e analisadas individualmente as etapas de tratamento de minérios utilizadas, que estão divididas em: mineração propriamente dita, processamento mineral, fusão e refino.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A mineradora

A Mineradora nosso Senhor do Bonfim fica geograficamente situada no município de Lajes, no estado do Rio Grande do Norte, a 125 km de Natal, geologicamente na Província Borborema na faixa de dobramentos Seridó, com coordenadas: S 05° 74' 870" a 0 825 684 UTM / W 36° 06' 003" a 9 363 770 UTM, local com elevação 208 Km. Apresenta uma jazida polimetálica com a exploração principalmente de Tungstênio, Ouro e Bismuto, hospedados em horizontes de Skarns em mármores.

A estratigrafia do local é marcada respectivamente por pacotes de xisto e pacotes de rochas carbonáticas com intercalações de xistos e mármores (formação Seridó). A presença do corredor de cisalhamento e abatimentos preservou rochas mais antigas como o granito, o que contribuiu para a formação da Sheelita, carro chefe da empresa.

A empresa de origem goiana chegou ao município no ano de 2008 quando já deu início ás atividades de pesquisa, entretanto, a mina já possuía registros históricos de exploração desde 1979, ano em que o depósito foi descoberto dando início a uma garimpagem, bem no auge da produção de sheelita no RN, mas, no final da década de 80 as atividades foram encerradas devido à depressão dos preços do mineral.

Nos últimos anos o aumento da demanda do mercado mundial por sheelita e o aumento da cotação média do ouro ("em 2009 a cotação média atingiu US\$ 972.35/oz e responde por aproximadamente 2,0% de toda a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) arrecadada no Brasil") (DNPM – Sumário Mineral, 2008) fizeram com que a mina fosse reativada.

Os investimentos iniciais incluíram todas as etapas necessárias para o estabelecimento e operacionalização da mina: Prospecção e pesquisa mineral, estudo de viabilidade econômica e o desenvolvimento que tiveram no total duração de cerca de dois anos. Após esse período, a empresa entrou para o mercado. Atualmente, já possui no total 168 funcionários e um total de área explorada de 500 km². A mina também possui grandes investimentos em infraestrutura como: investimentos em torres de sinal, internet, água, enfermeiros, médicos, posto de saúde, energia, refeitório, banheiros, abertura de estradas para o acesso a empresa e para os corpos mineralizados e, além

disso, máquina bem desenvolvida é por esses e outros fatores que a mineradora é considerada a mais desenvolvida tecnologicamente do Rio Grande do Norte.

Além de investimentos em infraestrutura a mineradora se preocupa com o meio ambiente. No local onde está localizada a estrutura da mina há um viveiro para produzir mudas e fazer o reflorestamento com árvores nativas, árvores frutíferas e a cobertura vegetal.

2.2. Pesquisa e extração mineral

No início, a área previamente analisada e escolhida como propícia para a ocorrência foi visitada e estudada por topógrafos onde abriram uma linha de base para uma picada e a cada 50m foram abertas linhas transversais em toda a área, totalizando mais de 100km de picadas, que serviram como base para o levantamento topográfico da área. Posteriormente, o geólogo verificou essas linhas a fim de fazer o mapeamento, observando os contatos entre as rochas, definindo as estruturas presentes. Com a ajuda e supervisão do geólogo, o técnico em mineração indica onde será a abertura de trincheiras e realiza a amostragem. Todas essas práticas foram feitas para coletar informações, estudar e detectar a presença, ou não, do minério desejado. Após toda a coleta de informações-base, a equipe de campo enviou as amostras coletadas para uma análise laboratorial a fim de receber um relatório mais profundo, complexo e certificador da presença dos minerais na área, revelando quais os minerais, a quantidade, o teor, a concentração de cada mineral, entre outros. Essas primeiras informações sobre a região estudada serviram como indícios iniciais da viabilidade, do potencial, que o depósito poderia ter para futuramente tornar-se um bom negócio.

Quando são constatados indícios satisfatórios para o avanço dos estudos, como foi na mina Bonfim, os processos de sondagem começam para estudar o comportamento dos minerais em profundidade. A perfuração é do tipo exploratório ou primário e ocorre de acordo com o intervalo de ocorrência do material alvo, assim, na mina Bonfim e que atualmente está entre 10 e 5m, porém de acordo com o comportamento, que é bastante variável naquela área, “Para se ter uma ideia de como é variável, aqui já tivemos casos de fazermos um furo e termos um resultado medíocre, mas 70 cm ao lado estava um estouro de mineralização” como diz o geólogo Luiz Neto, formado pela UnB, o que reforça a importância da sondagem para todo o processo. A profundidade do furo também é um fator importante e no caso da Bonfim ela é também variável, pois o corpo mineralizado apresenta um mergulho para leste de 20°.

O resultado de todas essas perfurações gerou um banco de dados com informações relacionadas à cerca de 20.000m de sondagem, guardando testemunhos etiquetados e emplacados em caixas de madeira, indicando avanços, recuperações, profundidades; e análises de furos realizadas por um inclinômetro para acessar quando for necessário.

2.3. Tratamento de minérios

Processamento mineral trata-se do procedimento realizado após a extração do minério tendo como finalidade a beneficição, ainda que de forma bruta, separando apenas o mineral minério do rejeito, gerando material que talvez precise ser tratado a fundo para que se obtenha o produto desejado.

Existem diversas etapas decorrentes do processamento mineral que são usados de acordo com as etapas do beneficiamento e as necessidades do minério em questão. Os procedimentos utilizados na Mineradora Nosso Senhor do Bonfim foram: cominuição, britagem e separação do minério bruto. Primeiramente, o minério é despejado no britador primário, posteriormente passa por uma peneira de ¼. O material que passa sem dificuldades pela peneira é direcionado para um britador secundário, já o que fica retido, volta para o britador primário onde será rebritado.

O mesmo acontece com o britador secundário, o que estiver com granulometria abaixo de $\frac{3}{4}$ passa pela peneira e o que estiver acima volta e é britado novamente. Esse ciclo continua até que todo o material estiver com a granulometria adequada. Cada britador tem capacidade de 50 toneladas.

Após esse processo o material que ainda obtiver granulometria acima de 2 mm, chamado de sheelita grossa, é conduzido ao moinho de barras que após moer o minério o leva através de esteiras até o moinho de cone obtendo a granulometria desejada. Nesse material, podemos encontrar também o ouro, o bismuto e o telúrio, mas até o presente momento na mina, só é possível recuperar a sheelita e o ouro. A sheelita é separada por gravimetria. O processo é realizado através de mesas concentradoras que separam o minério por densidade, onde é recuperada a sheelita. Após a retirada do minério, o material restante é considerado rejeito, porém antes de ser descartado de fato, passa por um processo de lixiviação, para a retirada do minério de ouro encontrado em baixa concentração.

Todo circuito é fechado e feito a úmido, onde não há perda de água. O material que não for recuperado na primeira mesa vibratória passará para as demais até que reste somente o rejeito, este que passará pelas etapas posteriores para ser aproveitado. O material que restar depois de todos esses procedimentos será descartado.

Antes de ser descartado o material que teve contato com cianeto passa por um processo de desintoxicação. Primeiramente o material é conduzido até uma esteira com água onde será acrescentado outro material para retirar o cianeto presente. O minério pode passar por até três lavagens para que a quantidade de cianeto ainda presente possa ser descartado no meio ambiente sem grandes danos.

2.4. Fusão

Parte Relacionada Aos Processos Químicos Da Empresa Que Tem Por Finalidade Recuperar A Maior Quantidade Possível De Metais Do Concentrado De Minerais. O processo ocorre nos laboratórios, onde as amostras são fundidas através ataques ácidos com água. Ao final dissolve-se o ouro com um equipamento de absorção atômica, que não lê apenas ouro, mas também bismuto, ferro, cobre, chumbo, molibdênio e praticamente toda a tabela periódica, porém necessita de uma lâmpada específica pra analisar cada elemento.

Com o ouro, ao final obtemos resultados em partes por milhão, o mesmo que gramas por tonelada. A análise do bismuto é mais simples, pois não é necessário que a amostra esteja em estado líquido, é feito apenas um ataque ácido e a leitura de absorção atômica. A sheelita é analisada por um método via úmido no laboratório com uma série de ataques de ácidos precipitantes, e ao final quantifica o elemento por gravimetria.

2.5. Refino

O refino é o processo durante o qual um metal bruto impuro é convertido em um metal puro. Na mina Bonfim pode-se identificar as etapas de purificação e recuperação dos metais de interesse, no caso a sheelita e o ouro. Mas não tivemos acesso à área dos equipamentos de recuperação do ouro, pois é uma área bastante controlada pela segurança.

As etapas que antecedem a cianetação são as etapas para a purificação da sheelita. Essas etapas têm em comum o rompimento das estruturas cristalinas por oxidação com a adição direta ou pela geração indireta de reagentes químicos oxidantes, por ação de bactérias específicas próprias dos minérios em questão, pela ustulação dos sulfetos com geração de SO₂ e pela oxidação sob pressão.

2.6. Processo de ustulação

Ustulação é o aquecimento que provoca reações químicas entre o minério e a atmosfera da fornalha. O processo de ustulação serve para retirar o enxofre do concentrado de sheelita, pois para poder enviar o produto para fora, o concentrado de sheelita deve ter teor de enxofre abaixo de 0,5%.

O processo de ustulação ocorre através de um destilador onde o minério cai em um masca ripe (um cone), sofre o processo de destilação e em seguida cai em um carrinho. O minério já sai destilado, ou seja, já sai com a taxa menor de enxofre. Logo após, uma amostra do material destilado é levado ao laboratório para verificar a taxa de enxofre. Se a taxa de enxofre estiver menor que 0,5%, o material já está pronto para passar por outra técnica chamada de separação magnética que serve para retirar o ferro presente. Na mina Bonfim não há essa técnica e por isso o minério é levado para São Paulo e lá é feita a separação magnética, em um prazo de uma semana o material já sem ferro retorna à mina. O concentrado de sheelita deve apresentar teor de 70%, o teor de enxofre deve estar abaixo de 0,5% e o teor de sílica abaixo de 5%, apresentando essas porcentagens o produto já está pronto para ser vendido.

2.7. Processo de lixiviação

A lixiviação consiste, tipicamente, na dissolução do metal de valor de modo a separá-lo de uma grande massa de ganga com um beneficiamento mínimo do minério. Contornam-se, dessa forma, os custos associados ao tratamento do minério. O procedimento segue com processos extrativos hidrometalúrgicos. No caso da mina Bonfim o processo é para a retirada de ouro do rejeito.

Primeiramente, o rejeito é levado para os tanques de rejeito, quando esses tanques de rejeito estão cheios, a pá carregadeira leva-os para o depósito de lixiviação, primeiro processo para a retirada do ouro, e lá são formadas pilhas de rejeito. Depois das pilhas formadas, são colocadas as poças de gotejamento e mangueiras com água e esgoto para lixiviar, processo conhecido por lixiviação bacteriana, que consiste na utilização de microorganismos (bactérias) capazes de solubilizar metais através da oxidação de sulfetos metálicos.

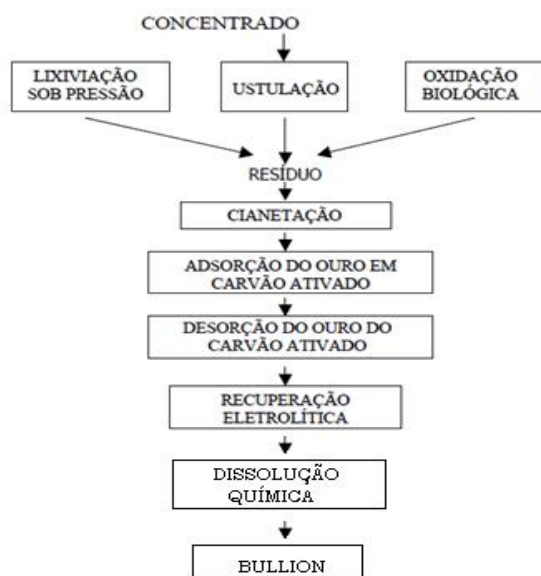


Figura 1. Processo de lixiviação.

2.8. Processo de cianetação

A dissolução do metal requer a combinação de um agente oxidante, como o oxigênio, com agentes complexantes específicos, capazes de estabilizar os íons auroso ou áurico em solução. O processo de cianetação baseia-se na capacidade do cianeto em formar um complexo muito estável com o ouro. O processo é dividido em dois tanques: um chamado de tanque rico e o outro chamado de tanque pobre. O tanque pobre é o que há quantidades de água e será usado cianeto, esse tanque será levado para as pilhas no qual o cianeto irá percolar, ele irá arrastar o ouro contido no rejeito e cairá em uma lona que por sua vez tem certo declive e levará tudo para o tanque rico que é o tanque que ficará a solução de ouro.

2.9. Adsorção do ouro em carvão ativado

Após a complexação dos metais presentes, essa solução segue para a etapa de absorção em carvão ativado, onde o cianocomplexo auroso é absorvido, seletivamente, no carvão, deixando, em solução, os demais cianocomplexos metálicos. No tanque rico, a solução é bombeada para cinco colunas chamadas de coluna A, B, C, D e que são preenchidas por carvão ativado. Na medida em que a solução rica em ouro vai passando por cada uma dessas colunas, o carvão vai retendo o ouro e pela última coluna (coluna E) sairá à solução pobre, pois todo o ouro já foi absorvido pelo carvão, essa solução pobre irá voltar para o tanque pobre e passará novamente pelo mesmo processo num circuito fechado. O carvão só está totalmente carregado de ouro quando começa a sair teor na última coluna (coluna E) no qual é coletada uma amostra que será analisada no laboratório, se sair o teor determinado significa que o carvão está saturado e deverá ser feito uma desorção: retirar o ouro que está no carvão.

2.10. Desorção do ouro do carvão ativado

O processo de desorção ocorre através de uma fuga eletrolítica que funciona como uma pilha no qual há sete catodos e sete anodos. O catodo é envolvido com uma palha de lã de aço (que se usa em casa), e uma solução de soda de NaOH irá servir como uma instrução eletrolítica, que carregará nela o ninho de ouro, essa solução a 100°C vai passar pelo carvão pegando o ouro dissolvido nele e irá jogar dentro da fuga eletrolítica.

2.11. Recuperação Eletrolítica

Dentro da fuga eletrolítica há a cuba com a lã de aço enrolada no catodo e uma placa de alumínio funcionando como anodo no qual a solução vai passando pelo anodo e pelo catodo e todos os íons de ouro vão ficando preso na palha de lã de aço e a solução continua passando em circuito fechado. Na mina Bonfim a cada desorção eles conseguem recuperar até 4 kg de ouro. Na cuba há uma saída de solução enquanto a solução está passando, quando a solução de saída está alta, ou seja, completou 4 kg de ouro, já se sabe que essa parte já está saturada então, deve-se parar o processo de desorção, retirar a palha carregada de ouro e levar ao processo chamado de dissolução química.

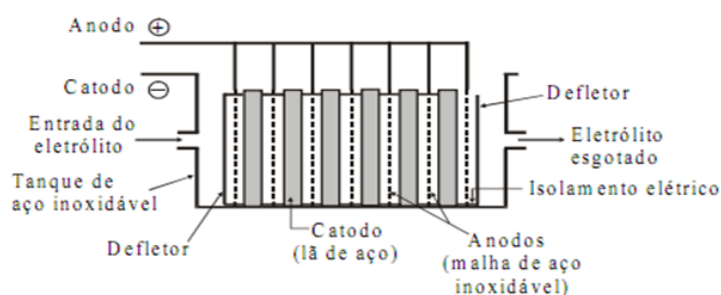


Figura 2. Processo de recuperação eletrolítica.

2.12. Processo de dissolução química

O processo de dissolução química é o processo final, no qual é nele que será obtido o concentrado de ouro. A palha de aço rica em ouro é dissolvida em ácido sulfúrico concentrado e irá formar uma lama fina que deve ser colocada para secar, ao secar, irá formar uma lama com textura arenosa. Essa lama arenosa é lavada ao forno de fusão a 1100°C onde ficará fundindo durante 1 hora. Após fundir, a solução é posta em um cadinho de ferro no qual formará uma pequena larva vazando pelo cadinho, aparentando um mini vulcão.

No fundo do cadinho ficará a parte vítrea como sílica e outras substâncias que ajudam a melhorar o ponto de fusão da amostra. No centro do fundo do cadinho ficará um botão de ouro com ferro também conhecido por bullion, que terá em média 80% a 90% de ouro e é este o produto final da mina Bonfim que já está pronto para entrar no mercado. Se caso o produto fique abaixo de 50% ele não é vendido.

3. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um estudo sobre a importância da geologia e o tratamento de minérios na mina do Bomfim, sendo o beneficiamento uma atividade potencialmente poluidora e sujeita, entre outras ferramentas da gestão ambiental pública, ao licenciamento ambiental e licenciamento da lavra para extração. O panorama geral apresentado, com base nos resultados, estas atividades de refino, lixiviação e processos de dissolução tem que ser realizadas preservando a segurança e o meio ambiente local.

4. REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; BANCO MUNDIAL. Relatório técnico 28, perfil do ouro. PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA.

SOBRAL, Luis Gonzaga S; SANTOS, Ronaldo Luiz C; BARBOSA, Luis Alberto Dantas. Obtenção de Ouro a partir de Minérios Refratários por Eletrooxidação. Contribuição Técnica do 57º Congresso Anual da ABM. São Paulo: CETEM, 2002.

HECK, Nestor Cesar. Metalurgia Extrativa dos Metais Não – Ferrosos. UFRGS/DEMET.

OLIVEIRA, Adélia Moreira; LEÃO, Versiane Albis; SILVA, Carlos Antônio. Comparação de Soluções Salinas na Eluição de Resinas Poliméricas de Diferentes Matrizes Carregadas com Cianocomplexos de Ouro e Cobre. Revista Escola de Minas. Ouro Preto, 2006.

