

Extração Hidrometalúrgica do potássio presente na rocha Nefelina-Sienito, em função da variação da granulometria e aplicação de tratamento térmico

Defsson Douglas de Araújo Ferreira ^[1], Danúbio Leonardo Bernardino de Oliveira ^[2], João Batista de Sousa Santos ^[3], Vinícius Rewel do Nascimento Cordeiro ^[4].

[1] defsson.ferreira@ifpb.edu.br. [2] danubio.oliveira@ifpb.edu.br. [3] tewjoao@gmail.com. Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPB campus Picuí. [4] viniciusrewel@gmail.com, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia.

RESUMO

As rochas que possuem minerais com Potássio em sua composição química, como por exemplo, Sienito e Nefelina-Sienito, constituem uma fonte alternativa e potencialmente viável para extração desse elemento, no entanto, por questões estruturais esse Potássio encontra-se insolúvel e não pode ser absorvido pelas plantas. Considerando que o Brasil importa quase que completo o Potássio que a indústria agrícola requer, é necessário buscar formas e rotas alternativas de aproveitamento de fontes potencialmente produtoras. Nesse sentido, foi proposta uma rota de beneficiamento mineral e extração metalúrgica com objetivo de tornar solúvel e utilizável o Potássio presente em rochas Nefelina-Sienito extraídas no município de Pedra Lavrada/PB. A metodologia consiste em aplicar o tratamento térmico, e extração hidrometalúrgica com ácido cítrico, para analisar a solubilidade do Potássio em duas faixas granulométricas, definidas por caracterização granuloquímica. Os resultados da análise granuloquímica mostraram que as maiores concentrações do elemento de interesse estavam nas faixas: retido em 200 e passante em 200 malhas. Já os resultados da extração metalúrgica em função das diferentes temperaturas experimentadas mostraram que o maior percentual de solubilidade (7,68%) foi para as amostras com granulometria inferior à 200 malhas e temperatura de calcinação igual a 1000°C.

Palavras-chave: Potássio. Tratamento térmico. Hidrometalurgia.

ABSTRACT

Rocks that contain minerals with potassium in their chemical composition, such as, for example, Sienito and Nefelina-Sienito, are an alternative and potentially viable source for extraction of this element, however, for structural reasons this potassium is insoluble and can not be absorbed by plants. Considering that Brazil imports almost as much potassium as the agricultural industry requires, it is necessary to look for alternative ways and routes to take advantage of potentially producing sources. In this sense, a route of mineral processing and metallurgical extraction was proposed in order to make the K present in the Nefelina-Sienito rocks extracted in the city of Pedra Lavrada/PB soluble and usable. The methodology used was to apply thermal treatment and hydrometallurgical extraction with citric acid to analyze the solubility of potassium in two granulometric ranges defined by the granulochemical characterization carried out initially. The results of the granulochemical analysis showed that the highest concentrations of the element of interest were in the bands: retained in 200 and passed through 200 meshes. However, the results of the metallurgical extraction as a function of the different temperatures showed that the highest percentage of solubility (7.68%) was for samples with a grain size less than 200 mesh and a calcination temperature of 1000 °C.

Keywords: Potassium. Heat treatment. Hydrometallurgy.

1 Introdução

Detentor de um grande potencial agrícola, o Brasil possui grandes áreas destinadas à agricultura. No entanto, parte desta demanda, diante da falta de nutrientes essenciais, necessitam de um grande aporte de fertilizantes. Em 2016, o mercado agropecuário gerou 6,8% do PIB Brasileiro, correspondendo a um total de 1,794 trilhões de dólares. Essa fatia considerável do PIB Brasileiro mostra a força desse mercado, bem como a dependência econômica do Brasil a esse setor. Entretanto, os depósitos brasileiros de minerais fertilizantes são insuficientes para atender a alta demanda, o que obriga a importação destes produtos.

Segundo dados da Agência Nacional de Mineração, estima-se que em 2017 o consumo aparente do Potássio no mercado Brasileiro foi da ordem de 5 Milhões de toneladas, na qual é utilizado diretamente como matéria-prima para indústria de fertilizantes, onde é empregado no setor da agropecuária, totalizando 95% do que foi importado.

Desse modo, percebe-se a importância desse setor para a economia brasileira, e, em consequência disso, a dependência à importação de produtos à base de Potássio. Assim, aproveitando a alta demanda de Potássio importado, possibilitou um aumento da produção nacional do Potássio para fertilizantes e afins, a partir de rochas que contêm em sua composição mineralógica o Feldspato potássico. No Brasil já existem empresas que extraem esse tipo de material para obtenção de Potássio com baixo consumo energético e sem gerar resíduos.

Nesse sentido, verificou-se a possibilidade de analisar a viabilidade técnica de obtenção de Potássio a partir da rocha Nefelina-Sienito. Segundo Klein (2010), a rocha Nefelina-Sienito é de origem ígnea, plutônica, e que contêm em sua composição mineralógica o feldspatoide nefelina, de composição química $(Na, K) AlSiO_4$.

Na microrregião do Seridó Paraibano, mais especificamente no município de Pedra Lavrada, a rocha em estudo é extraída e beneficiada para fins de utilização na indústria cerâmica do estado. Portanto, propõe-se então uma utilização alternativa, de caráter mais nobre, com o intuito de aproveitar o Potássio presente na composição química da rocha na forma de K_2O com o objetivo de que esse material esteja disponível para utilização em fertilizantes.

Sabe-se que o potássio presente na estrutura cristalina dos feldspatos e feldspatoídes não está solúvel, ou seja, não se apresenta disponível para ser absorvido pelas plantas (SOARES, 2017).

Nesse interim, o referido trabalho objetiva definir a granulometria de partícula que permita aumentar a solubilidade do Potássio presente na rocha Nefelina-Sienito, através da aplicação de tratamento térmico (calcinação) e extração Hidrometalúrgica, tornando, assim, uma fonte alternativa de Potássio, cujo potencial deverá ser comprovado por estudos futuros de viabilidade econômica.

2 Referencial teórico

A seguir, serão descritos, de maneira geral, os aspectos da hidrometalurgia, incluindo a lixiviação, etapas de britagem e classificação granulométricas, necessárias para adequação do material às etapas de tratamento metalúrgico.

2.1 Hidrometalurgia

Segmento da metalurgia que engloba os processos de extração de metais, nos quais a principal etapa de separação metal-ganga envolve reações de dissolução do metal-minério em meio aquoso. A hidrometalurgia trata-se de uma técnica que se aplica à extração de substâncias minerais que ocorrem em depósitos, geralmente nos de baixo teor. As possibilidades de utilização da hidrometalurgia são amplas, e no caso do Potássio contido em rochas sieníticas constitui-se na forma mais viável de aproveitamento.

2.2 Britagem

A Britagem é considerada o primeiro processo de fragmentação, e também o mais importante na cominuição de minérios, pois é responsável por boa parte do que se entende por beneficiamento mineral. Há um grande número de variedades de britadores, sendo que os mais comuns são os seguintes: mandíbulas, giratório, cônicos, rolo simples, rotativo, rolo duplo, impacto e martelos. Conforme o tipo de britador, a fragmentação das matérias ocorre seguindo os mecanismos de impacto, compressão e atrito. Por exemplo, a fragmentação em um britador de mandíbulas é promovida pelo mecanismo de compressão.

2.3 Análises de granulometria

Análise granulométrica é o processo que visa definir, para determinadas faixas pré-estabelecidas de tamanho de grãos, a percentagem em peso que cada fração possui em relação à massa total da amostra em análise, ou seja, é feita a partir da quantificação de matéria que ultrapassa as malhas de peneiras diferentes.

3 Método da pesquisa

Para realização do referido estudo, foram coletados cerca de 200 quilogramas da rocha Nefelina-Sienito em uma unidade de extração localizada no município de Pedra Lavrada/PB. Estas coletas foram realizadas em cinco diferentes frentes de lavra.

O material foi transferido ao Laboratório de Beneficiamento Mineral do Instituto Federal da Paraíba, campus Picuí, para as etapas de cominuição, sendo inicialmente britado, através de Britador de Mandíbulas (figura 1). Posteriormente, a abertura de descarga do britador foi reduzida e o material foi novamente britado, a fim de obter um produto com distribuição fina de partículas.

Figura 1 – Etapas de Cominuição
- Britador de mandíbulas.



Fonte: Manual do fabricante.

Na sequência, foram efetuadas as etapas de homogeneização e quarteamento, necessárias à obtenção de alíquotas representativas e de massas suficientes para os ensaios subsequentes.

Com o intuito de determinar quais as faixas granulométricas concentram maior percentual de Potássio, realizou-se uma análise granuloquímica e separou-se cerca de 20 g das seguintes faixas: 100, 150, 200, -200 malhas. Essas 04 (quatro) frações foram enviadas ao Laboratório de Caracterização de Materiais da UFCG para determinação do teor de K_2O contido.

De posse dos resultados da caracterização química inicial, definiu-se que seriam utilizadas duas faixas granulométricas nos ensaios posteriores, sendo as seguintes: retido em 200 malhas e passante em 200 malhas. Com base nessa definição, realizou-se peneiramento a seco em agitador de peneiras de bancada, para obtenção de cerca de 5 kg de cada faixa especificada.

Para cada uma das duas faixas granulométricas adicionou-se 20% (vinte) em massa de CaO (Cal virgem), conforme Figura 2. Com base na literatura, o íon Ca^{2+} é um modificador de rede vítrea, ou seja, esse íon aumenta a solubilidade da rede quando incorporado por ela (FELIX, 2014).

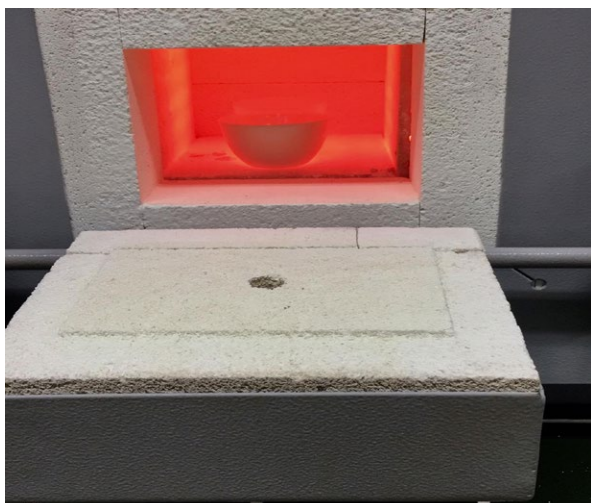
Figura 2 – Etapa de adição de
Cal Virgem (CaO) nas amostras.



Fonte: Autores (2019).

Posteriormente, frações das amostras com adição de CaO foram calcinadas em forno Mufla durante 45 minutos, nas temperaturas de 600, 700, 800, 900 e 1000°C, figura 3.

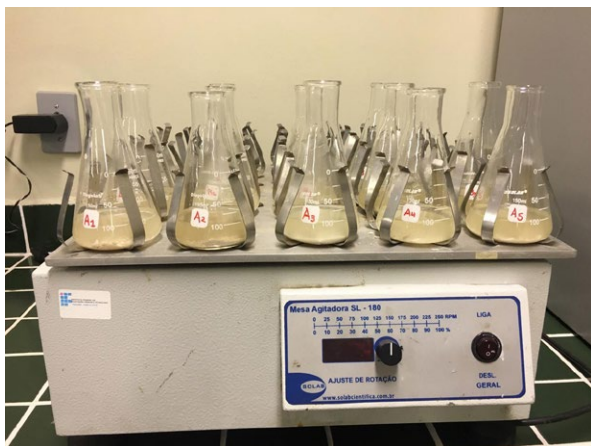
Figura 3 – (a) Forno Mufla; (b) Calcinação das amostras.



Fonte: Autores (2019).

De cada amostra calcinada foi separada uma pequena quantidade (aproximadamente 10 g) para seguir à etapa de Extração Hidrometalúrgica, utilizando Ácido Cítrico (50 mL na concentração de 0,2 mol/L). Os ensaios de extração do potássio contido nas amostras foram realizados em Mesa Agitadora durante 2 horas, conforme Figura 4.

Figura 4 – Etapa de extração do potássio por Hidrometalurgia.

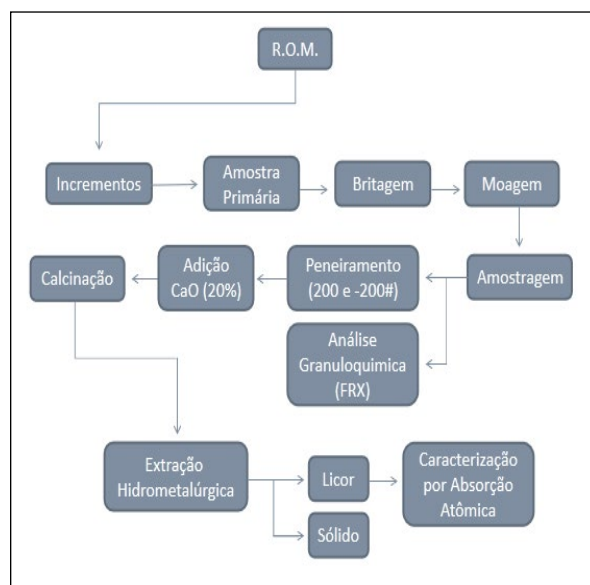


Fonte: Autores (2019).

Após esse período de agitação mecânica, o licor de cada amostra foi filtrado e enviado ao Centro de Tecnologia Mineral para realização das análises por Absorção Atômica.

A figura 5, a seguir, apresenta o fluxograma de blocos contendo todas as etapas.

Figura 5 – Diagrama de blocos dos ensaios aplicados.



Fonte: Autores (2019).

4 Resultados da pesquisa

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa. É importante destacar estes são estudos ainda em desenvolvimento e alguns parâmetros operacionais ainda serão experimentados, tais como: percentual de sólidos na polpa; percentual de CaO adicionado às amostras; variação do pH da solução no tratamento hidrometalúrgico; tempo de permanência na mesa agitadora; e ácido utilizado na lixiviação.

4.1 Análise granuloquímica

Na Tabela 1, tem-se o resultado da análise granuloquímica por Fluorescência de Raios-X.

Tabela 1 – Resultado da análise por FRX, para as faixas 100, 150, 200 e -200 malhas.

Fração (Mesh #)	RETIDO (%)	ACUMULADO (%)	PASSANTE (%)	Teor de K ₂ O (%)
100	18,95	18,95	81,05	2,25
150	14,75	33,70	66,30	2,32
200	46,25	79,95	20,05	5,12
-200	20,05	100,00	0,00	6,15
Total	100			

Fonte: Autores (2019).

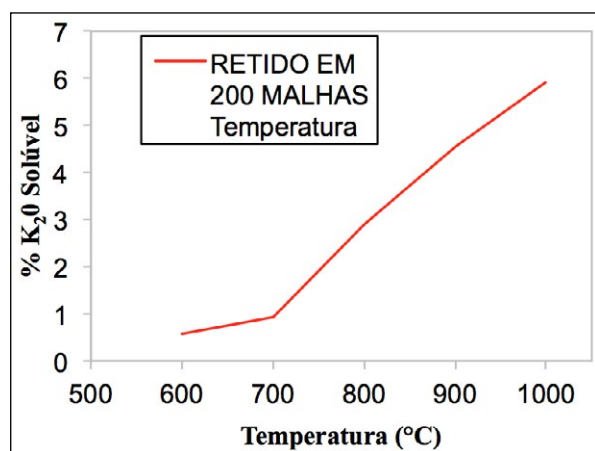
Conforme tabela acima, nota-se que as faixas: retido em 200 e passante em 200 malhas são as que concentram o K_2O em maiores proporções, sendo 5,12% e 6,15%, respectivamente. Relacionando os tamanhos das partículas, atribui-se essa maior concentração, sobretudo, a maior liberação física das partículas do mineral Nefelina, quanto menor o tamanho da partícula, maior a liberação do mineral, fonte de Potássio (LUZ, 2018).

Com estes resultados, os autores definiram as faixas de tamanho que seriam utilizadas nas etapas integrantes da rota proposta para extração do elemento de interesse.

4.2 Solubilidade do potássio

As Figuras 6 e 7, a seguir, apresentam os gráficos dos percentuais de solubilidade do Potássio em função da temperatura empregada nos ensaios para as faixas: retido em 200 e passante em 200 malhas, respectivamente.

Figura 6 – Gráfico do percentual de Potássio solúvel em função da temperatura empregada no tratamento térmico, para a granulometria +200 malhas.

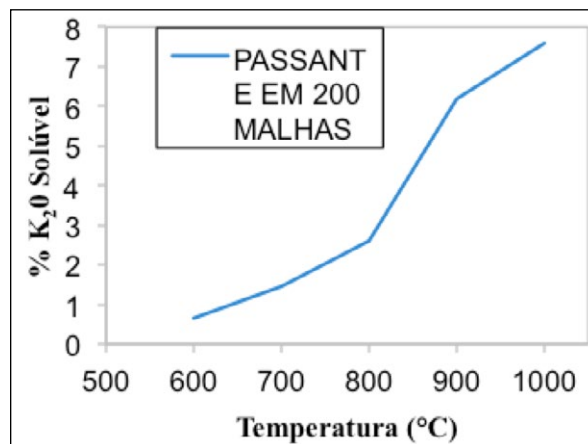


Fonte: Autores (2019).

Pela Figura 6, percebe-se uma tendência de aumento da solubilidade do elemento de interesse em função do acréscimo de temperatura empregada no tratamento térmico das amostras. No gráfico, o pico de solubilidade, aproximadamente 5,91%, ocorre à temperatura de 1000°C.

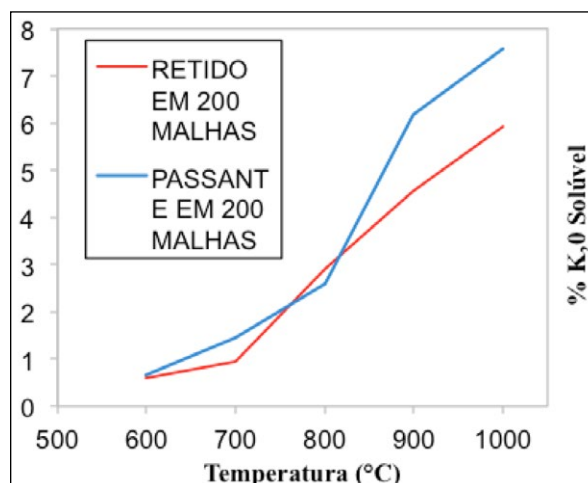
Para melhor comparação dos resultados acima apresentados, a Figura 8, traz o gráfico com as duas curvas de solubilidade do Potássio.

Figura 7 – Gráfico do percentual de Potássio solúvel em função da temperatura empregada no tratamento térmico, para a granulometria menor que 200 malhas.



Fonte: Autores (2019).

Figura 8 – Gráfico com as duas curvas de solubilidade do potássio, comparando os resultados para as diferentes granulometrias.



Fonte: Autores.

Observa-se que, para a temperatura de 600°C a solubilidade encontra-se pouco significativa, uma vez que apenas 0,3% e 0,42% do potássio contido nas amostras foi lixiviado. Os melhores resultados verificados foram nas temperaturas mais altas (1000°C) empregadas no tratamento térmico, onde foi possível obter 5,91 e 7,68% de solubilidade para as faixas +200 e -200 malhas, respectivamente.

Segundo Soares (2017), o aumento ou diminuição dos teores de potássio solúvel, está diretamente relacionado à formação de faces vítreas com composições variadas, durante o tratamento térmico.

Essa variação composicional, que explica a variação solubilidade é possível devido à entrada do íon Ca^{2+} , uma vez que esse íon aumenta a solubilidade da rede (FELIX, 2014).

Tratando especificamente da diferença as solubilidades em função do tamanho da partícula, atribui-se a justificativa de que quanto menor o tamanho da partícula, maior a área superficial para atuação do ácido durante a lixiviação do elemento.

5 Considerações finais

Considerando o baixo volume das reservas de Potássio no território, a demanda crescente por este elemento, e a insuficiência do suprimento interno apenas com as produções atualmente em operação, as rochas que possuem em sua composição àqueles minerais portadores do elemento Potássio devem ser vistas como uma fonte potencialmente produtora deste elemento.

Considerando ainda que o Potássio presente nas rochas sieníticas (Sienito, Nefelina-Sienito, entre outras), por questões estruturais dos minerais, não se encontra prontamente disponível para utilização, esse projeto estuda a proposta de definição de uma rota alternativa para aproveitamento desse elemento através de uma fonte, cujo depósito ocorre no município de Pedra Lavrada-PB.

Foram feitos estudos de beneficiamento mineral e extração metalúrgica, observando a influência que o tamanho da partícula, da adição de CaO e do tratamento térmico, na solubilidade do Potássio presente nessa rocha em questão.

Os dados preliminares obtidos mostram que os melhores resultados de solubilidade do Potássio são obtidos ao tamanho de partícula inferior à 200 malhas e com aplicação de tratamento térmico com temperatura de 1000°C .

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Mineração - **Anuário Mineral Brasileiro 2017**. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnprm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economiaminer/anuariomineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

FELIX, A.A.S., **Síntese e Caracterização Estrutural de Matérias com Liberação Controlada de Potássio**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-

Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil), 2014.

KLEIN, C., HURLBUT, C.S. **Manual de Mineralogia**. Rio de Janeiro: Vertente, 2010.

LAPIDO-LOUREIRO, F.E., & NASCIMENTO, M. **Fertilizantes: Agroindústria Sustentabilidade**; Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral; Importância e Função dos Fertilizantes numa Agricultura Sustentável e Competitiva, 2009.

LUZ, A.B., SAMPAIO, J.A., FRANÇA, S.C. **Tratamento de Minérios**; Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2018, p. 70-76.

OROSCO, P., RUIZ, M.C. **Potassium chloride production by microcline chlorination**. *ThermochimicaActa*, v.613, p.108-112, 2015.

SOARES, T.H., DA LUZ, A.B., FELIX, A.A.S. **A Rocha Sienito como fonte de Potássio para Agricultura**: Estudos de ativação e Reação com CaO . In: Anais Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2017.

VAN STRAATEN, P. **Rochas e Minerais como Fertilizantes Alternativos na Agricultura**: Uma Experiência Internacional. In: *Agrominerais para o Brasil*; Francisco Fernandes, Adão B. Luz e Zuleica Castilhos, 2010.