

PRODUÇÃO DE GRAVETOS DE SODALITA A PARTIR DE REJEITOS DE BAUXITA DA AMAZÔNIA

Bruno A. M. Figueira¹; Evilla R. G. Silveira²; Luciana S. Saldanha³; Rayane J. Q. Assunção⁴; Renata S. Nascimento⁵

¹Prof. Doutor em Ciências Geoquímicas da UFPA - figueiraufpa@gmail.com

²Graduanda em Geologia da UNIFESSPA - raiellievilla@gmail.com

³Licenciada em Química e Mestranda da UFPA - saldanha3016@gmail.com

⁴Graduanda em Geologia da UNIFESSPA - rayane.jackeline@gmail.com

⁵Doutora em Geoquímica e Petrologia da UFPA - renataasnascimento22@gmail.com

Palavras-Chave: Rejeito de bauxita, Zeólita, Gravetos.

Introdução

Zeolitas são compostos inorgânicos de origem natural conhecidos por sua composição química em aluminossilicatos (tectossilicatos) com estrutura porosa e com grande relevância em ambientes geológicos e geoquímicos, uma vez que são responsáveis pelo controle e disponibilidade de uma grande quantidade de cations e anions nesses ambientes (Hay, 1986; Franco, 2024). Em virtude dessas propriedades, sua estrutura é proposta como modelo para produção de materiais de importância ambiental em aplicações de retenção de poluentes do grupo dos metais pesados altamente tóxicos (As^{5+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{6+}), radionuclídeos (^{37}Cs , ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{58}Co , ^{54}Mn , ^{65}Zn), e transurânicos (^{239}Pu e ^{241}Am) (Jiménez-Reyes, 2021; Libânia et al., 2023). Dentre as fases zeolíticas de grande relevância tecnológica estão aquelas com estrutura sodalita, faujasita, modernita, zeólita A, analcima, philipsita, clinoptilolita, dentre outras (Auerbach et al, 2003).

Dentre as zeólitas descritas anteriormente, pode-se destacar a sodalita em virtude de sua facilidade de obtenção em laboratório através de reagentes comerciais baratos e/ou por matérias primas de origem naturais como argilas, caulins, cinzas voláteis, cinzas de arroz, rejeitos da mineração. Sua estrutura é formada por blocos de construção de tetraedros de SiO_4 e AlO_4 , com a presença de cátions mono e divalentes, além de ânions como hidroxilas, fluoretos, carbonatos, sulfatos e nitratos, por exemplo. A síntese de seu análogo sintético a partir de fontes naturais se estende aos rejeitos da mineração da Amazonia, cujo produto final tem se caracterizado por materiais com elevado grau de cristalinidade, morfologia em “bolas de avelã” e transformação de um produto sem valor econômico com grande preocupação ambiental em produtos de valor agregado (Paz, Neves and Angelica, 2010; Sousa et al., 2020).

Neste trabalho é apresentada a síntese e caracterização termal de K-sodalita (Fig. 1) com morfologia em gravetos a partir de rejeitos de bauxita gibbsitica da Amazonia.

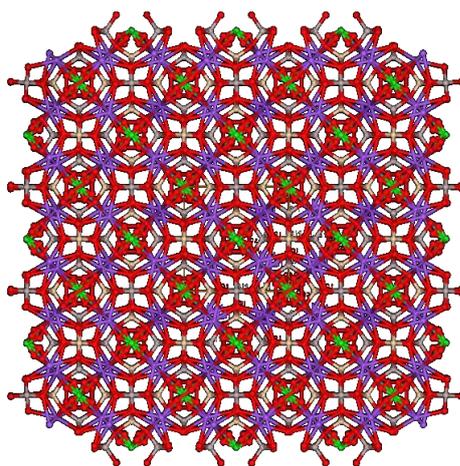


Fig. 1: Ilustração da estrutura sodalita.

Material e Métodos

Amostras

As amostras de rejeitos de lavagem de bauxita foram coletadas em uma mina presente na Região Amazonia, que após procedimentos de preparação de amostras (secagem, pulverização e quarteamento) foi codificada como RBL. Essa amostra foi misturada com NaOH numa razão 1:2 e aquecida a 200 °C/4 h para obtenção de um material fundido, que em seguida foi transferida para uma autoclave com 20 mL e tratada a 80° C/12 h. O material resultante foi lavado, secado e codificado como EVI-Na-SOD. EM torno de 5 g de EVI-Na-SOD foi imersa em uma solução 1mol.L-1 de KCl com agitação a 25°C/24 h. O produto resultante foi lavado, secado e codificado como EVI-K-SOD.

Caracterizações

A caracterização das fases cristalinas foi feita por difratometria de raios-X em um difratômetro da marca Rigaku TTRAX de ânodo rotatório, utilizando tubo de radiação de Cu ($\text{CuK}\alpha = 1.5406 \text{ \AA}$) e ângulo de varredura de 5° a 70°. A composição química foi obtida por fluorescência de raios-X, utilizando espectrômetro WDS sequencial, modelo Axios Minerais da marca PANalytical, com tubo de raios-X cerâmico, anodo de ródio (Rh) e máximo nível de potência 2,4 kW. As aquisições e tratamento dos dados são realizados através do software SuperQ Manager da PANalytical. A análise de microscopia eletrônica de varredura de K-sodalita foi feita em um microscópio TESCAN (Vega).

Resultados e Discussão

A Fig. 2 e Tab. 1 mostram a composição mineral e química do material de partida de K-sodalita: os rejeitos de lavagem de bauxita. A composição química mostrou que RBL consistia em altos teores de Al_2O_3 (43,6% m/m), SiO_2 (29,2% m/m), Fe_2O_3 (22,3% m/m) e TiO_2 (3,17% m/m). Em relação a sua composição mineral, foram observados os minerais gibbsita (PDF 00-012-0460), hematita (PDF 00-013-0534), anatásio (PDF 01-078-2486), quartzo (PDF 01-082-0512) e caulinita monoclinica (PDF 00-006-0221).

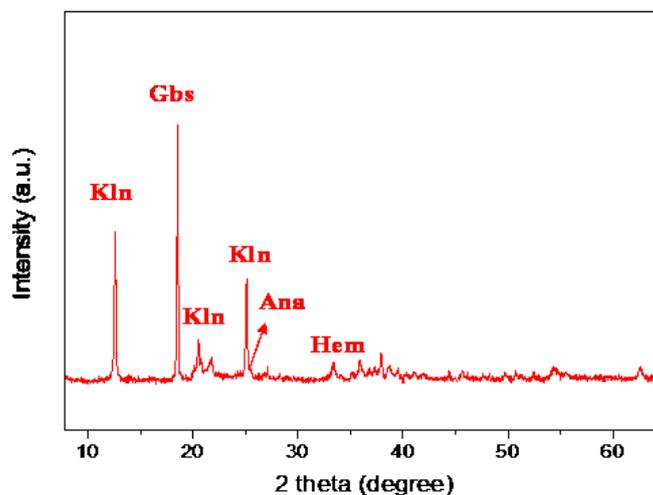


Fig. 2: Padrão DRX da amostra RBL. (Kln = caulinita, Ana = anatásio, Hem = hematita, Gbs = gibbsita).

Tab. 1: Composição química de RBL.

Component	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	K ₂ O	ZrO ₂
Content (%)	29.2	43.6	22.3	3.17	0.227	0.134	0.251

Os padrões de XRD de Na-sodalita (EVI-Na-SOD) e K-sodalita (EVI-K-SOD) são mostrados na Fig. 3. Para a amostra Na-SOD, o padrão de XRD foi caracterizado por picos bem definidos em 13,81°, 24,04°, 34,27°, 42,31°, 51,41° (2 theta), que corresponderam aos planos (110), (211), (222), (330) e (431) da sodalita cúbica (PDF 01-082-1812). Para a amostra K-sodalita (EVI-K-SOD), verificou-se a manutenção dos picos principais indicando manutenção da estrutura zeolítica.

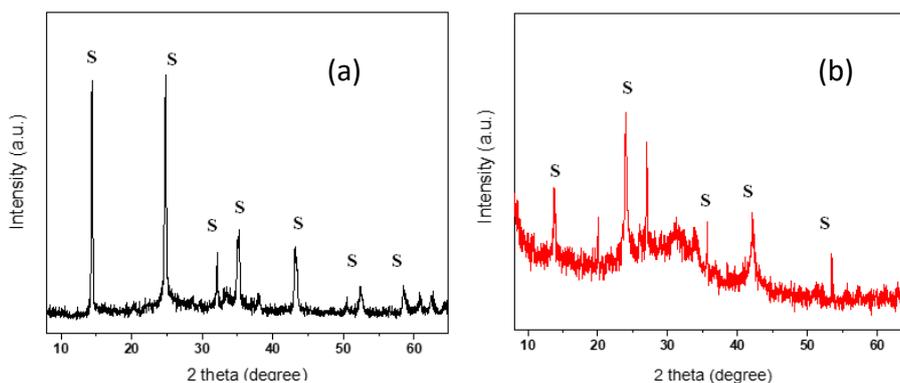


Fig. 3: Padrão DRX de Na-sodalita (a) e K-sodalita (b).

O comportamento termal de K-sodalita foi monitorado por análise de DRX conforme apresentado na Fig. 4. Os resultados indicaram que, mesmo em uma temperatura relativamente baixa (100° C), a estrutura de sodalita dopada com potássio mostrou um alargamento de seus picos principais com baixa intensidade, sugerindo uma intensa diminuição no ordenamento da estrutura zeolítica. À medida que a temperatura aumentou, essa desordem se tornou mais pronunciada, e a estrutura foi mantida até 700° C, mas com a estrutura zeolítica bastante desordenada. Acima de 800° C, picos DRX da fase Kalsilita (PDF 01-076-0635) foram observados e que se mantiveram a 1000° C, sugerindo a transformação de K-sodalita em feldspato de potássio.

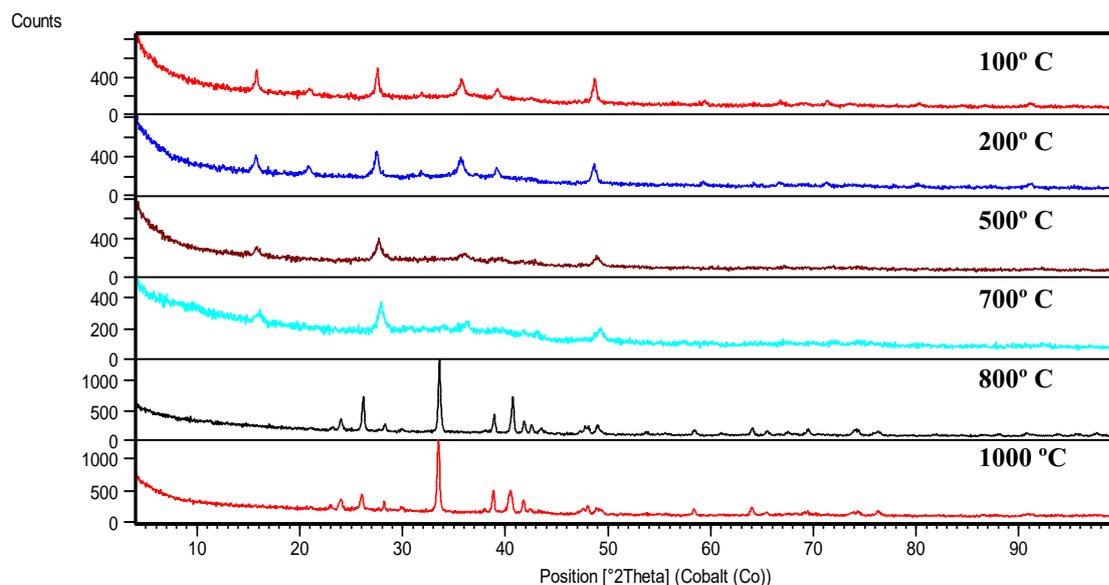


Fig. 4: Padrão DRX de K-sodalita aquecida entre 100 e 1000°C.

A Fig. 5 apresenta a morfologia obtida da análise de sodalita na microscopia eletrônica de varredura. Para a amostra, foram observados agregados de morfologia em forma de gravetos com tamanho médio de 15 μm e espessura de 1 μm . Vale ressaltar que essa morfologia difere daquela em novelo de lã relatada para a sodalita obtida de rejeitos de caulim (Paz, Neves e Angélica, 2010; Sousa et al., 2020), sugerindo que o pré-tratamento por fusão alcalina pode interferir na morfologia do produto final.



Fig. 5: Fotomicrografia de MEV de sodalita obtida de rejeitos de lavagem de bauxita da Amazonia.

Conclusões

Neste trabalho, rejeitos de bauxita da Amazonia foram transformados com sucesso em material zeolítico com estrutura K-sodalita, que apresentou elevada estabilidade térmica acima de 700° C, com morfologia em gravetos bem definidos.

Referências

- C. C. A Melo, S. P. A. Paz, R. S. Angelica. Sodalite phases formed from kaolinite under bayer-type conditions. **Revista Materia** 22 (2017) 1-12.
- Franco, A. M. M., García, E. R., Medina, R. L., & Ramírez, A. A. C. (2024). Properties and applications of natural zeolites. **Brazilian Journal of Development**, 10(1), 1713–1799.
- Lisbania Velarde, Mohammad Sadegh Nabavi, Edwin Escalera, Marta-Lena Antti, Farid Akhtar, Adsorption of heavy metals on natural zeolites: **A review, Chemosphere, Volume 328**, 2023.
- M. Jiménez-Reyes, P.T. Almazán-Sánchez, M. Solache-Ríos, Radioactive waste treatments by using zeolites. A short review, **Journal of Environmental Radioactivity, Volume 233**, 2021, 106610.
- R.L. Hay, Geologic Occurrence of Zeolites and Some Associated Minerals, Editor(s): Y. Murakami, A. Iijima, J.W. Ward, Studies in Surface Science and Catalysis, **Elsevier, Volume 28**, 1986, Pages 35-40.
- Scott M. Auerbach, Kathleen A. Carrado, Prabir K. Dutta. Handbook of Zeolite Science and Technology. **CRC Press**, 2003.
- S. P. A. A. Paz, R. S. Angelica, R. F. Neves. Síntese hidrotermal de sodalita básica a partir de um rejeito de caulim termicamente ativado. **Química Nova** 33 (2010) 579-593.