

AVALIAÇÃO DA DIFERENÇA QUÍMICA/MINERALÓGICA DE DOIS RESÍDUOS DE BAUXITA VISANDO APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Igor A. R. BARRETO^{a*} (R), **Marcondes L. da Costa^{2b} (R)**, **Renata S. Nascimento^{3c} (R)**,
Bruno A.M. Figueira^{4d}

^{a, b, c} Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Belém, Pará, Brasil, CEP

^d Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Ciências Naturais, Belém, Pará, Brasil, CEP

*e-mail: igorrohcaq@gmail.com

Palavras-Chave: beneficiamento da bauxita, gibbsita, argila.

Introdução

Os depósitos de bauxita da região amazônica são caracterizados pela sua fonte de alumínio serem provenientes do mineral gibbsita (Costa *et al.*, 2014). No entanto, esses depósitos são conhecidos por apresentarem uma assembleia mineral composta não somente por gibbsita, mas também por caulinita, hematita, goethita, anatásio e por vezes, quartzo (Costa *et al.*, 2014).

Devido a essa composição, a bauxita da região amazônica é submetida a um processo de beneficiamento que objetiva eliminar principalmente minerais que estão presentes na faixa granulométrica menor que 2 μm , fração argila. O processo consiste em etapas de britagem, moagem e lavagem (principalmente para retirada da caulinita ou também conhecida como sílica reativa) que dão origem a um resíduo “argiloso” disperso em uma grande quantidade de água (chamado de rejeito de lavagem de bauxita) e que pode ser armazenado de duas formas: em bacias de rejeitos ou submetido a secagem a céu aberto por aproximadamente 40 dias para eliminação de umidade e em seguida parte desse material é aplicado na recomposição do solo em que a bauxita foi extraída (método Dry Backfill).

A razão para esse pré-tratamento na bauxita é por conta do mineral caulinita, que quando presente em grandes percentuais, contribui para uso de uma maior quantidade de hidróxido de sódio utilizado no processador Bayer, porque o NaOH que só reagiria com a gibbsita, também reagirá com a caulinita presente.

A razão pela qual a caulinita precisa ser removida do minério de bauxita, é quando presente em grandes percentuais, contribui para o aumento do consumo de hidróxido de sódio (NaOH) utilizado no processador Bayer, uma vez que, ocorre uma competição entre os minerais de gibbsita e caulinita pelo NaOH. Vale ressaltar que após o processador Bayer outro rejeito é originado, a lama vermelha.

Independente de como são armazenados os resíduos gerados pelo beneficiamento da bauxita na região amazônica, esse subproduto não possui nenhuma aplicação definida. Baseado no grande volume de resíduos gerados nessa etapa de beneficiamento, o presente trabalho busca avaliar a diferença química/mineralógica de dois diferentes resíduos de lavagem de bauxita, localizados a Oeste (codificada ALB-1) e o outro a Nordeste (codificada ALB-2) do estado do Pará visando suas aplicações e/ou transformações tecnológicas em novos materiais.

Material e Métodos

AMOSTRAS

Os materiais empregados no presente trabalho consistem em duas amostras de resíduos de lavagem da bauxita de duas diferentes regiões do Pará.

CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Composição mineralógica

As amostras foram maceradas segundo o método do pó e submetidas à difração de raios-X. A análise foi realizada em um difratômetro BRUKER, modelo D2 PHASER, com goniômetro θ / θ , raio: 141,1nm, ânodo de cobre com linha de emissão característica de 1,54 Å / 8,047 keV (Cu-K α 1) e potência máxima de 300W (30 kV x 10 mA). O detector utilizado nesse equipamento é o Linear Lynxeye com abertura de 5° 2 θ e 192 canais. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Mineralogia, Geoquímica e Aplicações (LAMIGA-UFPA) do Instituto de Geociências da UFPA.

Composição química

A composição química das amostras foi determinada por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (FRX), através da confecção de pastilhas fundidas. As pastilhas foram preparadas com a razão 0,8g de amostra /8g de fundente (tetraborato de lítio), e em seguida adicionou-se 5mg de brometo de lítio (15%), aproximadamente, como agente desmoldante. As análises foram realizadas no laboratório de caracterização mineral do Instituto de Geociências da UFPA.

TG/DSC

A análise térmica das amostras foi realizada em um equipamento da NETZSCH, modelo STA 449 F5 Jupiter, com analisador térmico simultâneo, equipado com um forno cilíndrico vertical e fluxo de N₂ de 50ml/s, taxa de aquecimento 10°/min e com uma faixa de temperatura que vai de 30°C até 1100°C. Este procedimento foi realizado no Laboratório de Mineralogia, Geoquímica e Aplicações (LAMIGA-UFPA) do Instituto de Geociências da UFPA.

Resultados e Discussão

Mineralogia por difração de Raios X

Na figura 1 estão presentes os resultados de DRX das ~~duas~~ amostras de argila de lavagem de bauxita. A mineralogia das amostras é bem similar, demonstrando a predominância dos minerais caulinita e gibbsita. Além desses dois minerais, notou-se presença de picos característicos de hematita e Al-goethita, caracterizando-os como minerais acessórios.

Uma diferença foi observada nos difratograma, o ~~maior~~ alargamento dos picos na amostra ALB-2 o que pode caracterizar um maior grau de amorfismo nos minerais presentes nesta amostra. O grau de amorfismo pode favorecer a aplicação da amostra ALB-2 em produtos que precisem calcinar a amostra para melhoramento de propriedades, pois provavelmente os minerais da amostra serão mais facilmente modificados em produtos que precisam passar por algum processo de calcinação para melhorar suas propriedades físicas e/ou químicas, pois provavelmente os minerais dessa amostra serão mais facilmente modificados.

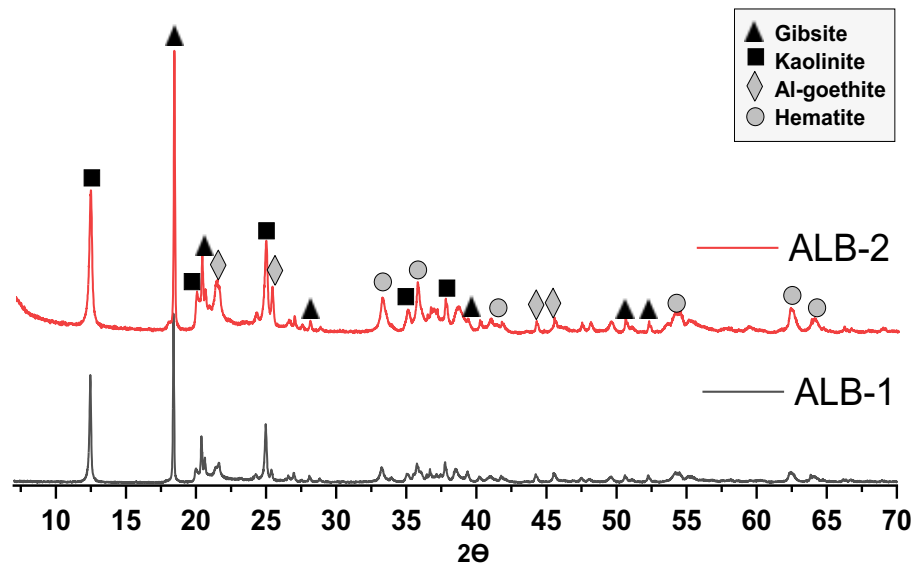


Figura 1- Difratoogramas de Raios X das amostras de argila de lavagem.

Composição Química

A composição química das amostras é apresentada na tabela 1. Os percentuais de SiO_2 e Al_2O_3 somam 64,12% na amostra ALB-1 e 56,07 na amostra ALB-2. Esses resultados colaboram com a mineralogia identificada pela análise de ~~os resultados de~~ DRX, confirmando a predominância dos minerais caulinita e gibbsita. O percentual de SiO_2 são provenientes do mineral caulinita e o percentual de Al_2O_3 tem relação não só com a caulinita, mas, também, com a gibbsita presente em ambas as amostras.

Um percentual elevado de Fe_2O_3 é observado nas duas amostras, 15,35% (ALB-1) e 23,46% (ALB-2). O percentual de Fe_2O_3 está diretamente relacionado com a presença dos minerais goethita e hematita.

Por conta dessa composição química originária dos minerais já citados, aplicações como síntese de HDL, síntese zeólita, síntese de geopolímero, aditivo de cimento, cerâmicas, entre outras, podem ser adequadas para os dois materiais (Król and Mozgawa, 2019; Peng *et al.*, 2021; Nascimento *et al.*, 2022; Negrão *et al.*, 2022; Adazabra *et al.*, 2023b).

Por conta dessa composição química e mineralógica, ambos os resíduos podem ser úteis com aplicação direta para a obtenção de cerâmicas vermelhas, geopolímero e aditivo de cimento ou com material de partida/transformação para a obtenção de nanomateriais sintéticos como hidróxidos duplos em camadas (HDL) e zeólitas.

Tabela 1- Composição química das amostras de ABT.

Sample	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	PF	Outros	Total
ALB-1	23	41,12	15,35	2,15	19,18	0,37	101,2
ALB-2	24,98	31,09	23,46	4,03	16,44	0,25	100,25

Comportamento térmico

As curvas de TG/DSC das amostras podem ser observadas na figura 3. Nas curvas de DSC são evidenciados três eventos endotérmicos que estão acompanhados de perda de massa na curva de TG e um evento exotérmico sem variação de perda de massa.

O primeiro evento endotérmico ocorre em 293°C (ALB-1) (com percentual aproximado de 23% de gibbsita) e 283°C (ALB-2) é atribuído a perda de água do mineral gibbsita (com percentual aproximado de 23% de gibbsita). A ocorrência do segundo evento endotérmico em 353-358°C é característica pela perda de água de constituição do mineral goethita (Adazabra *et al.*, 2023b). O último evento endotérmico acontece em 503-510°C sendo proveniente da perda de água de constituição da caulinita (Adazabra *et al.*, 2023b; a). Em relação ao único evento exotérmico em 970-980°C, atribui-se a cristalização da metacaulinita para formação do mineral mulita.

Conhecer o comportamento térmico das amostras em diferentes temperaturas é fundamental para se definir como aplicar esses materiais na síntese de novos minerais possibilitando decidir se a amostra necessita de um pré-tratamento térmico para formação do mineral de interesse com as propriedades adequadas para sua aplicação. Concomitante com a síntese de mineral, o comportamento térmico é essencial para aplicações do material na área de construção civil (telhas, tijolos, concretos etc.), pois a depender da temperatura para produção do material de interesse, o seu uso pode carregar em formação de trincas pela eliminação da água de constituição dos diferentes minerais presentes na amostra.

Conhecer o comportamento térmico é fundamental para: (i) definir o modo de aplicação dos resíduos na obtenção de novos materiais, (ii) decidir se existe a necessidade de um pré-tratamento térmico para formação de uma fase mineral de interesse cujas propriedades químicas e/ou físicas são adequadas para certas aplicações específicas, (iii) aplicações em cerâmica vermelha (telhas, tijolos) e concretos, o comportamento térmico das amostras ALB 1 e 2 é essencial, pois o seu uso pode carregar em formação de trincas pela eliminação da água de constituição dos diferentes minerais presentes na amostra.

De um modo geral, não se observa grandes diferenças do comportamento térmico das duas amostras.

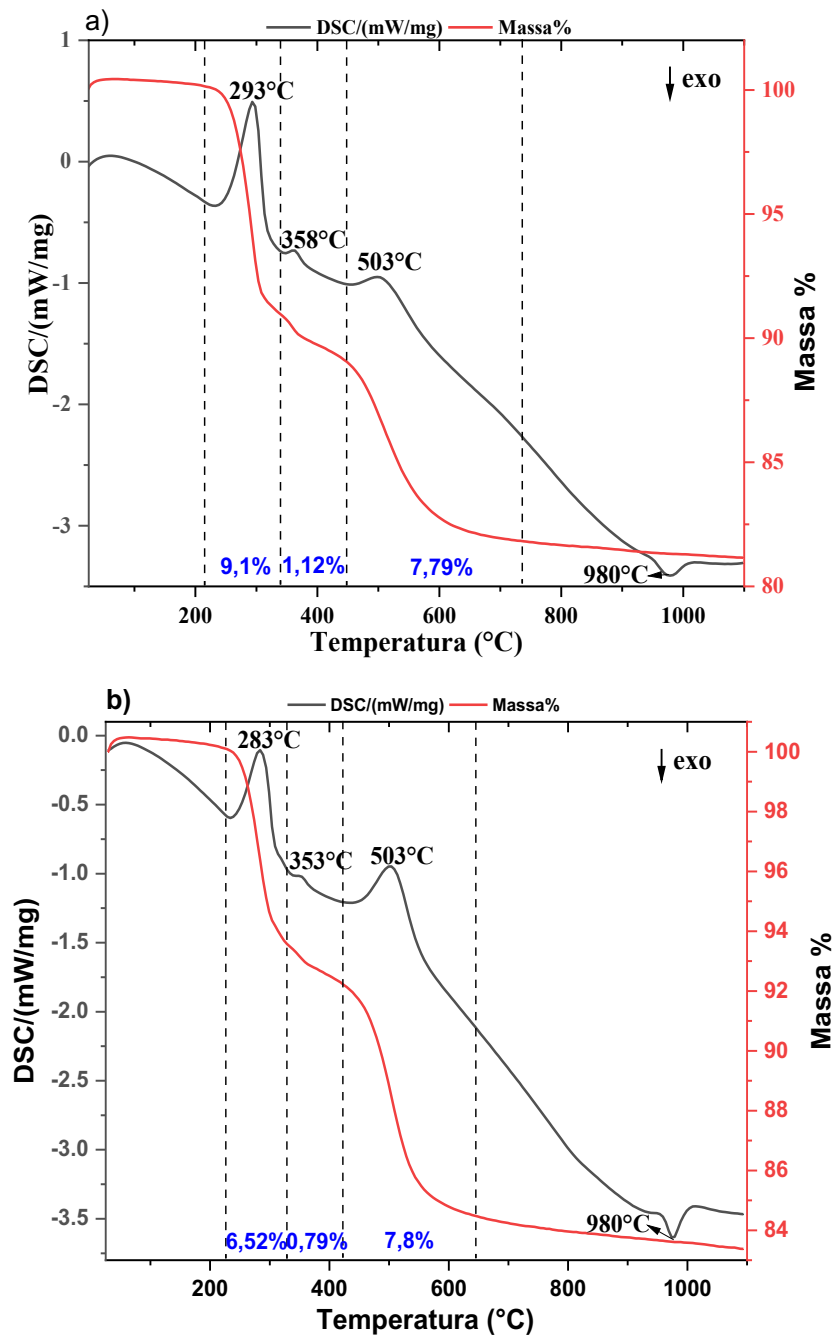


Figura 3- Curvas TG/DSC das amostras de argila de lavagem.

Conclusões

No estudo das amostras de resíduos de lavagem de bauxita ~~de diferentes empresas da região amazônica~~ foi notável uma semelhança mineralógica e química ~~entre as duas amostras~~, demonstrando predominância de minerais ricos em ferro, alumínio e sílico.

Essa composição é bastante atrativa para diversas aplicações. Como citado anteriormente na obtenção de nanomateriais sintéticos como HDL e zeólita que por sua vez, podem ser utilizados como adsorventes para remoção de metais pesados, corantes e outros tipos de contaminantes em rios, lagos e oceanos.

Tendo em vista a presença de caulinita e minerais de ferro nas amostras, elas também possuem potencial para produção de cerâmica vermelha (telhas e tijolos). Além disso, a presença de gibbsita é bastante atrativa para complementar o percentual de Al_2O_3 necessário para um clínquer de boa qualidade.

Considerando a demanda atual não só no Brasil, mas a nível global sobre a busca por processos industriais que gerem o mínimo de resíduos, o presente estudo destaca que a composição química e mineralógica das amostras é bem atrativa para uma gama de aplicações podendo reduzir o acúmulo de resíduos provenientes do beneficiamento da bauxita na região amazônica.

Agradecimentos

A empresa Hydro pelo financiamento de parte da pesquisa e seu apoio na inscrição e ajuda de custo para participação n 63º CBQ através do projeto 4486-Hydro/UFGA.

Referências

Adazabra, A.N., Viruthagiri, G., and Atingabono, J. (2023a) Developing fired clay bricks by incorporating scrap incinerated waste and river dredged sediment. **Process Safety and Environmental Protection**, 179, 108–123. Institution of Chemical Engineers.

Adazabra, A.N., Viruthagiri, G., and Foli, B.Y. (2023b) Evaluating the technological properties of fired clay bricks incorporated with palm kernel shell. **Journal of Building Engineering**, 72. Elsevier Ltd.

Costa, M.L. da, Cruz, G. da S., Almeida, H.D.F. de, and Poellmann, H. (2014) On the geology, mineralogy and geochemistry of the bauxite-bearing regolith in the lower Amazon basin: Evidence of genetic relationships. **Journal of Geochemical Exploration**, 146, 58–74. Elsevier B.V.

Król, M. and Mozgawa, W. (2019) Zeolite layer on metakaolin-based support. **Microporous and Mesoporous Materials**, 282, 109–113. Elsevier.

Nascimento, R.S., Corrêa, J.A.M., Figueira, B.A.M., Pinheiro, P.A., Silva, J.H., Freire, P.T.C., and Quaranta, S. (2022) From mining waste to environmental remediation: a nanoadsorbent from Amazon bauxite tailings for the removal of erythrosine B dye. **Applied Clay Science**, 222. Elsevier Ltd.



Negrão, L.B.A., Costa, M.L. da, and Pöllmann, H. Waste clay from bauxite beneficiation to produce calcium sulphoaluminate eco-cements. **Construction and Building Materials**, 340, 127703 (2022).

Peng, H., Qi, T., Vogrin, J., Huang, Q., Wu, W., and Vaughan, J. The effect of leaching temperature on kaolinite and meta-kaolin dissolution and zeolite re-precipitation. **Minerals Engineering**, 170. Elsevier Ltd (2021).