

Síntese de zeólitas a partir do resíduo vítreo da indústria de têmpera de vidro

Synthesis of zeolites from glass tempering industry glass waste

RESUMO

A indústria de vidros é considerada uma indústria cara, por demandar de uma grande quantidade energética e também ser responsável por utilizar uma enorme quantidade de recursos naturais como matéria-prima para a produção dos vidros. Devido à preocupação do impacto ambiental, se busca formas de reutilização dos vidros, como por exemplo, sendo matéria-prima de alumino-silicatos para a produção de catalisadores industriais, que são elementos químicos que tem como objetivo acelerar as reações químicas, permitindo reações químicas eficientes, econômicas e seletivas aos produtos desejados. As zeólitas são catalisadores de alumino silicatos cristalinos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos terrosos, que possuem estrutura de uma rede tridimensional aberta, ordenada em canais de dimensões moleculares formando microporos. Com apenas 24 horas de síntese, os difratogramas realizados mostram a formação da zeólita denominada Cancrinita e após 120 horas de reação, apenas picos cristalográficos de Cancrinita foram observados, o que indica viabilidade na produção desta zeólita a partir de resíduos de uma indústria de vidros temperados.

PALAVRAS-CHAVE: Zeólitas. Vidro temperado. Resíduos de vidro.

Diego Borelli Dias

Diego_lp18@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Márcio Eduardo Berezuk

berezuk@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Fábio Ribeiro Tentor

Fabiotentor94@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Mateus Rosolen Gomes

Mateus.rosolen.gomes@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The glass industry is considered an expensive industry because it requires a large amount of energy and is also responsible for using a huge amount of natural resources as a raw material for the production of glass. Due to the concern of the environmental impact, we are looking for ways to reuse glass, for example, being aluminosilicate raw material for the production of industrial catalysts, which are chemical elements that aim to accelerate chemical reactions, allowing chemical reactions efficient, economical and selective to the desired products. Zeolites are catalysts of hydrated crystalline alumina silicates of alkaline or alkaline earth metals, which have the structure of an open three-dimensional network, arranged in channels of molecular dimensions forming micropores. With only 24 hours of synthesis, the diffractograms show the formation of zeolite called Cancrinite and after 120 hours of reaction, only crystallographic peaks of Cancrinite were observed, indicating viability in the production of this zeolite from residues of a tempered glass industry.

KEYWORDS: Zeolites. Tempered glass. Glass waste.

INTRODUÇÃO

Para a produção do vidro se demanda de uma enorme quantidade de recursos naturais como matéria-prima e uma grande quantidade de energia. Dessa maneira, sendo considerada uma indústria cara. Estimasse que para cada 1 Kg de vidro plano produzido, tem o consumo de 1,73 Kg de matérias-primas e de 0,15 m³ de uso de água. Além disso, para cada 1 Kg de vidro produzido necessita-se de 16,9 MJ de calor no sistema, devido à necessidade de trabalhar a uma temperatura de 1600 °C (SAITO E SHUKUYA, 1996).

Recentemente, os resíduos vítreos vêm sendo utilizados como matéria-prima de alumino-silicato para a produção de catalisadores industriais. Fator importante, pois proporciona uma nova destinação para um resíduo que causa impacto ambiental.

Os catalisadores são elementos químicos que tem como objetivo acelerar as reações químicas, permitindo reações químicas eficientes, econômicas e seletivas aos produtos desejados. Cerca de 85-90% de todos os produtos são produzidos em processo que envolvem o uso de catalisadores e essa percentagem tende a aumentar (CHORKENDORFF e NIEMANTSVERDIET, 2007).

As zeólitas são catalisadores de alumino silicatos cristalinos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos terrosos, que possuem estrutura de uma rede tridimensional aberta, ordenada em canais de dimensões moleculares formando microporos, constituídas por tetraedros de sílica [SiO₄]⁴⁻ e alumina [AlO₄]⁵⁻, ligados entre si por átomos de oxigênio (HAGEN, 2006).

Ao utilizar uma matéria-prima de baixo custo para sintetizar zeólita se obtém vantagens econômicas sobre padrões químicos sintéticos (KOVO et al., 2009). Por exemplo, diversos grupos de pesquisas focam seus estudos na preparação de algumas zeólita a partir de caulins e tem obtido excelentes resultados na síntese.

MATERIAIS E MÉTODOS

FUSÃO ALCALINA

Inicialmente, o pó de vidro temperado foi macerado em graal com um pistilo para reduzir a granulometria das partículas. De acordo com Coluna e Llorens (2007), foi adotado uma proporção de 1:1,5 em massa de vidro e hidróxido de sódio para se promover o maior contato superficial entre os materiais com o objetivo de aumentar o rendimento do processo.

Com o auxílio de uma balança analítica, foi pesado 20 g de vidro em um béquer e em um segundo béquer foi pesado 35 g de hidróxido de sódio em pastilha. As pastilhas foram maceradas para reduzir sua granulometria. Posteriormente, os dois compostos foram misturados e sua mistura foi transferida para dois cadinhos de níquel. Os cadinhos foram colocados no interior de uma mufla, na qual, ficaram durante duas horas à uma temperatura de 500 °C

para que o processo de fusão alcalina ocorresse. Para finalizar, o material obtido após a fusão alcalina foi macerado para reduzir sua granulometria.

SÍNTESE HIDROTÉRMICA

Para a síntese hidrotérmica, se teve a pesagem da massa do produto da fusão alcalina, do sulfato de alumínio e o volume de água destilada a ser utilizada seguindo a metodologia proposta por El-Mekkawi e Selim (2014), que considera a base molar de $5 \text{ SiO}_2 : 1 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 8 \text{ Na}_2\text{O} : 20 \text{ H}_2\text{O}$. Primeiramente, parte da água destilada medida foi adicionada ao produto da fusão alcalina pesado para se diluir os silicatos. Praticamente todo o material da fusão alcalina foi diluído, dessa maneira, o material diluído foi transferido para outro béquer.

O restante da água destilada medida foi utilizada para solubilizar o sulfato de alumínio com o auxílio de um agitador magnético. Posteriormente, a solução de sulfato de alumínio foi transferida lentamente para o béquer contendo a diluição do material da fusão alcalina sobre agitação, dessa maneira, formando um gel homogêneo. O gel foi transferido para o interior de um reator de aço inox revestido com teflon e colocado em uma estufa na temperatura de $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Foram obtidas seis amostras nos intervalos de 1 a 120 horas. As amostras coletadas foram filtradas á vácuo, secas em estufa e guardadas.

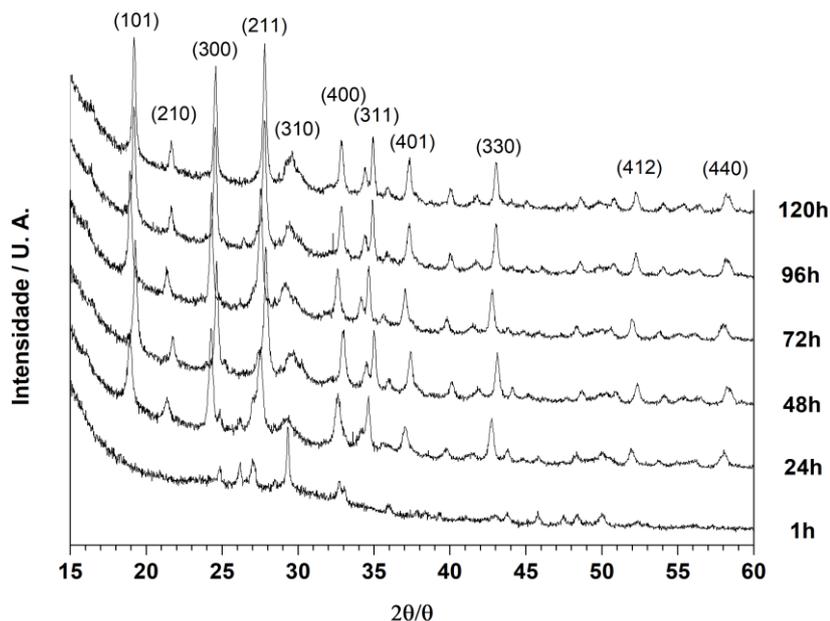
CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

A caracterização das amostras obtidas foi realizada por meio de Difração de Raios-X (DRX), com o objetivo de verificar o tipo de zeólita formada na síntese.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os espectros do difratograma para as amostras contendo a síntese de zeólitas em diferentes tempos de síntese hidrotérmica:

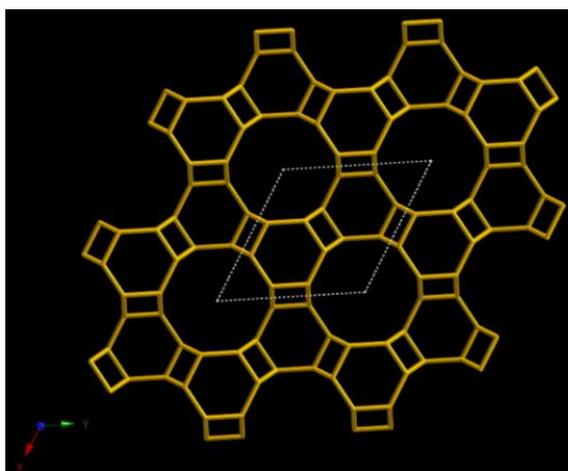
Figura 1 – Difratogramas dos ensaios de síntese hidrotérmica em diferentes tempos de síntese.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se na Figura 1 que a partir de 24 horas de síntese hidrotérmica há a formação de material cristalino com picos bem definidos nos difratogramas. Estes sinais correspondem à zeólita denominada Cancrinita (<http://ruff.info/cancrinite/display=default/R050352>). O período de 1 hora possui sinais cristalinos de baixa intensidade de aluminato e seus sinais desaparecem gradualmente à medida que o envelhecimento da solução ocorre. Após 120 horas de reação todos os sinais cristalinos mostram a formação da Cancrinita. A Figura 2 apresenta a zeólita Cancrinita.

Figura 2 – Projeção estrutural hkl [001] da cancrinita.



Fonte: BAERLOCHER E McCUSKER, 2019.

A Cancrinita possui fórmula $\text{Na}_6\text{Ca}_2[(\text{SO}_4)_2|\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, possui estrutura cristalina hexagonal e seu maior canal possui 5,95 Å de diâmetro. Pouco

explorada comercialmente pode ser direcionado seu emprego para processos de troca iônica, adsorção e catálise heterogênea.

CONCLUSÃO

Foram realizadas as etapas de fusão alcalina e tratamento hidrotérmico de amostras de vidro temperado obtidos como resíduo industrial de uma fábrica de beneficiamento de vidros. Por meio de metodologias descritas em literatura foi possível obter a zeólita cancrinita após 24 horas de síntese. Após 120 horas de síntese os difratogramas mostram apenas a presença de sinais cristalinos da cancrinita como produto final de reação, o que indica a viabilidade de sua síntese a partir de resíduos de uma indústria de vidros temperados.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR, Fundação Araucária, à FACENS, ao COMCAP-UEM.

REFERÊNCIAS

BAERLOCHER, C.; McCUSKER, L.B. **Database of Zeolite Structures:** <http://www.iza-structure.org/databases/>. Acesso em: 10 Jun. 2019.

CHORKENDORFF, I.; NIEMANTSVERDRIET, J. W. **Concepts of Modern Catalysis and Kinetics**, 2ª Ed., Ed. WILW-VCH Verlag, Weinheim, 2007.

COLINA, F. G.; LLORENS, J. Study of the dissolution of dealuminated kaolin in sodium-potassium hydroxide during the gel step formation in zeolite X synthesis. **Microporous and Mesoporous Mater.**, v. 100, p. 302-311, 2007.

EL-MEKKAWI, D. M.; SELIM, M. M. Removal of Pb²⁺ from water by using Na-Y zeolites prepared from Egyptian kaolins collected from different sources, **J. Environ. Chem. Eng.**, v. 2, p. 723-730, 2014.

HAGEN, J. **Industrial Catalysis: A Practical Approach**, Ed. WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2006.

KOVO, A. S., HERNANDEZ, O., HOLMES, S. M. Synthesis and characterization of zeolite Y and ZSM-5 from Nigerian Ahoko Kaolin using a novel, lower temperature, metakaolinization technique, **J. Mater. Chem.**, v. 19, p. 6207-6212, 2009.

RRUFF Project. LAFUENTE B, DOWNS R T, YANG H, STONE N (2015) The power of databases: the RRUFF project. In: **Highlights in Mineralogical Crystallography**, T

ARMBRUSTER and R. M DANISI, eds. Berlin, Germany, W. De Gruyter, pp 1-30.
Disponível em: < <http://ruff.info/cancrinite/display=default/R050352>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

SAITO, M., SHUKUYA, M. Energy and material use in the production of insulating glass Windows. **Solar Energy**, v. 58, n. 4-6, p. 247-252, 1996.