

## **Obtenção e caracterização de vitrocerâmico obtido por resíduos de indústria de vidro.**

### **Obtaining and characterization of glass ceramic obtained by glass industry residues.**

Kleidson S. de Jesus <sup>(1)</sup>, Tainá C. da Silva <sup>(1)</sup>, Raquel G. Carvalho <sup>(1)</sup>.

(1) Instituto federal de educação, ciência e tecnologia da Bahia – campus Irecê, rodovia Ba 158 km 04, 1800; Vila Esperança, 44900-000, Irecê-BA.

[kleisanttos2016@gmail.com](mailto:kleisanttos2016@gmail.com), [tainacostards@gmail.com](mailto:tainacostards@gmail.com), [raquellgcarvalho@gmail.com](mailto:raquellgcarvalho@gmail.com)

#### RESUMO

*Os materiais vitrocerâmicos apresentam elevado desempenho mecânico, químico e térmico, e, portanto, vem sendo utilizando em diversas áreas industriais. Os vitrocerâmicos são obtidos por processos que estão diretamente relacionados aos estudos de devitrificação, e a variedade de composições que podem ser obtidas no estado vítreo. Neste contexto, este trabalho apresenta uma alternativa para utilização de resíduo de uma indústria de vidro na cidade de Irecê-Ba, como matéria-prima para obtenção de vitrocerâmicos. Assim, o rejeito foi moído e caracterizado, depois foram preparadas diferentes composições a partir da adição de alumina e resíduo de vidro, e posteriormente foram analisados por análises térmicas diferenciais. Os pós foram compactados e tratado termicamente para se obter corpos-de-prova, que foram caracterizados por espectrometria de fluorescência de raios X, difratometria de raios X, dilatometria óptica e análise térmica diferencial. Os resultados mostraram potencial para diversas aplicações, como na indústria civil, apresentando características que recomendam a continuidade de estudos.*

*Palavras –chave: Vitrocerâmico, alumina, vidro.*

#### ABSTRACT

*The glass-ceramic materials present high mechanical, chemical and thermal performance, and therefore it has been used in several industrial areas. Glass-ceramics are obtained by processes that are directly related to the devitrification studies, and the variety of compositions which can be obtained in the glassy state. In this context, this work presents an alternative for the use of waste from a glass industry in the city of Irecê-Ba, as raw material for glass ceramics. Thus, the tailings were milled and characterized, then different compositions were prepared from the addition of alumina and glass residue, and then analyzed by differential thermal analysis. The powders were compacted and heat treated to obtain specimens which were characterized by X-ray fluorescence spectrometry, X-ray diffraction, optical dilatometry and differential thermal analysis. The results showed potential for several applications, such as in the civil industry, presenting characteristics that recommend the continuity of studies.*

*Keywords: glass – ceramic, alumina, glass.*

## INTRODUÇÃO

Segundo Zanotto (1986, p.90), os primeiros materiais vitrocerâmicos que se tem conhecimento surgiram na época de 1930, quando um pesquisador francês, realizando um estudo sobre vidros, acabou por esquecer algumas garrafas de vidro em um forno durante a noite e quando acordou elas estavam opacas, pois a partir das impurezas que se encontravam na parte superficial do vidro, cresceram cristais em direção ao interior da garrafa, gerando uma reação de cristalização descontrolada.

Outro caso, de acordo com Braun (2008, p.3) ocorreu no fim dos anos 50, quando Donald Stookey, pesquisador norte-americano da empresa Corning Glass fazia alguns experimentos com vidros fotocromáticos. Em um desses experimentos ele acabou também esquecendo um artigo de vidro fotocromático durante a noite em um forno quente. Esse artigo de vidro se tornou totalmente opaco e cristalizado, resultando assim em um novo material, com grande resistência mecânica e baixa expansão térmica, que foi chamado de vitrocerâmica. Em 1956, foi criada a primeira patente vitrocerâmica, na qual já foram mostradas diferentes formulações de vitrocerâmicos (Zanotto, 1986, p. 91).

Os vitrocerâmicos são classificados como materiais policristalinos e são obtidos através da cristalização controlada de vidros, cuja composição recebe agentes nucleantes como a alumina ( $Al_2O_3$ ) ou outros tipos de óxidos ou agentes para estimular o processo de cristalização, também chamado de devitrificação.

Esses materiais já vêm sendo estudados há um certo tempo, mas ainda é uma novidade para muitos. A grande procura por esse material se deve a importantes características e propriedades, como maior resistência, grande intervalo de dilatação térmica, etc.

Os vitrocerâmicos tem aplicações diversas, as vezes com formulações diferentes para cada uso desejado. Alguns tem a aparência parecida com mármore ou granito e maior resistência que os mesmos, sendo assim propícios para aplicações na área da construção civil. Já outros, como os do sistema ( $Li_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ ) são bastante explorados por sua capacidade de expansão térmica e resistência a choques térmicos, sendo utilizados na área química.

Alguns tipos de vitrocerâmicos usam resíduos sólidos como base, como por exemplo, escórias resultantes da extração de metais em metalúrgicas, resíduos da perfuração de poços de petróleo, etc. Essa reutilização dos resíduos ajuda a evitar o descarte inapropriado de alguns materiais, que poderiam vir a causar danos ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo obter vitrocerâmicos com resíduos de vidro da empresa IRETEMPER, localizada na cidade de Irecê – BA. Assim apresentamos também uma alternativa para o uso de resíduos de vidro, evitando o descarte incorreto desse material.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo do projeto foi fazer uma parceria com a empresa Iretemper, localizada na Rodovia BA 148 Km 04,1352 - Irecê, BA., assim conseguimos obter os rejeitos de vidro quebrado da empresa, os quais foram triturados, transformados em pó e posteriormente peneirados.

Para obtenção das amostras optamos por aplicar a Alumina ( $Al_2O_3$ ) por ser um elemento de boa resistência térmica, cuja já é bastante utilizada para a formação de outros materiais cerâmicos. Fizemos uma pesagem volumétrica, dos pós de alumina ( $Al_2O_3$ ) e pós de vidro. Após a compactação, as amostras foram levadas para a estufa onde passaram pelo processo de queima no dia seguinte.

### Preparação dos corpos de Prova

Para o estudo, processaram-se os resíduos em moinhos de bolas, num período de 20 minutos. Logo depois, o resíduo de vidro moído foi misturado com a alumina ( $Al_2O_3$ ) nas proporções conforme observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Proporções de resíduo de vidro nos compactados.

	A1	A2	A3	A4	$Al_2O_3$
F1	10%				90%
F2		10%			90%
F3			10%		90%
F4				10%	90%

As pastilhas foram moldadas a partir de 12 g obtidas utilizando um molde de aço e uma prensa hidráulica, capacidade de 200 ton.

As pastilhas compactadas foram levadas para uma mufla, e depois de 24 horas foram submetidas a sinterização, a temperatura de 1100°C/2 h. Vale salientar que uma alíquota de todos os pós coloridos e alumina ( $Al_2O_3$ ) foram submetidos a análise química por fluorescência de raios X e difração de raios X.

## CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTAS

As amostras foram analisadas utilizando o método do pó empregando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação  $\text{CuK}\alpha$ , tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,020  $2\theta$  e tempo por passo de 1,000s, com velocidade de varredura de  $2^\circ(2\theta)/\text{min}$ , com ângulo  $2\theta$  percorrido de  $5^\circ$  a  $80^\circ$ .

As argilas naturais foram submetidas à análise química por fluorescência de raios X. O espectrômetro de fluorescência de raios-X determina semi-quantitativamente, os elementos presentes em uma determinada amostra, através da aplicação de raios X na superfície da amostra e a posterior análise dos fluorescentes emitidos em equipamento EDX 720 da Shimadzu.

O comportamento térmico do pó precursor foi estudado por análise termogravimétrica e calorimetria exploratória diferencial. As curvas de TG/DSC foram obtidas simultaneamente em um equipamento Netzsch STA 449, com atmosfera de ar sintético e razão de aquecimento de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ , até a temperatura de  $900^\circ\text{C}$ . Utilizou-se amostras de aproximadamente 10 mg, em cadinho de alumina. Como referência, utilizou-se um cadinho similar, vazio.

## Resultados e discussões

### Análise térmica

As curvas de TG e DSC dos pós de alumina resíduos de vidro e a mistura desses pós são mostradas nas figuras 1 e 2, respectivamente. Todas as curvas de TG apresentam comportamento semelhante, bem como as de DSC.

Na Tabela 2 e 3 estão apresentadas as composições químicas das amostras estudadas utilizando o espectrômetro de fluorescência de raios X.

**Tabela 2.** Composição química por fluorescência de raios X da alumina.

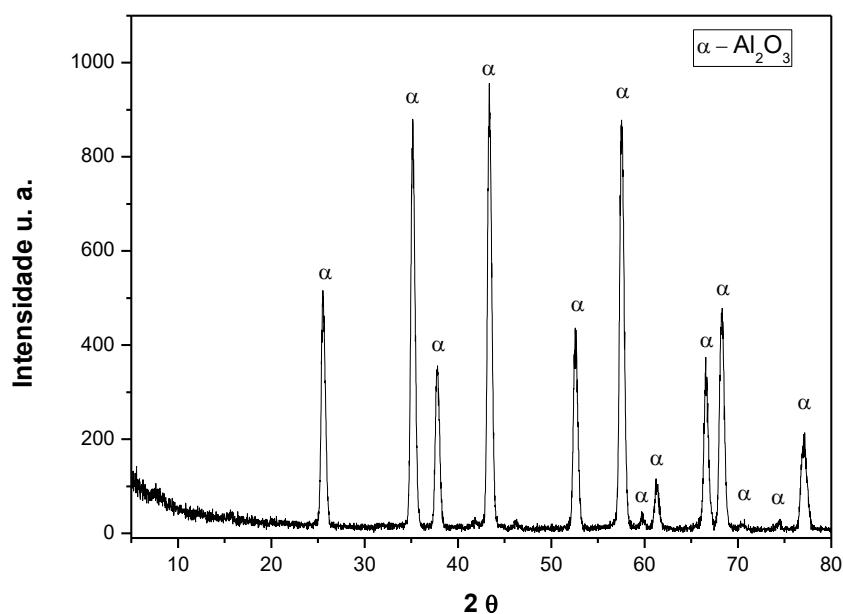
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Na <sub>2</sub> O (%)
<b>Alumina</b>	98,44%	1,0	0,05	0,16	0,3

**Tabela 3.** Composição química por fluorescência de raios X do vidro.

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	SrO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
<b>Vidro</b>	4,29	63,59	1,1	12,5	0,61	0,08	0,26	14,25	0,13	3,02

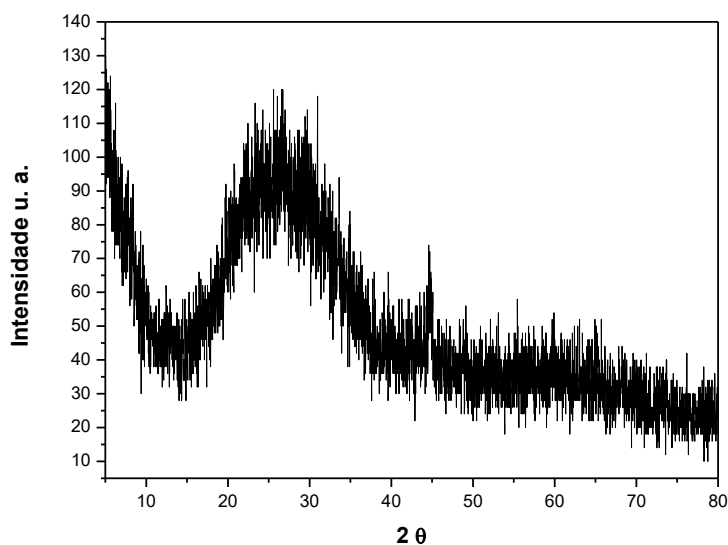
#### Difração de raios X

De acordo com o difratograma apresentado na Figura 1, é possível identificar perfil cristalino e picos característicos a alumina.



**Figura 1.** Difratograma da alumina utilizada no preparo das pastilhas compactadas.

Na Figura 2, o difratograma de raios X apresenta uma banda amorfa na região de  $2\theta$  entre 20 e 40 ° que está relacionado ao estado amorfo da sílica.



**Figura 1.** Difratograma da alumina utilizada no preparo das pastilhas compactadas.

## AGRADECIMENTOS

IFBA

## REFERÊNCIAS

[1] ZANOTTO, E.D. **Vitrocerâmica**. LaMaV – Vitreous Materials Laboratory, 1986. Disponível em: <<http://www.lamav.ufscar.br/artpdf/1enca.pdf>>. Acesso em: 10 Maio. 2019

[2] BRAUN, S.E. **Efeito do grau de cristalização nas propriedades mecânicas de vitrocerâmicas de dissilicato de lítio**. 2008. 91f. Dissertação (Mestre em ciências) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/16900>>. Acesso em: 05 maio. 2019.

[3] BORBA, C.d.g de; MORAIS, D.s.; RIELLA, H. G.. Influência dos agentes nucleantes na cristalização de nefelina em vidros do sistema Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 45., 2001, Florianópolis - Sc. **Anais...** Florianópolis - Sc: Abceram, 2001. v. 5, p. 1 - 11. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbc/2001/reusmos/17-003.html>>. Acesso em: 01 maio. 2019.

[4] CADIOLI, Luiz Paulo; BAITELO, Luis Gustavo. Materiais cerâmicos, um estudo sobre vitrôcerâmicos. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, Valinhos - Sp, v. , n. 4, p.147-161, 21 dez. 2010. Disponível em: <[revista.pgsskroton.com.br](http://revista.pgsskroton.com.br)>. Acesso em: 01 maio. 2019

[6] SANTOS, Patrícia dos; COSTA, Antonio Carlos Saraiva da. **Difratometria de raios-X e análise térmica das frações granulométricas de caulins**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 34, n. 1, p. 09-22, jan./jul. 2013

[7] Oliveira, L. A.; Barbosa, T. L. A.; Lima, E. G.; Rodrigues, M. G. F. **Comparação e caracterização de argilas Esmectitas Organofílicas visando uma maior eficiência na remoção de óleo**. 60º Congresso Brasileiro de Cerâmica 15 a 18 de maio de 2016, Águas de Lindóia, SP

[8] COELHO, Antonio Carlos Vieira; SANTOS, Pêrsio de Souza; SANTOS, Helena de Souza. **Argilas Especiais: Argilas Quimicamente Modificadas – Uma Revisão**. *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 5, 1282-1294, 2007