

## **APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA ETAPA DE LAPIDAÇÃO DE VIDRO EM CERÂMICA VERMELHA**

Licurgo, J. S. C.\*; Vieira, C. M. F.

Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF

Laboratório de Materiais Avançados-LAMAV

Av. Alberto Lamego, nº 2000, Horto. Campos dos Goytacazes – RJ

CEP: 28015-620

\*julianasclcurgo@gmail.com

### **RESUMO**

*Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da incorporação de até 40% em peso de um resíduo gerado na forma de lama proveniente da etapa de lapidação da fabricação de vidros, em cerâmica vermelha. Corpos-de-prova foram obtidos por prensagem uniaxial a 20 MPa e queimados na temperatura de 900°C. As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram: retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicaram que o resíduo altera as propriedades da cerâmica vermelha com redução da absorção de água na temperatura investigada e aumento da resistência mecânica.*

Palavras-Chave: cerâmica vermelha, vidro, resíduo.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos se tornaram uma preocupação mundial. A destinação final de resíduos tem sido

um grande problema para as indústrias, o mal descarte do mesmo pode causar graves problemas ao meio ambiente. O processo de reciclagem de resíduos deve ser adequadamente gerenciado, pois ele pode acarretar impactos ambientais.

O vidro é um material que apresenta grande quantidade de óxido de silício, o objetivo da reciclagem de vidro é diminuir a quantidade desses resíduos no meio-ambiente.

Quando o resíduo de vidro é incorporado em misturas cerâmicas apresenta um bom potencial como novo fundente. O pó de vidro também acelera o processo de densificação durante a queima, porém ele não é a opção mais indicada para a substituição total do feldspato, pois pode gerar um produto não-conforme. Contudo sua substituição parcial pode proporcionar contribuição econômica e ecológica. Outra vantagem na reutilização do pó de vidro no processo produtivo é a diminuição da energia necessária para sua fundição.

Visto que o pó de vidro não pode ser reciclado e que sua eliminação em aterros e rios pode causar um grande problema ambiental, esse trabalho tem como objetivo encontrar uma aplicação útil e ambientalmente viável para ele, que é resultado do processo de lapidação de vidro. Será avaliada a influência da incorporação do pó de vidro nas propriedades físico-mecânicas de uma massa argilosa utilizada na produção de cerâmica vermelha.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizados os seguintes materiais para realização desse trabalho: argila e resíduo de vidro, gerado na forma de lama proveniente da etapa de lapidação da fabricação de vidros.

Inicialmente a argila foi beneficiada por peneiramento em 35 mesh. O resíduo de vidro foi destorroado e peneirado em 35 mesh.

Foram elaboradas seis composições com incorporação do resíduo em massa argilosa nos seguintes percentuais: 0; 5; 10; 20; 30 e 40% em peso ( a massa 0%, sem adição de resíduo é utilizada como referência). As composições foram homogeneizadas em um moinho durante 20 minutos. Em seguida, as massas foram umidificadas com 8% em peso de água.

Foram preparados por prensagem uniaxial a 20 MPa corpos de prova retangulares com 115 mm. Na estufa a 110°C foi realizada a secagem durante 24 horas. Os corpos de prova foram queimados em forno de laboratório tipo mufla na temperatura de 900°C. A taxa de aquecimento utilizada foi de 2°C/min e isoterma de 180 minutos na temperatura de patamar. Realizou-se o resfriamento com a mesma taxa de aquecimento. Foram determinadas as seguintes propriedades físicas e mecânicas: absorção de água, retração linear e tensão de ruptura à flexão.

O resíduo foi caracterizado através de granulometria, Fluorescência de Raios-X (FRX) e Difração de Raios-X (DRX).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na tabela 1, foram identificadas as composições químicas em porcentagem (%) de óxidos presentes no pó de vidro proveniente do resíduo da lapidação de vidro, através da análise de Fluorescência de raios-X.

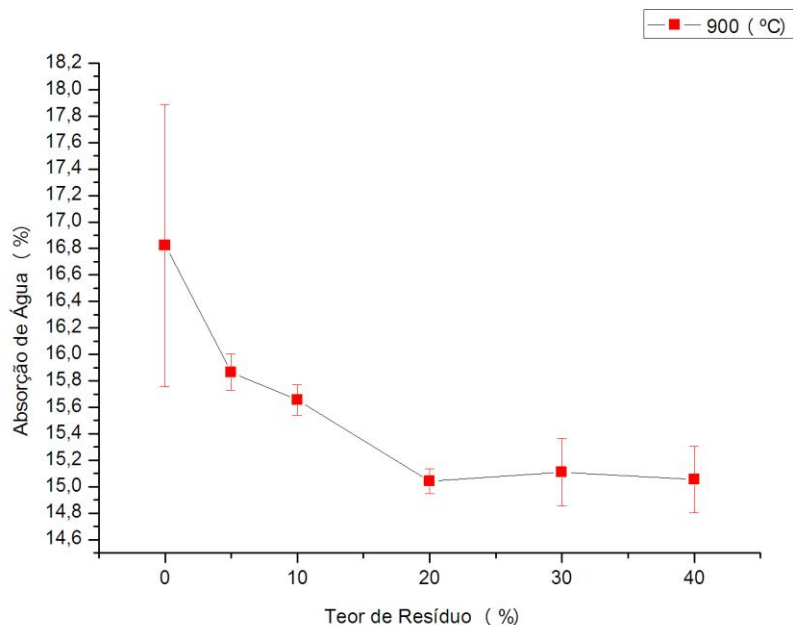
**Tabela 1:** Composição química do pó de vidro (óxidos, %) obtida por fluorescência de raios-X

Óxidos	Percentual (%)
SiO <sub>2</sub>	67,88
TiO <sub>2</sub>	0,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	1,25
MgO	2,44
CaO	8,44
Na <sub>2</sub> O	13,57
K <sub>2</sub> O	0,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05
SO <sub>3</sub>	0,25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09
NiO	0,11
CuO	0,03

ZrO <sub>2</sub>	0,10
LOI	2,80
Total	99,79

Observa-se que o pó de vidro apresenta predominantemente óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) que é responsável por formar a rede vítrea. Os óxidos dos metais alcalinos e metais alcalinos terrosos (óxido de sódio, cálcio e potássio) funcionam como modificadores de rede e são responsáveis por romper a estrutura vítrea, ou seja, diminuem a viscosidade do vidro. O óxido de cálcio (CaO) e óxido de sódio (Na<sub>2</sub>O) são responsáveis por proporcionar estabilidade ao vidro contra ataques de agentes atmosféricos e também atuam no processo de sinterização, diminuindo a temperatura de queima das cerâmicas. Os óxidos de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), de Zircônio (ZrO<sub>2</sub>) e magnésio (MgO) aumentam a resistência mecânica do vidro, além disso o óxido de magnésio (MgO) também garante mais resistência ao vidro para suportar mudanças bruscas de temperatura.

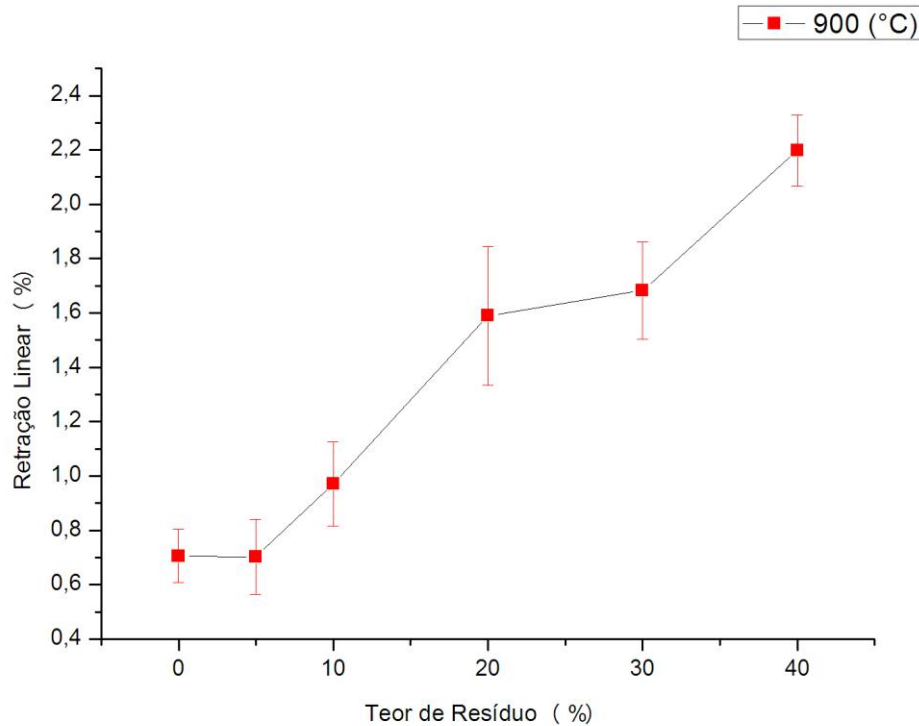
A Figura 2 apresenta a absorção de água das massas cerâmicas queimadas a 900°C, em função do teor de resíduo de vidro proveniente da lapidação de vidro. Pode-se observar que à medida que o teor de pó de vidro aumenta, os valores de absorção diminuem.



**Figura 2:** Absorção de água em função do teor de resíduo de vidro incorporado

A incorporação de 5 e 10% de resíduo não apresentou grande influência nas propriedades investigadas. Com 20, 30 e 40% de resíduo incorporado nota-se mais claramente o efeito na redução da porosidade aberta sobre a massa argilosa.

A Figura 3 apresenta a retração linear de queima das cerâmicas queimadas.



**Figura 3:** Retração linear em função do teor de resíduo incorporado

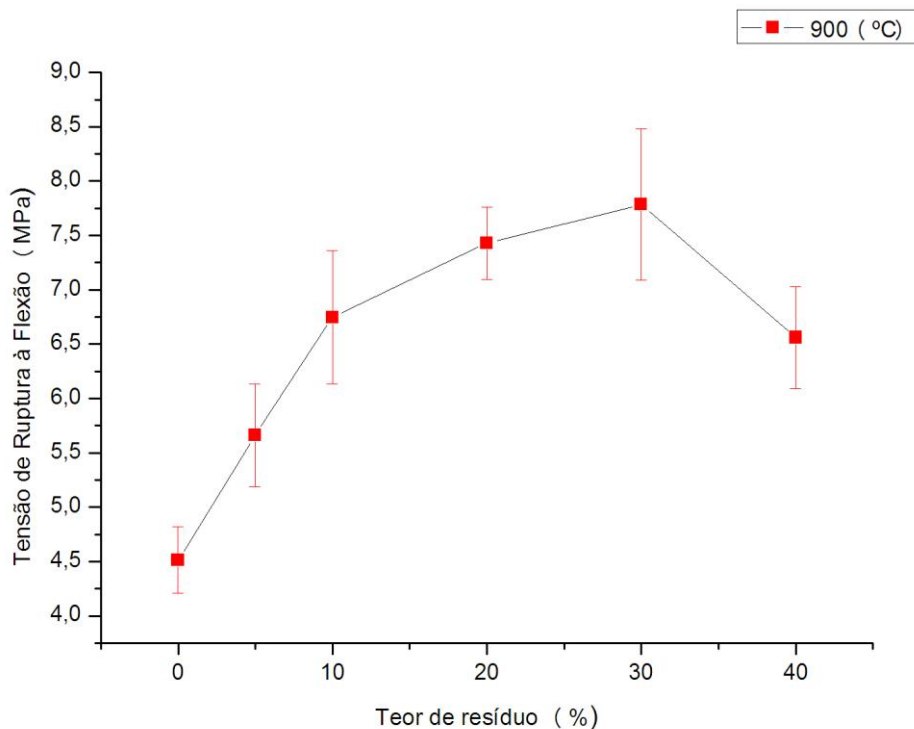
Além da sinterização, no aquecimento, ocorrem decomposição e transformações de fases. Na sinterização os poros do corpo prensado tendem a fechar, seguido por retração linear. As demais reações sobre as dimensões da estrutura interferem na extensão desta retração. A sinterização tende a diminuir a área superficial do corpo, incluindo a diminuição dos poros. As medidas de retração linear e de absorção de água estão diretamente relacionadas e ambas dependem da sinterização.

Observa-se uma variação significativa da retração linear da argila com a incorporação do resíduo de vidro proveniente da lapidação de vidro. As

formulações com 5 e 10% de resíduo não apresentam alterações significativas na retração linear das amostras quando comparadas à amostra de referência. Para as formulações de 20, 30 e 40% pode-se observar um bom incremento nos valores médios de retração.

Pode-se observar através da Figura 4 que à medida que a tensão de ruptura à flexão aumenta a absorção de água diminui.

Observa-se uma pequena variação da resistência mecânica a argila com a incorporação do resíduo de vidro proveniente da etapa de lapidação de vidro.



**Figura 4:** Tensão de ruptura a flexão em função do teor de resíduo de vidro incorporado

A resistência mecânica da argila apresenta melhora com a incorporação do resíduo, provavelmente isso ocorre devido ao efeito do resíduo que, quando passa a se comportar como líquido, seu efeito quando adicionado a uma cerâmica vermelha pode proporcionar melhorias na propriedade mecânica através do fechamento dos poros. As composições com mais de 10% de resíduo de vidro incorporado geram maiores benefícios para a qualidade da cerâmica, sendo assim indicadas como as mais adequadas.

## **CONCLUSÕES**

O resíduo de vidro proveniente da etapa de lapidação de vidro investigado é constituído predominantemente de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), seguido pelo óxidos de sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e cálcio ( $\text{CaO}$ ), no processo de sinterização esses óxidos diminuem a temperatura de queima das cerâmicas. Esse resíduo apresenta grande potencial de uso na cerâmica vermelha, principalmente por reduzir a absorção de água.

Foi observado que na temperatura de 900°C a adição do resíduo, em todas as composições, diminuiu a absorção de água, aumentou a retração de queima e a resistência à ruptura por flexão, quando comparado a uma massa sem adição de resíduo de vidro preparada e queimada sob as mesmas condições. Incorporações com 30% de resíduo de vidro apresentam uma melhor combinação de resultados proporcionando redução da absorção de água, aumento da resistência à ruptura por flexão e da retração linear, ou seja, promove uma melhora significativa da resistência mecânica da cerâmica.

Conclui-se então que o resíduo de vidro apresenta grande potencial para ser reaproveitado em cerâmica vermelha, pois apresenta grande quantidade de óxido de silício. Além de ser uma alternativa que representa economia e contribuição para preservação ambiental, já que o resíduo poderia ser lançado na natureza por ser um subproduto não reciclável.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer a FAPERJ (proc. n. E-26/103.023/2008), ao CNPq (proc. N. 306027/2008-9) e a Empresa Viminás pela concessão do resíduo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CALLISTER W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais, uma introdução.** 7 ed. Ed LTC. 2008.
2. MORAIS A. S. C. **Incorporação de Resíduo de Vidro de Lâmpada Fluorescente em Cerâmica Vermelha.** Dissertação (Doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais). Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2013.
3. GALVÃO A. C. P. **Viabilização de Rejeitos de Vidro para Produção de Tijolos Cerâmicos.** Holos, Ano 29, Vol.4.
4. ANTÔNIO A. P. **Caracterização de Resíduo de Estação de Tratamento de Efluentes de Processo de Lapidação de Vidro sodo-cálcico e sua Aplicação na Produção de Concretos.** 56º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Curitiba, PR. Junho, 2012.
5. PONTIKES Y. **Thermal behaviour of clays for traditional ceramics with soda-lime-silica waste glass admixture.** June, 2006.
6. GODINHO K. O.; RABELO, T. R.; HOLANDA J. N. F.; SILVA A. G. P. **Incorporação de resíduo de vidro em cerâmica vermelha.** Anais do 48º Congresso Brasileiro de Cerâmica (CNC). Curitiba, PR, 2004b.



## **UTILIZATION OF WASTE ORIGINATING FROM GLASS STONING INTO CLAY CERAMICS**

### **ABSTRACT**

The present study aims to evaluate the effect of incorporation of waste generated as sludge originating from manufacturing glass, up to 40 wt.% , in the clay ceramics. Specimens have been obtained at 20 MPa by uniaxial pressing and fired at 900 ° C. The physical mechanical properties: linear shrinkage, water absorption and flexural strength have been evaluated in this present study. The results have indicated alterations in the ceramic's properties, as a reduced water absorption in the assayed temperatures and an increased mechanical strength.

Key-words: clay ceramics, glass, waste.