

## CARACTERIZAÇÃO DA LAMA DA LAPIDAÇÃO DE VIDROS SODO-CÁLCICOS PARA A FORMULAÇÃO DE PRODUTOS DE CERÂMICA VERMELHA

P.H.C. Filogônio <sup>(1)</sup>; A.S. Reis <sup>(2)</sup>; D.M. Louzada <sup>(1)</sup>; V.P. Della <sup>(1)</sup>  
Rua Odette de Oliveira Lacourt, 200, Jardim da Penha, Vitória – ES  
engphcastro@hotmail.com

(1) IFES - Campus Vitória; (2) IFES - Campus Colatina

### RESUMO

*Considerando estudos anteriores que comprovam a viabilidade da incorporação de vidros sodo-cálcicos na produção de cerâmica vermelha <sup>(1)(2)</sup>, este trabalho tem como objetivo verificar a potencialidade de incorporação da lama proveniente do processo de lapidação de vidros sodo-cálcicos na fabricação de produtos de cerâmica vermelha. Para isso, o resíduo foi caracterizado por meio dos ensaios de fluorescência de raios X, difração de raios X, distribuição de tamanho de partículas e comportamento térmico. Os resultados confirmam a semelhança química e mineralógica entre o resíduo de lapidação de vidros sodo-cálcicos e o vidro sodo-cálcico, principalmente quanto ao elevado teor de SiO<sub>2</sub> (69%). Devido a estas semelhanças e à semelhança química com a argila a ser utilizada, concluiu-se que o resíduo da indústria vidreira analisado tem potencial para ser empregado na fabricação de produtos de cerâmica vermelha.*

**Palavras-chave:** resíduo, pó de vidro, cerâmica vermelha

### INTRODUÇÃO

Com o constante desenvolvimento da indústria, uma das maiores preocupações da sociedade moderna está voltada para o grande volume de resíduos produzidos por este setor. Neste âmbito, vários estudos são realizados buscando o reaproveitamento dos materiais descartados pelas diferentes cadeias produtivas da indústria. Uma das alternativas para a diminuição deste problema é a incorporação destes resíduos em massas cerâmicas para a fabricação de produtos para a construção civil.

A indústria de beneficiamento de vidros é responsável pela geração de uma parcela significativa de resíduos industriais, sendo que, apenas na indústria onde obteve-se o resíduo do presente estudo, gera-se cerca de 8,7 toneladas por mês.

A geração deste resíduo é decorrente do acabamento dado às chapas de vidro

sodo-cálcico no processo de lapidação e corte das mesmas. A utilização de água durante a lapidação das chapas de vidro é fundamental, e sua reutilização é muito importante para a indústria, tanto economicamente como ambientalmente. Desta forma, o reaproveitamento da água é feito em uma estação de tratamento de efluentes (ETE) onde, ao final do processo, obtém-se tortas prensadas do resíduo resultante da lapidação das chapas de vidro.

O vidro é considerado um material reciclável, no entanto, razões técnicas, de mercado e de coleta de resíduos fazem com que uma grande quantidade de resíduo de vidro seja depositada em aterros. A reciclagem do resíduo de vidro com baixa granulometria, como o apresentado neste estudo, é evitada pela indústria vidreira para impedir que ocorra o arraste de pó pela chaminé dos fornos de fusão, assim como a deposição de vidro fundido nas paredes internas dos fornos e regeneradores, acarretando na inclusão de bolhas no produto final <sup>(1)(3)</sup>.

A escolha da cerâmica vermelha para incorporação do resíduo de lapidação de vidros planos (RLVP) relaciona-se à composição química deste último, haja visto que estudos incorporando resíduos com composições semelhantes revelaram resultados promissores para a produção de cerâmica vermelha <sup>(1)(2)(4)</sup>. Além disso, a cerâmica vermelha possui elevado potencial para incorporação de resíduos, visto que as massas argilosas são capazes de incorporar diferentes materiais, como, por exemplo, o resíduo de serragem de granito <sup>(5)</sup>, a lama de alto forno <sup>(6)</sup>, o lodo de estação de tratamento de água <sup>(7)</sup> e o resíduo proveniente da produção de papel <sup>(8)</sup>.

A presença de fundentes no RLVP pode reduzir a temperatura e o tempo de queima dos corpos cerâmicos, que, aliado à sílica presente, facilita sua fusão e favorece a formação de fase vítrea, proporcionando boa qualidade com baixa porosidade ao produto final <sup>(1)</sup>.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo caracterizar o resíduo proveniente da lapidação de vidros planos (sodo-cálcicos) e avaliar a potencialidade de sua incorporação à cerâmica vermelha.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O RLVP utilizado neste estudo foi coletado na ETE instalada na Viminás, indústria beneficiadora de vidros localizada no município de Serra/ES. Para a aplicação neste trabalho, o RLVP em lama foi seco em estufa a 110°C durante 24

horas e, em seguida, destorroado em moinho de pistilo sem controle de granulometria.

A composição química foi determinada por fluorescência de raios X (FRX) em um equipamento Philips, modelo PW 2400, com tubo de 3 kW e alvo de ródio. A identificação de fases presentes no resíduo foi obtida pelo ensaio de difração de raios X (DRX) realizado em difratômetro Bruker, modelo D2 Phaser utilizando-se radiação Cu-K $\alpha$ . Para a distribuição de tamanho de partículas (DTP) via *laser* utilizou-se um difratômetro Cilas, modelo 1064L. O estudo do comportamento térmico foi realizado por meio de análise térmica diferencial/termogravimetria (ATD/TG) em um equipamento de análise térmica simultânea Netzsch STA 409 E, com ar sintético (fluxo de 10 cm<sup>3</sup>/min), taxa de aquecimento de 10°C/min e 20 mg de amostra na faixa de 20 a 1400°C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 (a) apresenta o aspecto visual do RLVP in natura, onde é possível observar sua coloração bege e a aglomeração das partículas na forma de torrões.



Figura 1 – Aspecto visual do resíduo de lapidação de vidros planos: (a) *in natura* e (b) seco.

A Fig. 1 (b) apresenta o aspecto do resíduo seco e desaglomerado, onde observa-se uma coloração mais clara devido à remoção da umidade e uma granulometria mais fina decorrente da desaglomeração, o que já era esperado por se tratar de um processo de lapidação onde gera-se um particulado fino.

Na Tab. I apresentam-se os resultados das análises químicas obtidas por FRX.

**Tabela I – Composição química do resíduo de lapidação de vidros planos, do vidro sodo-cálcico comercial e da argila a ser utilizada (% em massa).**

<b>Óxidos</b>	<b>RLVP</b>	<b>Vidro comercial</b>	<b>Argila</b>
SiO <sub>2</sub>	69,67	72	47,25
Na <sub>2</sub> O	11,25	14	0,11
CaO	9,43	9	0,10
MgO	2,64	4	0,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,02	0,7	28,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,01	-	9,07
K <sub>2</sub> O	0,33	0,3	0,81
TiO <sub>2</sub>	0,08	-	1,25
PF*	3,41	-	12,32
Total	100	100	100

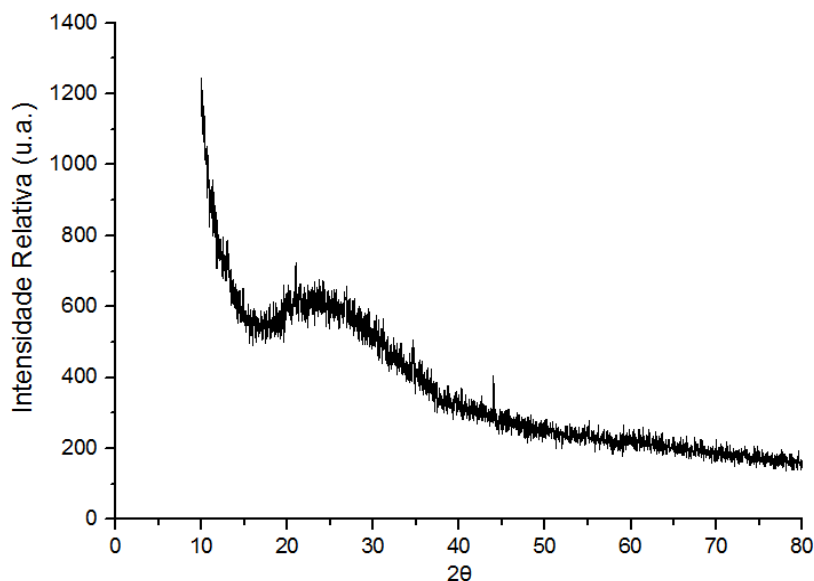
\* PF = perda ao fogo.

Comparando-se os resultados da composição química do RLVP e do vidro sodo-cálcico comercial, apresentados na Tab. I, notam-se poucas diferenças nos compostos majoritários. No entanto, o RLVP contém maiores quantidades de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; e menores teores de Na<sub>2</sub>O e MgO que a composição do vidro comercial. Quanto à argila, esta apresenta semelhança química com o RLVP, o que favorece sua incorporação, contudo, observam-se maiores diferenças nos teores dos óxidos majoritários.

O maior teor de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> presente no RLVP é atribuído aos produtos químicos (clarificantes e floculantes) utilizados durante o processo de decantação, já o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> é resultante da sua adição para dar coloração aos vidros, visto que não há separação entre resíduos de vidros de cores diferentes, da contaminação das matérias-primas e da oxidação das polias e rebolos utilizados na lapidação. O percentual de perda ao fogo encontrado é decorrente da utilização de agentes floculantes poliméricos durante o processo de decantação que se decompõe em altas temperaturas.

No DRX, apresentado na Fig. 2, observam-se linhas sem a presença de picos marcantes, associados à presença de fases cristalinas, mostrando que o RLVP encontra-se em estado amorfo. Este espectro apresenta apenas um halo de baixa intensidade entre 15 e 30°, com forma e posição tendendo a um valor angular próximo ao pico principal da sílica, o que demonstra tendência à organização nesta fase cristalina caso condições adequadas de tempo e temperatura sejam proporcionadas. Tal tendência à organização é devida ao elevado teor de SiO<sub>2</sub>,

conforme evidenciou a análise química na Tab. I.



**Figura 2 – Difratograma de raios X do resíduo de lapidação de vidros planos.**

Assim sendo, confirma-se que o resíduo estudado apresenta características morfológicas derivadas de um processo de resfriamento suficientemente rápido a fim de garantir a máxima ausência de ordenação, característica da produção de vidros. Esta semelhança é importante pois a ausência de fases cristalinas favorece a incorporação do resíduo à argila e, conforme mencionado anteriormente, outros estudos obtiveram sucesso na incorporação de vidro à cerâmica vermelha <sup>(1)(2)(4)</sup>.

O resultado do ensaio de granulometria a *laser* é mostrado na Fig. 3, onde observa-se que o resíduo apresenta uniformidade dimensional (100% das partículas < 90  $\mu\text{m}$ ) e partículas muito finas (tamanho médio de 17,05  $\mu\text{m}$ ), pelo fato de ser proveniente de um processo de lapidação. Quanto mais fino o pó do resíduo, maior será sua reatividade na massa cerâmica e quanto mais próxima for sua granulometria à da argila, menor será sua tendência à segregação durante a moagem e a mistura, evitando a formação de aglomerados de resíduo <sup>(1)</sup>. Para tanto, o resíduo passou por peneiramento até a fração passante na peneira de 60 mesh.

Na Fig. 4 apresentam-se as curvas referentes à análise térmica diferencial (ATD) e termogravimetria (TG), sendo possível identificar o comportamento térmico do resíduo.

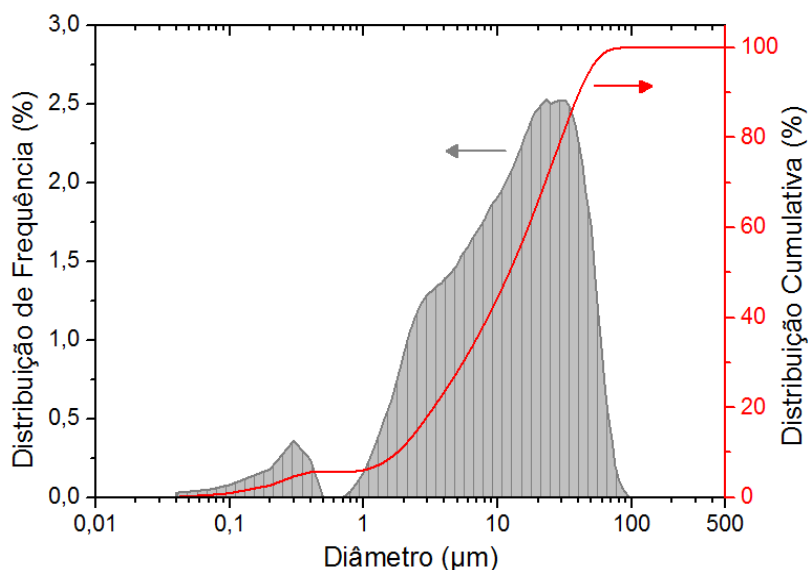


Figura 3 – Ensaio de granulometria a *laser* do resíduo de lapidação de vidros planos.

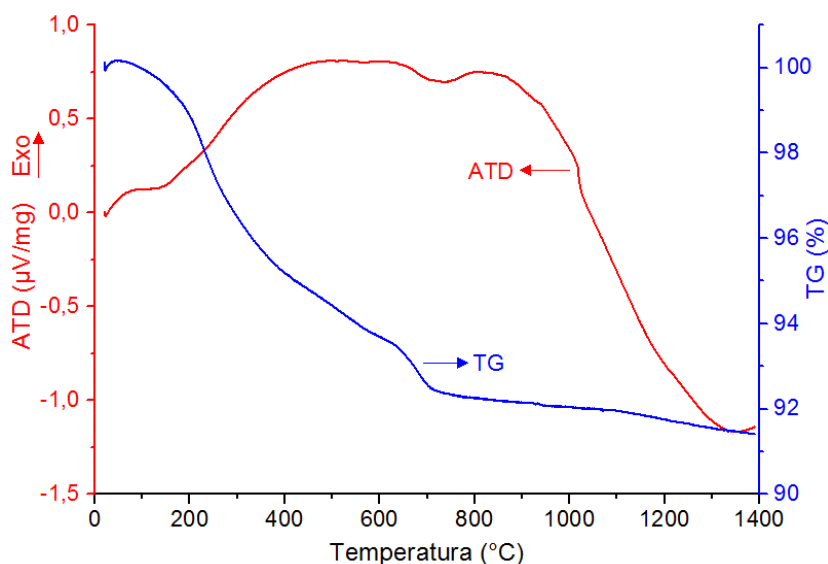


Figura 4 – Análise térmica e termogravimétrica do resíduo de lapidação de vidros planos.

De acordo com o resultado da análise, é possível observar três eventos endotérmicos: o primeiro, mais sutil em aproximadamente 130°C, corresponde à evaporação da água; o segundo, em torno de 700°C, apresenta uma alteração na linha de base, o que está provavelmente relacionado à temperatura de transição vítrea (Tg); e, no terceiro, em torno de 1350°C, observa-se um pico referente à temperatura de fusão (Tf) do RLVP.

Na curva da análise termogravimétrica (TG), até a temperatura de 220°C detectou-se uma perda de massa de 1,9% referente à evaporação da umidade restante. Entre 220 e 600°C nota-se uma nova perda de massa atribuída à matéria

orgânica presente nos produtos químicos utilizados durante o tratamento do resíduo, visto que para a produção do vidro é realizada sua fusão em temperaturas acima de 1000°C, e toda matéria orgânica e compostos gasosos são eliminados. Ao final do ensaio houve perda de massa totalizando aproximadamente 9%.

A lama proveniente da lapidação de vidros planos apresenta características semelhantes às do próprio vidro sodo-cálcico, o que torna favorável a sua incorporação à cerâmica vermelha, conforme demonstrado em trabalhos anteriores (1)(2)(4).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que o resíduo de vidro tem potencial para ser usado como fundente quando incorporado às massas cerâmicas para produção de cerâmica vermelha, acelerando o processo de densificação durante a queima do produto cerâmico, facilitando a formação de fase vítrea e possibilitando a produção de um material com características e propriedades tecnológicas que possa ser usado na indústria da construção civil.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e à FINEP pelo apoio financeiro, ao IFES por proporcionar a estrutura necessária e à Viminis pela doação do resíduo.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> GODINHO, K. O. et al. Obtenção e avaliação de propriedades tecnológicas de corpos cerâmicos à base de argila e vidros reciclados. **Cerâmica**, n. 51, p. 419-427, 2005.
- <sup>2</sup> COSTA, F. B. et al. Recycling of glass cullet as aggregate for clays used to produce roof tiles. **Matéria**, v. 14, n. 4, p. 1146-1153, 2009.
- <sup>3</sup> VARGAS, I. M.; WIEBECK, H. Reciclagem de vidro laminado: utilização dos vidros de baixa granulometria como carga abrasiva na formulação de vernizes de alto tráfego para pisos de madeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 2, p.

137-144, 2007.

<sup>4</sup> PONTIKES, Y. et al. Thermal behaviour of clays for traditional ceramics with soda-lime-silica waste glass admixture. **Journal of the European Ceramic Society**, n. 27, p. 1657-1663, 2007.

<sup>5</sup> SILVA, J. B. et al. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. **Cerâmica**, v. 51, n. 320, p. 325-330, 2005.

<sup>6</sup> VIEIRA, C. M. F. et al. Incorporação de lama de alto forno em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 53, n. 328, p. 381-387, 2007.

<sup>7</sup> OLIVEIRA, E. M. S.; HOLANDA, J. N. F. Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 54, n. 330, p. 167-173, 2008.

<sup>8</sup> PINHEIRO, R. M. et al. Reciclagem de resíduo proveniente da produção de papel em cerâmica vermelha. **Matéria**, v. 13, n. 1, p. 220-227, 2008.

## CHARACTERIZATION OF CUTTING SODA-LIME GLASS SLUDGE FOR THE FORMULATION OF RED CERAMIC PRODUCTS

### ABSTRACT

Considering previous works that have demonstrated the feasibility of soda-lime glass incorporation into red ceramics <sup>(1)(2)</sup>, this paper aims to determine the potential for incorporation of cutting soda-lime glass sludge in red ceramic manufacturing. Therefore, the waste was characterized by X-ray fluorescence, X-ray diffraction, particle size distribution and thermal behavior. The results confirm the chemical and mineralogical similarity between waste and soda-lime glass. Because of this similarity, it is concluded that the soda-lime glass waste has the capability to be used in the manufacturing of red ceramics.

Key words: waste, glass powder, red ceramic.