

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE VIDRO PLANO EM CERÂMICA VERMELHA

Caldas, T. C. C.(1); Morais, A. S. C.(1); Pereira, P. S.(1); Monteiro, S. N.(1); Vieira, C. M. F.(1)

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

Cep: 28015-620. e-mail: thaiscristinacaldas@gmail.com

Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF

Laboratório de Materiais Avançados-LAMAV

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da incorporação de até 10% em peso de pó de vidro plano, proveniente da indústria civil, em cerâmica vermelha. Corpos-de-prova foram obtidos por prensagem uniaxial a 20 MPa e queimados nas temperaturas de 850°C e 1050°C. Os parâmetros estudados foram retração linear de queima, massa específica aparente, absorção de água e tensão de ruptura à flexão para avaliação das propriedades físicas e mecânicas. A composição química e identificação de fases do resíduo foram realizadas por fluorescência de raios-x e difração de raios-X, respectivamente. Os resultados indicaram que o resíduo altera a microestrutura e as propriedades da cerâmica vermelha.

Palavras-Chave: cerâmica vermelha, vidro plano, resíduo.

INTRODUÇÃO

A reciclagem e o reaproveitamento de resíduos tem se tornado, uma preocupação mundial, muito importante nos últimos anos. Visto que a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos tem sido um dos maiores problemas da sociedade moderna, tem se visado a necessidade de buscar novos conceitos e soluções, dentro de uma visão de sustentabilidade e comprometimento com a questão ambiental.

No Brasil a reciclagem de vidros aumentou de forma expressiva, enquanto em 1991 eram recicladas 15% das embalagens de vidro, em 2004 esse índice atingiu 45%.[1]

Neste trabalho o resíduo investigado foi o vidro, cujo no Brasil corresponde a 3% dos resíduos sólidos urbanos, porém apesar da pequena percentagem, este tem como agravante não ser biodegradável, tornando assim a operação das usinas de triagem e compostagem difíceis.

Os vidros são constituídos por silicatos não-cristalinos que também contém outros óxidos em sua composição, como CaO, Na₂O, K₂O, e Al₂O₃, tais óxidos influenciam em suas propriedades.[2]

Apesar de partirem de uma mesma base, existem muitos tipos de vidros com composições diferentes, de acordo com a finalidade a que se destinam. Neste caso, o tipo de estudado foi o vidro plano, que podem ser classificados como: vidros planos lisos, vidros cristais, vidros impressos, temperados, laminados, aramados e coloridos fabricados em vidro comum. O vidro plano elaborado em forma de chapas é basicamente usado na construção civil e nas indústrias automobilísticas e moveleiras.

Cavalcanti *et al.* [3] investigaram a incorporação do resíduo do vidro plano em substituição parcial do feldspato branco para utilização em formulações cerâmicas. Eles utilizaram incorporações de 10% e 20% de resíduo de vidro sinterizadas em temperaturas de 1150°C, 1200°C e 1250°C. As amostras com 10% de resíduos apresentaram propriedades físicas e mecânicas melhores quando comparadas a 20% de resíduo. Sinterizações acima de 1250°C para incorporações de 20% não apresentaram um comportamento desejado, provavelmente devido à presença de poros em sua microestrutura. Portanto, ficou provada a viabilidade da substituição do feldspato pelo resíduo do vidro plano.

O vidro plano investigado neste trabalho é proveniente da construção civil, visando à incorporação em cerâmica vermelha para produção de telhas e tijolos, tendo como vantagem a economia de matérias-primas, assim como também a menor geração de lixo urbano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: uma massa argilosa usada para fabricação de cerâmica vermelha do município de Campos dos Goytacazes, e resíduo do vidro plano em forma de pó, proveniente construção civil.

Foram preparadas as formulações das massas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição das massas cerâmicas preparadas (% em peso).

MATÉRIA-PRIMA	FI	FII	FIII	FIV
ARGILA	100	97,5	95	90
PÓ DE VIDRO	0	2,5	5	10

Com as massas preparadas, os corpos-de-prova foram então conformados por prensagem uniaxial a 20 MPa, com 7% de umidade, nas dimensões de 11,5 x 2,5 x 1,0 cm. Posteriormente os corpos-de-prova foram secos em estufa à 110°C por 24 h, e em seguida foram queimados a 850 e 1050°C em um forno elétrico de laboratório, com taxa de aquecimento/resfriamento de 3°C/min e 2 horas de permanência na temperatura de patamar.

As propriedades físicas e mecânicas avaliadas foram: retração linear de queima, massa específica aparente, absorção de água, e tensão de ruptura a flexão.

A microestrutura das amostras foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), usando o equipamento Jeol, modelo JSM 6460 LV, com detector de EDS acoplado. A identificação das fases cristalinas de queima das cerâmicas foi realizada por difração de raios-X (DRX), utilizando um difratômetro Shimadzu, modelo XRD 6000, com radiação de Cu- α e ângulo de varredura 2θ variando de 5 até 100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo serão apresentados e discutidos os resultados da caracterização química e mineralógica do pó vidro.

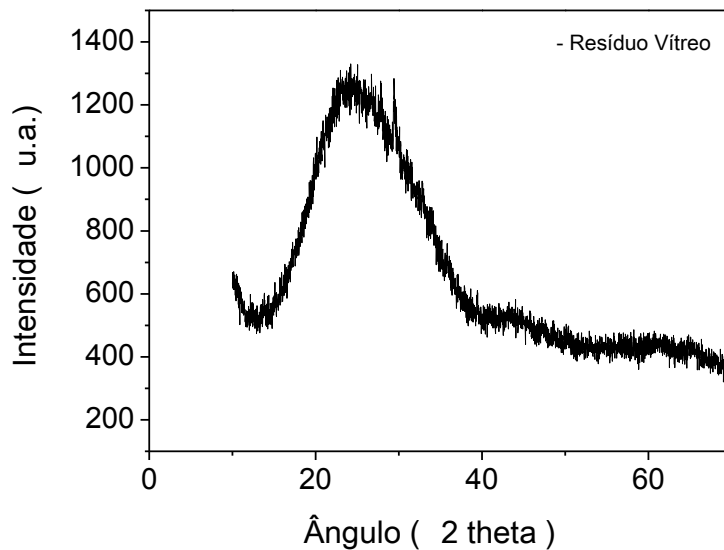
A Tabela 2 mostra os resultados da análise química por fluorescência de raios X da amostra do vidro plano moído.

Tabela 2 – Composição química da amostra de vidro plano.

Óxidos	Vidro Plano (%)
SiO ₂	70,85
Al ₂ O ₃	0,68
Fe ₂ O ₃	0,34
TiO ₂	0,06
CaO	8,45
MgO	3,19
Na ₂ O	15,47
ZnO	0,03
NiO	0,01
CuO	0,01
PbO	0,08
Perda ao Fogo	0,55

A análise química reforça que as amostras de vidro plano são tipicamente sodo-cálcicas, ou seja, compostas majoritariamente por sílica, soda e cal e com adições óxido de magnésio e alumina. Outros óxidos aparecem em menores quantidades. Os valores encontrados nessa análise são bem próximos dos encontrados na literatura. Geralmente a alumina é adicionada na formulação em pequena quantidade entre (0,5 e 1,5%) para incrementar a durabilidade, o cálcio adicionado em grande quantidade tem tendência a cristalizar durante o processo de produção, já se adicionado em pouca quantidade resultará em um vidro com baixa durabilidade química [4].

Os difratogramas de raios-x são apresentados pela Figura 1, onde podemos notar que não apresentaram picos bem definidos, que seriam característicos de uma amostra cristalina, e sim bandas entre 10° a 40°, características de materiais predominantemente amorfos [5].



As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, a variação da massa específica aparente e absorção de água das peças sinterizadas, em função do teor de rejeito adicionado e temperatura de sinterização. A Figura 2 pode-se notar que os valores de massa específica aumentam, quando é aumentada a concentração de rejeito e temperatura de queima. Os valores de absorção de água apresentados pela Figura 3, diminuem com o aumento da concentração de rejeito e da temperatura de sinterização. Os valores de densidade mais altos e de absorção de água mais baixos foram obtidos pelas amostras com maior teor de resíduo adicionado, chegando a 2g/cm^3 e 10% a 1050°C , respectivamente. Cabe salientar que, as amostras sinterizadas a 1050°C , obtiveram valores compatíveis com os especificados pelas normas para uso em cerâmica vermelha [6, 7], ou seja, os valores para massa específica foram superiores ao mínimo ($1,70\text{g/cm}^3$), enquanto que para a absorção de água foram inferiores ao máximo (20%).

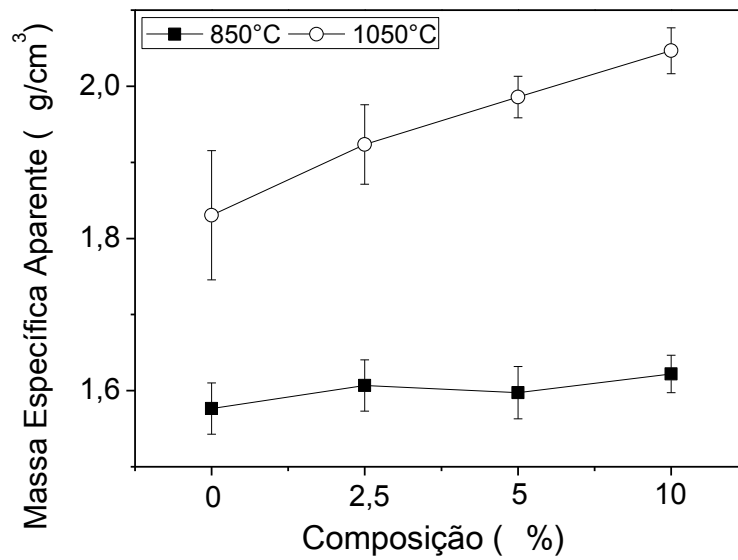


Figura 2 – Massa específica aparente das amostras pós queima.

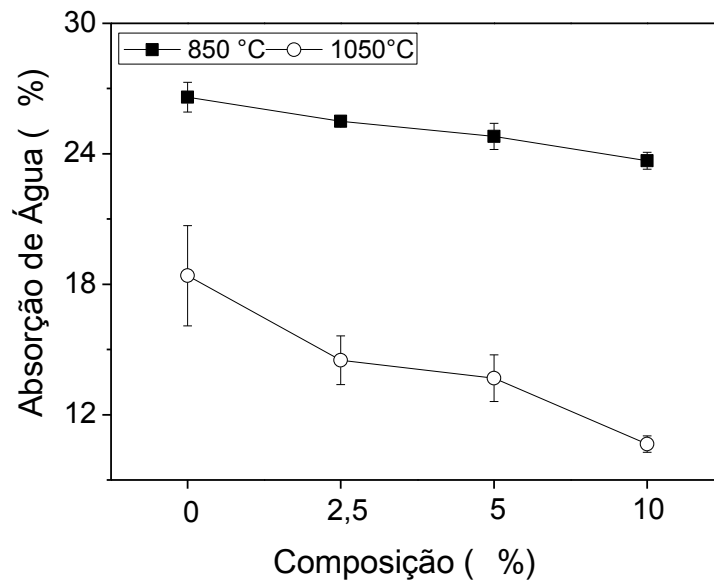


Figura 3 – Absorção de água das amostras pós queima.

Analisando o gráfico da Figura 4 observa-se que, as amostras com 10% de pó de vidro incorporado, apresentaram o maior valor de retração linear, chegando ao valor de 9% na temperatura de 1050°C. Tal efeito ocorreu devido à elevada quantidade de vidro incorporada nas amostras, desta forma, ocorreu à formação de uma fase vítrea de baixa viscosidade durante o processo de queima. É um problema que pode ser corrigido com a adição de um material não plástico, como o quartzo, que é utilizado para controlar a retração linear. O quartzo é um mineral

encontrado naturalmente nas matérias-primas, e devido ao seu alto ponto de fusão, garante a integridade estrutural das peças durante a sinterização. [8]

Outra solução seria usar pó de vidro com feldspato como fundente, pois este aumenta a viscosidade da fase líquida formada, devido a sua característica de fusibilidade, ocasionando assim maior estabilidade dimensional das peças.

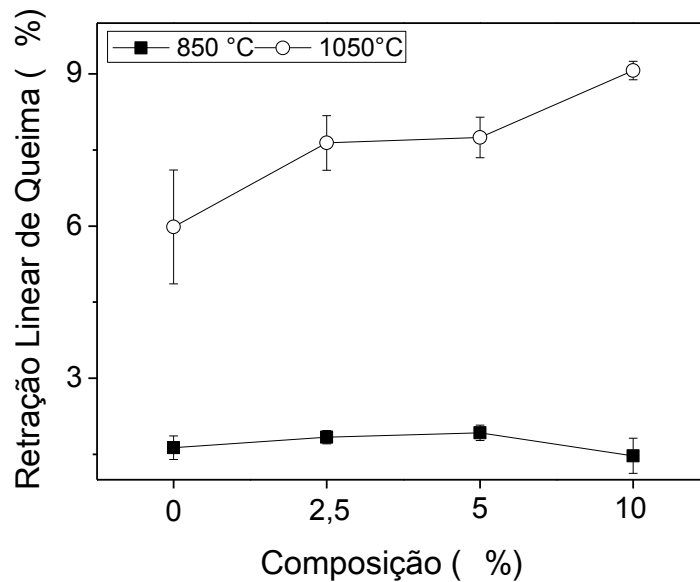


Figura 4 – Retração linear das amostras pós queima.

Os resultados de resistência mecânica das amostras são indicados pela Figura 5, onde o maior valor de resistência à flexão é representado pelas amostras com 10% de adição de pó de vidro, sinterizadas a 1050°C, chegando a quase 3,5 MPa. Maiores quantidades de rejeito (>10%) e temperaturas mais baixas (<1050 °C) originam uma diminuição dos valores de resistência mecânica, o que pode ser atribuído a massa específica mais baixa.

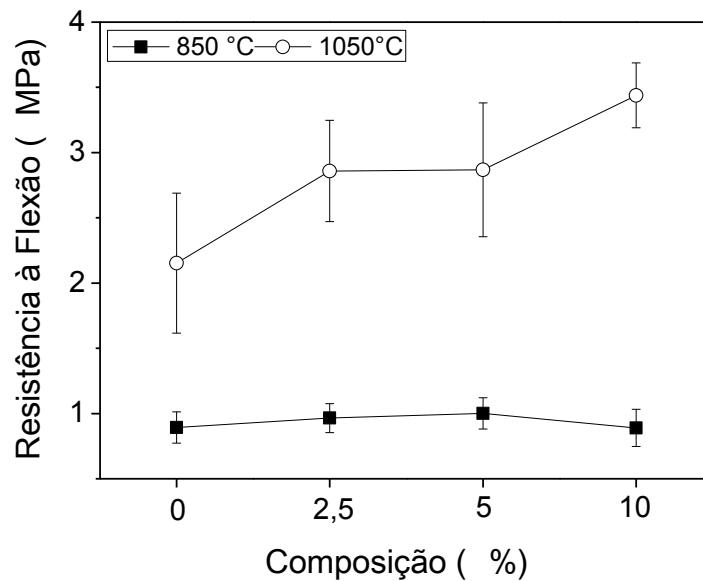


Figura 5 – Tensão de ruptura à flexão das amostras pós queima.

CONCLUSÕES



O resíduo vítreo (vidro plano) investigado apresentou em sua composição química percentuais mais elevados de sílica, óxido de sódio e óxido de cálcio, o que indica tratar-se de vidros do tipo sílica-soda-cal.

Os difratogramas das amostras do resíduo de vidro plano apresentaram bandas características de materiais predominantemente amorfos.

Incorporações com 10% de resíduo de vidro plano sinterizadas a 1050°C apresentaram os melhores resultados, ou seja, o aumento da resistência mecânica da cerâmica e diminuição da absorção de água.

A utilização de pó de vidro é uma alternativa viável para incorporações em cerâmica vermelha, pois este demonstra ser um bom fundente, o que proporciona a obtenção de peças com maior estabilidade dimensional.

REFERÊNCIAS

- [1] ABIVIDRO. Anuário 2003. Associação técnica Brasileira das indústrias Automáticas de vidro, 2003.
- [2] CALLISTER, W.D.J. **Materials Science and Engineering: An Introduction**. New York: John Wiley & Sons, 2007

- [3] CAVALCANTI, M.S.L.; NASCIMENTO, H.C.; MORAIS, C.R.S.; LUCENA, L.F.L.; OLIVEIRA, N.M.S.; SILVA, H.C. Characterization of plain glasses residues for applying in ceramic bodies. Sixth International Latin-American Conference on Powder Technology, November 07-10, Búzios, Rio de Janeiro, Brazil.
- [4]. FERNANDEZ NAVARRO, J. M. *El vidrio*. 3.ed Madrid: Consejo Sup. de Investigaciones Cient., 684; (2003).
- [5]. SANTOS, P. S. (1989). *Ciência e tecnologia das Argilas*. 2ª edição, São Paulo, Edgard blücher. V.01, 408 p.
- [6] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, NBR 7170-96, "Tijolo maciço cerâmico para alvenaria, especificações", Rio de Janeiro, RJ (1996).
- [7] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, NBR 7171-96, "Bloco cerâmico para alvenaria, especificações", Rio de Janeiro, RJ (1996). (Rec. 12/02/2004, Rev. 14/04/2004, 31/08/2004, Ac. 10/09/2004).
- [8] R. T. Zauberas, H. G. Riella, Ceram. Ind. **6**, 2 (2001) 40-45.

INCORPORATION OF FLAT GLASS IN RED CERAMIC

ABSTRACT

This work have as objective evaluate the effect of incorporation of up to 10% by weight of powdered flat glass , from civil industry, in red ceramic. The bodies were obtained by uniaxial pressing at 20 MPa and fired at temperatures of 850 ° C and 1050 ° C. The parameters studied were linear firing shrinkage, apparent density, water absorption and flexural rupture stress for the evaluation of the mechanical physical properties. The microstructure was observed by scanning electron microscopy and phase identification was performed by X-ray diffraction. The results showed that the waste changes the microstructure and properties of red ceramics.

Key-words: ceramic red, glass, waste.