

AVALIAÇÃO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NO DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO CERÂMICO

C.E.C. Felipe , C. S. Guimarães, V. C. Almeida.

Centro de Tecnologia, Escola de Química, Bloco E sala 206

Ilha do Fundão – CEP 21949 -900 c_felippe@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

A indústria cerâmica apresenta um enorme potencial para absorver resíduos poluentes. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a possibilidade de reaproveitamento de sobras de tijolos vermelhos oriundos da construção civil e microesferas de vidro provenientes da câmara de jateamento da indústria galvânica no desenvolvimento de um produto cerâmico. Foram preparados corpos cerâmicos com diferentes teores de microesferas de vidro pelo método de conformação por prensagem e queimados a 800, 1000 e 1200 °C. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de retração linear e volumétrica, de absorção de água, de porosidade aparente e de tensão de ruptura à flexão. Foram caracterizados pelas técnicas de fluorescência de Raios-X, difração de Raios-X e Microscopia Eletrônica de Varredura. Os resultados revelam que o material cerâmico produzido apresenta uma alta resistência à flexão e baixos valores de absorção de água.

Palavras-chave: cerâmica, resíduo de tijolo, microesferas de vidro.

INTRODUÇÃO

Para suprir as necessidades do mundo moderno, é necessário um aumento da produção que paulatinamente contribui para o aumento de resíduos, que nem sempre possui um destino ecologicamente correto. Como não é possível parar a

produção, uma das grandes preocupações da atualidade consiste em reaproveitar os resíduos gerados nos diversos processos produtivos.

No Brasil, a problemática ambiental tem despertado nos últimos anos grande interesse. As leis de controle ambiental tornaram-se mais severas e os órgãos de fiscalização mais eficientes. Por outro lado, os custos de disposição de resíduos de forma ecologicamente correta são elevados. Isso tem motivado a busca de alternativas tecnológicas viáveis para a disposição destes resíduos.

Existe um mito de que o material desperdiçado na construção de três edifícios daria para construir outro, tal o volume de perda de material nas obras nacionais. Segundo Hirschfeld (1996), existe desperdício em todos os setores da construção civil. Com relação ao tijolo, a quantidade efetivamente entregue, em relação à quantidade adquirida, registra porcentagens de perdas que vão de 3 a 20%. As perdas de tijolos são destaques quando se trata de desperdício na construção civil, por ser a parcela visível e também porque o consumo desnecessário deste material resulta numa alta produção de resíduos.

O jateamento é um método de preparação de superfícies difundido como ferramenta industrial, usado como tratamento mecânico superficial, o qual remove todo e qualquer tipo de revestimento, realiza a descarbonização e é ainda utilizado no processo de limpeza nas áreas industriais, automotiva, ferroviária, naval, aeronáutica e rodoviária, deixando a superfície limpa e seca, facilitando o tratamento químico de superfície como decapagem química, removendo rebarbas das peças usinadas e areia de fundição remanescente das peças moldadas.

As microesferas de vidro são um tipo de abrasivo obtido a partir da fusão de vidro selecionado e pulverizado. Por ser um material inerte, seu uso em jateamento não contamina a face que está sendo tratada.

Os resíduos de microesferas de vidro são gerados nas câmaras de jateamento após uso nos processos a que foram submetidas. Sua classificação, segundo norma ABNT NBR 10004/2004, é de resíduos sólidos industriais inertes, Classe IIB, podendo, portanto, ser amplamente utilizado para reciclagem.

Baseado no fato de se buscar novas alternativas para estes resíduos e no grande problema enfrentado pelo setor da construção civil que é a poluição do meio

ambiente causado pela disposição final deste resíduo e das microesferas de vidro, optou-se por reaproveitar os mesmos na indústria de cerâmica vermelha.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados no presente trabalho foram os resíduos de microesferas de vidro provenientes da câmara de jateamento da indústria galvânica e sobras de tijolos vermelhos oriundos da construção civil.

As sobras de tijolos que se apresentavam em tamanhos variados foram inicialmente submetidas ao processo de cominuição, com a finalidade de reduzir a granulometria, utilizando para isso um triturador de rolos e em seguida um pulverizador de disco. As microesferas de vidro foram utilizadas após seu uso na câmara de jateamento sem qualquer pré-tratamento.

A caracterização dos resíduos de tijolos e das microesferas de vidro foram realizadas empregando-se as técnicas de fluorescência de Raios-X (FRX), difração de Raios-X (DRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Os corpos de prova foram preparados com a mistura de resíduos de tijolos retidos nas peneiras de 115, 170, 200 e 270 mesh (diâmetro médio de abertura de 0,085 mm) e com os resíduos de microesferas de vidro retidos nas peneiras de 170, 200, 270, 325 e 400 mesh (diâmetro médio de abertura de 0,056 mm).

O método utilizado para a determinação da proporção correta de resíduos de tijolos e água destilada com a adição dos resíduos de microesferas de vidro foi tentativa e erro.

Estabeleceu-se que, para as misturas a serem preparadas, as quantidades de microesferas de vidro utilizadas deveriam ser de 25% e 75% em relação à massa de argila empregada no preparo dos corpos de prova (20 gramas).

As misturas então preparadas formaram massas cerâmicas, as quais foram conformadas através de compactação (prensagem) em uma matriz retangular de aço inox (60 mm X 20 mm X 5 mm) sob uma pressão de 220 kgf/cm², conforme aplicado no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (SANTOS, 1989), conferindo uma maior estabilidade dimensional da peça cerâmica.

Os corpos de prova recém preparados foram colocados para secar em estufa à temperatura de 40 ± 5 °C por vinte e quatro horas para perda de umidade e posteriormente pesados (M_I - massa inicial) até obtenção de um valor constante. As dimensões (L_I , C_I e E_I – largura, comprimento e espessura iniciais) foram determinadas através de um paquímetro digital. Em seguida os corpos de prova foram colocados dentro de um forno elétrico para serem calcinados nas temperaturas de 800, 1000 e 1200 °C durante o tempo de três horas. Após o resfriamento dos corpos, decorrente de convecção natural, foi feita nova pesagem (M_F – massa final após a queima) e medição dos mesmos (L_F , C_F e E_F – largura, comprimento e espessura finais após a queima) seguindo a mesma metodologia aplicada anteriormente.

Após a realização desse procedimento, os corpos de prova foram submetidos aos ensaios tecnológicos de retração linear e volumétrica, absorção de água, porosidade aparente e tensão de ruptura à flexão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química dos resíduos de tijolos e das microesferas de vidro são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química elementar dos resíduos de tijolos e de microesferas de vidro.

Determinações	Microesferas de Vidro (% em peso)	Resíduo de Tijolo (% em peso)
SiO ₂	90,573	53,434
Al ₂ O ₃	1,281	34,331
CaO	2,767	—
Fe ₂ O ₃	1,073	8,668
K ₂ O	0,310	1,646
MgO	0,970	0,539
Na ₂ O	3,025	—
TiO ₂	—	1,383

Para os resíduos de tijolos observa-se um alto teor de sílica e alumina, característico de argilas. Já para as microesferas de vidro observa-se um alto teor de sílica, decorrente de algum tipo de resíduo utilizado na câmara de jateamento.

A análise por difração de Raios-X dos resíduos utilizados pode ser observada na Figura 1.

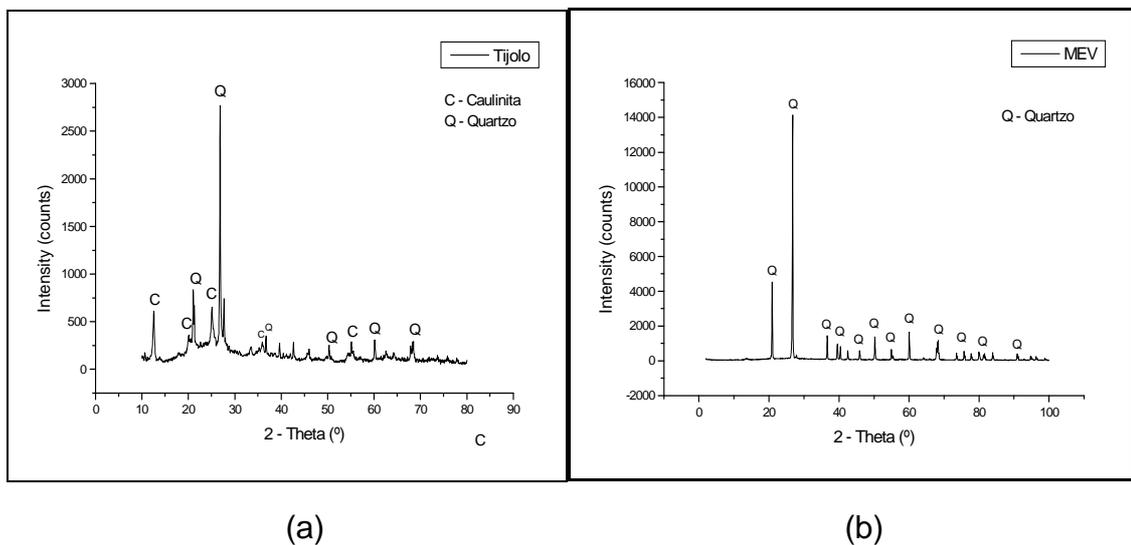


Figura 1: Difratoograma dos resíduos de tijolos (a) e microesferas de vidro (b).

Baseado nos difratogramas da Figura 1 (a) e (b), respectivamente, pode-se observar que os resíduos de tijolos são compostos por caulinita e quartzo e as microesferas de vidro por quartzo.

O comportamento térmico da mistura gerada (resíduos de tijolos com microesferas de vidro) também foi analisado mediante a análise por difração de Raios-X cujos difratogramas mostraram somente a presença de quartzo.

A análise micro estrutural dos resíduos de tijolos e microesferas de vidro está ilustrada respectivamente na Figura 2 (a) e (b). Na fotomicrografia (a) é possível observar uma estrutura heterogênea de natureza densa e formato irregular. As superfícies mais claras da fotomicrografia são um indicativo da possível presença de ferro. Já na fotomicrografia (b) nota-se um aspecto heterogêneo, formado por partículas de formatos irregulares, provavelmente causados pelos choques gerados na ação de limpeza mecânica nas câmaras de jateamento e algumas poucas e minúsculas esferas maciças.

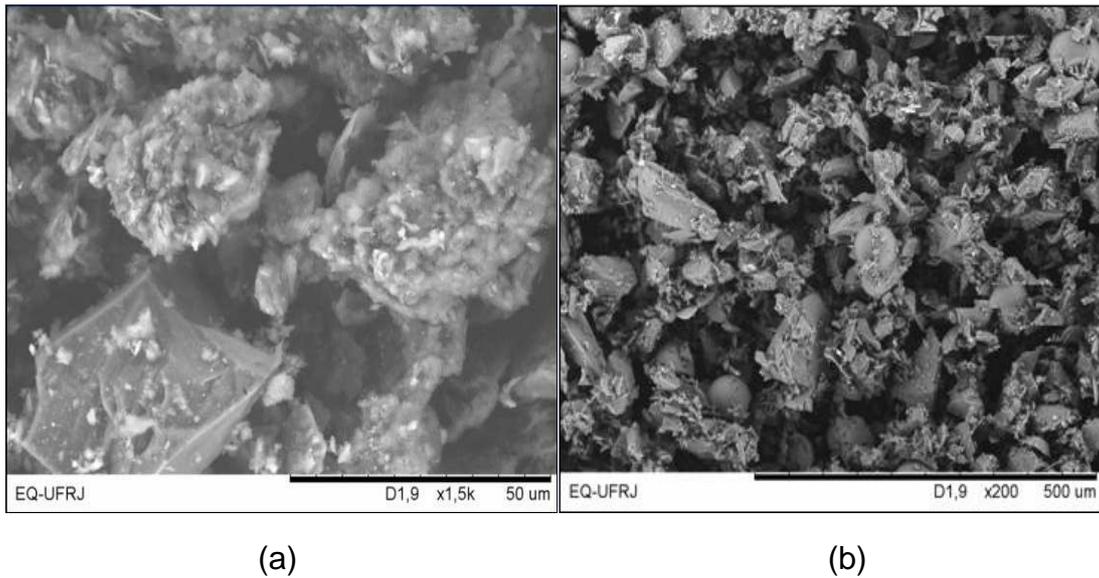


Figura 2: Fotomicrografia dos resíduos de tijolos – 1500x (a) e fotomicrografia das microesferas de vidro – 200x (b).

De acordo com a Figura 3, pode-se observar que o produto cerâmico obtido possui características de um material denso, heterogêneo e de formato irregular.

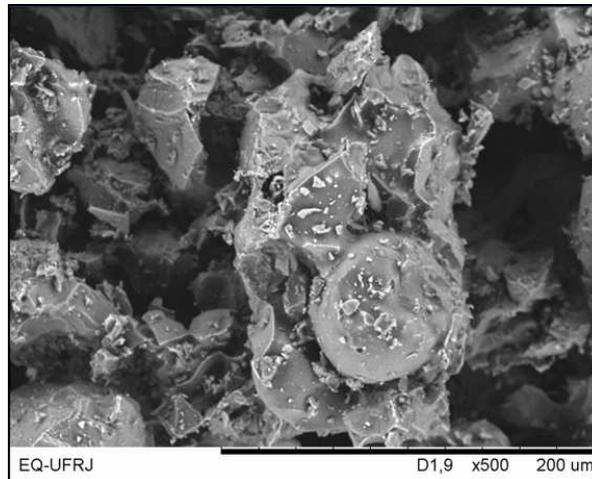


Figura 3: Fotomicrografia da mistura contendo 75% de microesferas de vidro e 25 % de resíduos de tijolos, calcinada a 1000 °C – 500x.

Os corpos de prova foram calcinados nas temperaturas de 800,1000 e 1200 °C e os valores médios obtidos estão dispostos a seguir:

- Absorção de água

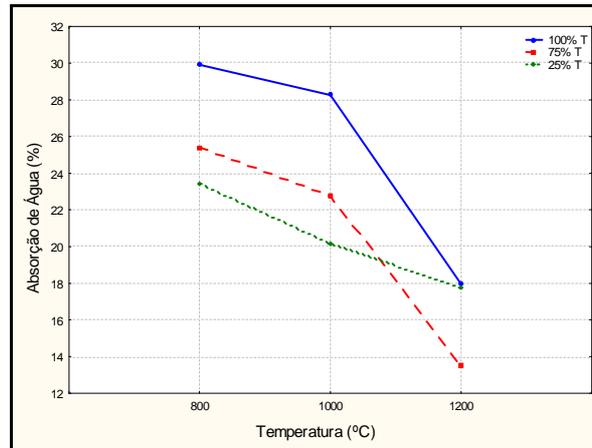


Figura 4: Absorção de água em função das temperaturas de queima.

A Figura 4 apresenta o comportamento de absorção de água dos corpos de prova para as diferentes composições analisadas. Observa-se claramente que para este ensaio, à medida que se aumenta a temperatura de queima do corpo cerâmico, a absorção de água decresce. O menor percentual de absorção de água corresponde à composição formada por 75% de resíduos de tijolos com 25% de microesferas de vidro. Provavelmente na faixa de temperatura acima de 1000 °C deve estar ocorrendo a vitrificação das microesferas de vidro ocupando os interstícios formados na geração dos corpos de prova.

- Retração linear e volumétrica

A Figura 5 (a) e (b) apresenta, respectivamente, o comportamento da retração linear e volumétrica dos corpos de prova para as diferentes composições em função das temperaturas de queima. Observa-se claramente que para este ensaio, à medida que se aumenta a temperatura de queima do corpo cerâmico, tanto a retração linear quanto a retração volumétrica aumentam. Isto ocorre devido a densificação do material em questão e da conseqüente diminuição da porosidade. Pode-se observar também que as composições formuladas com maior quantidade de resíduos de tijolos (100 e 75%) apresentam curvas muito semelhantes. No entanto, a curva de composição com a mínima quantidade de resíduos de tijolos (25%) e máxima quantidade de microesferas de vidro (75%) apresenta o menor

índice, tanto da retração linear quanto da retração volumétrica. Este fato provavelmente pode estar ocorrendo em virtude da fusão das microesferas de vidro e a fase líquida das mesmas estarem preenchendo os poros formados.

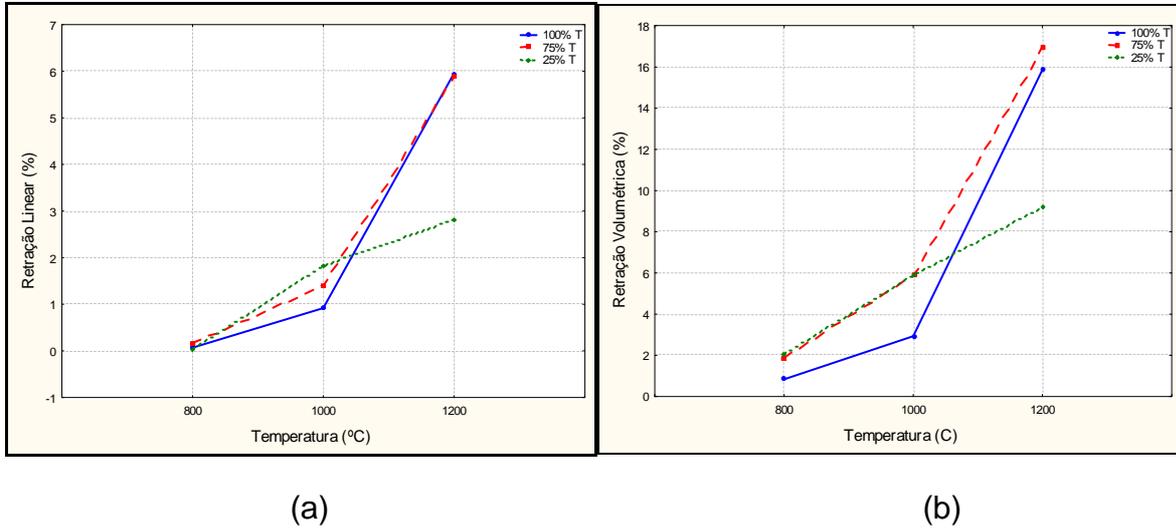


Figura 5: Retração linear (a) e retração volumétrica (b) em função das temperaturas de queima.

- Porosidade aparente

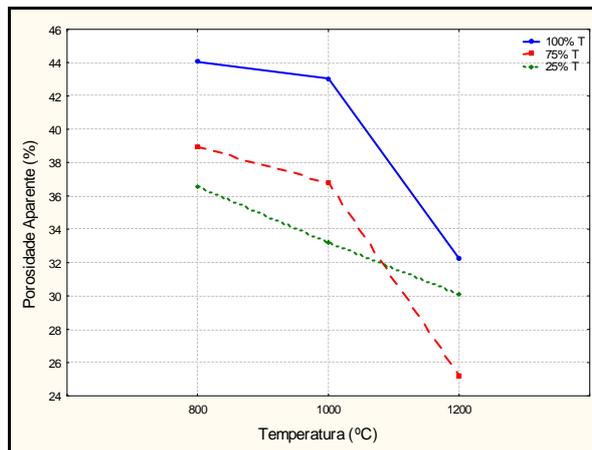


Figura 6: Porosidade aparente em função das temperaturas de queima.

A Figura 6 demonstra o comportamento da porosidade aparente dos corpos de prova para as diferentes composições em função das temperaturas de queima. Observa-se que para este ensaio, à medida que aumenta a temperatura de queima do corpo de prova, a porosidade aparente decresce.

- Tensão de ruptura à flexão

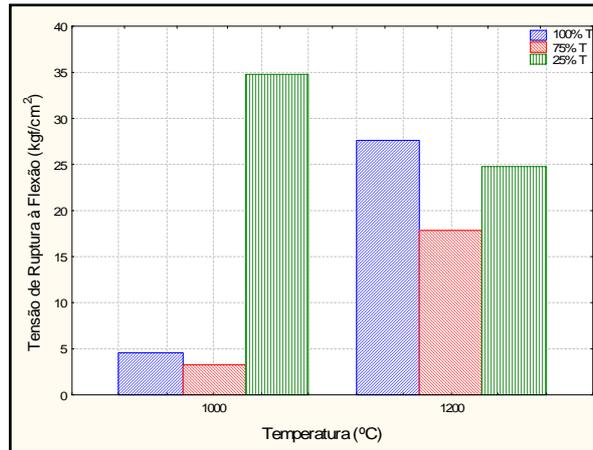


Figura 7: Tensão de ruptura à flexão em função das temperaturas de queima.

De acordo com a Figura 7, observa-se que para a temperatura de 1000 °C a adição de 25% de microesferas de vidro aos resíduos de tijolos provocou a diminuição da tensão de ruptura à flexão. Entretanto, a adição de uma quantidade maior de microesferas de vidro (75%) gerou um corpo cerâmico com uma maior tensão de ruptura à flexão, indicando a ocorrência da eliminação dos vazios provocados pela queima a esta temperatura. Para a temperatura de 1200 °C verifica-se que a mistura com 100% de resíduos de tijolos apresenta a maior tensão de ruptura à flexão.

CONCLUSÕES

A avaliação preliminar do reaproveitamento de resíduos de sobras de tijolos e de microesferas de vidro é viável, apresentando-se como fontes de matérias-primas para a produção de um novo produto cerâmico alternativo. Os teores destes resíduos podem atingir concentrações de até 75% microesferas de vidro dependendo das propriedades mecânicas desejáveis para o produto final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos – Classificação** ABNT.NBR 10.004. / 2004.

C.M.F. Vieira, T.M. Soares, S.N. Monteiro, *Cerâmica* **49**, (2003) 245.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NORTON, F.H., **Introdução a Tecnologia Cerâmica**: tradutor Jefferson Vieira de Souza; Edgard Blücher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1973.

SANTOS, P.S., **Ciência e Tecnologia de Argilas**. Volume 1. Edgard Blücher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1989.

Toledo, E. B. S., **Método de utilização de areia de fundição e resíduos de poeira de jateamento (microesferas de vidro) para produzir cerâmica vermelha**. Curitiba, 2006. 110p. Dissertação de Mestrado – Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Engenharia – PIPE – Universidade Federal do Paraná.

EVALUATION OF REUSE OF WASTES IN DEVELOPING A CERAMIC PRODUCT

ABSTRACT

The ceramic industry has enormous potential for absorb pollutant wastes. The main objective of this study was to evaluate the feasibility of reusing leftover red brick from the building and glass microspheres from the blasting chamber galvanic industry in developing a ceramic product. Ceramic bodies were prepared with different proportions of glass microspheres by the method of forming by pressing and were burned at 800, 1000 and 1200 °C. The samples were tested for linear and volumetric shrinkage, water absorption, apparent porosity and tensile strength in bending. Were characterized by fluorescence X-Rays, X-Ray diffraction and Scanning Electron Microscopy. The results show that the ceramic material produced has a high flexural strength and low values of water absorption.

Keywords: ceramics, waste brick, glass microsphere.