

VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE TIJOLOS VERMELHOS, LODO TÊXTIL E DO RESÍDUO DE POEIRA DA CÂMARA DE JATEAMENTO (MICRO ESFERAS DE VIDROS) NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA.

R.A.Rodrigues, 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 valeria@eq.ufri.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

As buscas por alternativas ambientalmente menos agressivas de descarte dos resíduos sólidos tem sido o caminho adotado para reverter o cenário negativo estabelecido pela disposição incorreta destes materiais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o reaproveitamento dos resíduos: sobras de tijolos vermelhos, proveniente da construção civil, lodo têxtil, gerado na indústria têxtil e micro esferas de vidro, oriundo da câmara de jateamento, visando o desenvolvimento de um produto cerâmico. Foram preparadas misturas com diferentes teores de resíduos. Os corpos cerâmicos foram queimados a 1000 °C e 1200°C sendo submetidos a ensaios de absorção de água e tensão de ruptura a flexão e, caracterizados por difração de Raios X. Foi realizada a análise dos compostos orgânicos voláteis liberados durante o processo da queima. Os resultados indicam que o material cerâmico produzido apresenta uma alta resistência embora à análise dos gases da queima aponte para a um impacto ambiental negativo.

Palavras – Chaves: resíduo têxtil, resíduo de tijolo, cerâmica vermelha.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do mundo moderno é o trato do problema do resíduo sólido gerado no processo industrial. Buscas por alternativas ambientalmente menos agressivas, mais eficazes e tratamentos ecoeficientes dos resíduos sólidos tem sido o caminho trilhado para reverter, ou pelo menos amenizar, o cenário negativo estabelecido pela disposição incorreta destes materiais.

A indústria têxtil brasileira constitui uma atividade tradicional, tendo sido peça fundamental na estratégia de desenvolvimento da política industrial brasileira. Através dela o Brasil iniciou seu processo de industrialização.

As indústrias têxteis produzem uma quantidade considerável de artigos tais como: artigos de confecção, cama, mesa e banho, cortinas, toalhas de mesa, tapetes, lonas automotivas, tecidos industriais, são apenas alguns exemplos produzidos pelas diversas indústrias do ramo. Cada um desses artigos é produzido de maneira própria, resultando em uma grande variedade de fluxos produtivos.

O lodo gerado é um problema para a indústria, pois não se apresenta ainda uma disposição final adequada apesar dos constantes avanços técnicos na área.

Devido à dificuldade ou falta de gerenciamento adequado desses resíduos sólidos, principalmente os lodos de estações de tratamento de efluente têxteis vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de encontrar uma outra forma de disposição final, tentando paralelamente diminuir o impacto ambiental e agregar valor ao que antes era apenas descartado.

Na indústria galvânica além do lodo gerado com alto teor de metais pesados, é gerado também resíduos de vidro. Estes vidros consistem de micro esferas utilizadas como abrasivos para a limpeza de peças metálicas antes do tratamento químico, que após alguns ciclos de uso no processo de limpeza se tornam resíduos.

A micro esfera de vidro contém sílica amorfa com toxicidade pequena. Os resíduos de micro esfera de vidro são gerados nas câmaras de jateamento após o uso no processo a que foram submetidas, sua classificação segundo a norma ABNT NBR 10004/204 e de resíduos sólidos industriais inertes, Classe IIB, portanto podendo ser utilizado para reciclagem.

A indústria da construção civil gera resíduos seja por demolições, obras em processo de renovação, edificações novas, isto em razão do desperdício de materiais resultante da característica artesanal da construção. Dos resíduos sólidos urbanos, 2/3 em massa são de entulho, segundo CAMARGO (1995), cerca de 30% do entulho é constituído por tijolos e blocos.

O índice de perda de tijolos e blocos pode variar de 3 a 48% dentre as diferentes fases de um empreendimento, concepção, execução ou utilização (FINEP, 1998).

As industriais gradativamente estão buscando novas alternativas para a disposição de seus resíduos sólidos, devido às pressões dos órgãos ambientais ou pelo fato de adquirirem certificações ambientais para tornarem mais competitivas no mercado. Todos os processos industriais geram resíduos que são inerentes de suas atividades industriais.

O reaproveitamento de resíduos de diversa natureza apesar de se apresentar como uma alternativa viável para a indústria cerâmica não se pode ignorar um outro aspecto ambiental do setor cerâmico que são as emissões gasosas resultantes dos processos a altas temperaturas. Diversos trabalhos voltados as mudanças estruturais e físicas que estes resíduos provocam no produto cerâmico tem sido desenvolvidos (Faria Jr.et ali, 2008). Já queima de um material cerâmico que está associada á liberação de componentes gasosos têm sido pouco investigada.

O objetivo deste trabalho foi o reaproveitamento do lodo gerado na estação de tratamento de uma indústria têxtil e do resíduo de poeira de jateamento (micro esferas de vidro) com suas incorporações a resíduo de tijolo visando o desenvolvimento materiais construtivos promovendo o reaproveitamento econômico do lodo têxtil, de micro esferas de vidro e de sobras de tijolos da construção civil até então descartados nos aterros. Sendo analisada a emissão gasosa produzida durante a queima do material.

MATERIAIS E MÉTODOS

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

As sobras de tijolos as quais 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 (resíduo da câmara de jateamento) no seu foram utilizadas após seu uso na câmara de jateamento sem qualquer pré-tratamento. A caracterização dos resíduos têxtil, microesferas de vidro e de tijolos foram realizadas empregando-se as técnicas de fluorescência de Raios-X (FRX) e, difração de Raios-X (DRX).

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) e do lodo in natura. O método utilizado para a determinação da proporção correta de resíduo têxtil + tijolo + resíduo de micro esfera de vidro/água destilada foi tentativa e erro. Estabeleceu-se que, as quantidades de resíduos utilizados deveriam ser de 40%

tijolo + 40% microesfera de vidro + 20% de lodo têxtil (mistura denominada A) e 40% tijolo + 50% microesfera de vidro + 10% de lodo têxtil (mistura denominada de B) em relação à massa total empregada nos corpos de prova (20g gramas).

Esta mistura foi então prensada sob pressão de 220 kgf/cm² em uma matriz retangular de aço inox (60mm x 5mm), conforme aplicado no IPT (SANTOS, 1989). Os moldes foram postos para secar em estufa a 40 ± 5°C para perda de umidade e, posteriormente pesados (MI - 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. Após o resfriamento dos corpos, decorrente de convecção natural, foi feita nova pesagem (MF – 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.

Os corpos de prova foram calcinados em temperaturas de 1000 e 1200 °C por três horas. Foram submetidos aos ensaios tecnológicos de absorção de água, porosidade aparente e tensão de ruptura à flexão.

Na análise da emissão de compostos orgânico emitido durante a queima o sistema utilizado na amostragem foi constituído de uma bomba amostradora autônoma, do cartucho de C-18 impregnado de 2,4-DNPH.

O sistema completo de amostragem é mostrado na Figura 1.



Figura 1 - Sistema de amostragem completo dos aldeídos.

A vazão de amostragem utilizada foi de 1000 mL min⁻¹ durante 3 horas. O cartucho de C-18 DNPH pode ser empregado em qualquer sentido de fluxo. Na análise dos aldeídos a técnica utilizada foi cromatografia líquida de alta eficiência com detector de UV/VIS e DAD. As análises foram feitas em um cromatógrafo série 1100 (Agilent)

Foram analisados dois corpos de prova em faixas de temperaturas diferentes no período de 3 horas de amostragem para cada faixa de temperatura. O primeiro corpo de prova composto de 100% de tijolo (100% T) foi queimada numa faixa de temperatura de 25 a 300°C, depois de 300°C a 800°C.

O segundo corpo de prova composto de 40% de tijolo e 40% de microesfera de vidro e 20% de lodo textil foi calcinado nas mesmas condições do primeiro.

As amostragens foram realizadas sempre a uma altura de 3 cm da saída do forno.

Cada amostra foi analisada por duplicata sendo a diferença sempre menor que 10%. Os brancos do laboratório foram preparados e manipulados da mesma maneira que as amostras, mas não foram conectados na bomba. Em todos os experimentos, os brancos representaram menos que 5% e foram subtraídos de todos os resultados das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Tabela 1: Composição química elementar dos resíduos de tijolo e de microesfera de vidro e do lodo têxtil

| Determinações | Resíduo de Tijolo (% em peso) | Microesferas de Vidro (% em peso) | Resíduo lodo têxtil (% em peso) |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| SiO ₂ | 53,434 | 90,573 | 9,209 |
| Al ₂ O ₃ | 34,331 | 1,281 | 55,042 |
| CaO | - | 2,767 | 1,559 |
| Fe ₂ O ₃ | 8,668 | 1,073 | 0,461 |
| K ₂ O | 1,646 | 0,310 | 0,505 |
| MgO | 0,539 | 0,970 | 0,334 |
| Na ₂ O | - | 3,025 | 2,079 |
| SO ₃ | - | - | 12,881 |
| P ₂ O ₅ | - | - | 15,924 |
| Cl | - | - | 2,004 |

Para o resíduo de tijolo observa-se um alto teor de sílica, sódio e cálcio. Já para as microesferas de vidro um alto valor de sílica, alumina e ferro, provavelmente decorrente de sua utilização na câmara de jateamento. O lodo é um material de

baixa densidade, provavelmente em função da grande quantidade de água presente no resíduo. Apresentou um pH igual a 7,6 e percentuais de sólidos em torno de 11,7%.

A análise dos resíduos por difração de raios X apresentou os seguintes resultados:

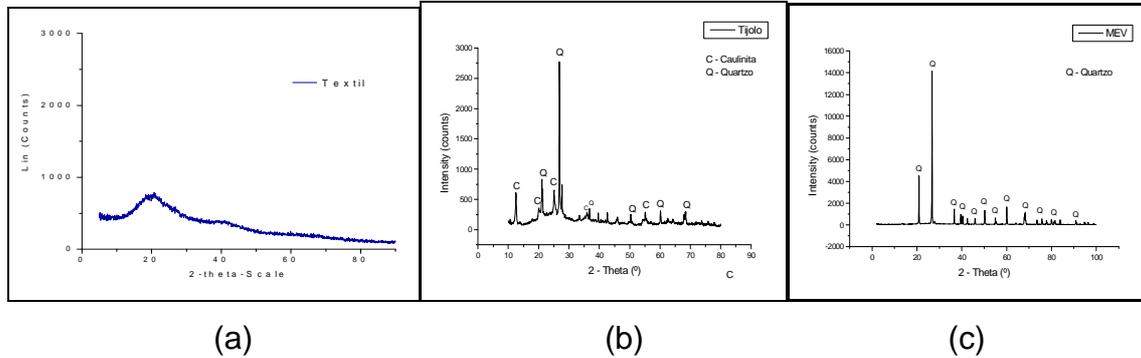


Figura 2: Difratoograma dos resíduos: lodo têxtil (a), tijolo (b) e microesferas de vidro (c).

Baseado nos difratogramas da Figura 2 (a), (b) e (c), respectivamente, pode-se observar que o resíduo do lodo têxtil (a) mostra ser o lodo um material não cristalino e o deslocamento da linha de base observado deve-se a presença do ferro presente no lodo. O difratograma do resíduo tijolos (b) são compostos por caulinita e quartzo e as microesferas de vidro (c) por quartzo.

O comportamento térmico da mistura gerada (resíduos de tijolos com microesferas de vidro e lodo têxtil) também foi analisado mediante a análise por difração de Raios-X.

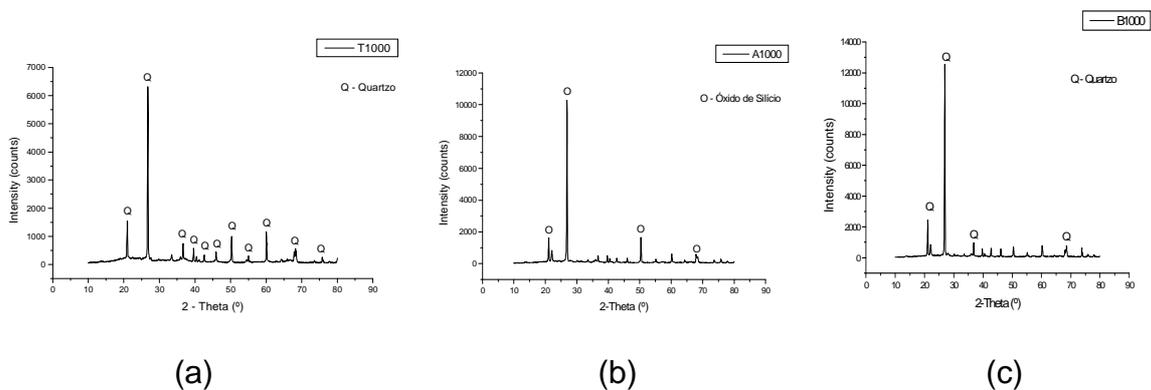


Figura 3: Difratoograma dos corpos de prova calcinados a 1000°C (a) só tijolo, (b) mistura 40% tijolo + 40% microesfera de vidro + 20% lodo têxtil e (c) 40% tijolo+50% microesfera de vidro + 10% lodo têxtil.

Baseado nos difratogramas da Figura 3 (a), (b) e (c) respectivamente, pode-se observar que a calcinação da mistura gerada (resíduos de tijolos com microesferas de vidro e lodo têxtil) mostraram difratogramas com picos de baixa intensidade e somente a presença de quartzo. Este fato provavelmente pode estar ocorrendo em virtude da fusão das microesferas de vidro.

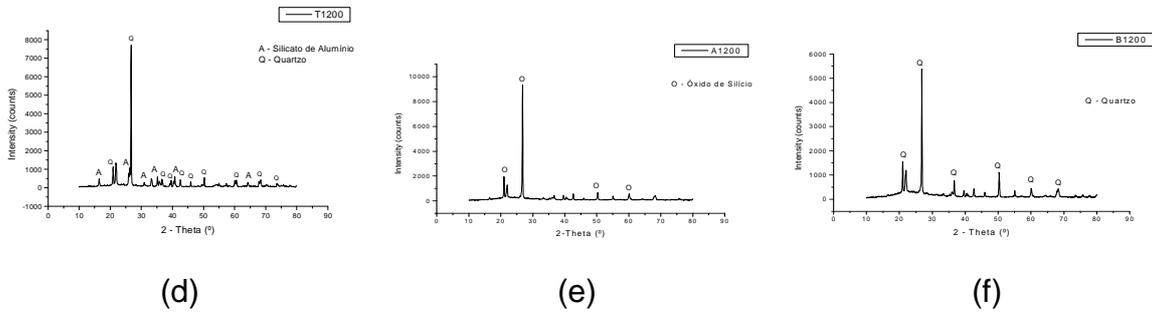


Figura 4: Difratograma dos corpos de prova calcinados a 1200°C (a) só tijolo, (b) mistura 40% tijolo + 40% microesfera de vidro + 20% lodo têxtil e (c) 40% tijolo+50% microesfera de vidro + 10% lodo têxtil.

Observa-se nos difratogramas da Figura 4 (d), (e) e (f) respectivamente, o mesmo padrão (picos de baixa intensidade) para as misturas calcinadas a 1000°C têxtil.

Os corpos de prova foram calcinados nas temperaturas de 1000 e 1200 °C. Os dados obtidos expressos através dos valores médios para os ensaios de absorção de água, porosidade aparente e tensão de ruptura à flexão são apresentados a seguir:

- Absorção de água

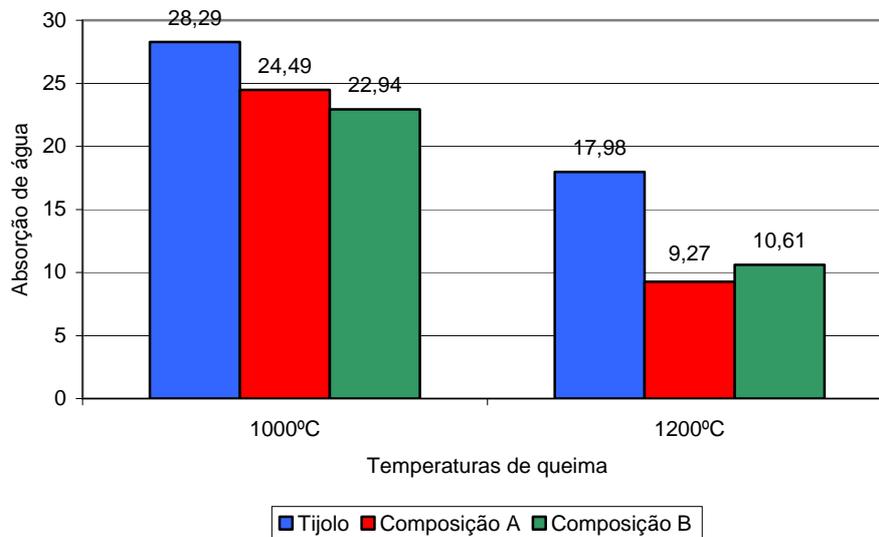


Figura 5: Absorção de água em função das temperaturas de queima.

A Figura 5 apresenta o comportamento de absorção de água dos corpos de prova para as diferentes composições analisadas. Observa-se que à medida que se aumenta a temperatura de queima do corpo cerâmico, a absorção de água diminui. O menor percentual de absorção de água corresponde à composição formada por 40% de resíduos de tijolos + 40% de micro esferas de vidro + 20% de lodo têxtil. Para os corpos de prova com o resíduo de micro esfera de vidro provavelmente na faixa de temperatura acima de 1200 °C deve estar ocorrendo a vitrificação das microesferas de vidro ocupando os interstícios formados na geração dos corpos de prova.

- Porosidade Aparente

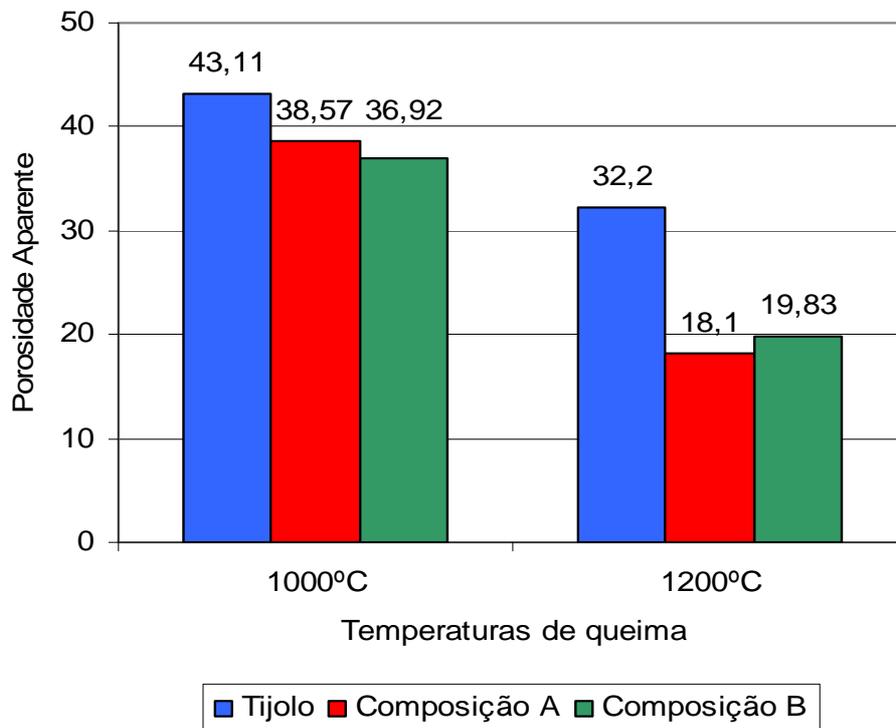


Figura 6: Porosidade aparente em função das temperaturas de queima.

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 flexão à ruptura

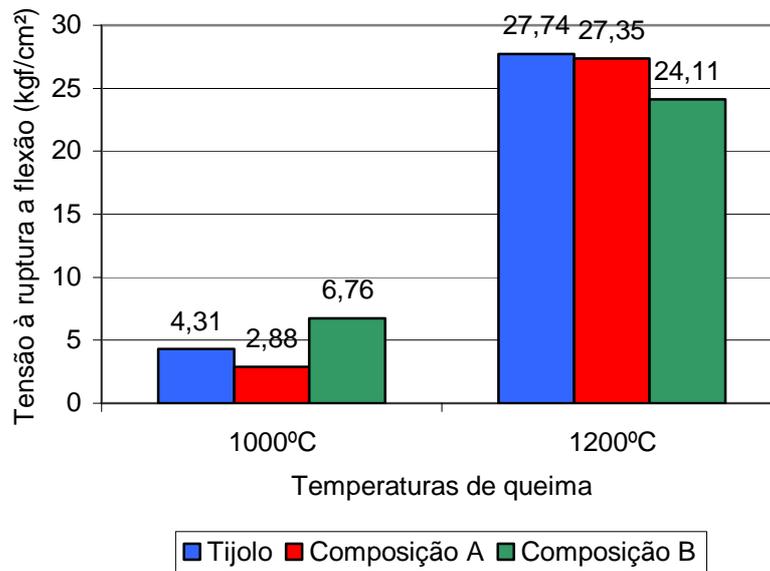


Figura 7: Tensão de ruptura à flexão em função das temperaturas de queima

De acordo com a Figura 7, observa-se que para a temperatura de 1000 °C a o valor encontrado da tensão de ruptura à flexão para os corpos de prova é muito baixo. Entretanto, para os corpos de prova calcinados a 1200°C observa-se um aumento deste valor para todos os corpos de prova analisados cerâmico indicando a ocorrência da eliminação dos vazios provocados pela queima a esta temperatura.

Em geral a queima de massas cerâmicas argilosas pode liberar concentrações apreciáveis de certos componentes gasosos como: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrogênio (NO_x) e etc. que em determinadas concentrações poluem o meio ambiente. Em função da natureza do lodo têxtil foi realizada a análise sobre possíveis compostos orgânicos que poderiam ser liberados durante a queima do material cerâmico produzido.

A análise dos aldeídos liberados da queima dos corpos de prova pesquisados é mostrada a seguir:

- Para o corpo de prova 100% resíduo de tijolo:

Analisando o gráfico da Figura 9, pode ser observado que a concentração total (em massa) e as concentrações de formaldeído e acetaldeído diminuem com o aumento da faixa de temperatura. Essa diminuição se deve, provavelmente, a estes compostos serem emitidos logo no início da queima.

Os demais aldeídos apresentaram o mesmo comportamento em todas as faixas de temperatura.

As razões em massa de [Acetaldeído/Formaldeído] foram, respectivamente, 0, 4, 0,4 e 0,2 indicando emissões destes compostos acima do permitido.

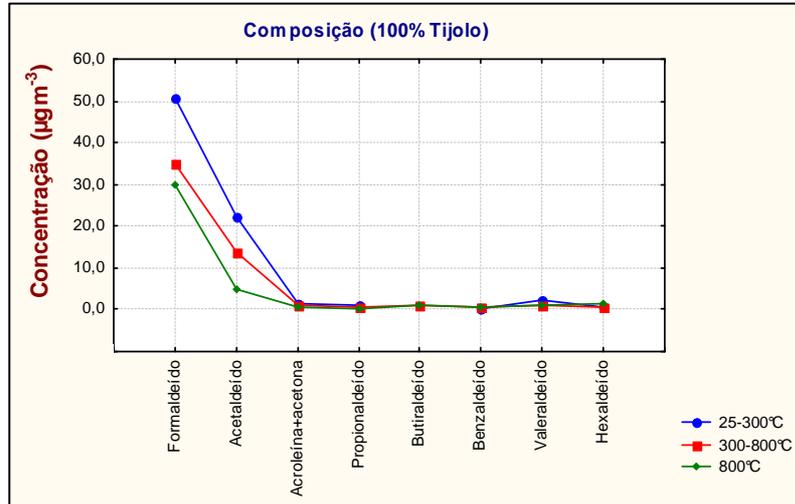


Figura 9 – Concentração média dos aldeídos determinados na queima das amostras com a composição de 100% de tijolo nas faixas de temperatura de 25 a 800°C.

- Para o corpo de prova 40% resíduo de tijolo + 40% microesfera de vidro + 20% de lodo têxtil:

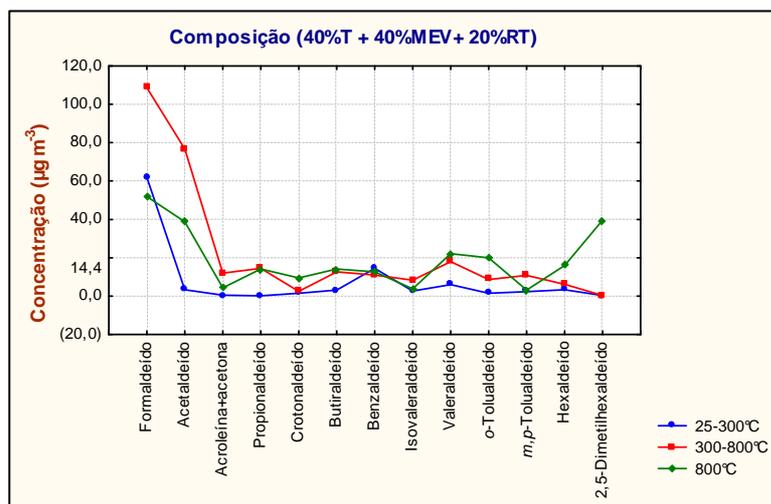


Figura 10 – Concentração média dos aldeídos determinados na queima das amostras com a composição de 40% de tijolo, 40% MEV e 20% RT nas faixas de temperatura de 25 a 800°C.

Analisando o gráfico da Figura 10, pode ser observado que a concentração total (em massa) e as concentrações de formaldeído e acetaldeído são maiores na faixa de temperatura de 300 a 800°C. Representando, aproximadamente, 64% dos aldeídos emitidos. Pode ser observado que o formaldeído, acetaldeído e a acroleína+acetona são emitidas em maiores quantidades nesta mesma faixa de temperatura.

O crotonaldeído, butiraldeído, valeraldeído, o-tolualdeído, hexaldeído e o 2,5 dimetilhexaldeído são emitidos em maiores concentrações na faixa de temperatura de 800°C.

As concentrações totais determinadas são, respectivamente, 97,1, 290,1 e 250,1 $\mu\text{g m}^{-3}$, sendo o formaldeído e o acetaldeído preponderantes em todas as faixas de temperatura.

A introdução do lodo têxtil, a mistura de sobras de tijolo e microesferas de vidro, resultou em uma elevação das concentrações dos aldeídos liberados, provavelmente devido à matéria orgânica presente no lodo.

CONCLUSÕES

A avaliação preliminar do reaproveitamento de resíduos de sobras de tijolos e de microesferas de vidro e de lodo têxtil, apresentando-se como fontes de matérias-primas para a produção produto cerâmico alternativo é viável dependendo das propriedades mecânicas desejáveis para o produto final.

Devem ser observados os limites legais de emissões atmosféricas oriundas dos fornos de aquecimento, principalmente ao que se refere à incorporação de resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Pesquisa "Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras." Relatório final - VOLUME 4 - Resultados e análises: aço, concreto usinado e blocos/tijolos. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.

CAMARGO, Antonio. Minas de Entulho. Técnica, nº15, Ed. Pini, São Paulo, mar/abr 1995.

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.

Faria Jr. R.T.; Vargas, H.; Holanda, J.N.F.; Toledo, R.; Souza, V.P. Análise dos gases poluentes liberados durante a queima de cerâmica vermelha incorporada com lodo de estação de tratamento de água. Cerâmica, 54, 351-355,2008.

FEASIBILITY OF REUSE OF WASTE FROM TEXTILE SLUDGE, RED BRICK AND DUST CHAMBER BLASTING (GLASS BEADS) IN THE RED CERAMIC INDUSTRY

ABSTRACT

The search for alternative environmentally less aggressive disposal of solid waste has been the road taken to reverse the negative scenario established by the improper disposal of these materials. The aim of this study was to evaluate the reuse of waste: leftover red brick of the construction, textile sludge generated in the textile and glass beads, obtained in dust chamber blasting, aiming to develop a ceramic product. Was prepared mixtures containing various amounts of waste. The ceramic pieces were fired at 1000°C and 1200°C and tested for water absorption and tensile strength and bending, characterized by X-ray diffraction We performed the analysis of volatile organic compounds released during the burning. The results indicate that the ceramic material produced has a high resistance while the analysis of gases of the burning showed a negative environmental impact.

Key-words: textile sludge, red brick waste, red ceramic