

APLICAÇÃO DE RESÍDUO CERÂMICO COMO ADIÇÃO MINERAL NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS E CONCRETOS

Ana Catarina Jorge Evangelista

Engenheira civil, formada pela UNAMA (1992), mestre e doutora em estruturas de concreto pela COPPE/UFRJ. Professora adjunta da Escola Politécnica – Departamento de Construção Civil - UFRJ. anacatarina@poli.ufrj.br

Valéria Castro de Almeida

Engenheira química, formada pela UFRJ (1981), mestre e doutora na área de catálise pelo Instituto Militar de Engenharia – IME. Professora adjunta da Escola de Química – Departamento de Processos Inorgânicos – UFRJ. valeria@eq.ufrj.br

Alexandre Celles Cordeiro

Aluno de graduação no curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da UFRJ. Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC).

Licia da Silva Alves

Aluna de graduação no curso de Engenharia Química da Escola de Química da UFRJ.

Raquel dos Anjos Rodrigues

Aluna de graduação no curso de Engenharia Química da Escola de Química da UFRJ.

RESUMO

A Indústria de louças sanitárias durante todo ciclo produtivo consome um volume considerável de água, em geral de 60-180 litros/peças produzidas. O efluente líquido gerado nas etapas do processamento apresenta uma elevada concentração em sólidos suspensos. O lançamento direto dessa corrente *in natura* em corpos receptores ocasiona o assoreamento dos rios, tornando o meio aeróbico. Após tratamento na ETE, o lodo na forma de torta passa a perfazer um montante a ser descartado. Neste trabalho foram realizados estudos preliminares com a finalidade de verificar sua empregabilidade na produção de concreto. Para avaliar a influência da substituição de parte do cimento Portland pelo resíduo, foram realizados ensaios de absorção e de resistência à compressão em argamassas com 5%, 10%, 15% e 50% de resíduo em substituição ao cimento. Os resultados obtidos indicam que o emprego desse material é viável na produção de concretos e argamassas.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduo cerâmico, concretos, argamassas.

ABSTRACT

The industry of sanitary wares during all productive cycle consumes a considerable volume of water, about 60-180 L/product. The liquid effluent generated in the stages of the processing presents a high concentration in suspended solids. The direct placement of this *in natura* waste in receiving bodies causes to the degradation of the rivers. After the treatment in the ETE the silt in the pie form starts to be discarded. In this work preliminary studies had been carried to verify its utility in the concrete production. To evaluate the influence of the replacement of the part of the Portland cement for this waste, tests of absorption and of compressive strength had been carried in mortars with 5%, 10%, 15% and 50% of waste in substitution to the cement. The gotten results indicate that this material is viable in the production of concrete and mortars.

KEY WORDS

Ceramic waste, concrete, mortars.

INTRODUÇÃO

Ao longo do processo seletivo a indústria cerâmica produz um grande volume de resíduos sólidos. O efluente líquido gerado nas etapas do processamento apresenta elevada concentração em sólidos suspensos, os quais, após tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes – ETE, produz uma quantidade significativa de resíduo sólido.

A construção civil é um setor da atividade tecnológica a consumir grande volume de recursos naturais, o que impulsionou a geração de várias pesquisas com o objetivo de verificar a utilização de diversos resíduos, os quais, em geral, são adicionados à composição do concreto em substituição de parte do cimento Portland, visando à melhoria de algumas de suas propriedades.

A reutilização de um resíduo não deve ser feita em torno de idéias preconcebidas, mas em função das características do resíduo. Em geral, tais aplicações são aquelas que melhor aproveitam suas características físico-químicas com menor impacto ambiental dentro de um segmento de mercado específico, no qual o produto reciclado tem boas condições de competição em relação ao produto convencional.

Como o volume de resíduo cerâmico gerado é expressivo, e procurando contribuir para um maior desenvolvimento sustentável e um maior aproveitamento de resíduo na construção civil, o presente trabalho teve como objetivo, a partir da caracterização do resíduo cerâmico quanto às suas características físicas e químicas, avaliar tecnicamente sua utilização como substituinte de parte de cimento Portland no preparo de concretos e argamassas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os materiais utilizados foram cimento, areia, água e o resíduo cerâmico, cujas características são apresentadas a seguir:

Resíduo cerâmico

As massas utilizadas na indústria cerâmica tradicional são de natureza heterogênea, com vasto espectro de composições, motivo pelo qual permitem a presença de material residual de vários tipos, mesmo em porcentagens não-significativas.

O resíduo gerado no tratamento de efluentes foi seco em estufa a 80 °C, cominuído e classificado granulometricamente. A caracterização mineralógica do resíduo foi feita mediante o emprego das técnicas de

difração de raios X, e fluorescência de raios X. Foi determinada também sua massa específica: 2.590 Kg/m³.

A distribuição granulométrica do resíduo pode ser visualizada na Figura 1.

Cimento

Foi utilizado para a confecção das argamassas o cimento Portland comum (CPII – E-32).

Água

A água usada é da rede de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro.

Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado foi areia de rio (Areal do rio Guandu), disponível comercialmente. A distribuição granulométrica, a partir da qual foi

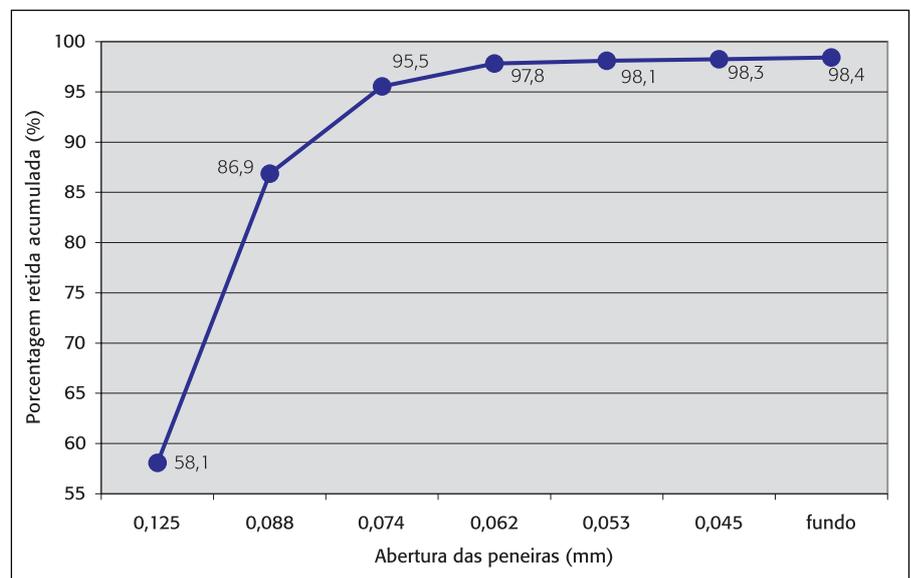


Figura 1: Distribuição granulométrica do resíduo cerâmico
Crédito: Autores

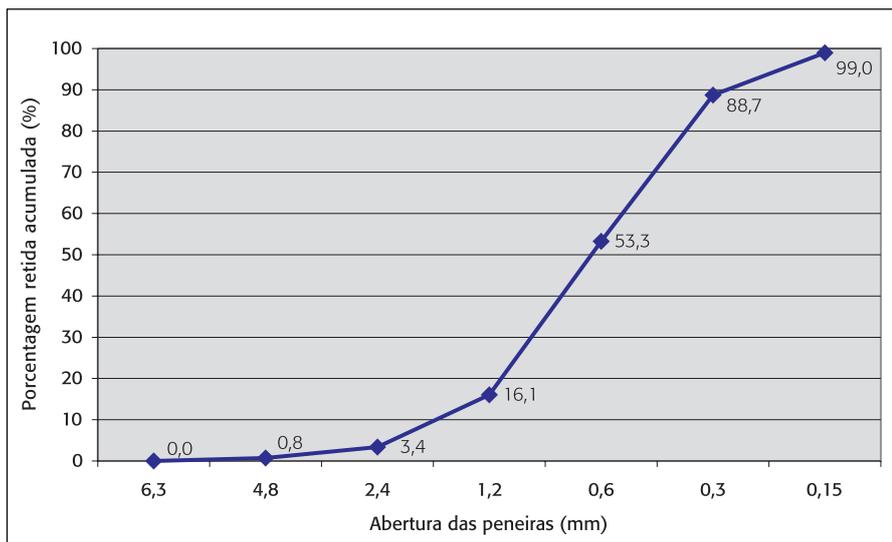
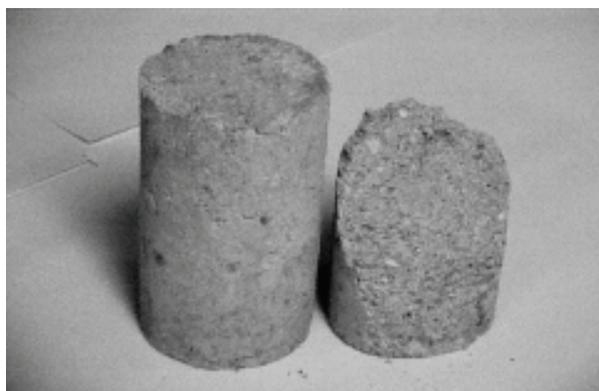


Figura 2: Distribuição granulométrica da areia
Crédito: Autores

Material	Composição m ³				
	1	2	3	4	5
Cimento (kg)	284,3	494,8	468,3	442,7	520,8
Resíduo Cerâmico(kg)	284,3	24,1	52,0	78,1	—
Água (L)	156,3	250,0	250,0	250,0	250,0
Areia Comum (kg)	1.705,6	—	—	—	—
Areia Fina (kg)	—	390,0	390,0	390,0	390,0
Areia Média Fina (kg)	—	390,0	390,0	390,0	390,0
Areia Média Grossa (kg)	—	390,0	390,0	390,0	390,0
Areia Grossa (kg)	—	390,0	390,0	390,0	390,0

Tabela 1: Composições do concreto utilizadas na pesquisa
Crédito: Autores

Figura 3: Corpos-de-prova com resíduo cerâmico
Crédito: Autores



determinada a dimensão máxima e o módulo de finura, está apresentada na Figura 2. A dimensão máxima característica é de 2,40 mm e o módulo de finura 2,61, caracterizando-a como areia média.

Composições das argamassas

Com a finalidade de verificar a possibilidade de uso desse material como substituinte de parte do cimento Portland foram confeccionados corpos-de-prova, de acordo com a norma NBR n. 5.738. O proporcionamento das composições está descrito na Tabela 1. Essas variam de acordo com as porcentagens de resíduo cerâmico em relação ao cimento, com o objetivo de determinar a melhor porcentagem para confecção de blocos de concreto. As composições são as seguintes:

1 – 50% do cimento substituído pelo resíduo cerâmico

2 – 5% do cimento substituído pelo resíduo cerâmico

3 – 10% do cimento substituído pelo resíduo cerâmico

4 – 15% do cimento substituído pelo resíduo cerâmico

5 – Argamassa de referência

A verificação da influência do resíduo cerâmico foi feita por meio do ensaio de resistência à compressão axial. Foram moldados seis corpos-de-prova cilíndricos de 5 x 10 cm para cada composição (ver Figura 3). As argamassas foram produzidas, de acordo com a NBR n. 7.215. A cura foi executada por imersão, até a idade do ensaio (28 dias).

RESULTADOS

O ensaio de teor de umidade mostrou que o resíduo perde, em média, 34% de massa. Por ser um lodo gerado na Estação de Tratamento de

Efluentes, após passagem em filtro-prensa, a porcentagem de água retida no material tende a ser elevada.

O difratograma do resíduo cerâmico mostrou que este é composto por quartzo (SiO_2) e pelos seguintes argilominerais: albita ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) e anortoclase ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$; $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) – ambos pertencentes ao grupo do feldspato –; montmorilonita ($[\text{Mg}; \text{Ca}]\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) e caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – pertencentes ao grupo dos filossilicatos. A porcentagem de cada componente encontra-se na Tabela 2.

O resultado obtido mostra uma elevada concentração de oxigênio, sílica e alumínio e, em menores quantidades, carbono e potássio. Os outros elementos aparecem em concentrações abaixo de 1%.

O teor de carbono é bastante elevado ($\approx 5,2\%$), diferindo daquele normalmente encontrado em argilas para sanitário – 0,5 a 0,7% (SANTOS, 1992). Essa quantidade de carbono é oriunda não de matéria orgânica, mas, provavelmente, do polieletrólito empregado no tratamento de efluentes da indústria cerâmica.

Os teores elevados de sílica e alumínio obtidos na fluorescência de raios X são provenientes, principalmente, dos argilominerais da amostra. Parte da sílica encontrada é também decorrente do quartzo, mineral largamente empregado na indústria cerâmica.

Pode-se observar uma quantidade significativa de sílica, material que apresenta grande combinação com o cimento, beneficiando as propriedades da argamassa.

Na Figura 4 estão apresentados os resultados das médias de resistência à compressão na idade de 28 dias.

Componente	% (massa)	Componente	% (massa)
O	51.400	Zr	0.081
Si	24.900	P	0.0326
Al	13.200	S	0.0326
C	5.180	Mn	0.0267
K	2.430	Zn	0.0182
Na	0.895	Cl	0.0173
Fe	0.738	Cr	0.016
Mg	0.373	Rb	0.00896
Ca	0.314	Cu	0.00839
Ti	0.263	Sr	0.0038

Tabela 2: Composição química do resíduo
Crédito: Autores

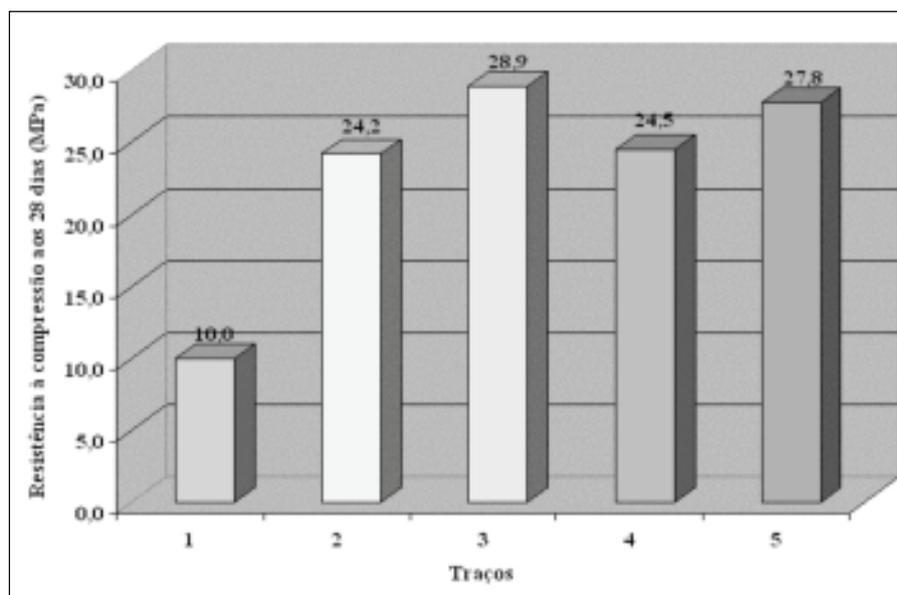


Figura 4: Resistência à compressão média aos 28 dias
Crédito: Autores

DISCUSSÃO

Na composição 1 se obteve uma queda na resistência de 64% em relação a 5. Portanto, presumiu-se que a resistência à compressão deveria diminuir, conforme fosse aumentada à porcentagem do resíduo cerâmico na composição da argamassa.

Em relação à argamassa padrão (composição 5), a adição do resíduo cerâmico na composição da argamassa apresentou o seguinte comportamento: a) na adição de 50% de resíduo (composição 1), observou-se uma diminuição na resistência de 64%; b) na adição de 5% de resíduo, a queda na resistência foi de 15%; c) na adição de 10% (composição 3), a resistência à compressão foi maior do que a de referência, indicando que novas porcentagens devem ser investigadas para se determinar a real contribuição do resíduo cerâmico na resistência à compressão das argamassas; d) na adição de 15% de resíduo, o comportamento apresentado foi uma queda na resistência de 13%. Essa variação de resistência também poderá ser mais bem entendida, ao serem realizados ensaios de porosidade e

absorção das composições, pois são propriedades que dependem da compactação e cura dos corpos-de-prova.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos até o presente pode-se tirar as seguintes conclusões a respeito da utilização do resíduo cerâmico como substituinte de parte do cimento na produção de argamassas.

O resíduo cerâmico é constituído, principalmente, de sílica.

Quanto à resistência compressão observa-se que houve uma pequena redução da resistência à compressão, próximo de 15%, em relação ao traço de referência. No entanto essa redução apresentada não inviabiliza sua utilização, pois com o teor de sílica apresentado pelo resíduo, indica que este poderá apresentar atividade pozolânica, característica muito importante quando se trata da durabilidade das estruturas de concreto e das argamassas aplicadas na construção civil. O comportamento inicial apresentado pelo material impulsiona a continuidade desta

pesquisa, a qual também visa à sua utilização para a diminuição do impacto ambiental e para um maior desenvolvimento sustentável.

BIBLIOGRAFIA

- ALVES, W. A.; BALDO, J. B. O potencial de utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico – Parte 1 – Caracterização. *Revista Cerâmica Industrial*, v. 2, n. 5/6, set./dez. 1997.
- DANTAS, A. B. A.; ALMEIDA, V. C.; YOKOYAMA, L. Caracterização do rejeito da indústria de louça sanitária. In: 23ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 23, 2002, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.
- _____. *Estudos preliminares para a classificação e a utilização do resíduo sólido gerado pela indústria cerâmica*. Trabalho apresentado ao 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, João Pessoa, PB, jun. 2003.
- DANTAS, A. B. A. *Caracterização e aplicação tecnológica do resíduo da indústria de louça sanitária*. 2003. Tese (Mestrado) – Escola de Química / Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.
- MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 303-3113, 2002.
- SANTOS, P. S. *Ciência e tecnologia de argilas*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, vol. 1, 1992.