

AVALIAÇÃO DE ARGAMASSAS NO ESTADO ENDURECIDO INCORPORADAS COM CHAMOTE*

Afonso Rangel Garcez de Azevedo¹

Jonas Alexandre²

Markssuel Teixeira Marvila³

Euzébio Bernabé Zanelato⁴

Gustavo de Castro Xavier⁵

Sergio Neves Monteiro⁶

Thais Miguel Pirovane⁷

Resumo

A produção de materiais de construção em geral é extremamente prejudicial ao meio ambiente devido a necessidade, em geral, da extração elevadas quantidades de materiais primas. Um clássico exemplo são os artefatos cerâmicos que necessitam de elevada quantidade de argila para sua produção além da queima de seus produtos, que acarretam enormes quantidades de resíduos. Um dos resíduos mais conhecidos é o chamote, que nada mais é que resta de produtos cerâmicos após a queima. Este trabalho tem como propósito a avaliação de propriedades de argamassas de múltiplo uso, a base de cimento, areia e cal, com traço de 1:3 (cimento:areia) no estado endurecido, como a resistência mecânica a compressão e flexão, incorporando o chamote proveniente do município de Campos dos Goytacazes, importante polo produtor deste produto no país. Os resultados mostraram que as argamassas incorporadas com o chamote apresentam desempenho no estado endurecido satisfatório, atendendo aos principais requisitos da literatura podendo ser plenamente utilizado em edificações de maneira geral.

Palavras-chave: Cerâmica, chamote, argamassas.

EVALUATION OF MORTARS IN THE HARDENED STATE INCORPORATED WITH CHAMOTE.

Abstract

The production of building materials in general is extremely harmful to the environment due to the need in general for the extraction of high quantities of raw materials. A classic example are the ceramic artifacts that require a high amount of clay for their production besides the burning of their products, which entail enormous amounts of waste. One of the best-known wastes is the chamotte, which is nothing left but of ceramic products after firing. The purpose of this work is to evaluate the properties of mortars of multiple use, based on cement, sand and lime, with a 1: 3 traces (cement: sand) in the hardened state, as the mechanical resistance to compression and bending, incorporating the from the municipality of Campos dos Goytacazes, an important polo producer of this product in the country. The results showed that the mortars incorporated with the chamote show satisfactory performance in the hardened state, meeting the main requirements of the literature and can be fully used in buildings in general.

Keywords: Ceramics, chamote, mortars.

¹ Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

² Engenheiro Civil, doutor em Ciências de Engenharia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

- ³ *Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Civil, doutor em Geotecnia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ⁷ *Graduanda em Engenharia Civil, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O número de obras em todo o país cresceu de maneira significativa nas últimas décadas, fruto de grandes investimentos e aumento do poder financeiro da população de baixa renda. Apesar de todo esse incremento nas diversas obras em todo o país o deficit habitacional ainda é significativo o que nos leva a acreditar que o setor da construção civil ainda irá expandir de significativa maneira nas próximas décadas [1].

A disposição adequada dos resíduos sólidos é sem sombra de dúvidas um dos maiores problemas dos municípios brasileiros [1].

A viabilidade da utilização dos resíduos depende de fatores como: proximidade da instalação de processamento, custo do transporte, volume de resíduos disponíveis para o reprocessamento e custo de estocagem, caso seja necessário. Uma criteriosa análise destes fatores é fundamental antes que qualquer estudo acerca da utilização de resíduos sólidos em materiais ou novos processos de produção [2].

O município de Campos dos Goytacazes (Figura 1) é um dos maiores polos produtores de cerâmica vermelha do país e conseqüentemente é um dos maiores geradores de resíduos sólidos de cerâmica. Os rejeitos produzidos por essas indústrias, em sua maioria, não possuem destinação apropriada, fato que se torna um agravante para a região.

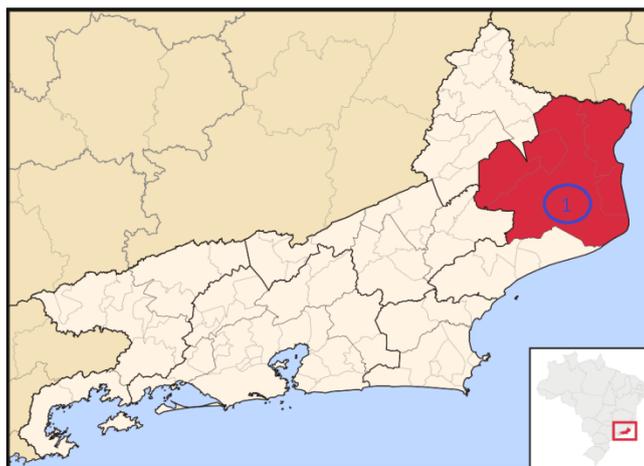


Figura 1: Mapa do município de Campos dos Goytacazes.

A nível mundial a geração de resíduos sólidos foi de 12 bilhões de toneladas no ano de 2002 [2], onde deste valor, 11 bilhões de toneladas são os classificados como industriais e o restante são os chamados resíduos sólidos municipais, oriundo do uso doméstico. Espera-se que em torno de 19 bilhões de toneladas de resíduos sólidos sejam gerados anualmente até 2025 [3].

Neste contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo avaliar a potencialidade de substituição de parte do cimento por resíduo cerâmico proveniente das indústrias de Campos dos Goytacazes na produção de argamassas, avaliando seu desempenho no estado endurecido, para isso serão confeccionados corpos de prova prismáticos e posterior análise de resistência mecânica a flexão em três pontos e compressão. Todos os ensaios realizados seguiram as metodologias propostas de Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), possibilitando uma análise deste material.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção das argamassas foi utilizado, além dos produtos convencionais (cimento e areia), o resíduo de cerâmica moído, iremos discorrer sobre as principais características dos materiais utilizados nesta pesquisa.

O cimento utilizado foi o Cimento Portland tipo III, conhecido como CP II E 32, composto com adição de escória de alto forno, da marca “Votoran”. A escolha da marca deve-se ao fato desta ser a mais utilizada na região desta pesquisa.

Quanto ao agregado miúdo utilizado, este foi adquirido no próprio município de Campos dos Goytacazes, proveniente do Rio Paraíba do Sul.

Já o resíduo empregado na pesquisa é proveniente das indústrias de cerâmica vermelha do município de Campos dos Goytacazes, coletados nos pátios de 6 fábricas distintas. Cada uma dessas indústrias utiliza uma temperatura de queima, estando todas na faixa de 500°C a 1000°C, possibilitando a uniformização das amostras. Essas temperaturas foram fornecidas pelos fabricantes e medidas no local com o auxílio de um Termopar para conferência.

Após a coleta, o material foi submetido a uma moagem em um moinho de bolas (Figura 2), onde foi homogeneizado até que alcançasse o tamanho desejado, sem gastos exagerados de energia no processo, possibilitando assim sua homogeneização para uso.



Figura 2: Exemplo de moinho de bolas.

Para a confecção das argamassas, foram obedecidas as especificações da ABNT 13276 (2005) – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência [4]. Foram preparadas quatro misturas diferentes, sendo a primeira uma argamassa convencional, utilizada como referência. As três últimas continham 10%, 15% e 20% da massa de cimento substituída por resíduo cerâmico. O traço utilizado foi de 1:3 (material cimentício: areia) e a relação água/aglomerante foi de 0,52.

Após a confecção da argamassa foram preparados corpos de prova de acordo com a NBR 13279/2005 [5], que descreve a aparelhagem necessária, em moldes prismáticos metálicos, que formam três compartimentos quando montados, servindo de molde para três corpos-de-prova de 4 cm x 4 cm x 16 cm cada. Os moldes foram fixados sobre a mesa de consistência e preenchidos com duas camadas de altura aproximadamente iguais. A cada camada executada foram realizadas 30 quedas na mesa de consistência (“flowtable”). Em seguida, foi

realizado o rasamento da argamassa passando-se uma régua metálica de modo que a superfície ficasse plana, eliminando assim os excessos de argamassa nas bordas, este procedimento foi realizado com todo cuidado e perícia necessário.

Logo após os moldes foram colocados em local plano com temperatura controlada (aproximadamente 23°C) para cura ao ar. A desforma dos corpos-de-prova foi realizada após 24 horas de moldagem, sendo esse o tempo mínimo recomendado pela norma.

Para a realização do ensaio de resistência a flexão foram utilizados os corpos-de-prova confeccionados [5], que foram posicionados nos dispositivos de apoio do equipamento de ensaio, de modo que a face rasada não esteja em contato com os dispositivos de apoio ou com os dispositivos de carga. Em seguida, foi aplicada uma carga de (50 ± 10) N/s até a ruptura do corpo-de-prova [5].

Para a realização do ensaio de resistência a compressão foram utilizadas as duas metades dos corpos-de-prova rompidos. Os corpos-de-prova foram posicionados de modo que a face rasada não fique em contato com o dispositivo de apoio ou com o dispositivo de carga. Aplicou-se uma carga de (500 ± 50) N/s até a ruptura do corpo-de-prova [5].

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A razão entre a carga de ruptura e a área da seção do corpo de prova resulta na sua resistência a compressão, mostrada na Figura 3 abaixo.

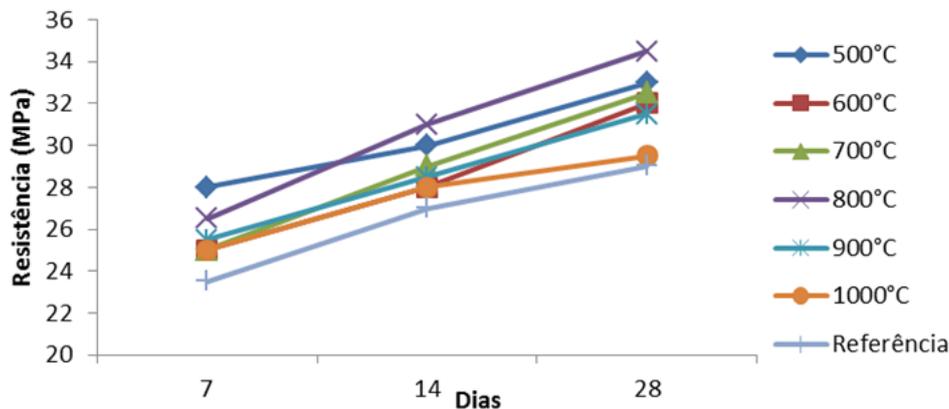


Figura 3. Gráfico da resistência à compressão com 10% de substituição.

Para este teor de substituição todas as argamassas apresentaram resistência maior que a da argamassa de referência, sendo, portanto, verificado um ganho de resistência. As idades mais avançadas apresentaram maior resistência pois o efeito pozolânico do resíduo retarda a hidratação de compostos responsáveis por essa propriedade [6]. O aumento nas primeiras idades pode ser explicado pelo efeito filler do resíduo.

Já para argamassas com 15% de substituição, os resultados não foram satisfatórios (Figura 4), já que foram inferiores ao valor encontrado na mistura de referência. Sendo assim, conclui-se que este teor não é adequado, pois é maior do que a quantidade de hidróxido de cálcio livre para reagir, sobrando material pozolânico e não produzindo quantidade suficiente de silicato de cálcio hidratado, composto responsável pela resistência [7 e 8].

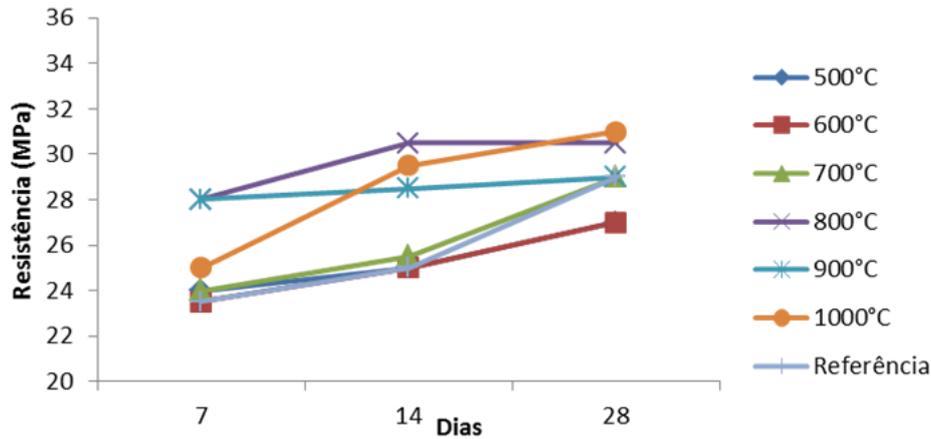


Figura 4. gráfico da resistência à compressão com 15% de substituição.

De forma semelhante, porém mais acentuada, também houve diminuição na resistência para o teor de 20% de substituição (Figura 5).

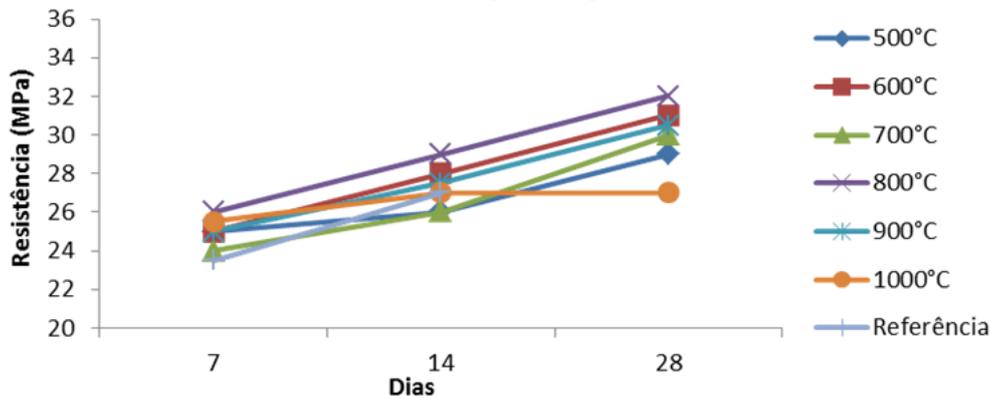


Figura 5. Gráfico da resistência à compressão com 20% de substituição.

4 CONCLUSÃO

Em relação a resistência à compressão, teores superiores a 15% de substituição do cimento por resíduo cerâmico não apresentaram valores satisfatórios. Apenas em misturas com 10% de substituição foram verificados ganhos de resistência.

O melhor preenchimento dos vazios proporcionado pela incorporação do resíduo permitiu uma redução na porosidade e conseqüentemente na permeabilidade e tornou as argamassas mais plásticas e trabalháveis, fato observado durante a moldagem dos corpos de prova.

Assim pode-se concluir que segundo propriedades mecânicas no estado endurecido substituições de até 10% apresentam potencialidade de uso do chamote em argamassas a base de cimento para construção civil.

REFERÊNCIAS

- [1] AZEVEDO, A.R.G. Avaliação da Incorporação do Lodo Primário da ETE da Indústria de Papel Reciclado na Produção de Argamassas. Campos dos Goytacazes. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2015.
- [2] Aubert JE, Husson B, Sarramone N. Utilization of Municipal Solid Waste Incineration (MSWI) Fly Ash in Blended Cement: Part 1: Processing and Characterization of MSWI Fly Ash. J. Hazardous Mater., 136: 624-631, 2006.
- [3] Cyr M, Aubert JE, Husson B, Clastres P. Recycling Waste in Cement Based Materials: a Studying Methodology. In: RILEM Proceedings of the Conference on the Use of Recycled Materials in Building and Structures, Barcelona, Spain, pp. 306-315, 2004.
- [4] ABNT - NBR 13276/2005 -Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.
- [5] ABNT - NBR 13279/2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.
- [6] CORDEIRO, B. C. – Estudo da viabilidade técnica de incorporação de resíduos cerâmicos em argamassas, 2006. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF/RJ, Campos dos Goytacazes.
- [7] TEBALDI, A. A. – Estudo de parâmetros tecnológicos para qualificação de argamassas projetadas, 2009. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF/RJ, Campos dos Goytacazes.
- [8] MEHTA, P.K., MONTEIRO, P.J.M., “Concreto – Microestrutura, propriedades e materiais”, McGraw-Hill, 2006.