

AVALIAÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS FABRICADOS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO

FRANCINE MACHADO NUNES¹; RUBENS CAMARATTA²; FERNANDO MACHADO MACHADO³

¹*Universidade Federal de Pelotas – francinemachadonunes@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – rubenscamaratta@yahoo.com.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – fernando.machado@hotmail.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Em vista da necessidade de reduzir a degradação das áreas de extração da matéria-prima argilosa e os impactos ambientais causados em virtude aos recursos naturais utilizados, algumas alternativas a ser aplicadas no ramo da cerâmica vermelha tradicional vêm sendo estudadas (GASPARATO & TEIXEIRA, 2017; NUNES et al., 2018). Assim, o emprego de matérias-primas alternativas como resíduos industriais para a fabricação de produtos cerâmicos tradicionais modificados, acarreta em ganhos ambiental, social e econômico.

A geração do resíduo de casca de ovo (CO) proveniente das fábricas de processamento de alimentos dá em forma abundante pelo grande consumo desse produto a nível consumo doméstico e industrial (DA SILVA, 2017). A presença de carbonato de cálcio ou calcita (CaCO_3) aponta um potencial de reutilização do resíduo por sua composição química, compatível com as propriedades mineralógicas da argila e disponibilidade encontrada.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar propriedades físico-mecânicas de corpos de prova cerâmicos fabricados com formulações de argila e resíduo CO, proporcionando uma destinação apropriada ao resíduo e reduzindo o emprego da argila como matéria-prima.

2. METODOLOGIA

Na elaboração das misturas para a fabricação de corpos de prova cerâmicos (CP's), foram utilizadas a argila e o resíduo de casca de ovo (CO). A argila coletada em uma olaria local e o CO coletado em estabelecimentos comerciais foram secos, moídos em moinho de bolas e, em seguida, peneirados.

A fração passante na peneira mesh 80 (abertura 0,177mm) de argila e passante na peneira mesh 200 (abertura 0,074mm) foi empregado para elaboração das formulações. A adição de CO em massa na argila foi de 10%. Os CP's foram moldados em uma matriz de aço de 83x12x10mm em prensa hidráulica manual, com carga aplicada de 5 toneladas. Em seguida, os CP's foram expostos a secagem natural durante 24h e à secagem artificial, em estufa por 24h ± 105 °C. A queima dos CP's na temperatura de 900°C ocorreu em forno elétrico, com taxa de aquecimento 2,5 °C/min e patamar na última temperatura de 30 min. O resfriamento dos CP foi realizado com o desligamento do forno, para posterior retirada do seu interior.

Para a tensão de ruptura à flexão em três pontos (RM) (C-027, 1995) foi utilizada uma máquina de ensaio EMIC 10kN, com carga concentrada no ponto médio de 5kN e velocidade de descida do êmbolo em 2,5mm/min. As demais normativas utilizadas para realização dos ensaios e determinação dos parâmetros físico-mecânico dos CP's foram: contração linear de secagem (Cs) (C-021/95), contração linear de queima (Cq) (C-026/95), perda ao fogo (Pf) (C-028/95), tensão de ruptura à flexão em três pontos (Rm) (C-027/95), absorção de água (Aa) (C-022/95), porosidade aparente (Pa) (C-023/95) e massa específica aparente (Mea) (C-024/95).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a média aritmética dos valores encontrados para a contração linear de secagem (Cs) e de queima (Cq), e perda ao fogo (Pf) para os CP's e seus respectivos desvios padrão. Esses valores correspondem aos CP's de argila (F1) e argila com a adição de CO (F2).

Tabela 1 – Resultados encontrados para os ensaios U, Cs, Cq e Pf para os corpos de prova cerâmicos.

Formulações	Cs (%)	Cq (%)	Pf (%)
F1	$0,07 \pm 0,39$	$-0,15 \pm 0,05$	$4,88 \pm 0,22$
F2	$0,29 \pm 0,18$	$-0,24 \pm 0,05$	$8,30 \pm 0,10$

A Tabela 2 apresenta a média aritmética dos valores encontrados para a tensão de ruptura à flexão em três pontos (Rm), absorção de água (Aa), porosidade aparente (Pa) e massa específica aparente (Mea) para os CP's e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 2 - Resultados encontrados para os ensaios Rm, Aa, Pa e Mea para os corpos de prova cerâmicos.

Formulações	Rm (MPa)	Aa (%)	Pa (%)	Mea (g/cm ³)
F1	$7,16 \pm 0,35$	$11,51 \pm 0,48$	$18,43 \pm 0,66$	$1,60 \pm 0,01$
F2	$9,23 \pm 1,06$	$13,86 \pm 0,94$	$22,27 \pm 1,45$	$1,61 \pm 0,01$

De acordo com os valores encontrados para Cs, as formulações F1 e F2 apresentaram em valores relativamente baixos, o que não compromete o as peças conformadas. Os valores negativos obtidos para Cq estão relacionados a expansão de CP's após a queima (NUNES et al., 2018). Os valores encontrados para Pf de F1 foram menores que os de F2, essa redução de massa dos PC's refere-se a decomposição do CaCO₃ em CaO (óxido de cálcio) e liberação de CO₂ (dióxido de carbono) entre 640 e 850 °C (RANGEL et al., 2019).

Com relação aos valores encontrados de Rm, os CP's de F2 obtiveram valores maiores que F1, ou seja, houve acréscimo de resistência com a adição de CO nos produtos. Isso pode ser causado pela formação de silicato de cálcio nos CP's o qual melhora a resistência nos produtos fabricados. Os valores encontrados de F1 e F2 para Rm estão dentro dos índices recomendados pelas normas técnicas para o tijolo maciço (NBR 7170, 1983) e (NBR 15270-1, 2005) para os blocos cerâmicos.

Os resultados encontrados para Aa e Pa mostram que os PC's da formulação F1 apresentou valores menores que F2. Fato que pode estar relacionado a presença de cal hidratada nos PC's. No entanto, todos os resultados encontrados estão dentro dos índices recomendados pelas normas técnicas (NBR 7171, 1992), absorção de água menor que 22% para blocos cerâmicos, menor que 25% para tijolos maciços e menor que 20% para telhas. A porosidade aparente também se encontra dentro do limite estabelecido, ou seja, menor que 30%.

4. CONCLUSÕES

O reaproveitamento do resíduo de casca de ovo em produtos cerâmicos demonstrou uma rota viável de destino. A adição de resíduo de casca de ovo nos corpos de prova resultou em melhoria na resistência mecânica, sendo que estes se encontraram dentro dos índices estabelecidos para a fabricação de tijolos maciços e blocos cerâmicos. Para a temperatura de queima e teor de resíduo avaliada, os valores encontrados para os parâmetros estudados seriam aceitáveis para a fabricação de tijolos de vedação em olarias.

5. AGRADECIMENTOS

À Capes, pelo auxílio através de bolsa de pesquisa no desenvolvimento deste trabalho, à Universidade Federal de Pelotas e ao Grupo do Laboratório de Pesquisa em Materiais (LAPEM).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7170: tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983.

_____. NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria: Rio de Janeiro, 1992. 8 p.

_____.NBR 15270-1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação: terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

DA SILVA, C. A. P. Aproveitamento de resíduos de Casca de Ovo para incorporação em argamassas. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017. 81 f.

FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. M-CIENTEC C-021: Argilas – Determinação da Contração Linear de Secagem. Porto Alegre, RS, 1995

M-CIENTEC C-022: Materiais cerâmicos - Determinação da absorção de água após queima. Porto Alegre - RS, 1995.

_____.M-CIENTEC C-023: Argilas – Determinação da porosidade aparente após queima. Porto Alegre - RS, 1995.

M-CIENTEC C-024: Argilas – Determinação da massa específica aparente após queima. Porto Alegre - RS, 1995

_____.M-CIENTEC C-026: Argilas – _____. Materiais cerâmicos – Determinação da contração linear de queima. Porto Alegre - RS, 1995.

_____.M-CIENTEC. C-027: Materiais cerâmicos - Determinação da tensão de ruptura à flexão após queima. Porto Alegre - RS, 1995.

_____.M-CIENTEC. C-028: Materiais cerâmicos - Determinação da perda ao fogo. Porto Alegre - RS, 1995.

FREIRE, M. N.; HOLANDA, J. N. F. Caracterização de resíduo de casca de ovo visando seu aproveitamento em revestimento cerâmico poroso. **Cerâmica**, v. 52, p. 240 – 244, 2006.

GASPARETO, M. G. T.; TEIXEIRA, S. R. Utilização de resíduo de construção civil e demolição (RCD) como material não plástico para a produção de tijolos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 22, n. 2, p. 40 – 46, 2017.

NUNES, F. M.; RANGEL, E. M.; MACHADO, F. M.; CAMARATTA, R.; CARDOSO, L; P.; NASCIMENTO, L. J. Preliminary evaluation of the physical properties of red ceramic incorporated with solid residue. **Materials Science Young Researchers of Uruguay**, v. 3, n. 61, p. 3575 – 3579, 2018.

RANGEL, E. M.; MELO, C. C. N.; MACHADO, F. M. Ceramic foam decorated with ZnO for photodegradation of Rhodamine B dye. **Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio**, v. 58, n. 3, p. 134-140, 2019.