

SÍNTESE DE CIMENTO SUSTENTÁVEL UTILIZANDO CARBONATO DE CÁLCIO DA CASCA DE OVOS E SÍLICA DE RESÍDUOS DE VIDRO

Gabriela Farias Peuckert¹; Rubens Camaratta²

¹ Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – gabriela.peuckert@ufpel.edu.br

² Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – rcamaratta@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A produção global de cimento, sendo a terceira maior fonte de emissões antropogênicas de dióxido de carbono, impulsiona a busca por soluções mais sustentáveis para a indústria da construção civil. Nesse contexto, o aproveitamento de resíduos sólidos como cascas de ovos e vidro, ricos em materiais cimentícios, é uma abordagem promissora. Tal estratégia alinha-se aos estudos que sugerem o aumento do uso de materiais cimentícios suplementares (SCMs) como uma das principais formas de reduzir as emissões de CO₂ e a dependência do clínquer de cimento convencional. Conforme destacado por (SCRIVENER, JOHN e GARTNER 2018), a indústria de materiais de construção baseados em cimento pode se beneficiar substancialmente de abordagens que promovam a eficiência e a redução de emissões, sem a necessidade de tecnologias de alto custo, como a captura de carbono. A utilização de subprodutos e resíduos industriais, como os explorados neste trabalho, representa um passo fundamental em direção a essa transição ecoeficiente.

O aproveitamento de resíduos sólidos urbanos, como cascas de ovos, ricas em carbonato de cálcio (CaCO₃), e vidro, composto majoritariamente por sílica (SiO₂), tem se mostrado promissor. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um cimento sustentável produzido a partir de cascas de ovos e resíduos de vidro, verificando suas propriedades físicas e químicas e seu potencial de substituição parcial ou total do cimento convencional.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparo das matérias-primas

As cascas de ovos e os vidros foram lavados, secos à temperatura ambiente e moídos em moinho de bolas planetário. Em seguida, foram peneirados em malha mesh Tyler #200 para obter partículas finas e homogêneas. A mistura foi homogeneizada manualmente e armazenada em recipiente fechado.

2.2 Calcinação

A casca de ovo e do vidro foi calcinada em duas fases, cada uma com 1 hora de patamar a 700 °C, promovendo a decomposição do carbonato de cálcio em óxido de cálcio. O pó resultante foi peneirado em mesh Tyler #325 para controle da finura.

2.3 Moldagem

O pó calcinado foi misturado com água destilada (10 g de pó para 6 g de água) até atingir consistência homogênea. A pasta foi moldada em formas cilíndricas de silicone de 10 mm de diâmetro por 20 mm de altura.

2.4 Secagem e desmoldagem

Os corpos de prova permaneceram em secagem natural por três dias, evitando fissuração e deformações.

2.5 Cura:

A cura foi realizada por 30, 60 e 90 dias, mantendo os corpos de prova úmidos com papel toalha diariamente, seguindo os procedimentos estabelecidos pela NBR 7215/1996 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996) para ensaios de cimento.

2.6 Ensaio de resistência à compressão

Após o período de cura estabelecido (30, 60 e 90 dias), os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, conforme a NBR 7215/1996 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996). Os ensaios foram realizados em máquina universal MBioPDI-M1.vi, equipada com célula de carga de 2 kN, operada com o software de controle do equipamento.

As condições experimentais configuradas foram: Área de seção do corpo de prova: os corpos de prova foram aferidos manualmente e inseridas no software da máquina, que realizou o cálculo automático da área. Critério de parada: força máxima (ruptura).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que o material apresentou progressiva melhora na resistência e estabilidade ao longo do período de cura. Inicialmente, os corpos de prova possuíam superfície arenosa e apresentaram pequenas perdas de material durante a desmoldagem. Com o avanço da cura, observou-se redução do aspecto arenoso e aumento da resistência mecânica.

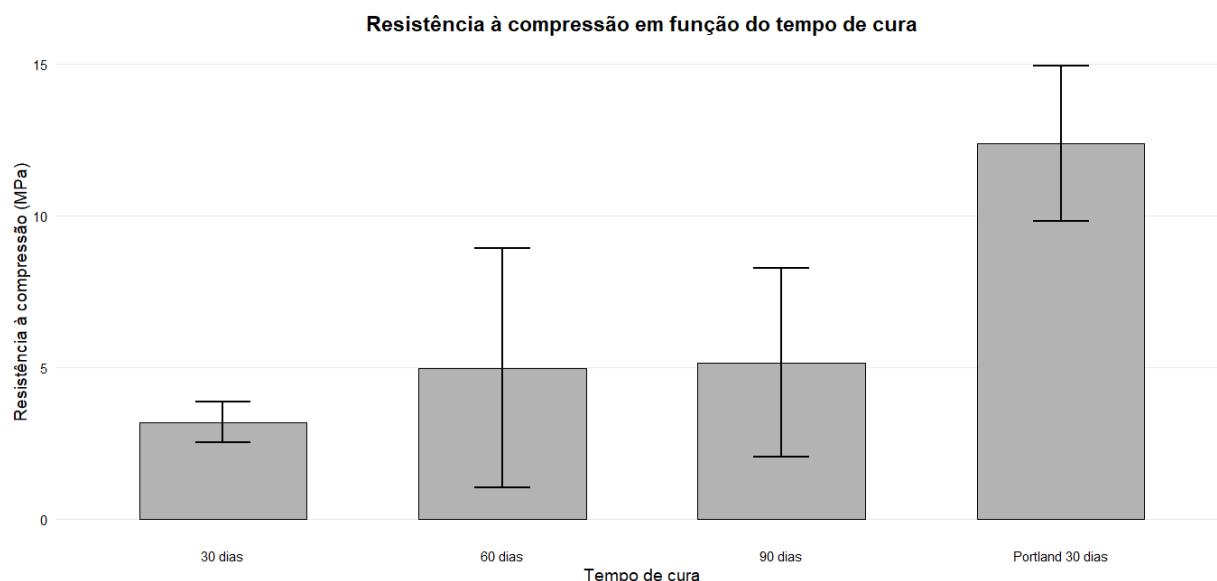


Figura 1 – Resistência à compressão (MPa) de amostras em diferentes tempos de cura (30, 60 e 90 dias) e comparação com cimento Portland aos 30 dias.

A resistência à compressão dos corpos de prova apresentou incremento progressivo ao longo do período de cura, refletindo o desenvolvimento contínuo das reações de hidratação. Nos primeiros 30 dias, os corpos de prova exibiram superfície porosa e aspecto arenoso, resultando em valores de resistência mais

baixos. Aos 60 dias, observou-se aumento significativo da resistência, acompanhado de maior coesão do material e redução na perda de partículas soltas, indicando que a hidratação avançava de forma mais eficaz. Aos 90 dias, o material apresentou consistência aprimorada e estabilidade estrutural, evidenciando que a formação de produtos cimentícios.

Esses resultados confirmam que a combinação de cascas de ovos calcinadas, como fonte de CaO, e resíduos de vidro, como fonte de SiO₂, promove reações de hidratação comparáveis às observadas em cimentos convencionais, permitindo ganho gradual de resistência ao longo do tempo.

4. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que é viável a produção de um cimento sustentável a partir de cascas de ovos calcinadas e resíduos de vidro, apresentando propriedades físicas e mecânicas compatíveis com a evolução típica de materiais cimentícios. A resistência à compressão dos corpos de prova aumentou progressivamente ao longo dos períodos de cura (30, 60 e 90 dias), evidenciando o desenvolvimento contínuo das reações de hidratação e a consolidação estrutural do material.

Os resultados indicam que a combinação de CaO proveniente das cascas de ovos e SiO₂ do vidro favorece a formação de produtos cimentícios, proporcionando ganho gradual de resistência, redução da porosidade e maior coesão do material. Dessa forma, a utilização desses resíduos sólidos urbanos como matérias-primas alternativas representa uma estratégia promissora para a redução do impacto ambiental associado à produção de cimento convencional, contribuindo para a sustentabilidade do setor da construção civil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

SCRIVENER, K. L.; JOHN, V. M.; GARTNER, E. M. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, v. 114, p. 2-26, 2018. DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.03.015.