

USO DE CaO SUSTENTÁVEL COMO ADITIVO EM CERÂMICAS REFRATÁRIAS

SAMANTHA DA ROSA PINHEIRO¹;
SÉRGIO DA SILVA CAVA³

¹Universidade Federal de Pelotas – pinheirosamantha06@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – sergiocava@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Cerâmicas refratárias são amplamente empregadas e utilizadas em processos industriais de alta temperatura, como metalurgia e fabricação de cimento, devido à sua resistência térmica e química. Entretanto, a densificação e a redução de porosidade ainda são grandes desafios na sua fabricação. Nesse contexto, aditivos que favoreçam a formação de fases de ligação, como os aluminatos de cálcio, têm sido amplamente estudados (MOURA et al., 2016; JIANG et al., 2019). O óxido de cálcio (CaO) por sua vez, destaca-se como um agente capaz de induzir essas fases, melhorando a sinterização e a coesão da matriz cerâmica. Além de seu efeito técnico, há também um interesse crescente em fontes sustentáveis de CaO, provenientes de resíduos agroindustriais e biominerais, como conchas de moluscos, cascas de ovos, ossos calcinados e resíduos de biomassa. Esse enfoque alinha-se com os princípios da economia circular e da redução de impactos ambientais, tornando o desenvolvimento de refratários sustentáveis um campo promissor (RIZZO et al., 2018; BORGES et al., 2020).

Estudos recentes também têm demonstrado que a substituição parcial de matérias-primas convencionais por resíduos pode não apenas reduzir custos, mas também gerar materiais com desempenho equivalente ou até superior. Além disso, a utilização de fontes renováveis contribui para mitigar problemas de descarte, transformando passivos ambientais em insumos industriais.

Diante desse panorama, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do CaO de origem sustentável como aditivo em cerâmicas refratárias à base de alumina, discutindo seus efeitos sobre a formação de fases, microestrutura e propriedades finais.

2. METODOLOGIA

O CaO foi obtido por calcinação controlada de resíduos biogênicos, seguido de caracterização estrutural por difração de raios X (DRX). Posteriormente, misturas de alumina com diferentes teores de CaO (5–15% em massa) serão preparadas por prensagem uniaxial e sinterizadas em temperaturas acima de 1400 °C. A caracterização incluirá DRX para identificação das fases formadas após sinterização, além de análises de densidade aparente e porosidade.

Etapas adicionais de caracterização também serão consideradas, como análise termogravimétrica (TGA) para verificar a estabilidade térmica do CaO obtido e microscopia eletrônica de varredura (MEV) para observação da microestrutura

das amostras sinterizadas. Essas análises complementares permitirão uma compreensão mais aprofundada dos efeitos do aditivo sobre a alumina.

Também está prevista a realização de ensaios de porosimetria e resistência mecânica, que poderão demonstrar de forma quantitativa como diferentes teores de CaO impactam diretamente na performance do material refratário. A comparação entre os resultados experimentais e os dados relatados na literatura fornecerá maior confiabilidade às conclusões.

Com esse conjunto de metodologias, será possível estabelecer não apenas a viabilidade do uso de CaO sustentável como aditivo, mas também identificar as condições mais adequadas para sua aplicação industrial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o padrão de DRX do CaO obtido da fonte sustentável, confirmando sua formação e elevada cristalinidade, com picos característicos compatíveis com a ficha ICDD 37-1497.

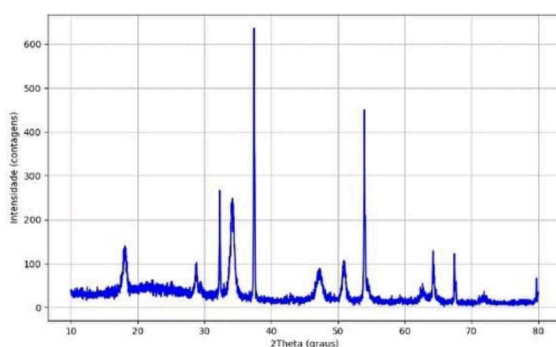


Figura 1 – Difratograma de raios X do CaO obtido de fonte sustentável

Os resultados preliminares indicaram que a rota adotada é viável para obtenção de CaO puro. Estudos prévios demonstram que, quando adicionado a sistemas de alumina, o CaO pode reagir formando fases como CA e CA₂, responsáveis por melhorar a sinterização e reduzir a porosidade (LEE et al., 2020; BORGES et al., 2020). Além disso, fontes alternativas de cálcio, como CaCO₃ proveniente de conchas de moluscos, também já foram relatadas na literatura como eficazes na síntese de aluminatos (FERNANDES et al., 2018).

Em etapas futuras, espera-se que a adição de CaO sustentável proporcione melhorias significativas na densificação das amostras e reduza a porosidade aberta, características essenciais para refratários de alto desempenho. A formação de fases como CA e CA₂ será analisada como um dos principais indicadores de que o aditivo está cumprindo seu papel de promover maior sinterização.

Além disso, os resultados obtidos serão comparados com dados disponíveis na literatura, que indicam que teores intermediários de CaO podem trazer melhores resultados em relação ao equilíbrio entre densidade e resistência mecânica (LEE et al., 2020; JIANG et al., 2019). Espera-se, portanto, que o estudo confirme essa tendência, ao mesmo tempo em que valide o uso de resíduos como alternativa viável aos reagentes comerciais.

Também será avaliado o potencial ganho ambiental e econômico da substituição parcial de matérias-primas convencionais por resíduos, reforçando a importância da pesquisa para o setor industrial e acadêmico.

4. CONCLUSÕES

O CaO obtido de fonte sustentável apresentou boa cristalinidade e potencial para ser utilizado como aditivo em cerâmicas refratárias. A continuidade deste estudo permitirá a verificação da formação de aluminatos de cálcio e a influência desse aditivo sobre as propriedades físicas do material final. Essa abordagem representa uma alternativa inovadora e sustentável para o desenvolvimento de refratários de alto desempenho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, O.; SANTOS, L.; OLIVEIRA, I. Effect of different Ca^{2+} sources on the properties of alumina-based macroporous refractories. *arXiv preprint*, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2001.11081>.

FERNANDES, L. P.; RIBEIRO, C.; COSTA, M. Refractory ceramics synthesis by solid-state reaction between CaCO_3 mollusk shell and Al_2O_3 powders. *Ceramics International*, v.44, p. 7351–7357, 2018.

JIANG, X.; ZHANG, Y.; WANG, L. Effect of CaO on microstructure and mechanical properties of alumina ceramics. *Materials Chemistry and Physics*, v.232, p. 25–31, 2019.

LEE, J.; KIM, H.; KANG, S. Role of CaO additives in the sintering of alumina-based refractories. *Journal of the European Ceramic Society*, v.40, p. 1221–1229, 2020.

MOURA, W. A.; FONSECA, C. A.; MELO, D. M. Influence of CaO addition on the formation of calcium aluminates in refractory systems. *Journal of Materials Research and Technology*, v.5, p. 250–258, 2016.

RIZZO, R.; ESPOSITO, L.; CANU, G. Sustainable synthesis of CaO from eggshells for ceramic applications. *Ceramics International*, v.44, p. 7351–7357, 2018.