

# **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CERÂMICAS À BASE DE ALUMINA-TITÂNIA PARA INVESTIGAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E DE RESISTÊNCIA A AMBIENTES QUIMICAMENTE HOSTIS**

Karina da Silva Falcão (1); Sheila Alves Bezerra da Costa Rêgo (2)

*Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
e-mail: karinafalcao95@gmail.com*

## **INTRODUÇÃO**

O óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) também conhecido como Alumina é um dos materiais mais utilizados no grupo das cerâmicas por ter propriedades que se destacam como o alto nível de dureza, elevada condutividade térmica, além de ser um material refratário que possui propriedades mecânicas singulares quando comparados com outros materiais.

Com toda a tecnologia que cresce ao longo dos anos, há a confirmação de que quando são adicionados alguns tipos de aditivos cerâmicos, como por exemplo, alguns óxidos  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , aumenta-se a resistência mecânica e as tornam menos quebradiças, fortalecendo o caráter das ligações atômicas. Em materiais metálicos, a resistência está diretamente relacionada com o tipo de ligação (por elétrons não localizados) que permitem aos átomos mudarem a vizinhança, sem romper totalmente a estrutura de ligação. Isto permite que os metais deformem sob tensão.

O trabalho é realizado à medida que as ligações deslizam durante a deformação. Nas cerâmicas devido ao mecanismo combinado de ligações iônicas e covalentes, as partículas não podem deslizar facilmente. A cerâmica quebra com facilidade pela aplicação de força e o trabalho gasto na quebra das ligações cria novas superfícies na quebra. A fratura frágil ocorre pela formação de trincas.

O  $\text{TiO}_2$  foi utilizado nesta pesquisa com o objetivo de melhoraras propriedades mecânicas da alumina para que assim sua fragilidade diminua, com um intuito de descobrir novos materiais que possam ser melhores tanto no custo quanto na qualidade. A alumina juntamente com os outros óxidos vem sendo bem visto por ser abundante na crosta terrestre e de baixo custo. É imprescindível que a alumina titânia seja estudada para que testes que avaliam a morfologia, dureza e tenacidade sejam analisados já que a uniformidade das partículas é essencial para que haja a sinterização da cerâmica, resultando em um bom material.

## **METODOLOGIA**

Na primeira etapa foram utilizados 20 gramas de alumina com adição de 5% a 15% de óxido de titânio (em peso), essa mistura foi homogeneizada em moinho de bolas de baixa energia por um período de 24 horas. Em seguida, os pós cerâmicos de antes e após a moagem foram submetidos a análise granulométrica para verificar a distribuição dos tamanhos de partículas e comprovar a eficácia do método empregado. Após a análise granulométrica dos pós, deu-se início ao processo de conformação mecânica, onde o material foi compactado

em forma de discos circulares por prensagem uniaxial usando uma prensa hidráulica manual e moldes em aço duro com diâmetros de 1,7cm. Finalizado o processo de conformação, as pastilhas foram submetidas a tratamento térmico em forno tipo mufla a uma temperatura de 1200 °C por 24 horas a fim de se obter corpos de prova devidamente sinterizados. O processo de sinterização da cerâmica desempenha um papel vital na qualidade final dos produtos cerâmicos. A microestrutura, morfologia das partículas e a distribuição de tamanho de grãos homogêneos dos pós cerâmicos são fortemente dependentes do processo de sinterização e da cinética de sinterização do pó cerâmico. A sinterização em fase líquida é um processo no qual o material cerâmico é misturado a um aditivo de sinterização numa proporção definida antes do tratamento térmico. Os aditivos de sinterização produzem uma fase líquida bem abaixo da temperatura de sinterização e ajudam a reduzir contornos de grão e facilitam a difusão atômica.

Para a sinterização em fase líquida, podem ser adicionadas proporções mássicas de 0-2% de aditivos como óxidos à cerâmica o efeito dos aditivos nas características estruturais das cerâmicas de alumina será avaliado por difratometria de raios – X. Os estudos permitirão estabelecer o comportamento de sinterização dessas novas cerâmicas.

A microestrutura foi analisada por microscopia eletrônica de varredura, MEV. A dureza foi feita pelo método de ultramicrodureza de Berkovich.

As Propriedades mecânicas da amostra sinterizada (cerâmicas de alumina-titânio) serão estudadas medindo-se a dureza de Berkovich.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise granulométrica das amostras de alumina antes e depois do processo de moagem demonstraram que o tamanho das partículas foi reduzido de 82.60  $\mu\text{m}$  para 8.89  $\mu\text{m}$ , evidenciando a eficácia do método de moagem escolhido.

Através do MEV foi analisada a estrutura das amostras sinterizadas, nessa técnica utiliza-se detectores de elétrons retroespalhados, os elétrons com alta energia sofrem espalhamento de Rutherford dos átomos de superfície e reemergem da superfície. A imagem resultante é parecida com a imagem obtida por elétrons secundários, mas existem várias diferenças importantes. Nesse estudo, todas as amostras analisadas foram vistas com um aumento de 4000 vezes já os aumentos entre 1000 a 3000 vezes ficaram distorcidos, e por isso foram descartados da análise de interesse.

Com os resultados obtidos em relação ao MEV, foi possível observar nas amostras que continham 10% e 15% de  $\text{TiO}_2$  um aumento da sinterização do composto e um melhor compactamento dos grãos já que a sinterização afeta as propriedades físicas e mecânicas da amostra e estas propriedades dependem da densificação do material.

Além do MEV foi realizado análises de ultramicrodureza pelo método de Berkovich. Foram feitas três indentações na qual os parâmetros utilizados foram de carga a 500 mN/m, numa velocidade de 8,8mN/m em  $t=15\text{s}$  com coeficiente de Poisson a 0,3. Os resultados finais sobre esta análise de ultramicrodureza ainda estão sendo estudados já que o projeto ainda está em andamento.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos preliminarmente, pode-se concluir que o método escolhido para a redução do tamanho-partícula do pó da amostra apresentou resultados satisfatórios (na distribuição normal com redução de X vezes em relação ao pó não moído) e que estes contribuíram de forma importante no processo de densificação dos corpos de prova.

As imagens obtidas por MEV mostraram que os processos de densificação e sinterização foram iniciados e nas amostras de 10% a 15% em peso de  $TiO_2$  esses importantes processos foram mais evidentes.

A análise de ultramicrodureza de Berkovich, ainda encontra-se em andamento, mas acredita-se que os mesmos serão significativos corroborando com os resultados já investigados no MEV.

## REFERÊNCIAS

SILVA, N. D. G. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos cerâmicos baseados em alumina-titânia reforçados com óxido de hólmio para fabricação de revestimentos inertes em tanques metálicos da indústria petrolífera.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

RÊGO, S. A. B. C. **Desenvolvimento e produção de cerâmica  $Al_2O_3-TiO_2$  reforçada com óxido de terras raras céria e lantânia para revestimento inerte de peças metálicas da indústria petrolífera.** 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

**SINTERIZAÇÃO DE CERÂMICAS.** Disponível em <<http://www.maceia.com.br/noticias/o-processo-de-sinterizacao-na-ceramica-industrial>>. Acesso em 30 de abril de 2018.

**MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).** Disponível em <<http://www.cetene.gov.br/pdf/mev.pdf>>. Acesso em 25 de abril de 2018