

PRODUÇÃO DE COMPÓSITO CERÂMICO VISANDO APLICAÇÃO COMO FERRAMENTA DE CORTE

(M. A. Diniz)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol - Natal - RN - CEP 59.015-000

marcusalexandrediniz@hotmail.com

(A. P. Santos)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

(J. G. Oliveira)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

(A. G. Souza)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

RESUMO

Os compósitos cerâmicos à base de alumina têm sido estudados há vários anos, tendo em vista a sua aplicação como ferramenta de corte. De maneira geral, os compósitos cerâmicos apresentam um grande atrativo tecnológico devido a possibilidade de combinação das boas propriedades encontradas tanto nos materiais metálicos quanto nos materiais cerâmicos. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade de aplicação como ferramenta de corte do compósito cerâmico à base de alumina, tendo o NbC como elemento de reforço. Foram produzidas amostras do compósito com concentrações de NbC variando de 0 a 40% em peso e sinterizadas a quente (HP) a temperaturas de 1600°C/30 minutos. Foram realizados ensaios de caracterização física e mecânica. Os resultados sugerem que o Carbetto de Níobio (NbC) apresenta um bom potencial de aplicação para ser utilizado como elemento de reforço na alumina, tendo em vista a utilização como ferramenta de corte.

Palavras-chave: compósitos, ferramentas de corte, cerâmica, tenacidade à fratura.

1. INTRODUÇÃO

Os compósitos cerâmicos têm sido alvo de intensas pesquisas nos últimos anos. Esses apresentam um grande atrativo tecnológico devido a possibilidade de combinação das boas propriedades encontradas tanto nos materiais metálicos (tenacidade, ductibilidade) quanto nos materiais cerâmicos (dureza, resistência ao desgaste, fluência).

Os materiais cerâmicos são inerentes à oxidação e deterioração em elevadas temperaturas. Alguns desses materiais podem ser considerados ideais em aplicações de altas temperaturas, apresentando várias vantagens tais como: baixo peso, boa resistência ao desgaste, estabilidade dimensional, boa resistência a fadiga e longa vida⁽¹⁾.

Basicamente, a maioria dos materiais utilizados para ferramentas de corte são: aços, metal duro ou carbonetos duros sinterizados, ligas fundidas e materiais cerâmicos. Dentre estes, destacamos o carбето de tungstênio/cobalto (metal duro). Este material detém praticamente 95% do mercado de ferramentas de corte, em função da sua alta resistência ao desgaste, alta resistência mecânica, alta dureza e alta tenacidade à fratura⁽²⁾.

O presente trabalho tem por objetivo principal estudar materiais compósitos que apresentem boas propriedades mecânicas visando sua aplicação na produção como ferramenta de corte.

A viabilidade da técnica e a sub-utilização do nióbio, face às grandes reservas existentes no Brasil são fatores que despertam o interesse pelo desenvolvimento de estudos nessa área⁽³⁾.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizadas como matérias-primas a alumina A-16, calcinada da Alcoa, D50 = 0,6 mm; Carбето de Nióbio fabricado pela Hermann C. Starck, D50 = 0,6mm; Carбето de Nióbio fabricado pela Hermann C. Starck, D50 = 2,3mm e Óxido de Ítrio, D50 = 13,72mm.

Os pós de alumina, carбето de nióbio e ítria foram misturados e homogeneizados à seco através de moinhos de bola, tipo planetário, por 3 horas. O processo de sinterização ocorreu simultaneamente à compactação, onde as amostras foram sinterizadas através da prensagem à quente (HP), a uma temperatura de 1600°C, durante 30 minutos a uma pressão de 20MPa, em atmosfera de argônio.

A fim de analisar a microestrutura do material foi realizada a preparação metalográfica das amostras em estudo, as quais passaram pelas etapas de corte, lixamento, polimento, ataque químico, análise ao microscópio e registro.

A densidade das amostras sinterizadas foi calculada pelo método de Arquimedes.

A dureza (HV) e a tenacidade à fratura (K_{Ic}) foram determinadas através do método de indentação⁽⁴⁾ com cargas que variavam na faixa de 9,8 e 98N por um tempo de 15 segundos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Densidade e Porosidade

A Tab. (I) mostra todos os resultados obtidos das densidades e porosidades das amostras utilizadas nesta pesquisa.

Tabela I. Densidade relativa e porosidade das amostras obtidas após a sinterização.

AMOSTRAS		% D. TEÓRICA 1600°C / 30 Min.	% POROSIDADE 1600°C / 30 Min.
A	Al ₂ O ₃ – alfa	98,97	1,02
B	Al ₂ O ₃ + 10% NbC	98,52	1,47
C	Al ₂ O ₃ + 20% NbC	98,52	1,47
D	Al ₂ O ₃ + 30% NbC	98,56	1,43
E	Al ₂ O ₃ + 40% NbC	98,93	1,06
F	Al ₂ O ₃ + 3%Y ₂ O ₃	98,55	1,44
G	Al ₂ O ₃ + 3%Y ₂ O ₃ + 10%NbC	99,05	0,94
H	Al ₂ O ₃ + 3%Y ₂ O ₃ + 20%NbC	98,64	1,35
I	Al ₂ O ₃ + 3%Y ₂ O ₃ + 30%NbC	98,83	1,44
J	Al ₂ O ₃ + 3%Y ₂ O ₃ + 40%NbC	98,31	1,68

Verifica-se através da Tab. (I) que as amostras apresentam valores de densidades entre 98 e 99% da densidade teórica, compatíveis com o processo de prensagem à quente (HP).

Pode-se notar nas amostras com e sem ítria que a concentração de carbeto de nióbio (NbC) não provoca alteração significativa nos valores de densidade dos corpos de prova produzidos.

Os resultados obtidos não mostraram nenhuma melhoria significativa na densificação do composto em função da presença do aditivo (ítria) quando comparado às amostras sem aditivo. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de que nesta temperatura não ocorre a formação da fase líquida, benéfica à densificação⁽⁵⁾. A formação da fase líquida só ocorre, segundo o diagrama de equilíbrio, em temperaturas superiores a 1760⁰C⁽⁶⁾.

3.2. Dureza

As figuras 1 e 2 mostram os valores de dureza para os materiais sem e com adição de ítria, respectivamente.

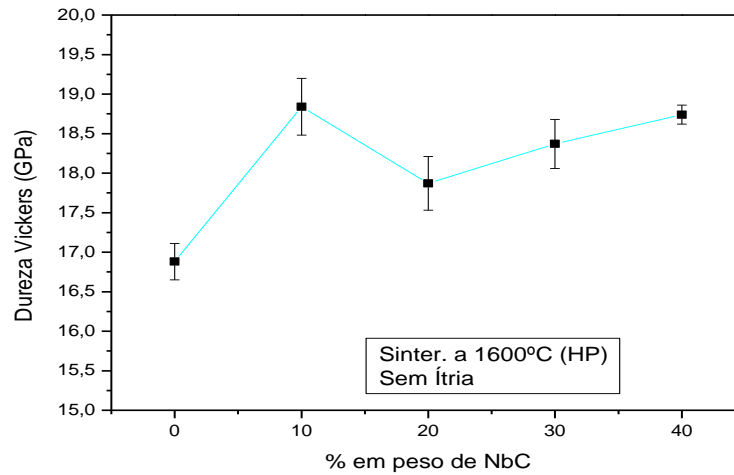


Figura 1 . Dureza Vickers das amostras do composto $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NbC}$.

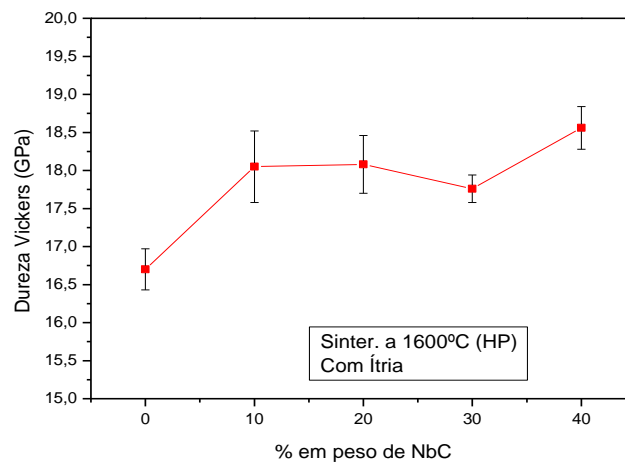


Figura 2. Dureza Vickers das amostras do composto $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NbC} + \text{Y}_2\text{O}_3$.

Os resultados, considerando-se o desvio padrão, não mostraram nenhum acréscimo significativo dos valores de dureza em função da concentração de carbeto de nióbio ou de óxido de ítria.

3.3. Tenacidade à fratura

As figuras 3 e 4 mostram os resultados de tenacidade à fratura obtidos para os materiais compostos estudados no trabalho. A adição de carbeto de nióbio produziu um aumento no valor da tenacidade à fratura em relação ao material monolítico, tanto nos compostos sem ítria como nos materiais com ítria, Fig. (3) e (4)

Os valores de tenacidade à fratura aumentaram de 2,30 para 5,00 MPa.m^{1/2}.

Pode-se notar, que nos materiais sem ítria, a melhoria da tenacidade só foi verificada para teores de carbeto de nióbio superiores a 10% em peso. Nos materiais com ítria, o acréscimo de tenacidade foi observado somente para concentrações de NbC, a partir de 10% em peso.

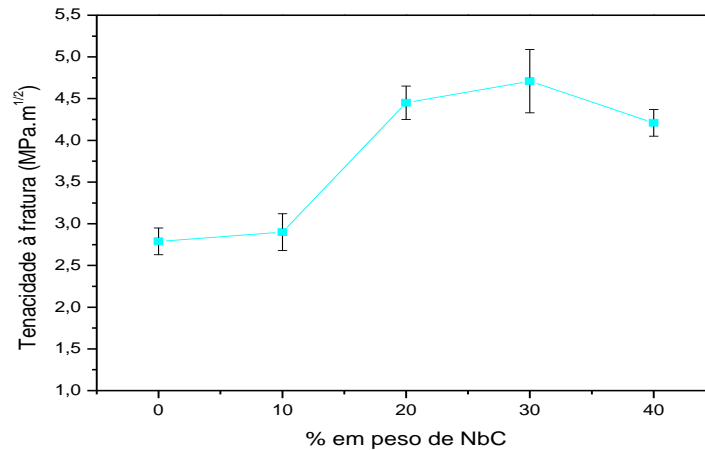


Figura 3. Tenacidade à fratura das amostras do composto Al₂O₃ + NbC.

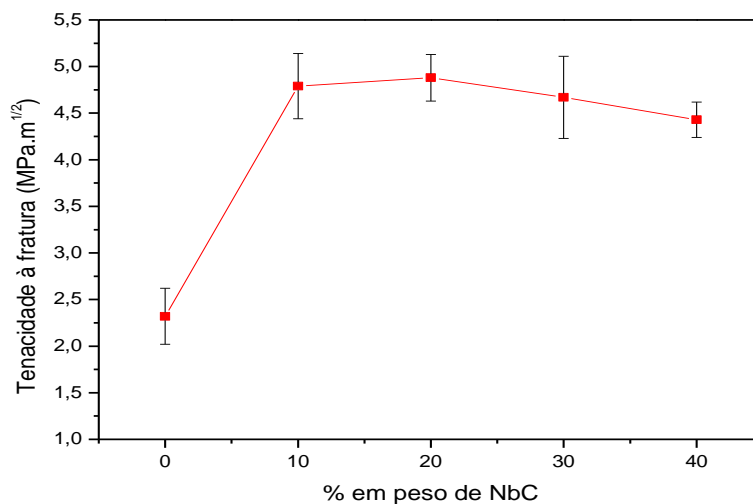


Figura 4. Tenacidade à fratura das amostras do composto Al₂O₃ + NbC + Y₂O₃.

Os valores de dureza e tenacidade à fratura são similares aos encontrados na literatura, conforme pode ser visto através da Tab. (II). A presença de carbeto de nióbio produz uma melhoria compatível com outros metais refratários, tais como o TiC, WC, TiWC⁽⁷⁾, mostrando ser uma boa alternativa para reforçar a alumina.

Tabela II. Valores de dureza e tenacidade à fratura na literatura de vários materiais compósitos.

Material	Dureza HV	Tenacidade à Fratura
Al ₂ O ₃ -TiC	19 – 23 GPa	3,4 – 4,5 MPa.m ^{1/2}
Al ₂ O ₃ -TiWC	22,5 GPa	3,0 MPa.m ^{1/2}
Al ₂ O ₃ -WC	17,5 GPa	7,0 MPa.m ^{1/2}
Al ₂ O ₃ -NbC (neste trabalho)	18,8 GPa	4,9 MPa.m ^{1/2}

5. CONCLUSÕES

Os corpos de prova obtidos através do processo de prensagem à quente (HP) à temperatura de 1600°C apresentaram densidade entre 98 e 99% da densidade teórica.

Não verificou-se nenhuma melhoria significativa na densificação do compósito Al₂O₃-NbC em função da presença do aditivo (íttria) quando comparado às amostras sem aditivo, o que provavelmente é devido a ausência de formação da fase líquida.

O aumento da concentração de carbeto de nióbio não provocou variações significativas nos valores de porosidade do compósito Al₂O₃-NbC com e sem aditivo (íttria).

Os valores de dureza obtidos nos corpos de prova sinterizados à quente (HP) a temperatura de 1600°C são compatíveis com os utilizados como ferramenta de corte.

A adição de ítria não proporcionou nenhuma melhoria dos valores de dureza no material.

A introdução do carbeto de nióbio melhorou os valores de dureza e tenacidade à fratura em relação à matriz de alumina.

Os valores obtidos de tenacidade à fratura são compatíveis com os valores encontrados na literatura para compósitos à base de alumina reforçados com carbetos.

Do ponto de vista tecnológico, pode-se concluir que o Carbeto de Nióbio apresenta um bom potencial de aplicação para ser utilizado como elemento de reforço na alumina, com base na utilização como material com alta resistência ao desgaste.

6. REFERÊNCIAS

- (1) BURDEN⁽¹⁾, S. J. et al. **Comparison of hot-isostatically-pressed and uniaxially hot-pressed alumina-titanium-carbide cutting tools**. Ceramic Bulletin, v.67, n.6, p.1003-05, 1988.
- (2) BRANDT⁽²⁾, G. **Ceramic cutting tools, state of the art and development trends**. Materials Technology, v.1, n.14, p.17-24, 1999.
- (3) GOMES⁽³⁾, U.U., **Tecnologia dos pós: Fundamentos e aplicações**. Ed. Universitária, Natal, p.43, 1993.
- (4) EVANS⁽⁴⁾, A. G., CHARLES, E. A. **Fracture toughness determination by indentation**, J. Am. Ceram. Soc., v.7 e 8, n.59, p.371, 1976.
- (5) CHAE⁽⁵⁾, K. and KIM, D. **Effect of Y₂O₃ additions on the densifications of na Al₂O₃-TiC composite**. J. Am. Ceram. Soc., v.76, n.7, p.1857-60, 1993.
- (6) WARSHAW⁽⁶⁾, I., ROY, R. **Stable and metastable equilibria in the systems Y₂O₃ – Al₂O₃ and Gd₂O₃ – Fe₂O₃**, J. Am. Ceram. Soc., v.9, n.42, p.434-38, 1959.
- (7) TAMARI⁽⁷⁾, N. et al. **Mechanical properties and cutting performance of titanium carbide whisker/Alumina composites**, J. Ceram. Soc. Japan, v.104, n.5, p.439-43, 1996.

PRODUCTION OF CERAMIC COMPOSITE CONSIDERING THE APPLICATION IN CUTTING TOOLS

ABSTRACT

Alumina based ceramic composites have been studied for few years, given their applicability as a cutting tool. In general, ceramic composites have been shown to be technologically attractive due to the possibility to combine the good properties found in metallic and ceramic materials. This work aims to evaluate the viability of alumina based ceramic composites, NbC reinforced, applied as a cutting tool. Samples of the composite were produced with NbC concentration varying from 0 to 40wt% and sintered with heat (HP) until 1600°C per 30 minutes. The results of physical and mechanical characterization showed that the Niobium Carbate (NbC) has a great potential as alumina reinforce element, considering the application in cutting tools.

Keywords: composites, cutting tool, ceramic, fracture toughness.