



FABRICAÇÃO, SINTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA NOVA CERÂMICA $Ba_2HoZrO_{5,5}$ BASEADA EM ZIRCÔNIA

Barros, J.V; Maciel, G.H.L; Sanguinetti Ferreira, R.A e Yadava, Y.P*

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50741-530, Recife, PE, Brasil. (E.mail: yadava@npd.ufpe.br)

Albino Aguiar, J.

Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil.

Resumo. Considerando-se a necessidade do emprego de cadinhos para sinterização de materiais cerâmicos em fornos de alta temperatura, este trabalho retrata o estudo de um novo material cerâmico a zircônia. Cerâmicas baseadas em zircônia são materiais bem conhecidos para aplicações em cadinhos de alta temperatura devido suas excelentes propriedades. A cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ foi obtida através do processo de reação em estado-sólido. Depois de fabricarmos a $Ba_2HoZrO_{5,5}$ pura, nós fabricamos três grupos dessas cerâmicas que foram: $Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro, $Ba_2HoZrO_{5,5}$, com a adição de 1% de CuO e $Ba_2HoZrO_{5,5}$, com a adição de 2% de CuO no processo de sinterização. O óxido de cobre foi acrescentado no nosso estudo para estudarmos o comportamento de sinterização da fase líquida. Ao analisarmos as amostras através da técnica de difração de raios X observamos que a perovskita ordenada $Ba_2HoZrO_{5,5}$ apresentou uma estrutura cúbica complexa. As propriedades mecânicas foram estudadas através da dureza Vickers nas amostras sinterizadas. Utilizamos também o microscópio óptico ao qual nos forneceu informações sobre a distribuição das partículas. Nossos estudos mostraram que a adição do CuO no nosso composto $Ba_2HoZrO_{5,5}$ é importante, pois facilita o processo de sinterização e melhora as propriedades mecânicas proporcionando um maior desempenho e baixo custo de produção.

Palavras-chave: Nova cerâmica avançada $Ba_2HoZrO_{5,5}$, Sinterização e propriedades mecânicas.

1. INTRODUÇÃO

Os óxidos perovskita são cerâmicas de estrutura cúbica complexa ao qual estão sendo estudadas para ser utilizados em cadinhos e substratos de alta temperatura. (Brandle, 1990; Fratello, 1996 e Yadava, 1998). Eles normalmente contém $A_2BB'O_6$ ou $A_3B_2B'O_9$ em sua fórmula geral, e possui cátions B e B' octaédricos ordenados na célula unitária da perovskita cúbica simples ABO_3 . (Galasso, 1959; Galasso, 1961 e Blasse, 1965). Cerâmicas baseadas em zircônia são materiais bem conhecidos para aplicações em cadinhos de alta temperatura devido suas excelentes propriedades (Erb, 1996). Neste trabalho uma cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ foi obtida através do processo de reação em estado-sólido.

Para utilizarmos a cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ em forma de substratos e cadinho policristalinos temos que atender os seguintes requisitos: elevada densidade de sinterização, microestrutura homogênea; alta densificação; pressão ajustada ou fase líquida de sinterização e processos de fabricação elevados como: pressão uniaxial quente e hiping (Reed, 1988 e Kingery, 1976).

Para facilitar a densificação dos óxidos cerâmicos, geralmente utilizamos óxidos de elemento de transição, em forma de aditivos (dispositivo automático de entrada) durante o processo da fase líquida na sinterização (Richerson, 1982 e Ghosh, 2001). Pois durante a sinterização as partículas se unem em um contato mais íntimo, melhorando as propriedades mecânicas e reduzindo a porosidade,

a área específica e o volume aparente total. Quanto mais elevada a temperatura de sinterização mais intensa é a velocidade de sinterização e conseqüentemente melhor será as propriedades mecânicas.

O aditivo escolhido para adicionar ao composto em estudo foi o óxido de cobre, porque ele forma com o óxido de bário um composto $BaCuO_2$ a uma temperatura de fusão de aproximadamente $1000^\circ C$ (Ghosh, 2001 e Kruger, 1991). Uma vez formado este composto, a sinterização durante a fase líquida ocorre mais rapidamente, pois o líquido tem a capacidade de molhar completamente as partículas sólidas durante a sinterização. Sendo assim proporciona uma redução nos contornos de grão e nos poros. Depois de atingir a temperatura de fusão, $BaCuO_2$ sai da composição, sem alterar a estrutura em estudo (Galaso 1961). O intuito deste trabalho é fabricar a nova zircônia perovskita $Ba_2HoZrO_{5.5}$ e estudar seus comportamentos de sinterização e propriedades mecânicas para podermos confeccionar cadinhos e substratos.

2. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

2.1. Materiais

As matérias primas utilizadas na preparação do composto $Ba_2HoZrO_{5.5}$ foram: Óxido de bário (BaO); Óxido de holmium (Ho_2O_3); Dióxido de zircônio (Zr_2O_3) todos com uma pureza de 99,99%.

A composição química utilizada para obter o composto $Ba_2HoZrO_{5.5}$ esta presente na Tab. (1) .

Tabela 1- Composição química de mistura utilizado no composto $Ba_2HoZrO_{5.5}$.

Composto	BaO	Ho_2O_3	Zr_2O_3	$Ba_2HoZrO_{5.5}$
% massa	49.55	30.53	19.91	~1g

2.2. Procedimentos Experimentais

$Ba_2HoZrO_{5.5}$ foi preparado a partir de uma mistura estequiométrica dos constituintes químicos de alta pureza (99,99%) discriminados anteriormente. Depois foram misturados dentro de um almofariz com o auxílio de um pistilo até que a mistura tornasse totalmente uniforme, caso contrário comprometeria a conformação das pastilhas. Então despejamos a mistura no molde e conformando as amostras de 10 mm de diâmetro em uma prensa de marca SCHWING SIWA, modelo ART 6500089 sob uma carga de 5 Ton/cm^2 .

Uma vez conformadas calcinamos e identificamos a posição das pastilhas em um forno elétrico QUIMIS a uma temperatura de $1000^\circ C$ por 24h, sendo o forno estabilizado a $1000^\circ C$. Retiramos as pastilha do forno depois que atingiu a temperatura ambiente e obtivemos então o composto $Ba_2HoZrO_{5.5}$. Repetimos novamente o ensaio já mencionado, para duas novas amostras, com a mesma mistura estequiométrica. Sendo que, em uma amostra, adicionamos 1% de óxido de cobre do valor total da mistura dos óxidos e na outra adicionamos 2% de óxido de cobre. Uma vez formada as pastilhas $Ba_2HoZrO_{5.5}$ pura, $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 1% CuO e $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 2% CuO, trituramos cada uma dentro do almofariz com o auxílio de um pistilo. Depois colocamos no molde uma a uma e aplicamos uma pressão de 6 Ton/cm^2 . Com a pressão aplicada, retiramos as pastilhas e pesamos em uma balança QUIMIS, modelo 210 e medimos o seu volume com a ajuda de um paquímetro MUTITOYO, e calculamos sua densidade.

Proseguimos sinterizando as pastilhas a uma temperatura de $1000^\circ C$ por 72h, sendo estabilizado a $1000^\circ C$. Calculamos novamente a densidade. Continuamos fazendo um lixamento (com malhas #600, #1000, # 4000) nas amostra para visualizar no microscópio óptico. Obtivemos as micrografias das amostras através do microscópio óptico de marca UNION, modelo VERSAMET-2 e registramos em forma de fotos. Já com um durômetro Vickers WEB

WERKSTOPFFPRUF MASCHINEM, modelo WPM medimos a dureza ao qual foi adicionada uma carga de 5 Kgf por 10 segundos.

Depois trituramos as pastilhas novamente e retiramos aproximadamente 0.2g de cada pastilha para podermos analisar as fases presentes do composto através do difratômetro de raios-X SIEMENS, modelo D5000 e radiação de Cu- K α ($\lambda = 1.5406\text{\AA}$). Inserimos o restante da mistura no molde e aplicamos uma pressão de 6.5 Ton/cm². Medimos a densidade e levamos ao forno a uma temperatura de 1250° C por 48h. Estabilizando a 1250°C, retiramos as amostras do forno depois que atingiu a temperatura ambiente, e então, medimos a densidade, dureza e analisamos as amostras através do microscópio óptico e raios-X seguindo os mesmos passos discriminados anteriormente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os espectros de difração de raios-X das amostras cerâmicas Ba₂HoZrO_{5.5} puro, Ba₂HoZrO_{5.5} 1% e Ba₂HoZrO_{5.5} 2%, sinterizados a 1000°C por 72h e 1250°C por 48h estão presentes nas Figs.(1-3) e os seus respectivos valores discriminados na Tab.(1). Os difratogramas Ba₂HoZrO_{5.5} puro, Ba₂HoZrO_{5.5} 1% e Ba₂HoZrO_{5.5} 2% sinterizadas a 1000°C

Figs.(1a-3a) apresentaram fases típica da perovskite cúbica ordenada, porém apresentou algumas irregularidades, enquanto os difratogramas sinterizados à 1250°C obtivemos uma estrutura cúbica complexa ordenada perfeita A₂BB'O₆ vê Figs.(1b-3b). Concluimos que quanto maior a temperatura de sinterização mais bem direcionada está nas fases contidas no dado composto e uma melhor nitidez em suas fases. O intervalo em que analisamos as micrografias foram de 20 a 100° graus e um tempo de varredura de aproximadamente 1 segundo .

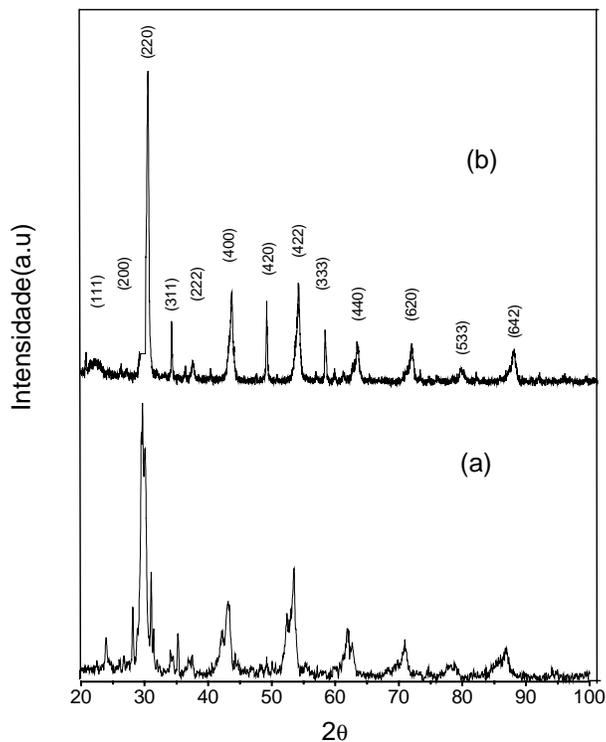


Figura 1. Espectro de difração de raios X da fase simples da Ba₂HoZrO_{5.5} pura sinterizados a (a) 1000°C por 72h e (b) 1250°C por 48h

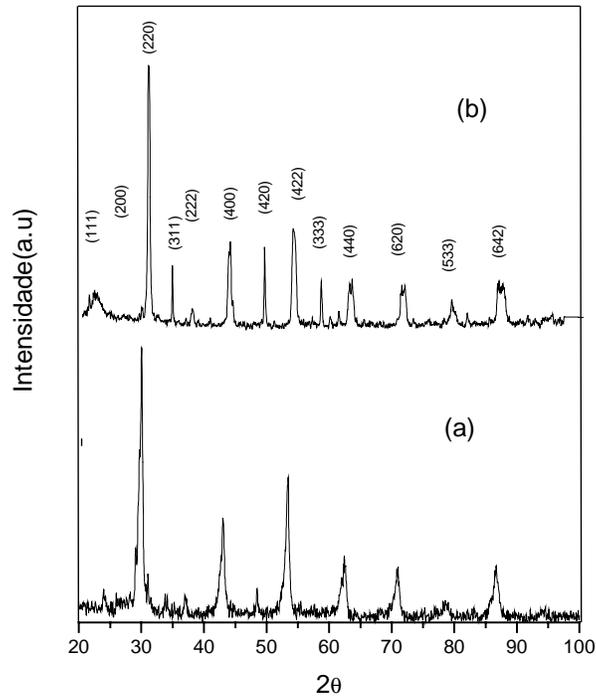


Figura 2. Espectro de difração de raios X da fase simples da $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 1%CuO sinterizados a (a) 1000°C por 72h e (b) 1250°C por 48h

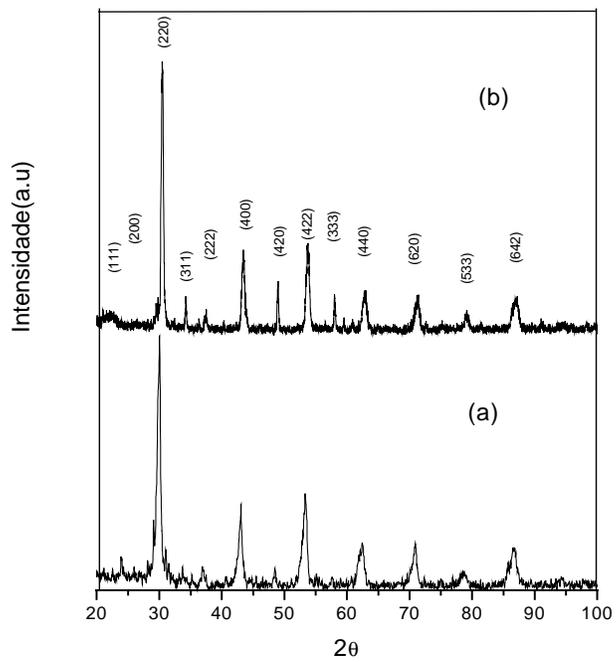


Figura 3. Espectro de difração de raios X da fase simples da $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 2%CuO sinterizados (a) a 1000°C por 72h e (b) 1250°C por 48h.

Com as equações, (1), (2), (3). (Shannon, 1969)

$$a_A = \frac{2(R_A + R_O)}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

$$a_B = R_B + R_{B'} + 2R_O \quad (2)$$

$$a_{cal} = \frac{a_A + a_B}{2} \quad (3)$$

poderemos calcular o parâmetro de rede teórico (a_{cal}) do composto $Ba_2HoZrO_{5.5}$ em estudo. Onde R_A , R_B , $R_{B'}$ e R_O são raios iônicos, já A, B, B', são cátions e o oxigênio um ânion. Os parâmetros de rede a_A e a_B , são calculados baseados nos cátions A e B. O parâmetro de rede a_{cal} é obtido a partir das relações citadas anteriormente. Sendo assim o raio do bário, holmium, zircônio e oxigênio são 1,34 Å, 0,894 Å, 0,79 Å e 1,40 Å respectivamente e o parâmetro de rede teórico calculado é $a_{cal} = 8.3588$ Å. Já os valores experimentais de $Ba_2HoZrO_{5.5}$ puro, foi de $a = 8.3684$ Å. Mediante os valores calculados, teóricos e experimentais os erros percentuais foram 0.1148% para $Ba_2HoZrO_{5.5}$ puro. Os dados da DRX da $Ba_2HoZrO_{5.5}$ obtidos estão presentes na Tab. (2).

Tabela 2- Dados da Difração de Raios-X da $Ba_2HoZrO_{5.5}$

2θ	$d(\text{Å})$	I/Io	hkl
26.161	3.4034	7.24	111
27.092	3.2886	6.90	200
30.348	2.943	100.00	220
34.051	2.631	20.28	311
37.311	2.4080	9.38	222
43.343	2.086	31.77	400
48.777	1.865	25.43	420
53.701	1.705	32.62	422
59.295	1.5572	5.84	333
62.814	1.478	14.37	440
71.236	1.323	14.47	620
78.84	1.213	6.98	533
87.074	1.118	12.98	642

Mediante a análise da DRX, observamos que a cerâmica $Ba_2HoZrO_{5.5}$ possui uma estrutura cúbica complexa ao qual está sendo representada na Fig.(4).

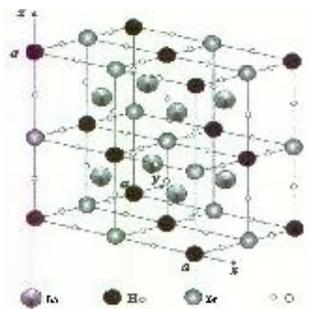
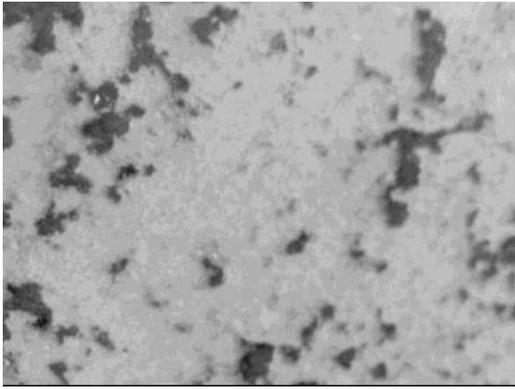
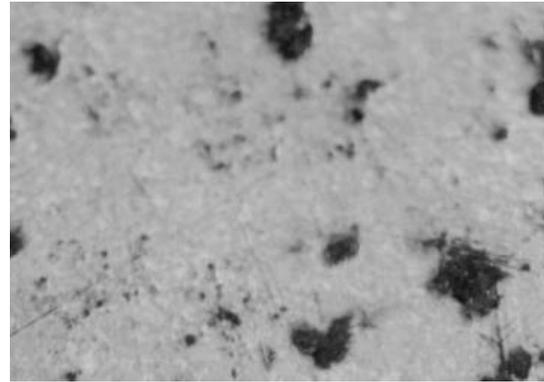


Figura.4. Diagrama de uma estrutura cristalina de $Ba_2HoZrO_{5.5}$

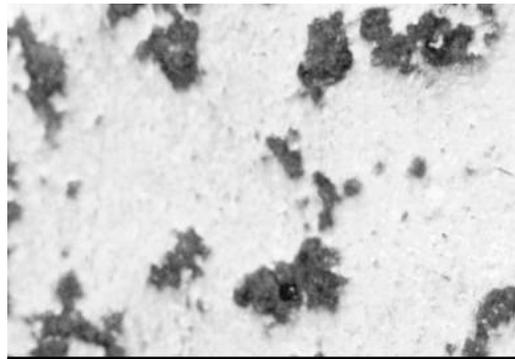
As micrografias do microscópio óptico da $Ba_2HoZrO_{5.5}$ pura, $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 1% CuO e $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição 2% CuO das amostras sinterizadas estão presente nas Figs.(5a-5c), respectivamente, nas amostras ao qual adicionou-se o CuO revelou uma melhora na microestrutura e na distribuição das partículas comparada com a cerâmica sinterizada pura $Ba_2HoZrO_{5.5}$.



(a)



(b)



(c)

Figura 5. Microestrutura (microscópio óptico) de (a) $Ba_2HoZrO_{5.5}$ (b) $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 1% de CuO e (c) $Ba_2HoZrO_{5.5}$ com adição de 2% CuO

As propriedades mecânicas descrevem o modo como um material reagiu com as forças, as cargas e impactos. Neste trabalho, as durezas mecânicas da cerâmica sinterizada $Ba_2HoZrO_{5.5}$ foram estudadas através de teste de dureza Vickers. A dureza Vickers se baseia na resistência que o material oferece a penetração de uma pirâmide de diamante de base quadrada e ângulos entre faces de 136° e para isso usa-se um micro indentador Vickers. Esse indentador produz uma indentação quadrada e então mede-se suas diagonais. O valor da dureza Vickers (H_v) é calculado pelo quociente da carga aplicada pela área da impressão deixada no corpo ensaiado; que nos fornece a seguinte fórmula (Iost, 1996).

$$H_v = 1,8544 \frac{P}{d^2} \quad (4)$$

Onde: Hv – Dureza Vickers; P – Carga Aplicada; d – Média das Diagonais da Indentação.

No ensaio de dureza VICKERS Tab.(3) e Fig.(8) observamos que houve um aumento proporcional na dureza da cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ com a adição do dispositivo automático de entrada de 1 e 2% CuO nas temperaturas de sinterização.

Tabela 3 – Dureza referente aos compostos $Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro, $Ba_2HoZrO_{5,5}$ 1% CuO, $Ba_2HoZrO_{5,5}$ 2% CuO nas temperaturas de sinterização de 1000°C/72h e 1250°C/48h.

Composto	Temperatura(°C)	Dureza(Hv)
$Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro	1000	61.61
	1250	64.40
$Ba_2HoZrO_{5,5}$ 1% CuO	1000	82.36
	1250	88.05
$Ba_2HoZrO_{5,5}$ 2% CuO	1000	93.37
	1250	103.00

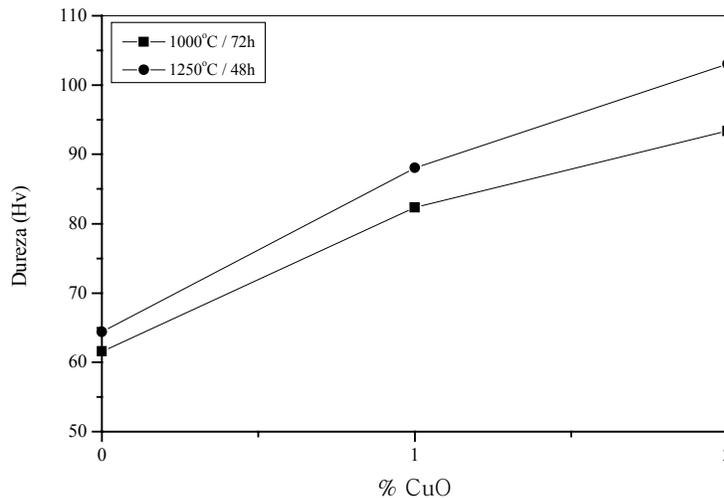


Figura 8 – Dureza Vickers dos compostos $Ba_2HoZrO_{5,5}$ 0%CuO, $Ba_2HoZrO_{5,5}$ 1% CuO e $Ba_2HoZrO_{5,5}$ 2% CuO nas temperaturas de sinterização de 1000°C e 1250°C.

Como visto na Fig. (8) a dureza da cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ é melhorada consideravelmente com a adição de CuO na sinterização auxiliar. Estes resultados são consistentes com os resultados dos estudos microestruturais onde observamos um refinamento dos grãos e uma distribuição homogênea da superfície da cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$ que contém adição de CuO. É notável que a força mecânica das cerâmicas sinterizadas estão fortemente ligadas com as características da microestrutura do material.(Tuan, 1994 e Cutler, 1992). Dos estudos acima vimos que aquela adição de CuO melhora a microestrutura, densidade de sinterização e por conseguinte a dureza mecânica da cerâmica $Ba_2HoZrO_{5,5}$. O óxido de cobre (CuO) reage com BaO e forma um composto que possui um ponto de fusão de aproximadamente 1000°C.(Kruger, 1991 e Ueltzen, 1993), então nós podemos concluir que o mesmo reage e vira líquido. O líquido a alta temperatura facilita a sinterização através do mecanismo da sinterização da fase líquida. A sinterização é alcançada com a redução do sólido – ângulo de dihedral líquido que facilita processo o processo de molhamento e assim o líquido arrasta o grão um para o outro. Aumenta a sinterização quando ocorre a formação da fase líquida e

conseqüentemente um aumento no molhamento, pois isto ajuda na precipitação da solução e favorece o processo resultando em um crescimento de grãos e melhor homogeneidade e distribuição do tamanho de grão.

4. CONCLUSÃO

Através de análises por microscopia óptica observou-se que ao adiciona-se o óxido de cobre houve uma distribuição uniforme dos tamanhos de grãos, proporcionando assim uma melhor dureza, como foi comprovado com as análises da dureza vickers.

Tomando como base o composto $Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro o aumento percentual da dureza Vickers dos compostos $Ba_2HoZrO_{5,5}$ com adição de 1% CuO e 2% CuO foi de 36.70 e 59.90% em relação a temperatura de 1250°C.

Através da difração de raios-X (DRX) calculamos os parâmetros de rede experimentais dos compostos $Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro, e a partir das relações que citamos anteriormente calculamos o parâmetro de rede teórico ao qual obtivemos erros percentuais bastantes coerentes, 0.1148% para $Ba_2HoZrO_{5,5}$ puro.

Sendo assim a adição do CuO no nosso composto $Ba_2HoZrO_{5,5}$ é importante pois facilita o processo de sinterização e melhora as propriedades mecânicas proporcionando um maior desempenho e baixo custo de produção.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço o financiamento da CAPES (Bolsa de Mestrado – Barros J. V.) e ao PIBIC/CNPq (Bolsa de Iniciação Científica – Maciel G. H. L).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. A., Cascales, C., Garcia Casado, P. And Rasines, I., 1997, “On Characterization of Barium Rare-earth Antimonates: Ordered Perovskites suitable as Substrates for Superconducting Films”, *J. Solid. State Chem.* Vol. 128, pp 247-250.
- Brandle, C. D. and Fratello, V. J., 1990, “Preparation of Perovskite Oxides for High Tc Superconductor Substrates”, *J. Mater. Res.* Vol. 5, pp. 2160-2164.
- Blasse, G., 1965, : Ternary system $Li_3(Nb,Sb,Ta)O_4$ ”, *J. Inorg. Nucl. Chem* Vol. 27 pp. 2117.
- Cahn, R. W., Haasen, P. and Krammer, E. J. (Eds.) 1996, “Processing of Ceramics”, Vol. 17A Pt.1, “Materials Science and Technology: A Comprehensive Study”, Brook R. J. (Volume Editor), VCH New York.
- Cutler, R. A., Rigtrup. K. M. and Vipkar, A. V. 1992, “Synthesis, Sintering, Microstructure and Mechanical Properties of Ceramics made by Exothermic Reactions”, *J. Amer. Ceram. Soc.* Vol. 75 pp. 36-43.
- Erb, A., Walker, E. and Flukiger, R., 1996, “The use of $BaZrO_3$ Crucibles in Crystal Growth of the High Tc Superconductors: Progress in Crystal Growth as well as in Sample Quality”, *Physica C* Vol. 258 pp. 9-20.
- Fratello, V. J., Berkstresser, G. W., Brandle, C. D., VenGraitis, A. J., 1996, “Nickel containing Perovskites”, *J. Crys. Growth.* Vol. 166 pp. 878-882.
- Galasso, F, Katz, L. and Ward, R., 1959, “Substitution in The Octahedrally Coordinated Cation Positions in Compounds of The Perovskite Type”, *J. Amer. Chem. Soc.* Vol. 81 pp. 820-823.
- Galaso, F., Barrante, J. R., and Katz,L., 1961, “Alkaline Earth Tantalum-Oxygen Phases including Crystal Structure of an Ordered Perovskite Compound $Ba_3SrTa_2O_9$ ”, *J. Amer. Chem. Soc.* Vol. 83 pp.2830.
- Ghosh, A., Bhattacharya, T. R., Mukherjee, B. and Das, S. K. 2001, “The effect of CuO addition on the sintering of lime”, *Ceramics International* Vol. 27 pp. 201- 204.

- Iost, A., Bigot, R., 1996, "Indentation Size Effect: Reality or Artifact?", J. Mater. Sci. Vol. 31 pp.3573-3577.
- Kingery, W. D., Bowen, H. K., Uhlmann, D. R., 1976, "Introduction to Ceramics, John Wiley and Sons, New York.
- Kruger, C., Reichelt, W., Lubahn, U., Sceler, R. and Oppermann, H. 1991, "Synthesis of BaCuO₂ by different ways", Cryst. Res. Tech. Vol. 26 pp.701-707.
- Reed, J. 1988, "Principles of Ceramic Processing", John Wiley and Sons, New York.
- Richerson, D. W., 1982. "Modern Ceramic Engineering", Marcel Dekker Inc., New York.
- Shannon, R. D. and Prewit, C. T., 1969, "Effective Ionic Radii in Oxides and fluorides", Acta Crystallographica B Vol. 25 pp. 925.
- Tuan, W. H., Lai, M. J., Lin, M. C., Chan, C. C., Chiu, S. C. 1994, "The Mechanical Performance of Alumina as a function of Grain Size", Mater. Chem. Phys. Vol. 36 pp.246-251.
- Ueltzen, M., Grause, C., Altenburg, H., Lons, J., 1993, "Crystal growth of Barium Cuprate by Verneils Technique", Cryst. Res. Tech. Vol. 28 pp. K69-K72.
- Yadava, Y. .P., Tellez, D. .A. .L., de Melo, M. .T., Ferreira, J. .M. and Albino Aguiar, J., 1998, "Structural Ordering and Chemical Stability of a Complex Perovskite Oxide DyBa₂ZrO_{5.5} with YBa₂Cu₃O_{7-δ} Superconductors",. Appl. Phys. A Vol. 66 pp. 455-458.

7. DIRETOS AUTORAIS

Os autores J. V. Barros, G. H. L. Maciel, R. A. Sanguinetti Ferreira e Y. P. Yadava e J. Albino Aguiar, são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

FABRICATION, SINTERING AND MECHANICAL PROPERTIES OF A NEW ZIRCONIA BASED CERAMIC Ba₂HoZrO_{5.5}

Barros, J.V; Maciel, G.H.L; Sanguinetti Ferreira, R.A e Yadava, Y.P*

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50741-530, Recife, PE, Brasil. (E.mail: yadava@npd.ufpe.br)

Albino Aguiar, J.

Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil.

Abstract: *considering the necessity of crucibles for sintering of ceramic materials in high temperature furnaces, in this work we have studied a new zirconia based ceramic material. Zirconia based ceramics are well known crucible materials due to their excellent properties. The new ceramic Ba₂HoZrO_{5.5} has been fabricated by solid state reaction process. After fabrication of pure Ba₂HoZrO_{5.5}, we fabricated three batches of this ceramic: pure Ba₂HoZrO_{5.5}, Ba₂HoZrO_{5.5}, with addition of 1wt% CuO and Ba₂HoZrO_{5.5}, with addition of 2 wt% CuO for sintering process. CuO was added to study the liquid phase sintering behavior of Ba₂HoZrO_{5.5}. The samples were analyzed by x-ray diffraction technique, which shows a complex cubic perovskite ordered structure. Mechanical hardness was measured by Vickers hardness measurement technique. Microstructure of the samples was investigated by optical microscopy. Our studies show that addition of CuO in Ba₂HoZrO_{5.5} facilitates the sintering process and, consequently improves the microstructure and the mechanical properties of the Ba₂HoZrO_{5.5} ceramics, which is an important parameter in reducing the production cost of these ceramics.*

Keyword. *New advanced ceramic, Ba₂HoZrO_{5.5}, sintering, mechanical properties*