



Livro Resumo 2025

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXXI Seminário Anual PIBIC
XXII Seminário Anual PROBIC
XV Seminário Anual PIBITI



26 e 27 de novembro de 2025



Preparação e Caracterização de TiO_2 Co-dopado com Tântalo e Germânio

Leonardo Uchôa de Souza, Eliana Navarro dos Santos Muccillo
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cerâmicas dielétricas com permissividade elétrica colossal ($\epsilon' > 10^3$) tem despertado grande interesse científico devido ao potencial de aplicação em dispositivos eletrônicos miniaturizados, como capacitores de alta capacidade de armazenamento de carga. O dióxido de titânio (TiO_2) representa uma matriz promissora para estas aplicações, especialmente quando submetido à estratégia de co-dopagem com cátions doadores e receptores, que promove a formação de defeitos pontuais na estrutura cristalina. Estes defeitos são responsáveis pelo mecanismo EPDD (electron pinned defect dipoles), que atua no interior dos grãos cerâmicos e confere propriedades dielétricas excepcionais ao material.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo principal a obtenção e caracterização microestrutural de cerâmicas densas de TiO_2 co-dopado com Ta_2O_5 e GeO_2 , visando correlacionar os aspectos microestruturais com as futuras propriedades dielétricas do sistema. Como objetivos específicos, buscou-se otimizar os parâmetros de processamento cerâmico para maximizar a densificação das amostras sinterizadas

METODOLOGIA

Foram empregados óxidos de alta pureza (>99%) na seguinte composição: TiO_2 como matriz principal (98% molar), Ta_2O_5 (1% molar) e GeO_2 (1% molar), totalizando a fórmula $(Ge_{0,5}Ta_{0,5})_{0,02}Ti_{0,98}O_{2+0,02/4}$. O processamento iniciou-se com a secagem individual de cada componente por 3 horas, seguida da pesagem nas

proporções estequiométricas e homogeneização em almofariz. O lote foi submetido à moagem em moinho de bolas de zircônia com álcool isopropílico por 20 horas. Após secagem, o material foi novamente homogeneizado.

Utilizou-se 0,4g de pó por amostra com adição de 5% em massa de PVA como ligante. As amostras foram conformadas por prensagem uniaxial em matriz de 7,8mm sob pressão de aproximadamente 1 tonelada, sendo produzidas em triplicata. A densidade a verde foi determinada por método geométrico utilizando paquímetro, micrômetro e balança de quatro casas decimais.

Quatro programas de sinterização foram testados (Programas A, B, C e D conforme a Figura 1), todos incluindo tratamento térmico a $600^\circ C$ por 3 horas para eliminação do PVA e finalizando com resfriamento natural. As densidades geométricas foram novamente aferidas e densidade hidrostática foram determinadas pelo método de Arquimedes. As amostras com melhor densificação foram selecionadas para difração de raios X (DRX), embutimento, preparação metalográfica (lixamento progressivo até 1000# e polimento com pasta diamantada de 15, 6 e 1 μm) e preparação para microscopia eletrônica de varredura (MEV) com ataque térmico e recobrimento com carbono.

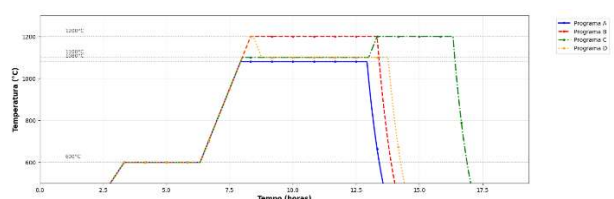


Figura 1- Curvas de Sinterização para TiO_2 co-dopado com GeO_2 e Ta_2O_5

RESULTADOS

Foram preparadas 12 amostras, das quais somente algumas foram selecionadas para as próximas etapas conforme sua densificação. A amostra 1LG24, sinterizada sob o Programa A, apresentou a maior densificação dentre todas as testadas conforme a Tabela 1.

TABELA 1 - Densidades e porosidade aparente das amostras

	Densidade Geométrica (g/cm ³)	Densidade Hidrostática (g/cm ³)
1LG22	2.42	-
1LG24	3.89	4.03
1LG26	3.81	3.78
1LG28	2.93	-

	Porosidade Aparente (%)	Programa de Sinterização
1LG22	-	■
1LG24	2.1%	■
1LG26	7.1%	■
1LG28	-	■

Os resultados de DRX confirmaram a estrutura esperada, com picos característicos predominantemente do TiO_2 (componente majoritário), enquanto os dopantes, presentes em quantidades reduzidas, não apresentaram picos detectáveis, indicando possível incorporação na rede cristalina da matriz.

CONCLUSÕES

Embora os ensaios de espectroscopia de impedância, MEV e EDS ainda não tenham sido realizados para avaliação completa da microestrutura e propriedades dielétricas, o estudo demonstrou a necessidade de otimização dos parâmetros de sinterização devido à baixa temperatura de fusão do óxido de germânio. Esta característica constitui um fator limitante no processo de densificação, impondo restrições nas temperaturas empregadas. Os resultados preliminares indicam a viabilidade da rota

de processamento proposta, sendo necessária a continuidade dos trabalhos para caracterização das propriedades dielétricas e correlação microestrutura-propriedades do sistema estudado

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO
CNPq - CNEN