

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA CORE-SHELL (ZnO@ZnS) APLICADO A CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

EFRACIO MAMANI FLORES¹; SERGIO DA SILVA CAVA, ELSON LONGO
CRISTIANE RAUBACH RATMANN²; MÁRIO LÚCIO MOREIRA³

¹Universidade Federal de Pelotas – efracio01@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – cricawr@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – mlucio3001@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O óxido de Zinco (ZnO) é um dos mais importantes óxidos metálicos utilizados na absorção da radiação UV. Ele atua como fotocatalisador e é um semicondutor que possui diversas aplicações, entre elas estão: as aplicações fotônicas (Malik, 2004), dispositivos eletrônicos e fotovoltaicos (Braun, 1996) e transistores e células solares (Liu, 2011).

O Sulfeto de Zinco (ZnS) está entre os mais antigos semicondutores estudados. Este apresenta notáveis propriedades fundamentais aos semicondutores, bem como grande versatilidade. Suas propriedades óticas possibilitam o seu uso em dispositivos fotoluminescentes e eletroluminescentes. O método utilizado foi a síntese hidrotérmica, que mostrou-se muito eficiente, pois propiciou a obtenção de nanocristais de ZnO e ZnO@ZnS em tempos curtos (40 min) e utilizando baixas temperaturas (130°C). Além disso, o produto obtido apresentou um alto nível de cristalinidade e uniformidade no tamanho das partículas, o que torna o método hidrotérmico economicamente viável (SUCHANEK et al, 2009).

Os resultados preliminares mostram que a metodologia utilizada apresentou bom desempenho para a obtenção dos nanocristais em curtos tempos (40 min) de síntese e baixas temperaturas (130°C), o que torna o método hidrotérmico economicamente viável (SUCHANEK et al, 2009). Além disso, o produto obtido apresentou um alto nível de cristalinidade e uniformidade no tamanho das partículas, o que representa um resultado satisfatório. Já, ao efetuar-se a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de sistema core-shell (ZnO@ZnS), foi possível analisar o recobrimento das partículas de uma forma morfológica do material.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo a síntese e o recobrimento de óxido de zinco (ZnO), com sulfeto de zinco (ZnS), pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho está compreendida nas etapas de preparação de amostras e caracterização estrutural dessas (ZnO, ZnO@ZnS).

Na primeira etapa foi elaborado o processo de obtenção do pó de ZnO, sintetizado por meio do método hidrotérmico. Os reagentes utilizados nas sínteses dos materiais estão contidos na Tabela 1.

Tabela 1: Reagentes utilizados na síntese dos materiais.

Regente	Fórmula	Pureza
Acetato de zinco	$Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2(H_2O)$	99,00%
hidróxido de sódio	NaOH	99,00%
Água destilada	H ₂ O	99,00%
Tiouréia	CH ₄ N ₂ S	95.00%

Inicialmente foi preparada uma solução com 2,6 mmols de $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2(H_2O)$ (Acetato de Zinco) (solução 1). Separadamente, outra solução foi preparada através da dissolução de 0,08 mmols de hidróxido de sódio (NaOH, pH 12) em 80 mL de água destilada (solução 2). Sob agitação, a solução 2 foi adicionada rapidamente na solução 1.

A solução homogênea, resultante da mistura das soluções 1 e 2, foi transferida para a célula reacional e colocada em um sistema de micro-ondas doméstico hidrotérmico (2.45 GHz, potência máxima de 800 W). Um esquema do sistema do forno micro-ondas pode ser visto na Figura 1.

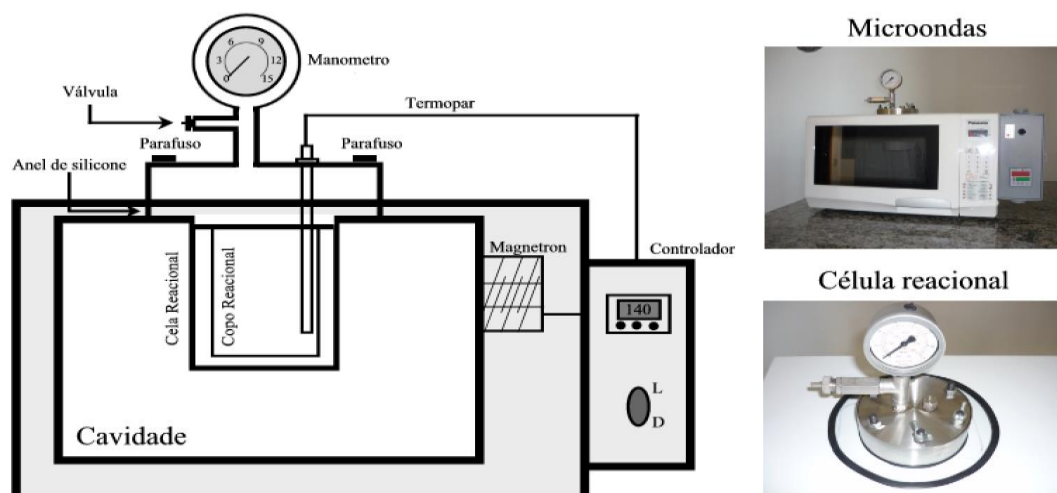


Figura 1: Descrição esquemática do sistema Hidrotérmico assistido por micro-ondas.

Este sistema consiste em uma micro-onda doméstico com um dispositivo de controle acoplado e um compartimento adequado para a célula reacional. A célula reacional é constituída por: válvula de segurança; monômetro, para monitoramento da pressão; compartimento reacional; e termopar, para verificação da temperatura do meio. O compartimento reacional é feito de PTFE (politetrafluoretileno) por ser um material transparente às radiações de micro-ondas e praticamente inerte.

O processo hidrotérmico por micro-onda foi realizado a 40°C em diferentes tempos (30, 35 e 40 min). A solução resultante foi lavada com água deionizada e álcool etílico por diversas vezes até a obtenção de uma solução neutra (pH=7). O precipitado foi coletado e seco a 70°C por 24 h.

Para o processo de recobrimento de (ZnO@ZnS), foi preparado de novo a solução 1 e adicionada com 0,02 mmol de ZnO, nas proporções adequadas para se obter porcentagens iguais. Separadamente, outra solução foi preparada através da dissolução de 0,07 mmols de Enxofre em 25 mL de Água destilada (solução 3). Sob agitação, a solução 3 foi adicionada na solução 1 novo, a solução resultante

da mistura das soluções 1 e 3, foi transferida de novo para a célula reacional. O tempo de síntese no micro-ondas escolhido para as amostras dopadas foi de 40 min. As demais etapas se procederam da mesma forma que o ZnO puro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese de nanopartículas (NPs) de (ZnO@ZnS) foi realizada por meio de duas etapas prévias: a primeira etapa foi a obtenção do pó de ZnO por meio do método hidrotérmico assistido por micro-ondas e a segunda etapa é o processo de recobrimento do ZnO com as NPs de ZnS.

Na Figura 2 são apresentadas as imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV) nas duas etapas de preparação de amostras ZnO@ZnS para o (MEV). De acordo com as imagens, (A) e (B) correspondem para as primeiras caracterizações das amostras onde foram obtidas não muito bem definidas a morfologias, isso é devido a forma preparação das amostras. As imagens (C) e (D) já apresentaram melhoria nas morfologias das mesmas amostras.

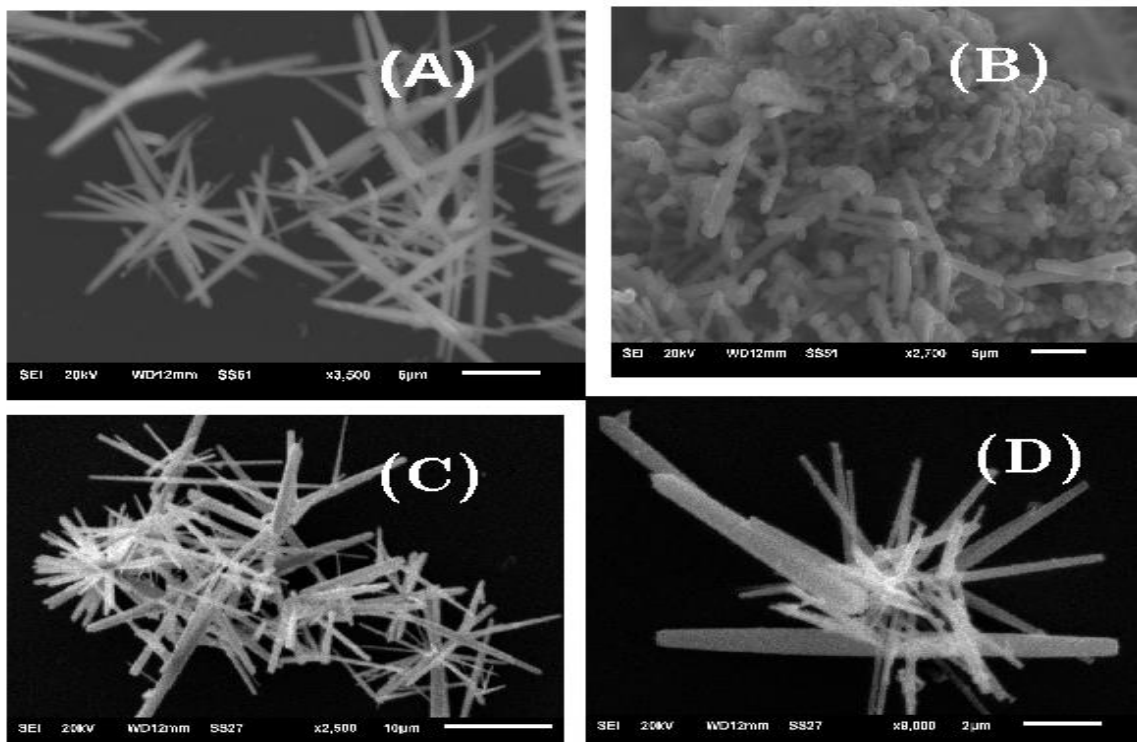


Figura 2: Imagens de microscopia eletrônica de varredura de (A) na primeira etapa ZnO 4 min, (B) na primeira etapa ZnS@ZnS 16 min, (C) na segunda etapa ZnO 4 min e (D) na segunda etapa de preparação das amostras ZnO@ZnS 12 min.

As imagens de microscopia eletrônica de varredura identificaram a formação de bastões com mais de 2 microns de comprimentos e espessura entre 200 e 500 nm. Na imagem (b) verifica-se o recobrimento destes bastões de ZnO por nanopartículas de ZnS de forma inhomogênea. Este processo de recobrimento está em processo de otimização para melhor recobrir os batões de ZnO.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um sistema Core-Shell (ZnO@ZnS) aplicado a células fotovoltaicas é um estudo que poderá repercutir em avanços tecnológicos na obtenção de energia por métodos alternativos. O método de síntese hidrotermal assistido por micro-ondas se mostrou eficiente, pois pode ser feito em curto período de tempo e baixa temperatura, bem como proporcionar a obtenção de sistema core-shell (ZnO@ZnS) com alto grau de pureza e organização estrutural. As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostraram a formação de diferentes morfologias, com certa homogeneidade e tamanho de partículas aproximadamente entre 200 e 500 nm. Com essa síntese é possível expandir a área de captação de energia das placas solares na região do visível e do ultravioleta, sendo assim, consegue-se aumentar a eficiência das placas, por meio de um processo viável, tanto do ponto de vista tecnológico quanto do econômico. Este trabalho está em andamento faltando caracterizar o estruturalmente através da análise raio-X que indicaram a formação da fase de ZnO@ZnS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Malik, M. A.; Brien, P. O' "A simple route to the synthesis of core/shell nanoparticles of chalcogenides", **Chemistry of materials**. v.14, p. 2004-2010, 2002.

Braun, P. V.; Osenar, P., and S. I. Stupp, "Semiconducting Super lattices Templated by Molecular Assemblies," **Nature**, v. 380, p.325-330, 1996.

Liu, J.; Chuanbao Z. "Low-temperature solid-state synthesis and optical properties of CdS–ZnS and". **Journal of Alloys and Compounds**, v 509, p. 9428-9433, 2011.

SUCHANEK, W. L. Systematic study of hydrothermal crystallization of zinc oxide (ZnO) nano-sized powders with superior UV attenuation. **J. Crystal Growth**. V. 312, p. 100-108, 2009.

Raubach, C. W.; de Santana, Y. V. B; Ferrer, M. M.; Longo, V. M.; Varela, J. A.; Avansi, W.; Buzolin, P. G. C.; Sambrano, J. R.; Longo. E. "Structural and Optical Approach of CdS@ZnS Core-Shell System". **Chemical Physics Letters**, v. 536, p.96-99, 2012.