

RELATO DE VIAGEM DE ESTUDO PARA O TCC INTITULADO: DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS NANOESTRUTURADOS PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE CONVERSÃO DE ENERGIA E PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

BERNARDI, Jacqueline Hahn¹
FERRARI, Jefferson Luis²
BOTTON, Janine Padilha³
GOÉS, Márcio de Sousa⁴

RESUMO

A viagem de estudo realizada para a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) teve como objetivos principais a realização das análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV), microscopia de força atômica (MFA), espectroscopia Raman e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e espectroscopia por energia dispersiva (EDS), assim como promover a integração entre os grupos de pesquisa das duas universidades, UFU e UNILA. Durante a viagem foram discutidas as metodologias de síntese de óxido de zinco (ZnO), puro e dopado com íons európio (Eu^{+3}), com o grupo de pesquisa “Desenvolvimento de Materiais Inorgânicos com Terras Raras” (DeMITeR) e foram apresentadas as células solares sensibilizadas por corante (CSSC) desenvolvidas na UNILA, que foram o tema do TCC. A partir do ZnO sintetizado foram preparadas emulsões para a confecção de fotoânodos, que posteriormente foram integrados a protótipos, em escala laboratorial, de CSSC. A caracterização morfológica dos fotoânodos foi realizada a partir de imagens de microscopia eletrônica de varredura, onde observou-se que a adição de óxido de európio (Eu_2O_3) e de líquido iônico promoveram alterações no tamanho e no formato das partículas, evidenciando um campo de estudo a ser explorado.

Palavras-chaves: células solares, óxido de zinco, líquido iônico, terras raras.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo central do TCC desenvolvido foi a síntese de óxido de zinco (ZnO) de diferentes morfologias e sua aplicação como fotoânodo em células solares sensibilizadas por corante (CSSC). Portanto, foi realizada a viagem de estudo para Uberlândia, já que existe um grupo de pesquisa na Universidade Federal de

¹Egressa do Curso de Eng. Química - ILATIT – UNILA; bolsista IC-FA. E-mail: jh.bernardi.2016@aluno.unila.edu.br;

²Docente do IQ – UFU. Colaborador (Pesquisador). E-mail: jeffersonferrari@ufu.br;

³Docente do CICN/ILACVN – UNILA. Colaboradora (Pesquisadora). E-mail: janine.botton@unila.edu.br;

⁴Docente do CICN/ILACVN – UNILA. Orientador de bolsista IC-UNILA. E-mail: marcio.goes@unila.edu.br.

Uberlândia (UFU) que também trabalha na temática da síntese de ZnO, chamado “Desenvolvimento de Materiais Inorgânicos com Terras Raras” (DeMITeR).

A principal diferença entre os trabalhos desenvolvidos é que o grupo DeMITeR aplica o ZnO para a produção de materiais fotoluminescentes e, para tanto, utiliza terras raras para a dopagem do mesmo, já que em sua forma pura o ZnO não tem propriedades fotoluminescentes. No caso das CSSC's, o estudo de morfologia e da estrutura cristalina do ZnO aplicado nos fotoânodos é de suma importância para maximizar a eficiência desses dispositivos (FAN; YU; HO, 2017). A partir das frentes de pesquisa de ambos os trabalhos e de discussões prévias realizadas entre os grupos de pesquisa da UFU e da UNILA, foi sugerida como alternativa para a confecção de fotoânodos a utilização de ZnO dopado com íons európio (Eu^{+3}), já que o íon de terra rara promove a conversão da radiação ultravioleta e infravermelho em emissões de luz visível, por meio dos processos de *upconversion* e *downconversion*, conferindo maior estabilidade no sistema fotoânodos/eletrólito das CSSC (YAO et al, 2015; YAO et al, 2016).

2 METODOLOGIA

A parte da síntese do óxido de Zinco foi feita na UNILA. Esse processo de síntese foi adaptado da metodologia proposta por Cheng & Samulski (2004). Os precursores usados foram o acetato de zinco e o hidróxido de sódio (NaOH), ambos em soluções de etanol, de 0,1 M e 0,5 M, respectivamente, e o líquido iônico (LI), TEA-PS.BF₄, sintetizado pelo grupo de pesquisa de acordo com a metodologia descrita por Arguello et al (2019). A síntese do óxido de zinco foi feita em um reator de politetrafluoretileno, acoplado a uma autoclave de aço inoxidável. As temperaturas de reação foram de 150 e 180 °C. Nas amostras com LI, sua concentração variou de 5 a 15 % (m/m, em relação a massa de acetato de zinco). O pó obtido foi lavado com água destilada e etanol e depois calcinado até 440 °C.

De forma semelhante ao ZnO puro, a metodologia de dopagem com íons európio foi adaptada de Aneesh e Jayaraj (2010). Os precursores usados também foram o acetato de zinco e o hidróxido de sódio, ambos em soluções de etanol, de 0,1 M e 0,5 M, respectivamente, o LI TEA-PS.BF₄, e o óxido de európio III (Eu_2O_3), fornecido pelo grupo de pesquisa DeMITeR. O Eu_2O_3 foi adicionado à solução de acetato de zinco e a mistura submetida a agitação magnética durante uma hora. Após a agitação, adicionou-se a solução de NaOH e a mistura foi submetida a agitação

magnética novamente, desta vez por 20 minutos. A síntese do ZnO foi feita em um reator de politetrafluoretileno, acoplado a uma autoclave de aço inoxidável. A temperatura de reação foi de 180 °C durante 55 horas e o Eu_2O_3 foi adicionado a fim de obter uma fração molar em relação ao zinco de 5%.

Ao todo foram preparadas seis amostras na forma de pó: Z150 (ZnO sintetizado a 150 °C), Z15005 (ZnO sintetizado a 150 °C com 5% de LI), Z15015 (ZnO sintetizado a 150 °C com 5% de LI), Z180 (ZnO sintetizado a 180 °C), Z18005 (ZnO sintetizado a 180 °C com 5% de LI), Z18015 (ZnO sintetizado a 180 °C com 15% de LI), ZE0 (ZnO dopado com Eu^{3+} sintetizado a 180 °C) e ZE05 (ZnO dopado com Eu^{3+} sintetizado a 180 °C com 5% de LI)

A morfologia dos materiais sintetizados foi analisada por microscopia eletrônica de varredura usando o microscópio Tescan, modelo Vega 3 LMU, localizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

3 RESULTADOS

Na viagem de estudo foram realizadas análises de microscopia de força atômica (MFA), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia Raman, espectroscopia por energia dispersiva (EDS) e espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), todas confirmando a obtenção do óxido de zinco.

Nas imagens de microscopia eletrônica de varredura das amostras de ZnO puros observou-se que a amostra Z180 (sintetizada a 180 °C sem LI) apresentou estruturas de formato hexagonal com diferentes tamanhos, variando entre agulhas e bastões. Ao adicionar 5 % (m/m) de líquido iônico, a amostra Z1805 apresentou uma mistura de morfologias (“agulhas” e partículas esféricas) e ao adicionar 15 % (m/m) de líquido iônico a amostra Z18015 apresentou partículas esféricas de tamanhos variados.

Já nas amostras sintetizadas a 150 °C, Z150, Z15005, Z15015, não foram observadas alterações no formato das partículas com a adição de LI, todas apresentaram morfologia de bastões. Entretanto o tamanho médio das partículas foi nas amostras com LI foi ligeiramente maior. Quando comparado com a amostra sintetizada 180 °C sem LI observa-se uma diferença considerável no tamanho dos bastões, o que já era esperado, pois a temperatura fornece energia para o crescimento dos cristais (FAN, YU, HO, 2017).

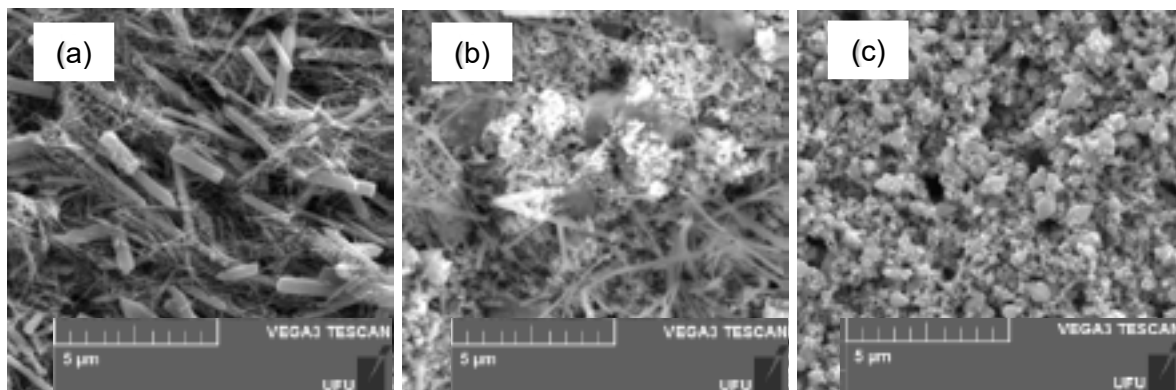


Figura 1 - Imagens de MEV das amostras (a) Z180, (b) Z18005 e (c) Z18015.

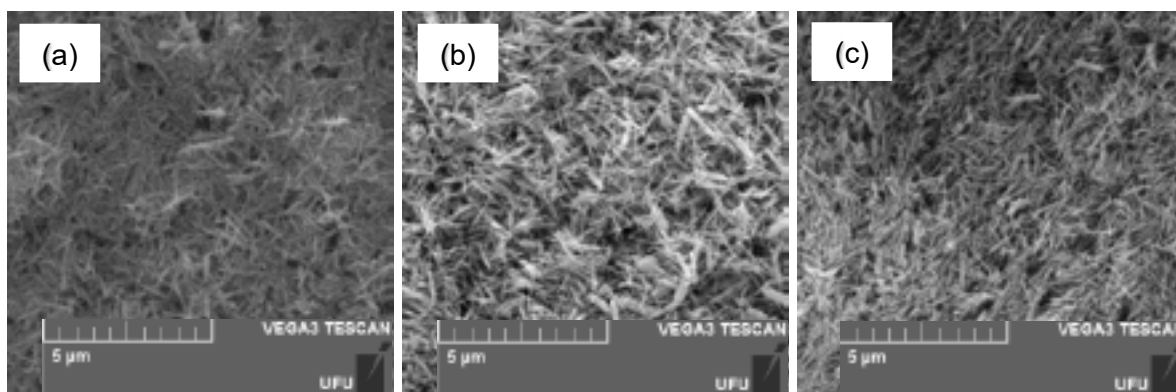


Figura 2 - Imagens de MEV das amostras (a) Z150, (b) Z15005 e (c) Z15015.

De forma similar as amostras sintetizadas a 150 °C, nas amostras onde foi adicionado óxido de európio III não foram observadas alterações na morfologia com a adição de Li. Entretanto o tamanho médio das partículas é muito menor quando comparado as amostras de ZnO puro, inclusive é difícil definir o formato das partículas com a resolução das imagens obtidas.

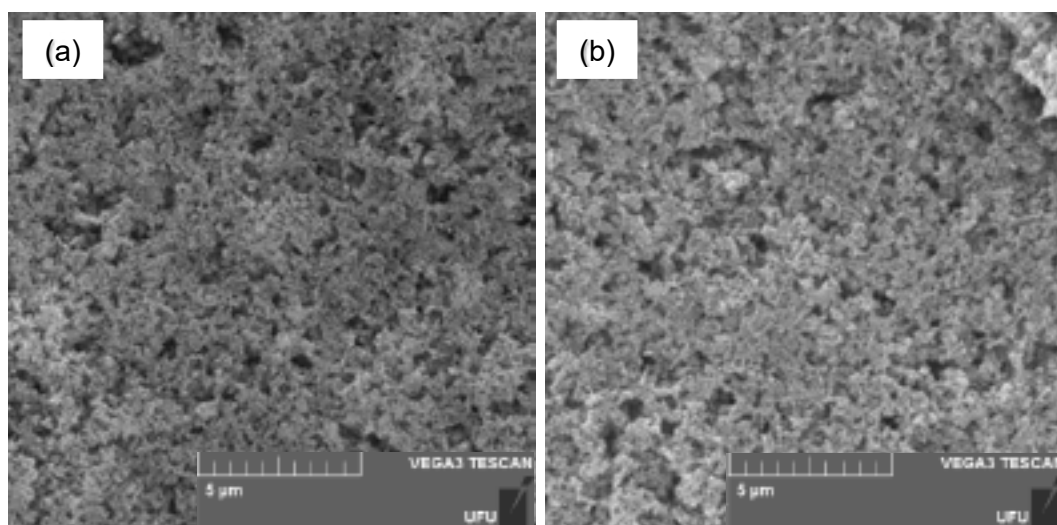


Figura 3- Imagens de MEV das amostras (a) ZE0 e (b) ZE05.

Segundo Grätzel (2001) os fotoânodos devem apresentar partículas entre 1 e 80 nm, a fim de obter melhores eficiências em conversão de energia solar em CSSC. Portanto, espera-se que os fotoânodos preparados com os pós sintetizados a 150 °C e os com adição de óxido de európio III apresentem melhores eficiências quando aplicados nas CSSC.

4 CONCLUSÕES

A viagem de estudo foi muito enriquecedora, sendo finalizada com um seminário ministrado pela autora onde foi apresentado mais sobre o trabalho desenvolvido na UNILA e abrindo oportunidades para novas parcerias entre as universidades. Os resultados obtidos apresentaram a influência do LI e da adição de íons Eu^{+3} , que pode contribuir para aumentar a eficiência de CSSC. Como conclusão, o TCC foi apresentado e avaliado, obtendo como nota final 9,8.

5 PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEESH, P. M.; JAYARAJ, M. K. Red luminescence from hydrothermally synthesized Eu-doped ZnO nanoparticles under visible excitation. **Bulletin of Materials Science**, v. 33, n. 3, p. 227-231, 2010.

ARGUELLO, Sergio Andrés et al. Use of ionic liquid TEA-PS. BF_4 as media synthesis of ZnO based on coprecipitation method. *Journal of Alloys and Compounds*, p. 151835, 2019.

CHENG, B.; SAMULSKI, E. T. Hydrothermal synthesis of one dimensional ZnO nanostructures with diferente aspect ratios. **ChemComm**, p. 986-987, 2004.

YAO, N. et al. Rare earth ion doped phosphors for dye-sensitized solar cells applications. **RSC Advances**, v. 6, n. 21, p. 17546-17559, 2016.

6 AGRADECIMENTOS

As agências de fomento Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Chamada Pública FA 09/2016/Edital PRPPG 42/2016), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e também a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal da Integração Latino-Americana pelo apoio financeiro para viagem de estudos para realização de TCC (Edital PROGRAD N° 119).