

FOTOELETRODOS DE ZnO/ZnSe PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES DE 3ª GERAÇÃO SÍNTETIZADAS PELO MÉTODO HIDROTÉRMICO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS

EDUARDO CASARA NUNES¹; THIAGO KURZ PEDRA ²; CRISTIAN DIAS FERNANDES³, PEDRO LOVATO JARDIM⁴, MARIO LUCIO MOREIRA⁵

1 Universidade Federal de Pelotas – eduardocasara@gmail.com

2 Universidade Federal de Pelotas – thiagoopedraa@outlook.com

3 Universidade Federal de Pelotas – cristiandf2003@gmail.com

4 Universidade Federal de Pelotas – pedro.lovato@ufpel.edu.br

5 Universidade Federal de Pelotas – mlucio3001@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em setembro de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu para os líderes mundiais a Agenda 2030, um plano de ação composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Essas metas abrangem desde a erradicação da pobreza e da fome até a promoção da redução das desigualdades sociais. Dentre elas, destaca-se o compromisso de assegurar o acesso a fontes de energia sustentáveis para toda a população global (ONU, 2023).

Nesse contexto, o Brasil tem registrado um crescimento significativo na participação de energias renováveis em sua matriz energética. Particularmente, a energia solar foi a que apresentou o desenvolvimento mais expressivo, com um aumento de 51,5% na oferta de energia entre 2021 e 2022 (EPE, 2023). Para impulsionar ainda mais os avanços nessa área, tanto em termos de eficiência quanto de redução de custos, as células solares sensibilizadas por corante (DSSCs) emergem como uma tecnologia promissora. Apesar de sua eficiência ainda não superar a das células comerciais de silício, as DSSCs destacam-se pelo uso de materiais de baixo custo e pelo intenso foco de pesquisas dedicadas a otimizar seu desempenho (AGRAWAL et al., 2022).

Diante desse potencial, torna-se crucial o desenvolvimento de novos materiais para aplicação em DSSCs. Neste cenário, o seleneto de zinco (ZnSe) surge como um candidato extremamente promissor devido às suas excepcionais propriedades ópticas e elétricas, sua baixa taxa de recombinação de elétrons e seu bandgap ideal para a conversão de energia solar (FLORES et al., 2020). A proposta deste trabalho é sintetizar o ZnSe e utilizá-lo para recobrir nano partículas de óxido de zinco (ZnO), formando uma estrutura composta (ZnO/ZnSe). Acredita-se que essa combinação sinérgica possa melhorar significativamente a absorção da luz solar.

Portanto, o objetivo central deste estudo é sintetizar o composto ZnO/ZnSe e caracterizar minuciosamente suas propriedades ópticas e elétricas, avaliando seu potencial para futuras aplicações em dispositivos de geração de energia solar.

2. METODOLOGIA

Como etapa inicial do processo é realizada a síntese de ZnSe, onde empregaremos o método hidrotérmico assistido por micro-ondas em virtude de algumas vantagens obtidas como a Redução do tempo de síntese e uma maior homogeneidade da temperatura em relação a outros métodos. Sendo

assim, são realizados as soluções com os precursores do ZnSe, onde são diluídos 0,5g de Selênio em pó em 35ml de Dimetilsulfoxido(DmsO), 3,2g de hidróxido de sódio (NaOH) é diluído em 10ml de água destilada e posteriormente essas duas soluções foram misturadas; ao mesmo tempo uma mistura de 3,2 g NaOH e 0,5g Acetato de Zinco dihidratado $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ essas soluções são misturadas e agitadas magneticamente durante 50 minutos até se tornarem homogêneas, após ficarem homogêneas as duas misturas foram misturadas e levadas a agitação por mais 30 minutos, foi adicionado então 0,5g de ácido etilenodiamino tetra-acético (Edta) e agitado magneticamente até atingir a homogeneidade. Em sequência, a solução foi colocada em uma célula reacional e aquecido em um forno micro-ondas de 2,45 GHz e uma potência de 800W, a uma temperatura de 140°C durante 40 minutos. Para finalizar, o pó obtido foi centrifugado e lavado com água destilada e álcool isopropílico com o intuito de neutralizar o pH.

A síntese de ZnO foi feita seguindo a seguinte rota, 0,5g de acetato de zinco foi solubilizado em 45ml de água destilada e 3,2g de NaOH foi diluída em 45ml de água destilada, essas duas soluções foram misturadas e agitadas magneticamente por 10 minutos e posteriormente misturadas e novamente agitadas magneticamente até ficarem homogêneas. A amostra então foi levada ao micro-ondas para começar o processo de Síntese. Para finalizar, o pó obtido foi lavado seguindo os mesmos processos descritos acima.

Por fim foi realizado o recobrimento do ZnO previamente sintetizado com os precursores do ZnSe, foram utilizados 5mmol de ZnO e realizado um banho ultrassônico com 10ml de água destilada por 10min e misturado a solução final da síntese de ZnSe. Em sequência, a amostra passou pelo mesmo processo de Síntese e lavagem previamente mencionados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de obter informações acerca do composto sintetizado algumas técnicas de caracterização foram utilizadas. Através da microscopia eletrônica de varredura(Mev), onde a amostra de ZnSe (Figura 1), e a amostra de ZnO(Figura 2) foi identificada.

Figura 1:MEV ZnSe

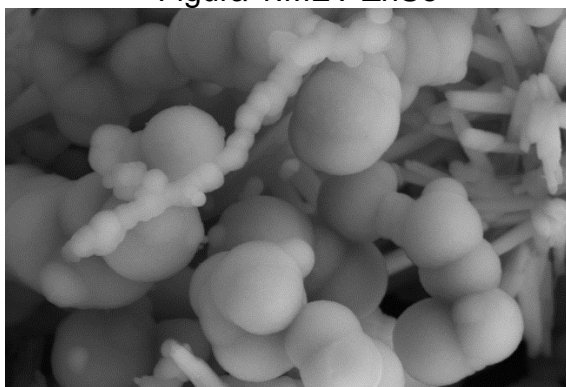
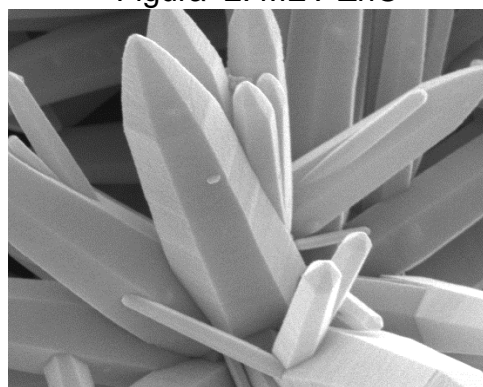


Figura 2: MEV ZnO

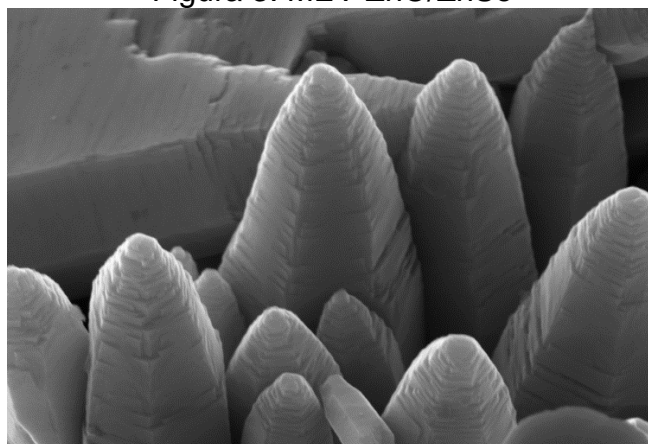


O tamanho de cada esfera vista na Figura 1 são da ordem de 200 nanômetros(nm). O tamanho médio dos bastões de ZnO (Figura 2) são da ordem de 2 micrômetros (μm)

Podemos observar através destas imagens a forma característica do cristal de ZnO, e concluir que o tamanho do cristal de ZnSe é muito menor que o cristal de ZnO, o que para o sistema core@shell é essencial para o recobrimento do ZnO pelo ZnSe.

Podemos ver este recobrimento através do MEV do ZnO@ZnSe (Figura 3)

Figura 3: MEV ZnO/ZnSe



Através das imagens de microscopia do ZnO@ZnSe, podemos observar que a amostra manteve as estruturas cristalinas característica do ZnO, e que o ZnSe se aderiu a essas estruturas criando uma textura no cristal de ZnO. Demonstrando assim que o ZnSe recobriu perfeitamente ao ZnO.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, podemos concluir que os compostos foram obtidos através do método hidrotérmico assistido por micro-ondas, e que houve a adesão do ZnSe pelo ZnO. Essencialmente o composto obtido poderá ser utilizado como fotoeletrodo em DSSC's, sendo assim os próximos passos deste trabalho será terminar as caracterizações do material, como espectroscopia Raman, difração de Raios-X, espectroscopia UV-VIS, além da montagem da célula solar e caracterizações da célula, como medida J X V, e a impedância eletroquímica

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGRAWAL, A. et al. Advancements, frontiers and analysis of metal oxide semiconductor, dye, electrolyte and counter electrode of dye sensitized solar cell. **Solar Energy**, v. 233, p. 378-407, 29 jan. 2022;
- [2] EPE. Balanço Energético Nacional (BEN) 2023: Ano base 2022, 2023. Empresa de Pesquisa Energética. Acessado em 06 set. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>;
- [3] FERNANDES, C. D. et al. An investigation of the photovoltaic parameters of ZnS grown on ZnO(1011). **New Journal of Chemistry**, v. 44, n. 47, p. 20600–20609, 21 dez. 2020;

[4] ONU. The Sustainable Development Goals Report. United Nations, 2023. Acessado em 06 set. 2023. Online. Disponível em: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>;

[5] FLORES, E, M. et al. Structural and Electronic Properties of Bulk ZnX (X = O, S, Se, Te), ZnF₂, and ZnO/ZnF₂: A DFT Investigation within PBE, PBE + U, and Hybrid HSE Functionals. **The journal of physical chemistry**, v. 124, p.3778-3785, A 2020