

APLICAÇÃO DE GRAFENO EM FOTOELETRODOS DE ZnS CRESCIDOS EM ZnO

THIAGO KURZ PEDRA¹; CRISTIAN DIAS FERNANDES²; PEDRO LOVATO GOMES JARDIM³; SERGIO DA SILVA CAVA⁴; CRISTIANE WIENKE RAUBACH⁵; MARIO LUCIO MOREIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – thiagoopedraa@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – cristiandf2003@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – pedro.lovato@ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – sergio.cava@ufpel.edu.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – craubach.iqg@ufpel.edu.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – mlucio3001@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A busca por energia de forma limpa e renovável é cada vez mais discutida entre os países, no Brasil a energia hidrelétrica representa 62,4% da produção energética, sendo considerada a principal forma de energia do território brasileiro. Por mais que a energia hidrelétrica seja considerada renovável, o seu desenvolvimento é limitado em virtude dos impactos ambientais que podem ser causados (FERREIRA et al., 2018).

Além disso, o Brasil tem um grande potencial para o uso da energia solar, visto que está localizado na região intertropical, onde possibilita um bom aproveitamento da mesma. Somado a isso, a aplicação de sistemas fotovoltaicos pode ser realizada tanto em grandes usinas, como também em sistemas menores, o que viabiliza a sua implementação em áreas remotas onde o custo da eletrificação por rede convencional é alto (FERREIRA et al., 2018; PAO & FU, 2013).

Nesse contexto, existem diversos modelos de células solares, as quais se diferenciam em seu processo de fabricação. Atualmente, é observado na literatura uma grande ascensão das células produzidas com a aplicação de grafeno, em diferentes formas, as quais vem apresentando um excelente resultado na conversão de energia solar em energia elétrica. Em um trabalho, se verificou o aumento do fator de conversão de energia de 8,81% para 10,15% após a inserção do grafeno em uma célula solar de perovskita (ZHU et al., 2014). Já em outro estudo, onde foi aplicado óxido de grafeno em uma célula solar TiO₂ foi identificado um incremento da conversão de energia solar em energia elétrica (CHONG et al., 2019).

Sendo assim, o composto que será estudado será o core-shell ZnO/ZnS, por possuir uma eficiente mobilidade elétrons e boas propriedades térmicas e óticas com o ZnO e pelas excelentes propriedades físicas e químicas do ZnS (FERNANDES et al., 2020).

Desse modo, como existem diversos trabalhos na literatura que vem demonstrando um aumento da eficiência de dispositivos fotovoltaicos após a adição do grafeno no sistema, o presente trabalho tem como objetivo a sintetização do composto core-shell ZnO/ZnS, de modo a realizar a inserção do grafeno de diferentes formas em diferentes etapas da sintetização, com o intuito de avaliar a sua contribuição com a eficiência de conversão de energia solar em energia elétrica.

2. METODOLOGIA

Para realizar a produção das células solares, inicialmente irão ser sintetizados os compostos ZnO/ZnS e o grafeno irá ser aplicado de duas formas em diferentes

sínteses, na forma de óxido de grafeno onde será aplicado em diferentes quantidades durante a síntese do composto, e na forma de óxido de grafeno reduzido onde será aplicado após a síntese do composto para não causar oxidação.

A síntese do composto ZnO/ZnS é iniciada pela síntese do ZnO, onde é realizada através da dissolução de 2,6 mmol de acetato de Zinco dihidratado $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em 45 ml de água destilada sob agitação magnética durante 10 min. Após esse processo, o soluto obtido é adicionado a uma outra dissolução, neste caso de 0,1 mol de NaOH com 45 ml de água destilada, realizando os mesmos processos da dissolução anterior. Em sequência, o resultado obtido foi depositado em uma célula de reação e aquecido em um forno micro-ondas de 2,45 GHz, uma potência de 800 W, e temperatura de 403 K durante 40 min. Para finalizar, após a síntese no micro-ondas, com a finalidade de deixar o pH da solução neutro, foi realizada uma lavagem com água destilada e álcool isopropílico e então o material foi seco a 353 K por 12 horas.

Por sequência, foi realizada a síntese do composto core-shell ZnO/ZnS foi realizada utilizando o cloreto de zinco, em conjunto com o ZnO obtido anteriormente, para essa etapa foram utilizados 5 mmol de ZnO e realizado um banho ultrassônico com 25 ml de água destilada por 10 min. Após, foi realizada uma solução de 10 mmol de Tioacetamida (precursor de enxofre) em 75 ml de água destilada e após o processo de dissolução foi acrescentado 5 mmol de cloreto de zinco. O resultado da solução foi acrescentado ao ZnO previamente sintetizado, e novamente foi colocado em uma célula de reação e aquecido em um forno micro-ondas a 403 K por 40 min. A síntese do ZnO/ZnS foi lavada com água destilada e álcool isopropílico, e seco a 353 K por 12 horas.

Como o ZnO/ZnS já sintetizados, todos os substratos foram limpos em banhos ultrassônicos, para a convecção do dispositivo fotovoltaico.

O foto-eletrodo da célula é formado por um blocking layer de TiO_2 depositado com a técnica de spin-coating em uma área de 1 cm^2 em duas etapas: 1500 rpm durante 15 s e 3000 rpm durante 30 s, por sequência são realizados tratamentos térmicos. Após, um filme formado por 25 mg de (ZnO/ZnS, ZnO), 75 μL de TRITON X-100, 2,5 μL de etileno glicol e 2,5 μL de etanol foi depositado utilizando a técnica doctor blade para a obtenção do foto-eletrodo, depois, foram realizados tratamentos térmicos.

Pra finalizar, os filmes foram imersos em uma solução de 0,3 mol de Rutênio, o contra-eletrodo de platina, em uma solução de 5 mmol de H_2PtCl_6 e isopropanol foi depositado com a técnica brushing, também foram realizados tratamentos térmicos. Então, o foto-ânodo e contra-eletrodo são fixados para a introdução do eletrólito Z-150.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o projeto está em seu estágio inicial, os resultados referentes a aplicação do grafeno no sistema ainda não foram obtidos, porém em colaboração com o grupo CCAF possuímos resultados referentes ao composto ZnO/ZnS com o mesmo processo de síntese, porém, sem a inserção do óxido de grafeno (OG) e do grafeno reduzido (RGO), esse ZnO/ZnS refere-se as amostras sob as quais serão adicionadas o grafeno.

Para analisar a estrutura cristalina do composto ZnO/ZnS, foi realizada uma difração de raios-X com a radiação Cu-K α com uma varredura de 20 a 100° e um passo de 0,02°.

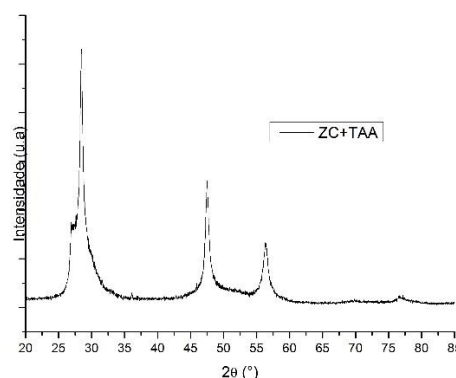


Fig 1: Difração de Raios-X da amostra ZnO/ZnS sem o grafeno.

É possível analisar através da difração que para o composto ZnO/ZnS sintetizado através do cloreto de zinco e tiocetamida como precursores, existe um predomínio de ZnS, dessa forma demonstrando uma carência de ZnO. A amostra de ZnO tem sua cristalização na fase wurtzita, os picos podem ser indexados pelo cartão JCPDS: 3-888, por outro lado a amostra de ZnS tem seu crescimento na fase blenda de zinco, indexada ao cartão JCPDS: 65-309.

Com a realização de uma Microscopia Eletrônica de Varredura foi possível confirmar o predomínio de ZnS em relação ao ZnO. Também, foi observado o formato esférico do ZnS, com diâmetro variando de 0,27 μm a 2,65 μm .

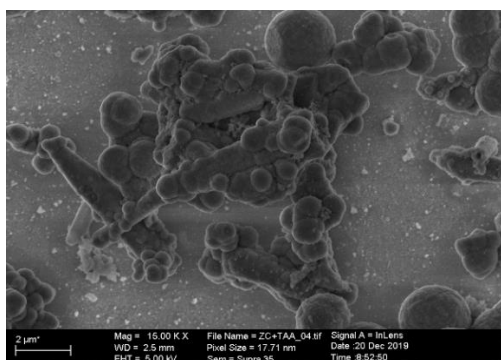


Fig 2: Microscopia eletrônica de varredura.

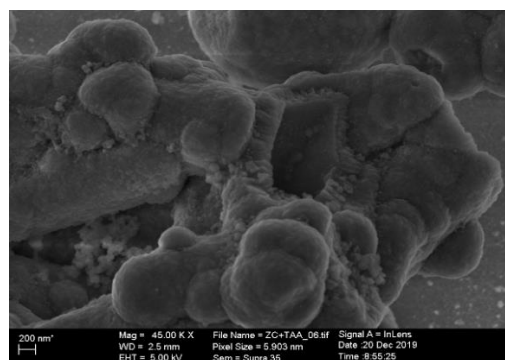


Fig 3: Microscopia eletrônica de varredura.

Além disso, foram efetuadas as medidas de densidade de corrente pela diferença de potencial para a célula fotovoltaica com o composto ZnO/ZnS sem a aplicação do grafeno.

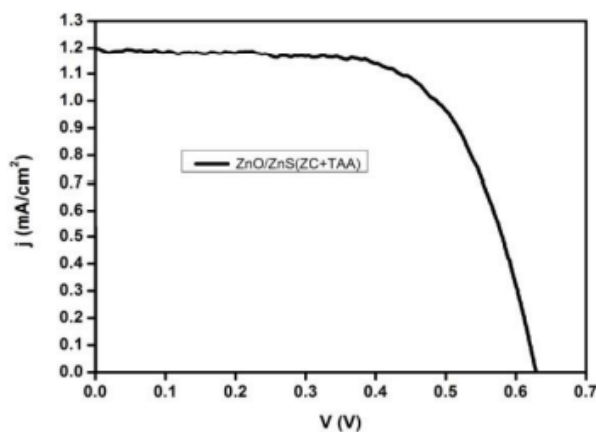


Fig 4: Curva fotovoltaica da amostra.

Analisando a curva foi observado um valor de 1,2 mA.cm⁻² para a densidade de corrente, e 0,63 V para a fotovoltagem. Também foram observados um valor do fator de preenchimento de 0,65 e uma eficiência de conversão de energia de 0,49%.

4. CONCLUSÕES

Com base no observado, é possível concluir que o composto core-shell ZnO/ZnS é viável para a aplicação do grafeno, isso porque ele demonstra resultados promissores que podem ser influenciados positivamente com a inserção do grafeno no sistema. Além disso, essa ideia se torna ainda mais consistente no momento em que buscamos na literatura trabalhos semelhantes que indicam essa evolução dos sistemas fotovoltaicos após o acréscimo do grafeno.

Sendo assim, é esperado que ao final do projeto os resultados sejam melhores, em alguns dos sistemas que serão elaborados com quantidades específicas de óxido de grafeno ou óxido de grafeno reduzido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHONG, S. W. et al. An investigation on surface modified TiO₂ incorporated with graphene oxide for dye-sensitized solar cell. **Solar Energy**, v. 191, p. 663–671, 1 out. 2019.

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.

FERREIRA, A. et al. **Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews** Elsevier Ltd, , 2018.

PAO, H. T.; FU, H. C. **Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2013.

ZHU, Z. et al. Efficiency enhancement of perovskite solar cells through fast electron extraction: The role of graphene quantum dots. **Journal of the American Chemical Society**, v. 136, n. 10, p. 3760–3763, 12 mar. 2014.