

## Conversão de energia utilizando nano e mesocristais de Perovskitas: uma abordagem teórica e experimental.

**THIAGO KURZ PEDRA**<sup>1</sup>; **THISSIANA DA CUNHA FERNANDES**<sup>2</sup>; **MARIO LÚCIO MOREIRA**<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – thiagoopedraa @outlook.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de São Paulo – thissiana.fernandes @unifesp.br*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas– mlucio3001@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande impacto que outros tipos de energias podem causar ao meio ambiente, e buscando por uma maior eficiência energética, cada vez mais a pesquisa e a população buscam por entender e utilizar de energias renováveis. Entre elas, a energia solar fotovoltaica é a mais importante, visto que é uma energia limpa, com uma fonte abundante sendo possível a sua aplicação em áreas isoladas de grandes centros urbanos (RAPHAEL et al., 2018). A aplicação de Perovskitas em dispositivos fotovoltaicos torna-se uma opção interessante, por possuírem diversas outras aplicações tecnológicas e resultados iniciais promissores.

A Perovskita é a nomenclatura utilizada para identificar um grande grupo de compostos, para os quais sua fórmula é do tipo  $ABO_3$ , sendo A um metal modificador de rede e B é um metal formador de rede. Sua utilização tem gerado muita expectativa por apenas em meia década de estudos, relatar resultados com eficiência superior a 20% (RAPHAEL et al., 2018).

O Titanato de Magnésio (MTO) foi a perovskita selecionada para o estudo, por ter demonstrado ser apropriado para aplicações fotônicas, sua síntese se deu através da técnica de sol-gel, visto que esta técnica permite uma boa homogeneização e um menor custo comparado a outras técnicas (MORAIS, 2002). Após realizou-se a difração de raio X (DRX) para verificar a estrutura cristalina do material, e também microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia UV-VIS.

Sendo assim, buscando intensificar o estudo na área, o trabalho tem como objetivo a sintetização e caracterização da Perovskita  $MgTiO_3$ , realizando estudos com sua aplicação em dispositivos fotovoltaicos visando um maior valor de eficiência de conversão.

### 2. METODOLOGIA

Para a obtenção do pó de MTO é necessário a utilização das proporções adequadas de  $TiO_2$  (por meio de um Citrato de Titânio) utilizando ácido cítrico  $C_6H_8O_7$ , isopropóxido de titânio (Ti) e água destilada, mantendo sob agitação à temperatura de 90°C. O mesmo procedimento é empregue para o  $MgCl_2$  (Cloreto de Magnésio), a fim de se obter um citrato de magnésio. Após esta etapa, os citratos são misturados em proporção estequiométrica para a formação do MTO.

O processo de calcinação ocorreu inicialmente com a submissão da amostra a uma temperatura de 400°C por 1h30min, com o intuito de remover a matéria orgânica do MTO, após foi macerada com o almofariz e pistilo de Ágata por 30 min. Em sequência, foi realizada uma segunda calcinação a 700°C por 2 horas, e também uma nova maceração por 1h30min.

Posteriormente a realização da síntese, foram executados testes de difração de raios-X (DRX), no laboratório CemeSul, da Universidade Federal de Rio Grande (UFRGS), e além disso, a amostra também foi submetido a microscopia eletrônica de varredura (MEV) pelo CDMF e a espectroscopia de UV-VIS pela UFRGS.

Em sequência, foi montada a célula fotovoltaica com a utilização da técnica de doctor blade, para a obtenção de um foto-eletrodo liso e uniforme.

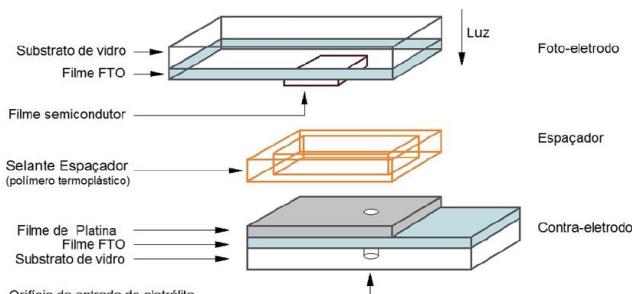


Figura 1: Montagem da célula fotovoltaica.

Para a convecção da célula o filme semicondutor, foi feito com o pó de MTO, etilenoglicol, triton e álcool etílico, gerando uma pasta de MTO, a mesma foi depositada no vidro utilizando um conta-gotas e deixada na mufla à 130°C por 15min.

O eletrólito utilizado foi o par-redox de iodo, pela sua fácil troca iônica, visando facilitar os processos de oxi-redução da célula. A fim de aumentar a condutividade elétrica da célula foram depositadas camadas de platina no contra-eletrodo, que foi unido com o foto-eletrodo utilizando a graxa Apiezon.

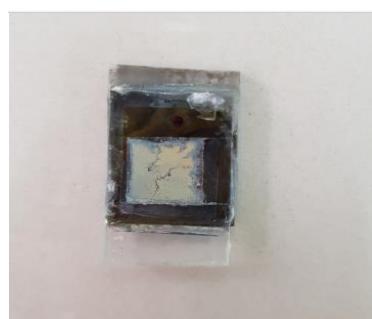


Figura 2: Célula fotovoltaica com semicondutor de MTO.

Para a realização dos testes das células fotovoltaicas foi utilizado o simulador solar do laboratório de óptica do curso de física da UFPEL, no Campus Capão do Leão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos testes realizados a respeito da microscopia eletrônica de varredura (MEV) do pó de MTO (Figura 3) realizado no laboratório do grupo CDMF, em São Carlos/SP verifica-se um grande aglomerado de partículas com o formato elipsoidal, com as partículas da amostra variando entre 73,15 nm e 212,7 nm, atestando o potencial do MTO para a geração de filmes nanoestruturados.

Já a medida de UV-VIS (Figura 4) foi realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) a medida indicou como gap direto o valor de 3,4 eV, caracterizando o composto com um semicondutor. Somado a isso, o gap de TiO<sub>2</sub>,

o blocking layer (Filme denso) da célula, também é 3,4 eV, o que impede o fluxo de corrente direta (curso circuito) e auxilia na fotogeração.

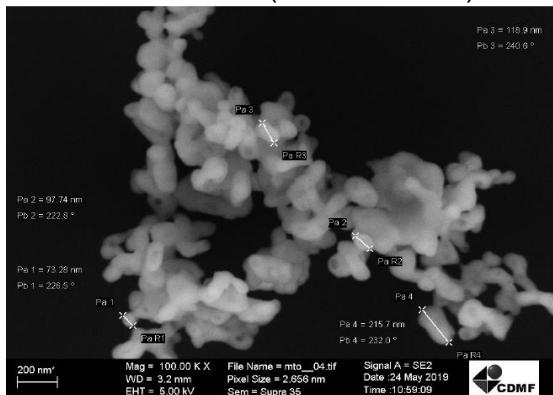


Figura 3: Microscopia eletrônica de varredura.

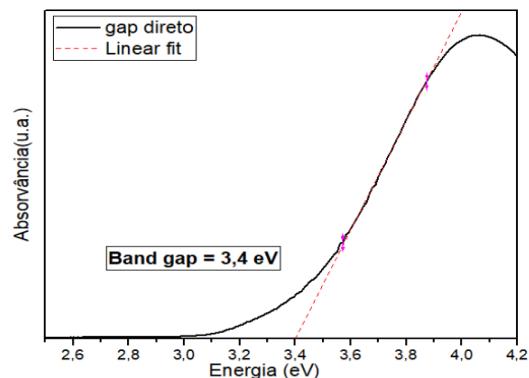


Figura 4: Medida de UV-VIS.

Para verificar a eficiência da célula, precisamos calcular o fator de preenchimento da mesma, que é a razão entre a potência efetiva e a potência teórica.

A potência efetiva é a máxima capacidade da célula, pode ser calculada multiplicando os valores de corrente e diferença de potencial, encontrados abaixo da figura 5. Já a potência teórica é calculada utilizando os valores da corrente de curto circuito e tensão de circuito aberto, que nada mais são do que os valores máximos de corrente e diferença de potencial.

$$FF = \frac{P_{\text{efetiva}}}{P_{\text{teórica}}} \quad (1)$$

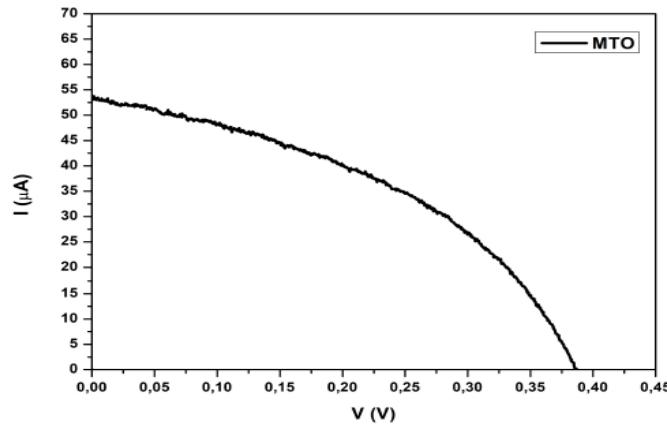


Figura 5: Gráfico IxV da célula fotovoltaica de MTO.

Utilizando os resultados da figura 5 podemos calcular o fator de preenchimento da célula utilizando a equação (1).

$$FF = \frac{10,998}{20,507} = 0,53630 \quad (4)$$

O valor de 0,53 encontrado para o fator de preenchimento é relativamente alto, se compararmos com o resultado de um painel fotovoltaica comercial. Esta comparação demonstra que os resultados são satisfatórios e dentro do esperado, entretanto ainda existem ajustes a realizar, como a elevação da photocorrente para deste modo maximizar a eficiência.

A figura 6 tem o objetivo de comparar os resultados de diferentes métodos de deposição, a primeira célula é uma segunda medida referente a primeira montagem da célula, a célula dois foi montada utilizando a técnica de *sputtering* para a deposição do TiO<sub>2</sub>, a célula 3 teve a deposição realizada em parceira com a UFRGS, e por fim a célula 4 é uma associação das outras três células.

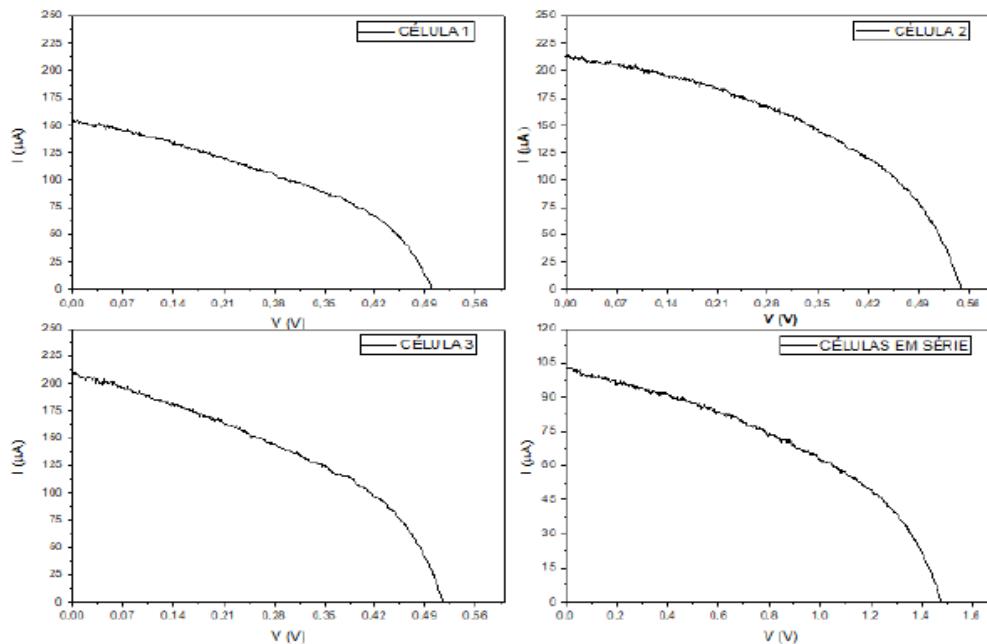


Figura 6: Resultados das medidas das células fotovoltaicas.

#### 4. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos, evidenciamos que o fator de preenchimento da célula é de aproximadamente 53%, um valor alto que demonstra um potencial em aplicações fotovoltaicas, como demonstrado. Entretanto, é necessário estudos referente a elevação da fotocorrente, a fim de aumentar a corrente de curto circuito para que a utilização do Titanato de Magnésio obtenha uma maximização de eficiência e seja utilizado comercialmente.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RAPHAEL, Ellen et al . CÉLULAS SOLARES DE PEROVSKITAS: UMA NOVA TECNOLOGIA EMERGENTE. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 41, n. 1, p. 61-74, Jan. 2018.

MORAIS, E. A. d. Incorporação de Er em SnO<sub>2</sub> obtido via sol-gel: uma análise de xerogéis e filmes finos. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, 2002.