

PRODUÇÃO DE CÉLULAS SOLARES A PARTIR DE CORANTES ENCONTRADOS NA BORRA-DE-CAFÉ

Carla Patricia Costa Oliveira¹, Rayane Paula do Nascimento², Regilany Paulo Colares³, Aluísio Marques da Fonseca (Orientador)⁴

Resumo: Tratando-se de uma fonte de energia renovável, a energia solar pode ser vista como uma alternativa para a produção de eletricidade de forma a suprir as necessidades energéticas crescentes, reduzindo os impactos ambientais. Neste enfoque, o principal objetivo deste trabalho é a construção de protótipos de células solares, baseadas nas células de Grätzel, que consistem em células fotovoltaicas de TiO₂ nanocristalino sensibilizadas por corante orgânico, utilizando como matéria-prima corantes artificiais e naturais encontrados na borra de café (*Coffea arabica*). Utilizou-se inicialmente os corantes artificiais preto de eriocromo e o corante comestível azul jeans na produção das células, em seguida os corantes do café solúvel e da borra de café. A tensão de circuito aberto gerada com a utilização dos corantes citados foi medida com o auxílio de um multímetro digital com os protótipos sob a iluminação do laboratório, da lanterna de celular, de uma lâmpada emitindo luz de 365 nanômetros de comprimento de onda e sob a luz solar. Os resultados obtidos com as células sensibilizadas por corantes extraídos da borra de café foram superiores aos outros corantes estudados.

Palavras-chave: Célula de Grätzel. Borra de Café. Célula fotovoltaica. Corante fotoexcitável.

INTRODUÇÃO

De acordo com CRESESBE (2014), o sol disponibiliza à Terra energia suficiente para suprir a demanda anual global em apenas duas horas, o que evidencia o potencial desta fonte. Nesta perspectiva, o desenvolvimento de dispositivos capazes de converter a energia solar em uma forma de energia diretamente aproveitável pelo homem, se torna imprescindível.

As células solares sensibilizadas por corante são em geral formadas pelos seguintes componentes: Dois vidros revestidos com substratos condutores (óxidos transparentes), um filme semiconductor, geralmente dióxido de titânio, um corante adsorvido na superfície do semiconductor, um eletrólito contendo um mediador redox e um contra eletrodo, como a platina ou o grafite (NAZEERUDDIN; BARANOFF; GRÄTZEL, 2014). Nestas células, quando a luz

¹ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: carlla.patricia.13@gmail.com

² Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: rara_rr@hotmail.com

³ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, email: regilany@unilab.edu.br

⁴ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, email: aluisiomf@unilab.edu.br

incide sobre o corante, o mesmo absorve fótons. Neste estado, ele é capaz de transferir elétrons para o semicondutor (TiO_2). Os elétrons do semicondutor passam então pelo circuito externo até o contra eletrodo, reduzindo o mediador redox. O circuito é fechado quando estes elétrons fluem para o corante novamente, o regenerando (NAZEERUDDIN; BARANOFF; GRÄTZEL, 2014).

Segundo Sampaio (2014), as células solares sensibilizadas por corantes utilizam corantes tais como as antocianinas, que, de acordo com Ságio (2009), estão presentes no café.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada na produção das células foi adaptada do apresentado por AZEVEDO e CUNHA (2002). Utilizando-se duas lâminas de vidro condutor com área de 10 cm^2 cada, uma camada de dióxido de titânio foi adicionada em uma das lâminas e a mesma foi então levada a 300°C por 10 minutos para se obter uma camada de titânio nanoestruturado, uma camada de grafite em pó foi adicionada na outra lâmina, para a preparação do contra eletrodo. Com a camada de dióxido de titânio pronta, o eletrodo foi inserido nos diferentes corantes por cinco minutos. O eletrólito utilizado foi a tintura de iodo e o catalisador aplicado foi o grafite em pó. Um exemplo de célula finalizada pode ser visto na figura 1.



Figura 1. Célula sensibilizada por preto de eriocromo finalizada.

Fonte: Próprio Autor

Com as células finalizadas, as tensões de circuito aberto produzidas para diferentes intensidades luminosas foram medidas com o auxílio de um multímetro digital. Para a célula branco (sem corante) e as sensibilizadas pelos corantes artificiais e pela solução de café solúvel, estas medidas foram realizadas no ambiente do laboratório, sob a luminosidade emitida por lâmpadas fluorescentes, e em ambiente externo, sob a luz do sol. A célula sensibilizada por corante extraído da borra de café foi analisada ao longo de um dia, com verificações da tensão de circuito aberto produzida a cada hora do dia. O iluminamento na região também foi considerado. Foi ainda determinada a curva de corrente em função da tensão produzida com o

auxílio de uma resistência variável ligada ao circuito externo e sob uma luz de 365 nm de comprimento de onda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a célula branco e as sensibilizadas por preto de eriocromo, corante comestível azul jeans e a solução de café solúvel, os resultados obtidos nos diferentes ambientes são mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Tensão entre os dois eletrodos da célula sem corante, com preto de eriocromo, corante azul jeans e café solúvel

Corante	Célula branco	Preto de eriocromo	Azul jeans	Café solúvel
Iluminação do laboratório	0,6 mV	14,4 mV	1,19 mV	32,3 mV
Luz do sol (dia fortemente nublado)	0,1 mV	45 mV	16,5 mV	220 mV

Fonte: Próprio Autor

Com estes resultados já se pode observar a maior eficiência dos corantes presentes no café solúvel como sensibilizadores das células, assim como os valores muito baixos obtidos na célula sem corante, o que comprova a funcionalidade dos corantes.

Para a célula sensibilizada por corante extraído da borra de café, as diferenças de potencial geradas nos diferentes horários do dia e de acordo com o iluminamento no momento da medição são mostradas na tabela 2.

Tabela 2. Resultados obtidos na célula sensibilizada com corante da borra de café

Horário do dia (horas)	Iluminamento (Lux)	Temperatura (°C)	Tensão (mV)
09	131.460	31	209
10	168.918	40	171,3
11	143.643	40	175
12	102.410	40	132
13	17.107	34	72,9
14	160.584	40	230
15	150.810	40	266
16	8.689	31	13,2
17	1.560	28	9,8

Fonte: Próprio Autor

Na maioria dos casos, um maior iluminamento levou à uma maior diferença de potencial gerada, considerando que a grande parte da dispersão dos dados pode ser atribuída à erros de medição.

Alterando-se a carga externa e medindo a tensão sobre a mesma e corrente através da mesma, os valores obtidos são representados na tabela 4.

Tabela 4. Resistência, tensão e corrente na carga

Resistência (Ohm)	Tensão (Volts)	Corrente (Ampère)
200.000	6,4	$3,2 \times 10^{-8}$
100.000	5,9	$5,9 \times 10^{-8}$
80.000	5,9	$7,375 \times 10^{-8}$
40.000	5,5	$1,375 \times 10^{-07}$
20.000	5,4	$2,7 \times 10^{-7}$
10.000	4,5	$4,5 \times 10^{-7}$
5.040	2,3	$4,5635 \times 10^{-7}$
2.000	0,9	$4,5 \times 10^{-7}$
887	0,4	$4,5096 \times 10^{-7}$
445	0,2	$4,4944 \times 10^{-7}$
220	0,1	$4,5455 \times 10^{-7}$

Fonte: Próprio Autor

Com estes valores a curva que relaciona a tensão e a corrente para a célula produzida foi determinada como representado na figura 2.

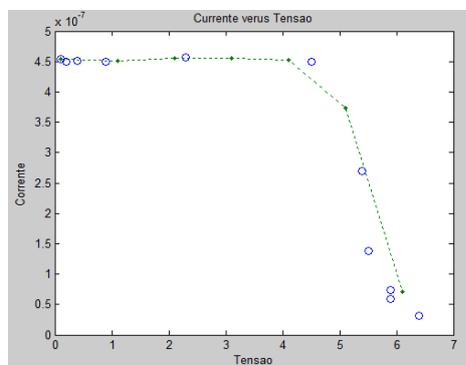


Figura 2. Curva I-V da célula

Fonte: Próprio Autor

A partir desta curva determinou-se a tensão de circuito aberto da célula como sendo aproximadamente 6,4 mV e a corrente de curto circuito como aproximadamente $4,5 \times 10^{-7}$ A, sob o iluminamento de 1.099 lux e uma de luz de 365 nm de comprimento de onda.

CONCLUSÕES

Observou-se que os corantes extraídos do café solúvel e da borra de café mostraram resultados superiores de tensão de circuito aberto comparados com outros corantes artificiais, indicando a presença de corantes bons sensibilizadores no café. Para as placas sensibilizadas por corantes extraídos da borra de café, determinou-se a curva I-V que caracteriza a célula, cujo resultado foi bem próximo daquele apresentado pelas células convencionais, e através da qual pôde-se determinar as aproximações de tensão de circuito aberto como 6,4 mV e da corrente de curto circuito do protótipo como $4,5 \times 10^{-7}$ A.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem aos órgãos de fomento: FUNCAP e CNPq.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M.; CUNHA, A. **Fazer uma célula fotovoltaica**. Artigo Científico. Departamento de Física da Universidade de Aveiro. Portugal, Aveiro, 2002.

CRESESBE. **Manual de Energia para Sistemas Fotovoltáicos**. Rio de Janeiro – RJ, 2014. Disponível em: www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acesso em: 25/08/2017.

NAZEERUDDIN, Md. K.; BARANOFF, E.; GRÄTZEL, M.; **Dye-sensitized solar cells: A brief overview**. Solar Energy, v.9, p.3-10, 2014.

SÁGIO, S. A. **Características fisiológicas e bioquímicas de frutos de duas cultivares de café de ciclos de maturação precoce e tardio**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2009.

SAMPAIO, S. G. **Estudo e caracterização de novos corantes naturais para aplicação em células solares sensibilizadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.