PROTÓTIPO DE CÉLULA SOLAR ORGÂNICA (CSO) A PARTIR DE CORANTE DA BORRA DE – CAFÉ

IÊsa Matos Lima [1], ícaro Bezerra de Freitas [2], Francisco Lennon Barbosa da Silva [3], Felipe Silva de Souza [4], Aluísio Marques da Fonseca [5]

RESUMO

O projeto consiste na fabricação e montagem de uma célula fotovoltaica de Grätzel, apresentando o processo de construção por meio de moléculas de um composto orgânico, objetivando a montagem e funcionamento das placas, a medição da tensão continua V_{oc}, e a efetividade do corante orgânico (extrato da borra-de-café). Tendo em vista que a célula é o menor constituinte das placas fotovoltaicas, que são utilizadas na transformação de energia solar diretamente em energia elétrica. A obtenção e funcionamento dessa energia elétrica gerada ocorrem através do embasamento do fenômeno da fotossíntese. O efeito fotovoltaico pode ser entendido como sendo o fenômeno resultante da incidência de luz sobre a superfície do material semicondutor criando portadores de carga (pares elétrons-buracos), produzindo corrente elétrica. A produção de energia por meio de células solares é uma alternativa para levar energia a diversas regiões do país. Levando-se em consideração esses aspectos, a eletricidade é gerada por meio de uma oxirredução na qual a energia solar é absorvida transformada em energia elétrica, que gera um potencial elétrico, determinado por uma curva de corrente tensão. Células solares são comumente classificadas como de primeira, segunda e terceira geração.

Palavras-chave:

Célula fotovoltaica. energia solar. composto orgânico.

[1] UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira , ICEN - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Discente, e-mail: iesamattos@gamil.com
[2] UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Discente, e-mail: bezerraicaro@ymail.com
[3] UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Discente, e-mail: lennonsilva1717@gmail.com
[4] UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Discente, e-mail: felipeack01@gmail.com
[5] UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, ICEN - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Docente, e-mail: aluiziomf@unilab.edu.br

INTRODUÇÃO

A célula solar é o menor constituinte das placas fotovoltaicas que são utilizadas para aproveitamento da energia solar. Existem no mercado vários modelos de painéis que podem ser utilizados de acordo com o clima da região (clima frio ou quente) e/ou de acordo com o espaço disponível. Vários países já adotaram esse tipo de energia como uma das alternativas para substituir os combustíveis fósseis (PEDROSA et al., 2016).

São inquestionáveis os benefícios que aporta a utilização de energias limpas para o meio ambiente. No entanto, o custo de produção inicial é ainda muito alto. Isto faz que seja necessário investir em pesquisas básicas para aperfeiçoar a obtenção para uso de essa classe de energias, por essa razão e questão ambiental se torna possível utilizar compostos orgânicos como corantes para a fabricação de células fotovoltaicas, tais como a da borra de café e a bixina que é um composto orgânico extraído da semente do urucum, a qual foi usada como corante secundário.

No Brasil, mais da metade do lixo que produzimos é formado por restos de comida, grama cortada, folhas, galhos secos, palitos, guardanapos, serragem, pedaços de madeira, borra de café e outros materiais orgânicos (Cardim, 2008), e com o aumento do consumo de café pela população brasileira, veio à necessidade de se dar uma destinação final para os resíduos gerados pós-consumo, através de teste foi possível comprovar que a borra de café, gera um grande potencial para obtenção e transformação de energia solar em energia elétrica como corante na célula de placas fotovoltaicas.

Células solares sensibilizadas por corantes (DSSC, do inglês *Dye-Sensitized Solar Cell*) foram descritas em 1991 por Grätzel e O'Reagan, que mostraram que um substrato de TiO_2 nanoestruturado e sensibilizado por um corante absorvia 780 vezes mais luz que um substrato plano, uma vez que a diminuição das dimensões do material garante um aumento na relação área superficial/volume, favorecendo uma maior adsorção do agente sensibilizador (VITORETI et al., 2016).

METODOLOGIA

O projeto tem por característica uma metodologia procedimental, os métodos de elaboração das atividades realizadas foram através de pesquisas bibliográficas e da adaptação da metodologia apresentada por AZEVEDO e CUNHA (2002), na qual consiste a preparação da célula fotovoltaica. Inicialmente realizou-se a limpeza das duas lâminas de vidro recobertas por um substrato condutor transparente de óxido de estanho (SnO_2), com áreas aproximadamente de $10cm^2$ cada uma, lavadas com sabão líquido neutro e uma esponja, secadas com auxilio de papel toalha.

Na sequência, determinou-se a resistência elétrica dessas lâminas com um multímetro, em seguida, preparou-se uma camada de dióxido de titânio (TiO_2), sendo 1g de TiO_2 diluída em 10ml de água e esmalte transparente (base), para melhor fixação da pasta de TiO_2 na lâmina, a solução foi adicionada com ao auxilio de uma pipeta na superfície do eletrodo negativo, que estava preso da bancada com fitas adesivas. A solução adicionada no eletrodo foi seca parcialmente com um secador durante 15 minutos e levada para uma estufa a 300°C por cerca de 10 minutos. Na superfície do eletrodo positivo foi colocada uma camada de grafite em pó.

Na preparação do corante utilizou-se a borra de café, diluído em água e então aquecido, logo após foi filtrado (formação de um chá colorido). O eletrodo negativo em temperatura ambiente com a pasta de dióxido de

titânio foi submerso no corante por 5 minutos, com a ajuda de um secador o eletrodo foi seco. Para a montagem da célula fotovoltaica, as lâminas foram unidas com clipes, com uma borda de vidro sobrando nas duas extremidades, possibilitando os testes com multímetro. Na sequência, a plaquinha é ativada com tintura de iodo 2%.

Foram obtidas mais quatro lamelas de vidros, com áreas aproximadamente de 0,38cm^2 a 0,40cm^2, os procedimentos realizados com ambas foram iguais aos realizados anteriormente, iniciando com a limpeza de cada uma delas e logo após, houve a preparação de todos os eletrodos negativos e positivos. Para a solução de dióxido de titânio (TiO_2) que foi adicionada nos eletrodos, houve uma pequena variação de tempo com secador, passou de 15 minutos para 20 minutos e foi adicionado junto com a solução ao serem levadas e colocadas em estufa a 300°C, o tempo também foi modificado de cerca de 10 minutos e passou a ser em 20 minutos. Em relação aos outros procedimentos foram realizados igualmente para as novas lamelas.

Um dos eletrodos negativos contendo a pasta de dióxido de titânio (TiO_2), foi adicionado o corante produzido a partir da bixina e clorofórmio, por aproximadamente 3 minutos, até o corante secar completamente sobre a pasta de TiO_2. A bora de café utilizada como corante para as novas placas não foi aquecida, apenas diluído em água. A placa foi montada e ativada com tinta de iodo 2% e realizado medidas de resistência elétrica com multímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O corante (“dye”) é o principal constituinte da célula fotovoltaica, que é absorvido por um semicondutor nanocristalino (dióxido de titânio TiO_2), pois ele recebe do eletrólito (solução de Iodo), um elétron. As moléculas eletrolíticas da solução de iodo são reduzidas no eletrodo positivo e para facilitar a redução dessas moléculas na superfície do eletrodo, é colocada uma camada de grafite em pó. Para obtenção do corante o composto orgânico usado foi a borra de café, que se incorporou no TiO_2, resultando em uma boa resposta fotovoltaica obtida para a amostra desse corante.

Antes de iniciar o processo de montagem e ativação das células fotovoltaicas, houve a medição da corrente elétrica das placas de vidro em um ambiente sem iluminação com o multímetro em tensão continua. Pode-se observar nesse teste em branco, que as células mostravam o potencial elétrico oscilante entre, 000mV a 001mV. Após a ativação da célula com a tinta de iodo 2%, foi realizada novamente a medição da corrente elétrica com o multímetro outra vez em tensão continua. Os potenciais elétricos que as células solares apresentavam de acordo com os ambientes de iluminação diferentes, também oscilavam.

Apesar disso, os valores de resistência registrados, são bem importantes para os objetivos propostos, tendo em vista que os ambientes de iluminação utilizados foram bem simples, como: a luz do laboratório, luz solar, luz do celular e também houve um teste realizado no escuro. Depois de um mês de ativação da célula, foi realizado novamente uma medição com o multímetro em tensão continua, a célula fotovoltaica se mostrou bem eficiente em alguns dos ambientes, que foi os mesmos de antes e em outros ocorreu uma diminuição do potencial. Essa ocorrência de baixa condutividade é bem aceitável e normal, tendo em vista que o eletrólito tente a secar, fazendo com que as reações de oxirredução também sessem dentro da célula solar.

Segundo J.S. Agnaldo et al, (2006), um semicondutor caracteriza-se pela presença de elétrons com energias distintas na banda de valência (BV) e na banda de condução (BC), entre essas duas bandas existe uma banda proibida de energia ou bandgap (BG).

Segundo Maia (2001) o dióxido de titânio TiO_2 é uma substância não-tóxica, usada principalmente como pigmento branco para dar opacidade a tintas, cosméticos, plásticos e papéis. Existem três formas cristalinas na natureza do dióxido de titânio: rutilo tetragonal, anátase e bruquita ortorrômbica, sendo que apenas as duas primeiras são comercialmente produzidas e encontradas no Brasil.

S. Munnix, M. Schemeits (1985), afirmam que, por ser transparente á luz visível e possuir uma banda proibida

de energia (BG) de 3eV, o dióxido de titânio TiO2 necessita de luz ultravioleta para gerar pares de buracos e elétrons. Para facilitar esse processo, um filme de corante que absorve a luz na sua cor específica (podendo variar da forma incolor até a preta) é depositado sobre a superfície nanoporosa.

De acordo com Nogueira (2001), o dióxido de titânio TiO_2 e o corante, possuem mesmo nível de energia de Fermi. Os elétrons que estão no nível de valência do corante ou pigmento orgânico (PO) podem ser excitados e injetados na BC do dióxido de titânio TiO_2. Neste processo ocorre o surgimento de buracos nas moléculas de PO, que são preenchidas muito rapidamente, na escala de femtosegundos, por íons de iodo que estão no eletrólito. Os íons de iodo, I^-, se juntam ao preencherem os buracos dos pigmentos e são convertidos em I_3^- na superfície nanoporosa. O processo inverso ocorre no eletrodo positivo, quando recebe elétrons que completam o ciclo através do circuito externo.

Freitas (2006) afirma que, incidindo luz sobre a célula, esta e absorvida por uma monocamada do corante adsorvido quimicamente na superfície do material semicondutor em contato com o eletrólito em situação de depleção. Apos o corante ter sido excitado por um fóton, este está apto a transferir um elétron para a BC de um SC *n* ou um buraco para a BV de um SC p. O primeiro processo e denominado injeção de elétrons e o corante age como um doador de elétrons. O segundo processo é denominado injeção de buracos e o corante age como um receptor de elétrons.

CONCLUSÕES

De acordo com literatura, é possível afirma que a utilização do corante (bora de café) tem mais eficiência, apenas diluindo-a sem a necessidade de aquecimento, pois como composto orgânico tente a perder seu potencial, fazendo com que sua coloração marrom claro, diminua mais rapidamente quando aquecido. Por esse motivo houve uma variação de potencial medido com o multímetro, com o aquecimento do corante os valores obtidos para a faixa de 2000m em luz solar era de 67mV- 42mV, passando para 733mV- 192mV resultados do corante não aquecido.

Outro corante que se mostrou bem ativo para realização desse teste foi a bixina, sua cor avermelhada após seca continuou bem vibrante, mostrando-se um ótimo receptor de elétrons. Os dados obtidos para 200m e 2000m respectivamente para a luz solar foi, 28.6mV e 329mV, o teste em branco para esse corante foi de 000mV para, luz do laboratório, luz do celular, luz solar e o escuro, contudo depois da ativação da célula contendo o corante da bixina os potenciais se mostram bem relevantes em relação ao corante orgânico utilizado no projeto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo incentivo financeiro na pesquisa, ao GIQ (Grupo Interdisciplinar em Química) pela oportunidade e parceria e a UNILAB (Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira) por disponibilizar a estrutura e os equipamentos do laboratório de química orgânica.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M.; CUNHA, A. Fazer uma célula fotovoltaica. Disponível em: . Acesso em: 12 Set. 2018.

CEPEL; CRESESB; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Edição Especial PRC-PRODEEM. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: . Acesso em: 08 Out. 2018.

AGNALDO, J.S. et. al. Células Solares de TiO2 sensibilizado por corante, 2005: Revista Brasileira de Ensino de Física, v.28, n.1, p. 77-84, (2006).

B.O´Regan, M. Grätzel, Nature 353, 737-739 (1991).

A. Maia, Balanço Mineral Brasileiro, **Titânio**, http://www.dnpm.gov.br/dnpm−legis/Balan%E7o01/pdf/titanio.pdf, 2001.

S. Munnix and M. Schemeits, Phys. Rev. B 31, 3369, (1985).

FREITAS, F. Elias. **CÉLULA SOLAR DE SNO2/TIO2 PREPARADA POR "SPRAY" – PIRÓLISE ATIVADA COM CORANTE ORGÂNICO**. Dissertação (Mestre em Ciência dos materiais) – Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira. São Paulo. 2006.

A.F. Nogueira, **Células Solares de Grätzel com Eletrólito Polimérico**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2001.