
MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Anamaria Dias Pereira Alexiou
Guilherme Antônio Dim de Oliveira
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Resumo

Neste trabalho, é descrita a montagem de células solares sensibilizadas por corantes (*Dye Sensitized Solar Cell* – DSSC) utilizando quercetina, extrato de cascas de eucalipto e como padrão um complexo polipiridínico de rutênio, o N719. De acordo com o teste *Incident Photon-to-Current Efficiency* (IPCE), os valores de eficiência quântica obtidos para as células construídas neste trabalho para a quercetina (0,073%) e o extrato de eucalipto (0,095%) foram menores que o observado para o padrão (5,82%), fato atribuído à pouca energia absorvida na região do visível. Apesar do baixo valor de eficiência quântica, o resultado obtido para o extrato de eucalipto foi melhor que o observado para a quercetina, um composto cuja eficiência em células solares já foi avaliada.

Palavras-chave: Energia. Células solares. Flavonoides.

1 INTRODUÇÃO

No mundo moderno, o aumento do consumo energético resulta numa necessidade constante de pesquisa e desenvolvimento acerca de novas fontes de produção de energia que supram a alta demanda e também sejam menos agressivas ao meio ambiente.

A energia solar é uma boa opção de fonte para produção de energia renovável, porém ainda representa uma pequena parcela em relação a toda a energia gerada no mundo. Seus pontos fracos são ainda o custo de geração e seu baixo rendimento (~11%), e o primeiro já foi melhorado em um âmbito considerável (AGNALDO et al., 2006; MACHADO; MIRANDA, 2015; SUZUKI; REZENDE, 2013).

No começo de 2015, Michael Schmela, consultor executivo da European Photovoltaic Industry Association (EPIA), que é o maior órgão relacionado à energia fotovoltaica no mundo, anunciou, após o 14º recorde de produção seguido, que espera um crescimento da ordem de 80% na produção de energia fotovoltaica na Europa até 2020. Tal afirmação deixa a impressão de que muito está sendo feito para aumentar a participação efetiva da geração de energia solar fotovoltaica na geração total de energia mundial e que podemos esperar por grandes avanços (WATSON, 2015).

A utilização de energia solar está tendo um considerável aumento, principalmente na construção de células solares que estão sendo utilizadas de forma eficiente na construção civil. A diversidade de materiais utilizados para a produção das células resulta em uma grande variedade de cores e efeitos que são aproveitados pelos arquitetos. Esse uso secundário tem sido muito bem-visto tanto pelo fator estético quanto pelo fator ambiental. As células, em sua maioria, permitem a passagem de luz natural, diminuindo a necessidade de luz elétrica, que, em alguns casos, é suprida pela energia gerada por elas. Atualmente, a utilização de diferentes materiais na construção das células resulta em diferentes propriedades, como a cor da placa, o rendimento (que varia de 13% para as que contêm silício amorfo a 27,6% para as de arseneto de gálio – GaAs) e a durabilidade (FALCÃO, 2005).

As células constituídas de silício, chamadas de células de primeira geração, dominam o mercado. Apesar do alto custo de produção e instalação, apresentam melhor rendimento do que as demais células presentes no mercado até o momento. No entanto, observa-se um constante aprimoramento em células confeccionadas de outros materiais.

Um exemplo que vem ganhando espaço em termos de utilização são as células de sulfeto de cádmio/telureto de cádmio (CdS/CdTe), encontradas na forma de filmes finos. Essas células apresentam um baixo custo de produção em grande escala que, aliado a um rendimento considerável de, em média, 10%, torna-as muito atrativas quanto à sua utilização. Além de suas características técnicas, também se observa interesse na

utilização de células de CdTe pelo fator estético. Os painéis geralmente de vidro apresentam coloração azul-escura ou marrom, que traz um aspecto mais bonito e aceito que o das células de silício amorfo, por exemplo. Os problemas mais comuns nesse tipo de célula são a baixa abundância dos elementos constituintes, como é o caso da célula de silício, e a toxicidade (FALCÃO, 2005)

A célula solar sensibilizada por corante (*Dye Sensitized Solar Cell* – DSSC) foi desenvolvida por O'Regan e Grätzel (1991) e tem como componentes principais um eletrodo, um contraeletrodo e um eletrólito. O eletrodo é um filme fino semicondutor composto por nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2), depositado sobre uma placa de vidro condutor. Entre as nanopartículas de TiO_2 , há as moléculas de corante, responsáveis pela absorção da luz e pela geração de corrente elétrica. O contraeletrodo é feito geralmente de algum material inerte, como grafite ou metais nobres, como a platina. O eletrólito mais comum nesse tipo de célula é uma solução contendo os íons I_3^-/I^- , em acetonitrila ou outro solvente, a qual não dificulta a passagem dos elétrons e tem a função de regenerar o corante oxidado (AGNALDO et al., 2006; SONAI et al., 2015).

Células solares contendo como corante complexos de rutênio apresentam uma eficiência de até 11%. Contudo, o uso desses complexos aumenta o custo final da célula. Nos últimos anos, empregam-se como alternativa extratos de plantas que atuam como sensibilizadores. Os polifenóis presentes nesses extratos adsorvem na superfície do óxido condutor e, ao absorverem luz, promovem a fotoinjeção (PATROCÍNIO; IHA, 2010; PRIMA; YULIARTO; SUENDO, 2014; SEQUEIRA, 2012).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do extrato de cascas de eucalipto e da quercetina, um flavonoide natural presente em diversas frutas e vegetais, como sensibilizantes de células solares. Tanto a quercetina, um flavonoide, como o extrato de eucalipto, que contém substâncias fenólicas (SANTOS et al., 2013), podem se ligar ao TiO_2 . Como padrão foi utilizado um corante constituído por um complexo polipiridínico de rutênio, o N719 (Figura 1). Atualmente existe muito interesse nesse corante, pelo fato de ele apresentar a melhor eficiência (11%) até o momento (PATROCÍNIO; IHA, 2010).

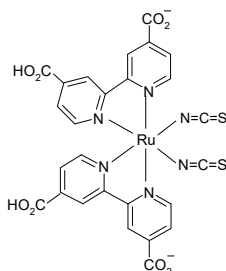


Figura 1 Representação da estrutura do corante N719.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiais e reagentes utilizados

As montagens das células solares foram realizadas seguindo o método desenvolvido por Parussulo et al. (2009, 2016). Utilizaram-se placas de vidro (75 mm x 25 mm x 1,1 mm) recobertas com uma fina camada de óxido de estanho transparente dopado com flúor (FTO), pasta com nanopartículas de dióxido de titânio, metanol, quercetina di-hidratada (Sigma Aldrich), extrato obtido do pó das cascas de eucalipto extraído com água quente e filtrado a vácuo, corante polipiridínico de rutênio, o N719, ácido hexacloroplutínico, ampolas de vidro de 50 mL e filme de polietileno. Todos os reagentes utilizados foram de boa procedência.

Os equipamentos e materiais auxiliares utilizados foram: estufa Quimis Q316M, mufla Thermo Scientific Heraeus, *spin coater* Metrohm Autolab, presilhas de papel, balança analítica Shimadzu, Auw220. Os espectros eletrônicos da quercetina e do extrato de eucalipto foram obtidos num espectrofotômetro da Agilent modelo 8453 usando cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico.

2.2 Montagem das celas

Montaram-se nove células solares: três foram sensibilizadas com o corante padrão de rutênio (N719), três com solução $8 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ de quercetina em metanol e três com extrato de eucalipto.

Inicialmente, definiu-se o lado condutor do FTO com o auxílio de um multímetro, e, sobre essa face do vidro, responsável pelo auxílio na condução dos elétrons, foi depositado o TiO_2 . A seguir, encapou-se a maior parte da sua área superficial com fita adesiva, deixando descoberta somente a parte que receberá o TiO_2 , como mostra a Figura 2:



Figura 2 Placa de vidro encapada para a deposição de TiO_2 .

Fonte: Elaborada pelos autores.

Sobre a área descoberta, depositaram-se nanopartículas de TiO_2 na forma de pasta. O espalhamento foi realizado em um *spin coater* (Figura 3) com rotação de 3.500 rpm por 10 segundos.



Figura 3 Deposição de TiO_2 sobre a placa já fixada no *spin coater*.

Fonte: Elaborada pelos autores.

As placas foram levadas à estufa a uma temperatura de 110 °C por 1 hora e, após 30 minutos, a 450 °C em mufla para completar a secagem da pasta e a deposição do eletrodo. A temperatura e o período de secagem precisam ser adequados para evitar possíveis rachaduras na camada de TiO_2 , pois as imperfeições atrapalham a condução dos elétrons posteriormente. As placas com os eletrodos prontos foram reservadas.

Foram utilizadas soluções metanólicas do padrão N719 ($4 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) e da quercetina ($8 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$). À amostra de extrato aquoso de casca de eucalipto adicionaram-se metanol, com a finalidade de dissolver possíveis sólidos que estavam dispersos, e mais água para completar o volume de 30 mL. As três soluções foram transferidas para frascos de vidro de 50 mL juntamente com as placas contendo o eletrodo de TiO_2 e permaneceram em contato por 24 horas para que houvesse a adsorção do corante pelo TiO_2 . As células submersas nas soluções de N719, extrato de eucalipto e quercetina são mostradas nas Figuras 4a, 4b e 4c, respectivamente.

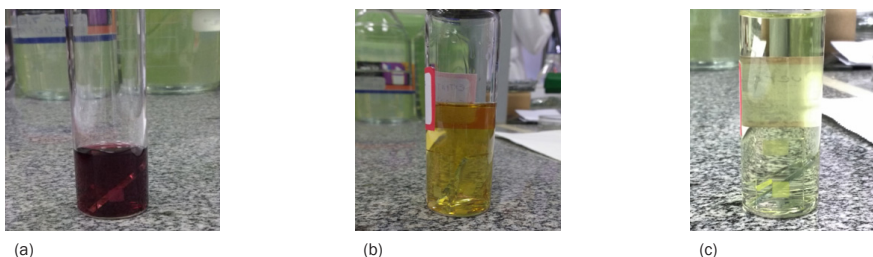


Figura 4 Placas de vidro mergulhadas na ampola contendo a solução de N719 (a), extrato de eucalipto (b) e quercetina (c).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após o período de adsorção de 24 horas, a camada de TiO_2 , naturalmente branca, adquiriu a cor do respectivo corante presente na solução. As placas foram retiradas e cuidadosamente secas com um secador elétrico. As Figuras 5a, 5b e 5c mostram as placas após adsorção das soluções de N719, extrato de eucalipto e quercetina.

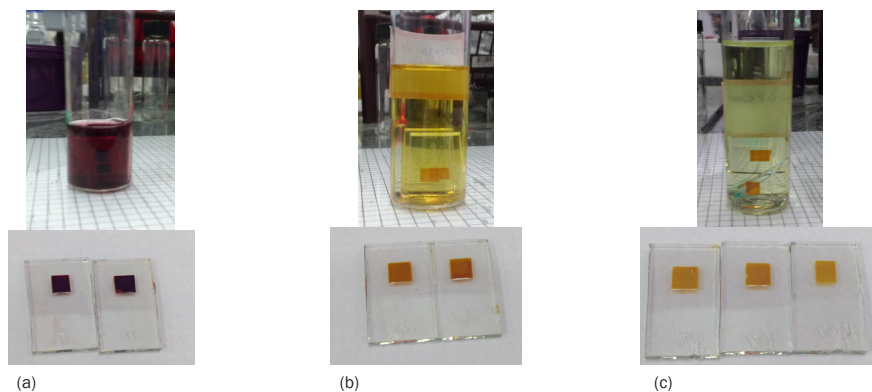


Figura 5 Placas de vidro após a adsorção de N719 (a), extrato de eucalipto (b) e quercetina (c).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a adsorção, notou-se o seguinte: uma das placas que havia adsorvido o N719 e uma das placas com extrato de eucalipto apresentou pequenas deformidades no filme de TiO_2 . Por esse motivo, ambas foram descartadas por conta de uma prevista queda de rendimento.

Após a confecção da placa que abriga o eletrodo de TiO_2 , produziu-se a placa que fecha a célula, onde fica o contraeletrodo de platina. Em novas placas de vidro condutor, fez-se um furo, sobre o qual foi depositada uma solução de ácido hexacloroplatínico. As placas já com a solução foram colocadas para secar na mufla por 30 minutos a $350\text{ }^\circ\text{C}$.

Entre as duas placas, colocou-se um filme plástico para formar uma barreira ao redor do eletrodo, sem que o filme pudesse cobri-lo (Figura 6). A função do filme de plástico é conter a solução com os íons I_3^-/I^- e vedar a cela.

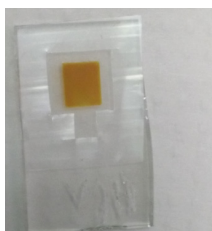


Figura 6 Filme plástico que contorna o eletrodo de TiO_2 .

Fonte: Elaborada pelos autores.

As duas placas são colocadas uma sobre a outra, de forma que o eletrodo de TiO_2 fique alinhado ao contraeletrodo de platina depositado na outra placa. O furo feito na placa de cima deve ficar dentro da área delimitada pelo filme plástico, para que, por esse furo, seja colocada posteriormente uma solução contendo os íons I_3^-/I^- em acetoneitrila, responsável pela regeneração do corante sensibilizador de cada cela. O conjunto é preso por prendedores de papel, como mostra a Figura 7, e colocado na estufa por 7 minutos a $115\text{ }^\circ\text{C}$, para que o filme plástico faça a vedação da cela.



Figura 7 Placas de vidro unidas e presas por prendedores de papel.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com as placas devidamente unidas e todas as celas vedadas, colocou-se, com o auxílio de uma pipeta, uma gota da solução contendo os íons I_3^-/I^- em acetoneitrila sobre o furo presente em cada uma das placas. A seguir, as placas foram colocadas em um dessecador devidamente vedado, conectado a uma bomba de vácuo, responsável pela redução da pressão e pela entrada dos íons I_3^-/I^- na cela. Como o furo feito na placa não pode permanecer aberto, foi vedado com uma lamínula, colada com o mesmo filme plástico que une as duas camadas de vidro quando colocadas na estufa.

A Figura 8 mostra uma cela quase pronta que usa quercetina como sensibilizante. A parte escurificada é referente ao filme plástico que foi utilizado na vedação e união das placas de vidro. Também é possível notar um furo na placa superior, por onde é colocado o contraeletrodo de platina e também por onde entra a solução contendo os íons I_3^-/I^- , a qual se encontra visível em volta do eletrodo de dióxido de titânio, apresentando uma coloração amarela, um pouco mais fraca que a do eletrodo.

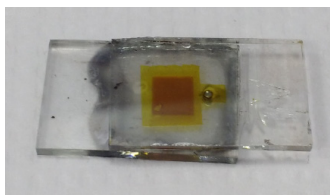


Figura 8 Cela sensibilizada com quercetina pronta para ser fechada.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.3 Testes de rendimento

Realizaram-se testes nas células para comparar sua eficiência em relação àquela que utiliza o corante padrão e que foi sensibilizada com o N719. Fez-se o teste de eficiência quântica (*Incident Photon-to-Current Efficiency* – IPCE) que corresponde à quantidade de elétrons livres gerados em relação ao número de fótons monocromáticos incididos. É um modo de calcular a quantidade de elétrons gerados em relação aos fótons com diferentes comprimentos de onda.

Para a realização do teste, utilizou-se um monocromador da Oriel para incidir fótons com comprimento de onda definido (de 400 a 800 nm). As celas são posicionadas em um suporte alinhado ao feixe de luz incidente, e as extremidades da célula são ligadas a um multímetro, que indica os valores de corrente gerada por ela, com a incidência de luz. Foram registradas as correntes geradas pelos comprimentos de onda entre 400 e 800 nm, que compreendem a região do visível e infravermelho próximo, com um intervalo de 5 nm entre cada um.

O procedimento foi feito com uma célula de quercetina como sensibilizante, uma célula com extrato de eucalipto e uma de N719. Para o cálculo do IPCE, utilizam-se a corrente gerada, a medida do comprimento de onda incidido e a energia relativa àquele comprimento de onda. Ainda é necessário obter a área do eletrodo. Para a determinação da área, utilizou-se um programa em que se fotografam as células próximas a uma régua, para servir de padrão de escala, e, posteriormente, traçou-se uma linha contornando o eletrodo. O programa informa a área a partir da medida feita da régua na imagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 9 apresenta os gráficos dos valores de IPCE obtidos em função do comprimento de onda. Na Figura 9a, observa-se que a quercetina apresenta um melhor desempenho (maior valor de IPCE), em se tratando de geração de elétrons livres, em comprimentos de onda próximos a 400 nm, porém caindo bruscamente em comprimentos maiores. Isso deve se ao fato de a quercetina apresentar bandas abaixo de 400 nm (Figura 10).

Para a célula sensibilizada por extrato de eucalipto (Figura 9b), observou-se uma melhor conversão de fótons em elétrons livres quando a radiação incidente ficou em torno de 500 a 550 nm. Entretanto, ainda se tem um percentual muito baixo, de quase 1% no máximo. O extrato de eucalipto apresenta bandas na região do UV

(Figura 11). O fato de a melhor conversão estar em torno de 500 nm será motivo de investigação.

O corante de rutênio, N719, mostrou-se muito mais eficiente, como era de se esperar, visto que absorve luz na região de 300 a 600 nm (PARUSSULO, 2013; PATROCÍNIO; IHA, 2010), tendo seu melhor aproveitamento em torno dos 520 nm, chegando a 80% (Figura 9c). A figura mostra que o N719 tem significativa geração de elétrons livres em todo o espectro do visível.

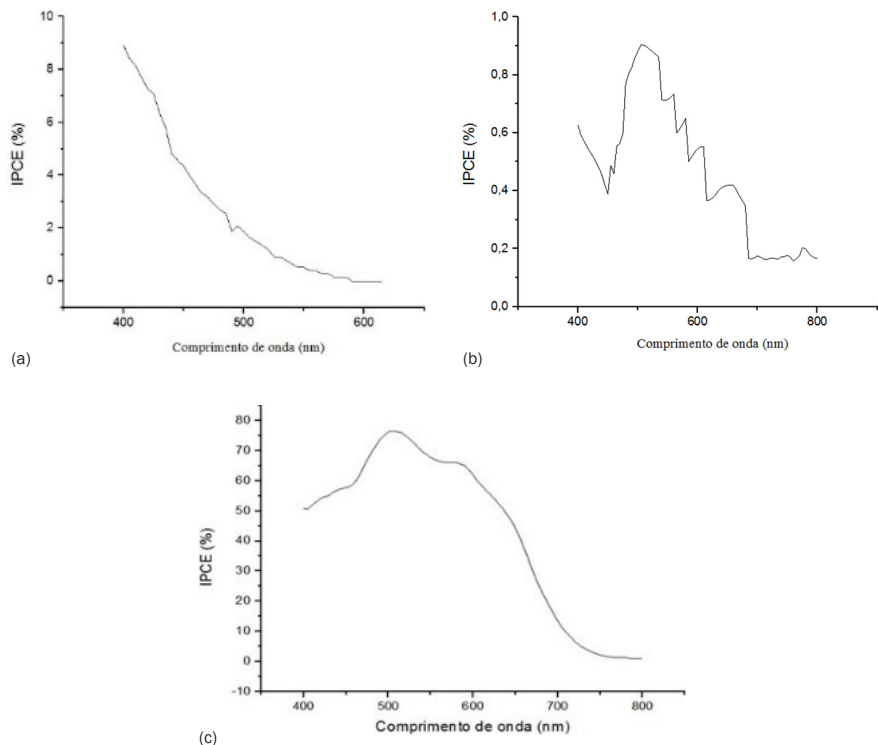


Figura 9 Gráfico de IPCE em função do comprimento de onda para o eletrodo sensibilizado por quercetina (a), extrato de eucalipto (b) e N719(c).

Fonte: Elaborada pelos autores.

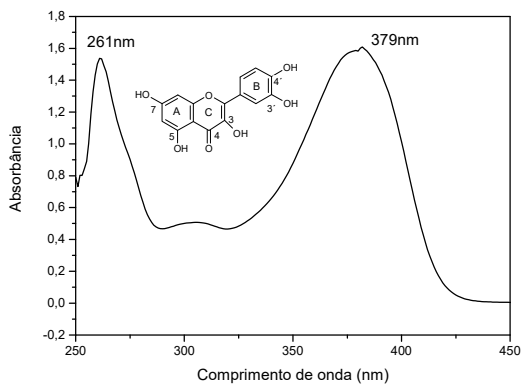


Figura 10 Espectro eletrônico de uma solução de $50 \mu\text{mol L}^{-1}$ da quercetina em dimetilsulfóxido (DMSO).

Fonte: Elaborada pelos autores.

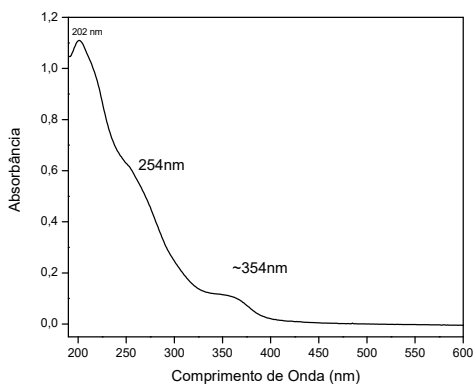


Figura 11 Espectro eletrônico de uma solução metanólica do extrato de eucalipto.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Além do IPCE, foi calculada também a eficiência das células em um simulador solar Ariel Sol1A Class. ABB. A fotocorrente (Tabela 1) foi registrada por um potenciostato da Autolab.

As células experimentais apresentaram um baixo rendimento energético. A queretina provavelmente teve esse baixo rendimento porque seu espectro eletrônico só apresentou bandas abaixo de 400 nm, o que é aparentemente pouco eficaz para a sensibilização de uma célula solar na região do visível. Os corantes ideais possuem bandas tanto na região do UV como na do visível e devem também possuir um grupo de ancoragem ao semicondutor. Apesar de a queretina possuir grupos hidroxilas que

podem adsorver a superfície do filme semicondutor e promover a injeção de elétrons, seu rendimento foi baixo.

TABELA 1

Eficiência das células experimentais.

Célula padrão de N719	Células de quercetina	Células de eucalipto
5,82%	0,07978%	0,102%
-	0,0673%	0,0972%
-	-	0,0857%
-	Média = 0,073 ± 0,006%	Média = 0,095 ± 0,005%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quanto ao extrato de eucalipto, não havia uma previsão de seu desempenho. A sensibilização não foi boa, pois ele também só tem bandas intensas na região do UV, e o número de elétrons livres gerados mesmo pela radiação nessa faixa de absorção ainda é baixo.

A célula padrão de N719 apresentou um ótimo rendimento, como era esperado (PATROCÍNIO; IHA, 2010). Seu espectro eletrônico apresenta bandas na região do UV e visível, e a geração de elétrons livres é alta nessa última região, além de o N719 possuir bons grupos de ligação ao semicondutor.

4 CONCLUSÃO

Ao longo dos últimos anos, a prática de converter luz em energia elétrica vem evoluindo e apresentando-se mais barata e eficiente. Esse processo de conversão passou por diversas mudanças, como forma estrutural dos elementos constituintes, mecanismos de geração, polarização e aproveitamento da incidência da luz solar. Se os pesquisadores e fabricantes conseguirem melhorar ainda mais a eficiência e aumentar o incentivo financeiro para a instalação de painéis fotovoltaicos, isso certamente ajudará a suprir o aumento da demanda energética prevista para os próximos anos. Além disso, deve-se considerar uma significativa diminuição da emissão de poluentes, pois trata-se de uma fonte limpa de energia.

Como uma alternativa crescente, as células solares sensibilizadas por corante têm apresentado um rendimento cada vez mais alto. A utilização de diferentes materiais constituintes e técnicas de captação é uma demonstração das melhorias feitas ao longo de anos de pesquisa. Muitas pesquisas têm se concentrado nos corantes de complexos

de rutênio por causa das diversas características que os tornam excelentes opções de aplicação em eletrodos solares. Experimentalmente constatamos que a quercetina e o extrato de eucalipto não mostraram a mesma eficiência apresentada por corantes constituídos por rutênio. Por esse motivo, é difícil que sejam aplicados futuramente para esse objetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Maria Rosana Evaristo da Silva, Juan Sebastian Aguirro Araque e ao professor Henrique Eisi Toma, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), a grande ajuda na montagem de toda a parte experimental e no esclarecimento de dúvidas.

ALTERNATIVE MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF PHOTOVOLTAIC ENERGY

Abstract

This work describes the assembly of dye-sensitized solar cells (*Dye Sensitized Solar Cell* – DSSC) using quercetin, eucalyptus bark extract and as standard a ruthenium polypyridine complex, N719. The values of quantum efficiency obtained for the cells constructed in this work, *Incident Photon-to-Current Efficiency* (IPCE), for quercetin (0,073%) and eucalyptus extract (0,095%) were lower than the observed for the standard (5,82%), a fact attributed to the low energy absorbed in the visible region. Despite the low quantum efficiency value, the result obtained for the eucalyptus extract was better than that observed for quercetin, a compound whose efficiency in solar cells has already been tested. Thus, new trials must be carried out to optimize the solar cells based on eucalyptus bark extract, an inexpensive and abundant material in the country.

Keywords: Energy. Solar cells. Flavonoids.

REFERÊNCIAS

- AGNALDO, J. S.; BASTOS, J. B. V.; CRESSONI, J. C.; VISWANATHAN, G. M. Células solares de TiO₂ sensibilizado por corante. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, p. 77-84, 2006.
- FALCÃO, V. D. *Fabricação de células solares de CdS/CdTe*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais)–Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia fotovoltaica: uma breve revisão. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.
- O'REGAN, B.; GRÄTZEL, M. A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO₂ films. *Nature*, v. 353, p. 737-740, 1991.
- PARUSSULO, A. L. A. *Conceitos supramoleculares e morfologia interfacial em células solares de TiO₂*. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Químicas)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- PARUSSULO, A. L. A.; BONACIN, J. A.; TOMA, S. H.; ARAKI, K.; TOMA, H. E. Unravelling the chemical morphology of a mesoporous titanium dioxide interface by confocal raman microscopy: new clues for improving the efficiency of dye solar cells and photocatalysts. *Langmuir*, v. 25, p. 11269-11271, 2009.
- PARUSSULO, A. L. A.; MATIAS, T. A.; GUIMARÃES, R. R.; TOMA, S. H.; ARAKI, K.; TOMA, H. E. Accessing the charge separation effects in dye-sensitized solar cells based on a vectorial planning of supramolecular ruthenium dyes. *Inorganica Chimica Acta*, v. 453, p. 764-770, 2016.
- PATROCÍNIO, A. O. T.; IHA, N. Y. M. Em busca da sustentabilidade: células solares sensibilizadas por extratos naturais. *Química Nova*, v. 33, n. 3, p. 574-578, 2010.
- PRIMA, E. C.; YULIARTO, B.; SUENDO, V. Improving photochemical properties of Ipomea pescaprae, Imperata cylindrica (L.) Beauv, and Paspalum conjugatum Bergas photosensitizers for dye sensitized solar cells. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, v. 25, p. 4603-4611, 2014.
- SANTOS, S. A. O.; VILELA, C.; FREIRE, C. S. R.; NETO, C. P.; SILVESTRE, A. J. D. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from Eucalyptus wood. *Journal of Chromatography B*, v. 938, p. 65-74, 2013.
- SEQUEIRA, S. I. H. *Células solares sensibilizadas por novos corantes derivados de cumarinas*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente)–Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.
- SONAI, G. G.; MELO Jr., M. A.; NUNES, J. H. B.; MEGIATTO Jr., J. D.; NOGUEIRA, A. F. Células solares sensibilizadas por corantes naturais: um experimento introdutório sobre energia renovável para alunos de graduação. *Química Nova*, v. 38, n. 10, p. 1357-1365, 2015.

SUZUKI, E. V.; REZENDE, F. D. *Estudo da utilização da geração fotovoltaica para auxiliar a suprir a demanda crescente de energia elétrica no Brasil*. 2013. Monografia (Especialização em Eficiência Energética)–Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

WATSON, J. European Photovoltaic Industry Association rebrands: SolarPower Europe – The New EPIA. 28 May 2015. Disponível em: <http://www.solarpowereurope.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1486589773&hash=c75147855aa8c7ed2f52e13237cdec63dad95f43&file=fileadmin/user_upload/documents/Media/28052015_AGM_PR.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2018.

Contato

Anamaria Dias Pereira Alexiou
adalexiou@gmail.com

Tramitação

Recebido em fevereiro de 2017.
Aprovado em março de 2018.