
Projeto

Número de Processo: 23411.014011/2018-78

Título: Uma célula solar de baixo custo e alta eficiência baseada em filmes coloidais de TiO₂ sensibilizados por corantes naturais.

Resumo: Desde a revolução industrial, os seres humanos contribuíram com mais dióxido de carbono para a atmosfera do que as plantas do planeta Terra podem reciclar, o que resultou em um aumento da temperatura global. Em 2016, a concentração de CO₂ na atmosfera ultrapassou a marca de 400 ppm. Para que ocorra uma "sociedade de baixo carbono", a energia fotovoltaica terá um papel fundamental na captação de energia. De forma que junto às tecnologias de semicondutores amplamente comercializadas baseadas em células solares de silício cristalino e de película fina, células fotovoltaicas alternativas estão surgindo. Além dos sistemas de filme fino, como CuInGaSe₂ ou CdTe, houve um rápido desenvolvimento de células solares de perovskita durante os últimos cinco anos. Os últimos evoluíram a partir de células solares sensibilizadas por corantes (DSCs), que recentemente passaram por grandes avanços como parte de novas tecnologias fotovoltaicas ambientalmente amigáveis, desde seu primeiro relatório por Grätzel e colaboradores. Atualmente, o mercado de células solares pode ser dividido em grandes instalações modulares para geração de energia terrestre e módulos menores para alimentar eletrônicos portáteis. Os DSCs podem ser usados em ambas as áreas, mas são particularmente promissores na segunda categoria. Eles mostram um excelente desempenho sob condições internas, com uma fonte de luz artificial, em comparação com outras tecnologias de células solares. As propriedades exclusivas dos DSCs as tornam a melhor alternativa para fontes de energia com fio e bateria, já que os DSCs são capazes de manter uma alta fotovoltagem mesmo em condições de luz difusa. Sabe-se que os DSCs têm um bom desempenho na luz ambiente; entretanto, poucos estudos foram publicados sobre o desempenho nessas condições. Sendo assim a proposta do nosso projeto será justamente a aplicação e o estudo das células solares sensibilizadas por corantes naturais. Os corantes selecionados foram a casca de jabuticaba, a amora e a beterraba.

Status do Projeto: Em Análise

Campus: Ivaiporã

Projeto é realizado apenas nas dependências do campus: Não

Local de Trabalho: IFPR e Uel

Data Entrada no Sistema: 18/03/2020

Período do Projeto: 06/04/2018 - 06/12/2020

- **Resumo;**

Desde a revolução industrial, os seres humanos contribuíram com mais dióxido de carbono para a atmosfera do que as plantas do planeta Terra podem reciclar, o que resultou em um aumento da temperatura global. Em 2016, a concentração de CO₂ na atmosfera ultrapassou a marca de 400 ppm. Para que ocorra uma "sociedade de baixo carbono", a energia fotovoltaica terá um papel fundamental na captação de energia. De forma que junto às tecnologias de semicondutores amplamente comercializadas baseadas em células solares de silício cristalino e de película fina, células fotovoltaicas alternativas estão surgindo. Além dos sistemas de filme fino, como CuInGaSe₂ ou CdTe, houve um rápido desenvolvimento de células solares de perovskita durante os últimos cinco anos. Os últimos evoluíram a partir de células solares sensibilizadas por corantes (DSCs), que recentemente passaram por grandes avanços como parte de novas tecnologias fotovoltaicas ambientalmente amigáveis, desde seu primeiro relatório por Grätzel e colaboradores. Atualmente, o mercado de células solares pode ser dividido em grandes instalações modulares para geração de energia terrestre e módulos menores para alimentar eletrônicos portáteis. Os DSCs podem ser usados em ambas as áreas, mas são particularmente promissores na segunda categoria. Eles mostram um excelente desempenho sob condições internas, com uma fonte de luz artificial, em comparação com outras tecnologias de células solares. As propriedades exclusivas dos DSCs as tornam a melhor alternativa para fontes de energia com fio e bateria, já que os DSCs são capazes de manter uma alta fotovoltagem mesmo em condições de luz difusa. Sabe-se que os DSCs têm um bom desempenho na luz ambiente; entretanto, poucos estudos foram publicados sobre o desempenho nessas condições. Sendo assim a proposta do nosso projeto será justamente a aplicação e o estudo das células solares sensibilizadas por corantes naturais. Os corantes selecionados foram a casca de jaboticaba, a amora e a beterraba.

Palavras-chave: *Gratzel, DSC, células solares, corantes naturais*

- **Curso(s) participante(s)/ nível (s)** *Eletrotécnica; Informática e Agroecologia; Ensino Médio Integrado; Física - Graduação (licenciatura), Engenharia Agrônômica - Graduação (bacharelado).*
- **Público-Alvo:**
- **Parcerias:** *Universidade Estadual de Londrina farei as análises físico-químicas das amostras (células).*
- **Objetivos: Geral:** Obtenção de uma célula de baixo custo com a utilização de corantes naturais.
- **Específicos:** Desenvolvimento do conceito aos discentes de energias renováveis e seu papel alternativo na obtenção de energia - Geração de energia - Utilização de frutas regionais para obtenção de corantes.
- **Justificativa:** *(Situat a ação com relação ao público alvo e apresentar argumentos sólidos à sua relevância social e acadêmica; contextualizar os sujeitos e o contexto no qual ocorrerá a ação; evidenciar a pertinência da ação para o contexto implicado e com o processo de formação; demonstrar como as ações de extensão propostas poderão atender problemas concretos da sociedade e/ou corroboram com as políticas públicas existentes)*
- **Fundamentação Teórica:** poucos estudos foram publicados sobre o desempenho das células solares sensibilizadas por corantes em condições de luz difusa. Os poucos relatórios que existentes usam eletrólitos à base de iodetos em combinação com um corante inorgânico à base de rutênio. No entanto, em 2005, Fukuzumi e colaboradores relataram que os complexos de cobre funcionavam bem como mediadores redox com intensidades de luz reduzidas (

20 mWcm⁻²). Os DSCs baseados em cobre e bis (2,9-dimetil-1,10-fenantrolina) foram melhorados por Wang e colaboradores, combinando-os com um sensibilizador orgânico, o que levou a um aumento nas eficiências de conversão de energia (ECE) de 7,0% a 100 mW cm⁻² a 8,3% a 23 mW cm⁻². Com melhorias adicionais dos DSCs e a introdução de novos equilíbrios redox baseados em cobre, Freitag e colaboradores recentemente superaram a marca de eficiência de 10,0% em 100 mW cm⁻² para essa família de mediadores redox alternativos. Aqui, apresentamos um design DSC que supera outras tecnologias fotovoltaicas, incluindo células solares de película fina GaAs, em termos de eficiência e custo sob condições de luz ambiente. Combinando judiciosamente dois cromóforos anteriormente relatados, isto é, o corante doador-?-receptor (D-?-R) codificado por D35 e o recentemente descoberto sensibilizador D-R-?-R baseado em benzotiadiazol. Visando o aumento da eficiência das células solares com menor impacto no ambiente, o projeto torna-se viável para promover uma interação da usina fotovoltaica, presente no campus, com o estudante dos cursos de ensino médio técnico e graduação.

- **Metodologia:** *A construção das células será de forma artesanal e de baixo custo. Os envolvidos no projeto farão uma pesquisa para indicar quais os materiais que melhores se encaixam nas condições de eficiência com materiais de baixo custo. Por exemplo o fornecimento de lâminas com TiO₂ com dimensões e estruturas nanocristalinas específicas pré-fabricadas é extremamente raro. Dessa forma, a produção de uma célula solar com eficiência em torno de 10% são necessários critérios para fabricação, critérios esses que serão elencados pelos participantes do projeto.*

A participação do discente no projeto trará novas perspectivas de como é conduzida a pesquisa em instituições de ensino. Primeiro a necessidade de uma extensa pesquisa para domínio do conteúdo trabalhado, dessa forma o discente tem autonomia para escolher os melhores materiais para a fabricação da célula fotovoltaica. A montagem da célula e produção do TiO₂ será realizada em laboratório do Instituto Federal do Paraná-Campus Ivaiporã. Após a montagem, o aluno aprenderá a avaliar as melhores condições para maior eficácia e eficiência da célula solar com ajustes no tamanho do filme de TiO₂, quantidade de corante, essas alterações devem manter o custo final inalterado. Com a célula pronta e funcionando, analisaremos a viabilidade da produção em larga escala para obtenção de um registro de patente.

- **Resultados Esperados:** Produzir uma célula solar de baixo custo e alto desempenho com corantes extraídos de frutas regionais. Após realizar a proteção via INPI do produto por meio de patente.

Cronograma

Ação	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Mai	Jun	Jul
Referencial Teórico	x	x									
Purificação do Óxido de Titânio		x	x	x							
Extração do Corante das frutas selecionadas			x	x	x						

Síntese do colóide corante óxido de Ti				x	x	x					
Redação do relatório semestral						x	x				
Construção da célula solar						x	x	x	x	x	x
Avaliação da taxa de conversão							x	x	x	x	x
Avaliação da eficiência							x	x	x	x	x
Alimentação de lâmpadas led									x	x	x
Redação do relatório final										x	x

- **Referências:** (*Apresentação dos textos, artigos, revistas e/ou livros utilizados no desenvolvimento do projeto*)

1. Collins, S. & Bell, G. Phenotypic consequences of 1,000 generations of selection at elevated CO₂ in a green alga. *Nature* 431, 566–569 (2004).
2. Rogelj, J. et al. Paris Agreement: climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature* 534, 631–639 (2016).
3. Ashina, S., Fujino, J., Masui, T., Ehara, T. & Hibino, G. A roadmap towards a low-carbon society in Japan using backcasting methodology: feasible pathways for achieving an 80% reduction in CO₂ emissions by 2050. *Energy Policy* 41, 584–598 (2012).
4. Wackernagel, M. & Rees, W. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* (New Society, 1998).
5. Green, M. A. Third generation photovoltaics: solar cells for 2020 and beyond. *Physica E* 14, 65–70 (2002).
6. Repins, I. et al. 19.9%-efficient ZnO/CdS/CuInGaSe₂ solar cell with 81.2% fill factor. *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 16, 235–239 (2008).
7. Chopra, K. L., Paulson, P. D. & Dutta, V. Thin-film solar cells: an overview. *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 12, 69–92 (2004).
8. Saliba, M. et al. Incorporation of rubidium cations into perovskite solar cells improves photovoltaic performance. *Science* 354, 206–209, (2016).
9. Li, X. et al. A vacuum flash-assisted solution process for high-efficiency large area perovskite solar cells. *Science* 353, 58–62 (2016).
10. Green, M. A., Ho-Baillie, A. & Snaith, H. J. The emergence of perovskite solar cells. *Nat. Photon.* 8, 506–514 (2014).

11. Mathew, S. et al. Dye-sensitized solar cells with 13% efficiency achieved through the molecular engineering of porphyrin sensitizers. *Nat. Chem.* 6, 242–247 (2014).
 12. O'Regan, B. & Gratzel, M. A low-cost, high-efficiency solar cell based on dyesensitized colloidal TiO₂ films. *Nature* 353, 737–740 (1991).
 13. Fraas, L. M. & Partain, L. D. *Solar Cells and Their Applications* (Wiley, 2010).
 14. Kalyanasundaram, K. *Dye-Sensitized Solar Cells* (EFPL, 2010).
 15. Sakamoto, R. et al. Electron transport dynamics in redox-molecule-terminated branched oligomer wires on Au(111). *J. Am. Chem. Soc.* 137, 734-741 (2015).
 16. Mathews, I., King, P. J., Stafford, F. & Frizzell, R. Performance of III–IV solar cells as indoor light energy harvesters. *IEEE J. Photovolt.* 6, 230–235 (2016).
 17. Yang, P. C., Chan, I. M., Lin, C. H. & Chang, Y. L. Thin film solar cells for indoor use. In 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conf., 696–698 (IEEE, 2011).
 18. Hagfeldt, A., Boschloo, G., Sun, L., Kloo, L. & Pettersson, H. Dye-sensitized solar cells. *Chem. Rev.* 110, 6595–6663 (2010).
 19. Barber, G. D. et al. Utilization of direct and diffuse sunlight in a dye-sensitized solar cell—silicon photovoltaic hybrid concentrator system. *J. Phys. Chem. Lett.* 2, 581–585 (2011).
 20. Lechêne, B. P. et al. Organic solar cells and fully printed super-capacitors optimized for indoor light energy harvesting. *Nano Energy* 26, 631–640 (2016).
 21. Lan, J.-L., Wei, T.-C., Feng, S.-P., Wan, C.-C. & Cao, G. Effects of iodine content in the electrolyte on the charge transfer and power conversion efficiency of dye sensitized solar cells under low light intensities. *J. Phys. Chem. C* 116, 25727–25733 (2012).
 22. Kroon, J. M. et al. Nanocrystalline dye-sensitized solar cells having maximum performance. *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 15, 1–18 (2007).
 23. Kontos, A. G. et al. Long-term thermal stability of liquid dye solar cells. *J. Phys. Chem. C* 117, 8636–8646 (2013).
-

Envolvidos

Nome	Função	Carga-Horária	Período
Thiago Orcelli	Coordenador	16	06/04/2018 - 06/12/2020
Rodolfo Lopes Coppo	Vice-Coordenador	2	06/04/2018 - 06/12/2020

Informações retiradas do SISCOPE em 27/07/2020 08:57:39