

MONTAGEM DA CÉLULA DE GRÄTZEL

Mounting the Cell of Grätzel

Daniel Rocha Pedrosa¹, Glauber Daniel Souza do Vale², Igor Leandro Zoffoli de Souza²,
Diana Esther Tuyarot³

Resumo: O projeto consiste na montagem de uma célula solar de Grätzel, apresentando o processo de construção assim como os materiais utilizados para o mesmo. A célula é o menor constituinte das placas fotovoltaicas que são utilizadas para aproveitamento da energia solar. Existem varios tipos de células, cuja eficiência e custo dependem do material com o qual são construídas. Michel Grätzel e Brian O'Regan apresentaram em 1991 a proposta de uma célula solar de baixo custo construída a partir de alguns compostos orgânicos e cujo funcionamento estaria embasado no fenômeno da fotossíntese. Neste trabalho é mostrado somente a montagem da célula e a medida da tensão contínua V_{oc} . Futuros projetos serão voltados para caracterização da célula e estudos mais detalhados acerca da estrutura. Espera-se propor a atividade como uma prática de laboratório para levar esse conhecimento para a sala de aula e contribuir com a formação dos alunos dos cursos técnicos.

Palavras-chave: fontes renováveis, energia fotovoltaica, sustentabilidade

Abstract: *The design consists in mounting a solar cell of Grätzel, showing the construction process, as well as the materials used for the same. The cell is the smallest constituent of photovoltaic panels that are used for utilization of solar energy. There are several types of cells whose efficiency and value depend on the material with which they are constructed. Michel Grätzel and Brian O'Regan presented in 1991 a proposal for a solar cell inexpensive built from some organic compounds and whose operation would be grounded in the photosynthesis phenomenon. This work is shown only the assembly of the cell and the measured voltage, future projects will be aimed at characterizing the cell and more detailed studies on the structure. It is expected to propose the activity as a laboratory practice to bring that knowledge to the classroom and contribute to the training of students of technical courses.*

Keywords: *renewable sources, photovoltaic energy, sustainability*

¹ Bolsista Capes (Jovens Talentos)

² Bolsista CNPq / IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora (2014)

³ Grupo de Estudos e Pesquisas em Energias Alternativas, Departamento de Educação e Ciências, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Juiz de Fora, diana.tuyarot@ifsudestemg.edu.br

INTRODUÇÃO

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 otimizar a obtenção para uso de essa classe de energias, além da pesquisa do produto, é importante a formação e qualificação dos técnicos e profissionais que serão futuros desenvolvedores da tecnologia e também para a indústria nacional. Este trabalho surge de um projeto de iniciação científica junior onde alunos de um curso técnico integrado de nível médio estudam as características e montagem de uma célula solar.

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. O Brasil vem investindo em pesquisa em relação às energias alternativas como pode-se encontrar no trabalho de Varella (Varella, 2012) e com ações de planejamento, tais como a recente reunião de empresas líderes do setor no Rio de Janeiro (Eletrobras, 2015) na qual foi elaborado um relatório com perspectivas em relação ao desenvolvimento energético, educação, programas e iniciativas implementadas (GSEP, 2015). O efeito fotovoltaico foi apresentado em 1839 por Alexandre Edmond Becquerel quando observou o comportamento em algumas substâncias quando expostas à luz. Hoje é conhecido que esse efeito surge quando um feixe de luz incide em um dispositivo de material semicondutor e produz uma diferença de potencial, o mesmo é o obtido quando se constroem as células solares.

O mecanismo de funcionamento das células solares está bem explicado em um vídeo apresentado pela TV da Universidade de Califórnia (UCTV) narrado por Melissa Woods, professora de física, (UCTV, 2008). Para o caso de uma célula de Silício (Si) pode-se observar o esquema de funcionamento na figura 1, onde pode-se reparar que após a luz solar atingir a superfície de Si tipo “n” da junção “pn” é produzido o efeito fotovoltaico, que tem como resultado o aparecimento de uma ddp que fornecerá a energia para funcionar o aparelho conectado (lâmpada) os elétrons voltam através do contato da base para se recombinar no Si tipo p, (figura 1).

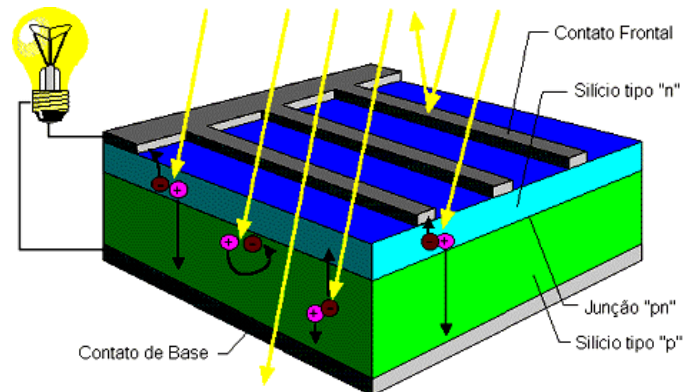


Figura 1 Esquema de funcionamento da célula solar. Imagem CRESESB in GTA (CRESESB, 2008, GTA, 2010).

Existem varios tipos de células, dependendo do material de que são construídas teremos uma maior ou menor eficiência e também custo. Uma listagem desta relação custo x beneficio é mostrada na tabela 1.

Tabela 1 Relação custo x benefício das principais células solares.

Tipos de células	Custo de produção	Custo de mercado	Materiais utilizados	Rendimento	Custo x Benefício
Célula solar monocristalina	Alto pois precisa de materiais muito puros para a fabricação	Cerca de R\$21,28 a célula*	.Cristal dióxido de silício desoxidado, com alta pureza. .Material semiconductor Com alto nível de pureza.	16 a 23%	Inicialmente possui custo x benefício ruim, porém os gastos vão ser pagos com o tempo.
Célula solar policristalina	Alto, porém mais baixo que a anterior, não precisam de materiais tão puros.	Aproximadamente R\$ 4,60.* Célula 156mm x 52mm 1.3w	.Cristal dióxido de silício desoxidado, com menos pureza do material. .Material semiconductor Com nível de pureza mais baixo.	11 a 13% no máximo 18%	Médio custo x benefício, pois não é tão cara e paga os gastos ao passar do tempo.
Célula solar de silício amorfo	Baixo, pois utiliza um material barato para a sua fabricação	Custo baixo	. Materiais semicondutores não tão puros. . Película de silício amorfo OBS: Sua principal desvantagem é a degradação desta película.	8 a 10% no máximo 13%	Bom custo x benefício pois é barata e paga o valor gasto ao longo do tempo. Porém sofrem degradação.
Célula solar de Grätzel	Baixo, pois necessita de materiais baratos e facilmente encontráveis	Custo mais baixo entre todas.	.2 Placa de vidro com camada (SnO2) . Corante natural. .Grafite	7 a 8%	Excelente x custo benefício, quase não há gastos de produção, e se paga com o tempo.

* custo de 2015 pesquisado na internet.

A CÉLULA DE GRÄTZEL

Michel Grätzel e Brian O'Regan apresentaram em 1991, a proposta de uma célula solar de baixo custo construída a partir de alguns compostos orgânicos e cujo funcionamento estaria embasado no fenômeno da fotossíntese (Grätzel, 1991). A célula de Grätzel é ensinada

nas universidades e é sugerido o uso da mesma, por exemplo, em carregador de dispositivos móveis. A empresa Solaronix está investindo nesta tecnologia para a produção industrial de painéis solares (Grätzel, 2014, Solaronix, 2013, Siqueira, 2012).

A forma de fazer a célula pode ser encontrada em vários textos e vídeos educacionais, (Agnaldo, 2006; Gleue, 2008; Azevedo, 1991; Valer, 2012; Santos, 2012).

A célula de Grätzel é composta de várias camadas como mostrado na figura 2.



Figura 2 Esquema da célula de Grätzel mostrando as camadas, duas de vidro ITO, uma de TiO₂, uma de corante, uma de grafite e uma de iodo.

O vidro ITO (Óxido de Índio com dopagem de Estanho) consiste em um vidro coberto por um filme condutor de ITO o qual é transparente à luz do Sol. Uma lamela de vidro será coberta com TiO₂ (Dióxido de Titânio) que será mergulhada em corante orgânico. Outra lamina é coberta com grafite. Quando juntas serão colocadas o eletrólito de iodo entre as duas como mostrado na camada vermelha da figura 2.

A proposta do projeto é a montagem de uma célula solar de Grätzel. Nas seções seguintes, será apresentado o processo de construção e desenvolvimento, bem como os materiais utilizados para o mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a construção da célula, são em sua grande maioria de baixo custo. O TiO₂ foi cedido no laboratório de metalurgia.

Lista de materiais

- Vidro ITO, 2 lamelas;
- TiO₂;
- Vinagre branco;

- Grafite;
- Iodo;
- Tinta para tecidos;
- Grampo;
- Instrumentos: balança; bico de Bunsen; becker; pipeta; almofariz; pistilo; pinça; agitador; multímetro;

A montagem da célula solar se deu em várias etapas. As lamelas de vidro foram obtidas de um visor de calculadora e foi necessário descolar as mesmas (Figura 3), após o qual foram observadas no Espectrômetro de fluorescência de raios X por Energia dispersiva - EDX 8000, que usa uma técnica não destrutiva de análise afim de se mapear a sua composição através da fluorescência de raios-X, mostrada na figura 4. Pode-se ver que a composição é majoritariamente Si e Ca. Um zoom para as faixas entre 0.0 e 5.0 keV é mostrado na figura 5.



Figura 3 Preparação das lâminas de vidro. (Fotos acervo pessoal dos autores.)

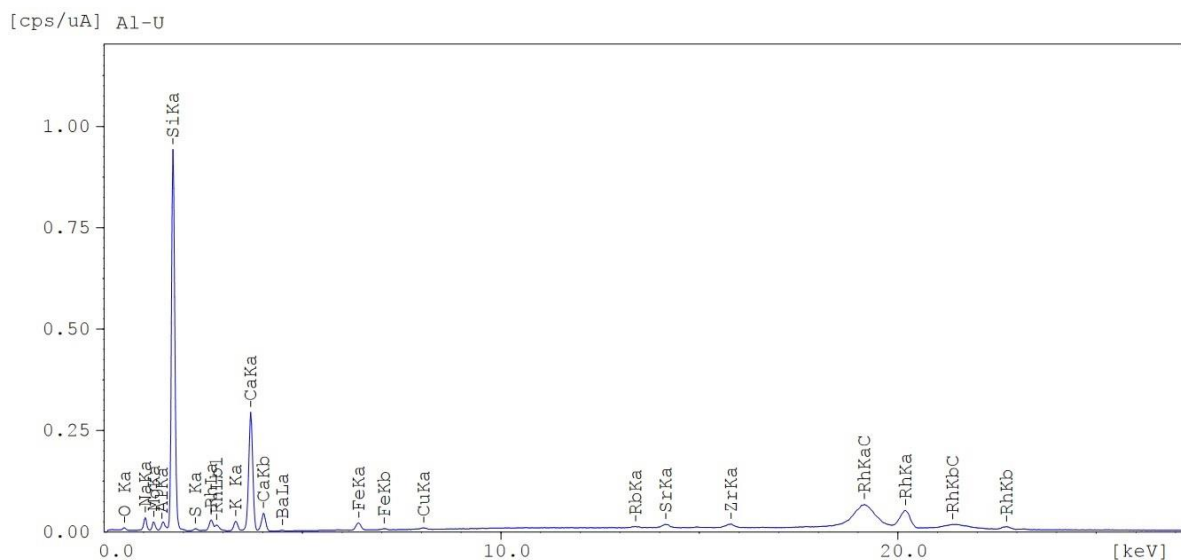


Figura 4: Espectro de fluorescência de raios-x das lamelas de vidro.

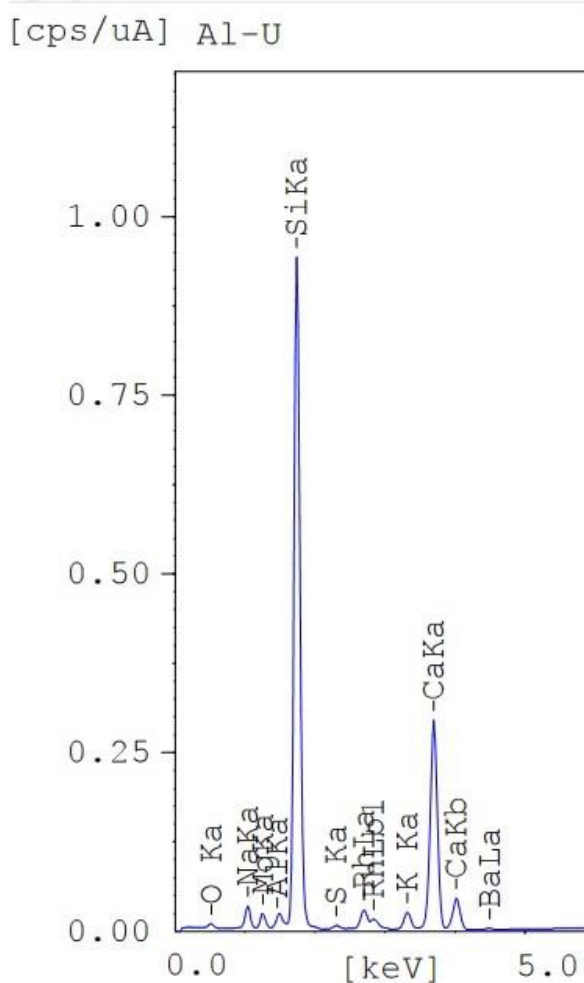


Figura 5: Zoom do Espectro de fluorescência de raios-x das lamelas de vidro entre 0.0 e 5.0 keV.

Os itens utilizados mostrados na figura 6 foram, como já dissemos, todos de baixo custo e a maioria de fácil obtenção, trazidos de casa ou comprados na farmácia e supermercado.



Figura 6: itens utilizados: TiO_2 , corante, iodo, instrumentos de medida, vinagre, grafite. (Fotos acervo pessoal dos autores)

Após cobrir uma lamela de TiO_2 , esta foi esquentada no bico de bunsen, enquanto a outra lamela foi coberta com grafite, conforme as figura 7 (a), (b) e (c).

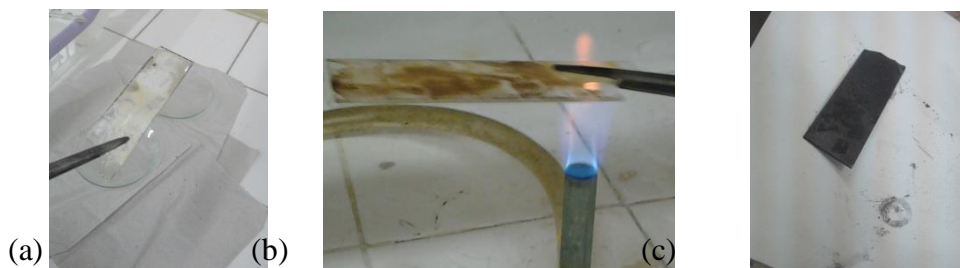


Figura 7: (a) lamela com TiO₂, (b) lamela esquentando e (c) lamela com grafite. (Fotos acervo pessoal dos autores)

O corante foi pesado e preparado segundo as indicações da embalagem, conforme a figura 8. A lamela com TiO₂ foi submergida no corante após a lamela resfriar e com cuidado de não tocar com as mãos para não reduzir a eficiência da mesma (VALER, 2014).



Figura 8: Corante pesado e preparado. (Fotos acervo pessoal dos autores)

Finalmente foram colocadas na disposição da figura 2, com a camada de vidro limpa para fora, e fixadas com um clip. Neste momento, foram pingadas varias gotas de iodo e colocadas para medir no multímetro.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Uma vez montada a célula, foi medida a tensão de circuito aberto com a luz do laboratório. O resultado obtido da medição com o multímetro foi 5,1mV na escala de 200mV de tensão contínua do aparelho, conforme a figura 9.

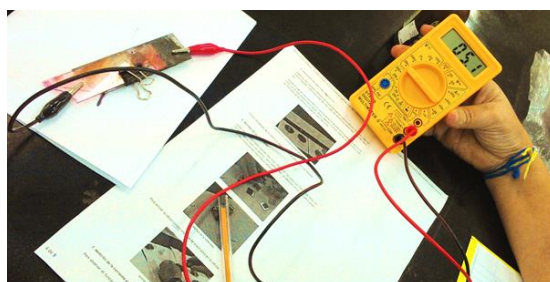


Figura 9: Medida da tensão de circuito aberto da célula com luz do laboratório. (Fotos acervo pessoal dos autores)

De acordo com a literatura, para uma célula pequena é habitual obter baixa voltagem. A obtenção dos parâmetros da célula depende de varios fatores, dentre outros, da espessura do filme de TiO_2 , a área do dispositivo, e até do tipo de corante que esta sendo utilizado (SEQUEIRA, 2012).

O trabalho foi idealizado com o objetivo de mostrar numa primeira etapa somente a montagem da célula. Futuros projetos serão voltados para caracterização da célula e estudos mais detalhados acerca da estrutura.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi mostrada a montagem de uma célula solar similar á sugerida por Grätzel. Embasando-se na literatura, as combinações dos materiais foi de diferentes topologias propostas. Foi utilizado material de baixo custo e de fácil obtenção. O resultado obtido para a V_{oc} foi baixo devido, dentre outros fatores, não ter sido obtido sob efeito da luz solar direta. No entanto, o fato de obter uma medida de tensão foi alcançada neste trabalho. Como trabalhos futuros será necessario realizar varias outras medidas para melhor caracterização da célula, como já foi relatado. Espera-se poder reproduzir a montagem e propor-la como uma prática de laboratório para levar esse conhecimento para a sala de aula e contribuir com a formação dos alunos dos cursos técnicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Professores Lecino Caldeira e Marinez Maciel da Costa do laboratorio de Metalurgia do Campus JF do IFSudesteMG e ao Prof. William Vieira dos Santos do curso do IFGW-Unicamp. O trabalho foi financiado pelos programas Jovens Talentos – Capes, PIBIC/Jr – CNPq e pelo IF Sudeste MG.

BIBLIOGRAFIA

AGNALDO, J.S. et al; **Células solares de TiO_2 sensibilizado por corante**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 77 - 84, (2006).

AZEVEDO, M. CUNHA, A., **Fazer uma célula fotovoltaica**; Physics on Stage, Aveiro Pt, v2, n4, 1991.

CRESESB, **Energia Solar Fotovoltaica**, 2008

http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=321, acesso em 2013.

GLEUE, Alan, **Building the Grätzel solar cell**, in CBCE Summer Workshop, 2008

GRÄTZEL, M., O'REGAN, B., **A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO₂ films**, Nature 353, 737-740, 1991

_____ ; <http://www.srf.ch/play/tv/sciencesuisse/video/solar-andersrum-12-michael-graetzel-chemiker?id=52939e89-6d3e-4cc9-ae76-75a67476bd49>, acesso em junho, 2015

GSEP, Global Sustainable Electricity Partnership, **Annual Progress Report**, in

<http://www.globalelectricity.org/en/index.jsp?p=129>, acesso em junho, 2015

Eletrobrás, **energia para novos tempos**, notícia,

<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISEB7EA1A1ITEMID1DE910131C4F45B3AED625CA18A0468FPTBRIE.htm>, acesso em junho, 2015

GTA, Grupo de Teleinformática e automação da UFRJ, 2010

http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rssf/desafios.html, acesso em setembro, 2013

SANTOS, W. V. Dos, **Comparando diferentes estruturas que convertem a luz solar em energia elétrica**, Relatório, UNICAMP, 2012.

SEQUEIRA, S. I. H., **Células Solares Sensibilizadas por novos Corantes Derivados de Cumarinas**, Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9031/1/ulfc104424_tm_Sara_Sequeira.pdf, acesso em junho, 2015.

SOLARONIX, **Solar Cells**, 2013 <http://www.solaronix.com/solarcells/> Acesso em junho, 2015

UCTV, University of California Television, **The power of the sun**, 2008. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=u0hckM8TKY0>, acesso em 2015.

VALER, R. **Celda Solar Casera Grätzel**: Proyecto de ciencias. 2012. Disponível em: <http://solucionessolares.blogspot.com.br/2012/06/celda-solar-casera-gratzel-proyecto-de.html>
Acesso em 11 jul. 2014.

VARELLA, F. K. O. M, *et al.*, **Regulatory incentives to promote the use of photovoltaic systems in brazil**, *holos*, Ano 28, Vol 3 pag. 15, 2012.