

CARACTERIZACAO ELETRICA DE CELULAS FOTOVOLTAICAS ORGANICAS. Daniela Martins Pellegrini – Engenharia Elétrica, Victor Ciro Solano Reynoso – Física – Departamento de Física e Química – Campus de Ilha Solteira.

No laboratório de Vidros Cerâmicas do departamento de Física e Química temos o projeto de desenvolver células fotovoltaicas baseadas em corantes orgânicos naturais e com o semicondutor TiO_2 . As células solares convencionais convertem energia luminosa em eletricidade através da exploração do efeito fotovoltaico que existe nas junções PN semicondutoras. A maioria das células fotovoltaicas existentes no mercado é baseada no semicondutor do silício (Si). A fabricação deste tipo de célula fotovoltaica apresenta dificuldades levando a que tal dispositivo seja produzida com elevados custos em escala industrial.

Em geral a célula fotovoltaica baseia-se nas propriedades dos materiais semicondutores e permite a conversão direta de energia luminosa em energia elétrica e o seu funcionamento é semelhante ao de um diodo foto-sensível. Este tipo de dispositivo realiza dois processos simultaneamente: a absorção da luz e a separação das cargas elétricas que são formados como consequência da absorção. As cargas elétricas formadas no dispositivo são elétrons e buracos e para evitar a sua recombinação prematura os materiais semicondutores empregados são altamente puros e livres de defeitos. Como o custo é bastante elevado, pesquisadores começaram a investigar novos materiais que não o Si e novos métodos de preparação.

Produto da pesquisa nesta direção mostrou que é possível utilizar materiais orgânicos na produção de energia, envolvendo um processo semelhante ao da fotossíntese. A célula fotovoltaica orgânica utiliza um princípio diferente no processo de absorção da luz e do processo de separação de cargas devido a sua construção simples, este foi idealizada por Gratzel e colaboradores[1] B. O'Regan, M. Gratzel, Nature 353, 737-739 (1991). Nos últimos anos assistimos a uma grande crescente pesquisa nesta área.

A célula fotovoltaica orgânica construída é composta de um substrato de vidro de aproximadamente 2 x 2 cm de área efetiva onde foi depositado pelo método spray-pirolise na temperatura de 450 °C uma fina camada transparente e condutora de $\text{SnO}_2\text{-Sb}$, que serve de eletrodo negativo onde incide diretamente a luz. Seguidamente foi depositada pelo método de spray-pirolise encima da camada condutora uma camada de TiO_2 na temperatura de 300°C e posteriormente foi tratada termicamente na temperatura de 450°C por 2 horas. O resultado deste processo garantiu a aderência e porosidade e a estrutura do TiO_2 é do tipo anatase. Utilizamos um corante artificial diluído em álcool etílico puro para fazer que o substrato que contem o TiO_2 poroso absorva o corante na camada porosa de TiO_2 . Utilizamos uma outra lamina de vidro com o filme condutor e depositado uma fina camada de grafite para ter o contra eletrodo positivo. A ativação da célula fotovoltaica foi realizada utilizando uma solução de eletrólito diluída de Iodato de potássio e Iodo. A figura 01 ilustra algumas células fotovoltaicas montadas no nosso laboratório utilizando três tipos de corantes orgânicos.

O TiO_2 na forma de filme fino é transparente e possui uma banda proibida de energia da ordem de 3 eV. Esta é uma energia alta motivo pelo qual o TiO_2 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 é depositado sobre a sua superfície nano porosa. Assim o TiO_2 e o corante, possuem mesmo nível de energia de Fermi.

No processo de iluminação da área sensível da célula fotovoltaica o papel do corante orgânico e absorver a luz na região visível e injetar elétrons no interior do semicondutor TiO_2 . As moléculas do eletrólito são reduzidas no eletrodo positivo que por, sua vez, ajuda a regenerar a célula fotovoltaica. Os elétrons que estão no nível de valência do corante orgânico podem ser excitados e injetados na banda de condução do TiO_2 . Neste processo ocorre o surgimento de buracos nas moléculas de corante, que são rapidamente, preenchidas 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 porosa do TiO_2 . O processo inverso ocorre no eletrodo positivo, quando recebe elétrons que completam o ciclo através do circuito externo.

Os principais fatores que influenciam as características elétricas da célula fotovoltaica é a intensidade luminosa que incide e a temperatura da célula. A corrente gerada aumenta linearmente com o aumento da Intensidade luminosa. Por outro lado, o aumento da temperatura na célula faz com que a eficiência caia abaixando assim os pontos de operação para uma potência máxima gerada. As principais características elétricas dos módulos fotovoltaicos são as seguintes: Voltagem de Circuito Aberto (V_{oc}), Corrente de Curto Circuito (I_{sc}), Potência Máxima (P_m), Voltagem de Potência Máxima (V_{mp}), Corrente de Potência Máxima (I_{mp}).



Fig. 01. Células prontas para a caracterização elétrica

A caracterização da célula fotovoltaica é realizada através da medida da curva de corrente-tensão (I-V) sob iluminação. Esse pode ser medida utilizando um circuito onde podemos variar o valor da resistência de carga conectada com a célula. A resistência externa é montada em série com a célula fotovoltaica para estudar o comportamento da conversão da luz em energia elétrica e determinar a condição de máximo rendimento. A montagem do circuito é esquematizada na figura 02. Os dados coletados para a tensão-corrente estão na figura 03

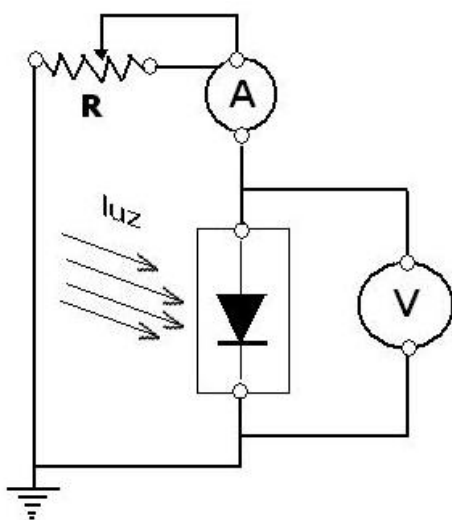


Figura 02. Esquema do circuito de medidas

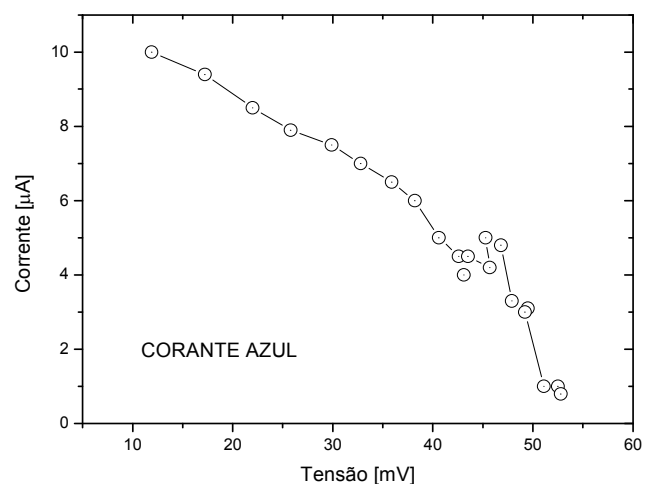


Figura 03. Curva Tensão-corrente

A forma da curva da corrente-tensão é semelhante ao de uma junção semicondutora PN de um diodo. Os baixos valores obtidos são devido à iluminação deficiente encima desta. Como parte importante da caracterização elétrica é a potencia elétrica que esta pode fornecer para possíveis aplicações como fonte de alimentação, foi calculada a potencia pela relação $P=VI$ e no gráfico foi colocado a potência-resistência de carga. Observamos do gráfico da figura 04 que a máxima potencia da célula fotovoltaica ativada com corante azul desenvolve é $P_m = 230 \text{ nW}$ quando é conectado o resistor de carga externo de $30 \text{ k}\Omega$. Na figura 05 temos a potencia desenvolvida pela célula fotovoltaica com corante vermelho, podemos observar que a potencia máxima é de $P_m = 10 \text{ nW}$ com um resistor externo de $32 \text{ k}\Omega$.

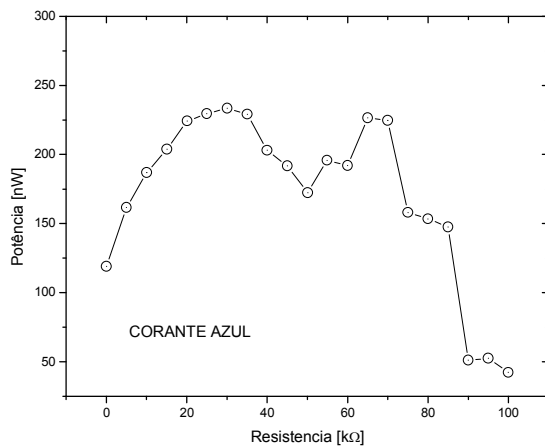


Fig. 04. Potencia da célula fotovoltaica com corante azul

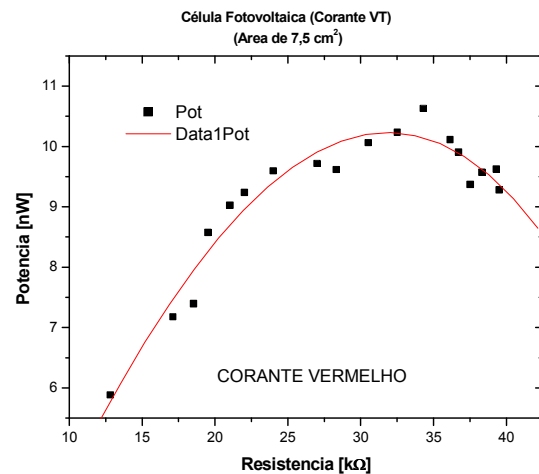


Fig. 05. Potencia da célula fotovoltaica com corante vermelho

Devemos anotar que os baixos valores obtidos são devido a que utilizamos uma lâmpada de baixa iluminação da ordem de 50 W de potencia elétrica na distancia de 30 cm. As medidas de caracterização elétrica para determinar os outros parâmetros elétricos de funcionamento da célula estão ainda em andamento.