



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102020011086-1 A2



(22) Data do Depósito: 02/06/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 07/12/2021

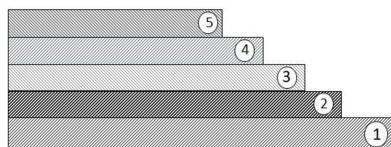
(54) **Título:** DISPOSITIVO ELETRÔNICO EM UM SUBSTRATO TRANSPARENTE, FLEXÍVEL E BIOSUSTENTÁVEL BASEADO EM QUITOSANA

(51) **Int. Cl.:** H01L 51/42; B82Y 30/00.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA.

(72) **Inventor(es):** MATHEUS FELIPE FAGUNDES DAS NEVES; LUCIMARA STOLZ ROMAN; HELTON JOSÉ ALVES; ELIANE SOARES DA SILVA.

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO ELETRÔNICO EM UM SUBSTRATO TRANSPARENTE, FLEXÍVEL E BIOSUSTENTÁVEL BASEADO EM QUITOSANA. A presente invenção trata de um dispositivo eletrônico construído utilizando como substrato uma membrana transparente e flexível baseada em quitosana, produzida a partir da deacetilação da quitina, obtida principalmente do exoesqueleto de crustáceos; e polisulfona, polímero termoplástico de boa resistência. Esse substrato é um potencial substituto do polietileno tereftalato, mais conhecido como PET. O dispositivo eletrônico da invenção é um dispositivo fotovoltaico orgânico estruturado em heterojunção em bicamada. O dispositivo optoeletrônico é constituído de uma camada doadora de elétrons (PSiF-DBT) e uma camada aceitadora de elétrons (Fulereno C60). O eletrodo é constituído de PEDOT:PSS e o contato elétrico é feito pelo sendo que a sua eficiência como célula solar alcançou 0.3%, com fator de preenchimento de 50%.



“DISPOSITIVO ELETRÔNICO EM UM SUBSTRATO TRANSPARENTE, FLEXÍVEL E BIOSUSTENTÁVEL BASEADO EM QUITOSANA”

Campo da Invenção

[001]. A presente invenção trata de um dispositivo fotovoltaico orgânico flexível, capaz de gerar energia elétrica a partir da incidência luminosa. O dispositivo é composto por uma membrana de quitosana e polisulfona, eletrodo transparente de poli(3,4-etilenodioxitiofeno)-poli(estireno sulfonato), conhecido como PEDOT:PSS, camada ativa de poli[2,7-(9,9-dioctil-dibenzosilol)-alt-4,7-bis(tiofeno-2-yl)benzo-2,1,3-tiadiazol], conhecido como PSIF-DBT e fulereno C₆₀ e contra eletrodo de alumínio.

Fundamentos da Invenção e Descrição do Estado da Técnica

[002]. Trata-se da construção de dispositivos eletrônicos arquitetados em um substrato baseado em quitosana, biopolímero de natureza polissacarídica oriundo da técnica de deacetilação parcial da quitina, um polímero proveniente, em sua maior parte, de resíduos da carcinicultura (encontrada no exoesqueleto de camarões, por exemplo), e em moluscos tais como a lula (encontrada em seu interior). O substrato apresenta características flexíveis e transparentes. Como exemplo de dispositivo, construímos um fotovoltaico orgânico. A invenção tem como foco a substituição do substrato de polietileno tereftalato, mais conhecido como PET, um polímero termoplástico que apresenta características semelhantes de transparência e flexibilidade. O PET, na atualidade, é o substrato comumente utilizado na fabricação dos dispositivos flexíveis orgânicos.

Descrição da abordagem do problema técnico

[003]. Dispositivos eletrônicos orgânicos são vastamente utilizados no mundo atual e tem uma vasta gama de aplicações, desde células fotovoltaicas a telas de celulares baseadas em diodos emissores de luz. A principal característica desses dispositivos eletrônicos é a utilização de materiais orgânicos, que são em grande parte facilmente encontrados na natureza, ou sintetizados procurando diminuir os impactos ambientais. Como exemplo, focaremos nos dispositivos fotovoltaicos. Eles são diodos responsáveis pela geração de energia fotovoltaica, ou seja, um processo de conversão que gera tensão e/ou corrente elétrica quando iluminados. O efeito fotovoltaico, descoberto por Alexandre-Edmond Becquerel, em seu artigo "*Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires*", 1839, *Comptes Rendus* 9, 561-567, explica esse processo. Os dispositivos fotovoltaicos são constituídos por um material semicondutor entre dois materiais condutores, onde um deles é transparente a determinado intervalo de radiação a ser absorvida. Nessa arquitetura simplificada o material semicondutor é chamado de camada ativa, responsável por absorver luz e gerar portadores de cargas livres. Segundo NELSON, Jenny em "*The Physics of Solar Cells*", Imperial College, 2003, o material escolhido para essa camada depende da energia de banda proibida, definida como a diferença de energia entre o topo da banda de valência e a base da banda de condução, que deve acordar com a faixa de radiação incidente disponível, pois essa é a energia mínima necessária para que o elétron sofra transição entre essas bandas.

[004]. Então, pode-se construir células solares tanto com materiais orgânicos quanto com inorgânicos. Apesar de haver transição, a excitação óptica em materiais orgânicos (em sua grande maioria, poliméricos) não é suficiente para gerar portadores de cargas livres. O que acontece é a promoção dos elétrons para um nível de maior energia, deixando um buraco no nível previamente ocupado,

formando um par elétron-buraco denominada éxciton. Devido ao potencial Coulombiano, o éxciton tende a se recombinar, num processo de relaxação e para que isso não ocorra, é necessário fornecer uma quantidade de energia a fim de separar as cargas antes que se recombinem. Segundo Neil W. Ashcroft e N. David Mermin, "*Solid State Physics*, Brooks Cole, 1976, em materiais inorgânicos, como o silício, a energia térmica à temperatura ambiente de 300 K é capaz de dissociar o éxciton. ROMAN, L. S., et al, *Excitation transfer in polymer photodiodes for enhanced quantum efficiency*, *Advanced Materials*, V. 12, n. 15, 1110-1115, 2000, explica que para haver dissociação desse par elétron-buraco em materiais poliméricos, necessita-se de uma energia maior, ou uma região de campo elétrico mais intenso, fazendo com que os dispositivos em monocamada (só um constituinte na camada ativa) sejam ineficientes na separação de cargas pela alta taxa de recombinação.

[005]. Com o intuito de aumentar a eficiência de separação de cargas, TANG, Ching W., *Applied Physics Letters*, 48, 1986, 183, propôs a estrutura de heterojunção em bicamada dos dispositivos, no qual utiliza-se de dois filmes poliméricos com diferentes valores de LUMO (sigla em inglês para *lowest unoccupied molecular orbital*, ou seja, orbital desocupado de mais baixa energia). Essa eficiência é aumentada porque os elétrons tendem a fluir do material de LUMO mais alto para o mais baixo, similar à junção *pn* em dispositivos inorgânicos, que, segundo SWART, Jacobus W., "*Semicondutores, Fundamentos, Técnicas e Aplicações*", Editora Unicamp, 2008, é a junção básica dos diodos e dos dispositivos semicondutores, onde *p* é o material semiconductor de condutividade de característica positiva, enquanto *n* é com a condutividade de característica negativa. Ao material cujo LUMO é maior, denomina-se comumente de doador de elétrons, ao passo que o aceitador de elétrons é o que possui menor valor de LUMO.

[006]. A fim de reduzir custos e gerar menos resíduos na produção de painéis solares, os estudos de dispositivos fotovoltaicos orgânicos vêm sendo muito difundidos. Mais conhecidos como OPV's (do inglês *organic photovoltaics*) as células são montadas com materiais orgânicos. Por serem constituídos de tintas poliméricas, a fabricação desses dispositivos é bem mais barata comparada com a dos inorgânicos, e de alta escalabilidade em cadeias produtivas. Atualmente o método de fabricação mais utilizado é o de impressão de rolo para rolo, que é um processo rápido no qual o substrato é transferido de um rolo para outro enquanto a impressão é feita.

[007]. Dependendo do substrato empregado na fabricação, esses dispositivos podem ser flexíveis, facilitando a impressão dos painéis fotovoltaicos. Atualmente, o substrato mais utilizado é o polietileno tereftalato, mais conhecido como PET. Assim, os OPV's vêm ganhando espaço no mercado fotovoltaico, devido sua leveza, versatilidade, preços mais acessíveis e boa contribuição no aspecto de energia renovável.

[008]. Apesar da maioria dos plásticos (como o PET, vastamente utilizado na fabricação de células solares) serem recicláveis, eles ainda não são biosustentáveis, pois a sua produção e descarte ainda gera resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Com o intuito de manter o conceito de energia limpa, a invenção apresenta um dispositivo fotovoltaico orgânico arquitetado em um substrato biosustentável que, além de contribuir na eficiência energética, ainda auxilia no tratamento de lixo.

[009]. Os substratos são membranas compósitas de quitosana e polisulfona. A quitosana é um biopolímero obtido a partir da deacitilação parcial da quitina (2º biopolímero natural mais abundante na terra, segundo THARANATHAN, RN, "*Chitin- The Undisputed*

Biomolecule of Great Potential, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43:1, 61-87, 2003). A quitina é vastamente encontrada no exoesqueleto de crustáceos, como na casca do camarão. Além disso, encontra-se em animais como lulas e outros moluscos. A quitosana apresenta diversas propriedades físicas como condutividade elétrica, resistência mecânica e grande área superficial. Sendo que, além disso, esse biopolímero pode ser moldado em diferentes técnicas, como pó, gel, filmes finos, entre outros. A polisufona, responsável por aumentar a resistência mecânica do substrato, é um polímero termoplástico que apresenta diversas propriedades, tais como a boa resistência à temperatura, estabilidade dimensional, boa transparência e resistências química e mecânica.

[010]. Segundo o mais recente boletim estatístico da Pesca e aquicultura do ICMBio, de 2011, a produção de pescados no Brasil atingiu quase 1,4 milhão de toneladas. No Primeiro Anuário Brasileiro da Pesca e aquicultura, de 2014, percebe-se que a indústria pesqueira no Brasil e no mundo vem crescendo significativamente. Essa indústria gera muitos resíduos, que apesar de ter grandes concentrações de quitina, não têm nenhuma destinação a não ser aos aterros sanitários - que não apresentam muitos pontos favoráveis, pois ainda necessitam de diversos tratamentos de solo para que o meio ambiente não seja muito prejudicado (além do fato de deter um espaço que poderia ser utilizado para outras finalidades) -. Ainda, os aterros exalam gases tóxicos, consequência da decomposição dos materiais ali presentes.

[011]. Muitas pesquisas são feitas com base nesse polímero se estendendo desde a medicina a nano eletrônica. No artigo de *Haiyang Liu et.al*, 2015, *Biomacromolecules*, 16(8), 2363-2373, DOI: 10.1021/acs.biomac.5b00603, a quitosana foi estudada como agente de tratamento de doenças neurodegenerativas pelo fato de ser uma

cadeia polimérica carregada positivamente, inibindo a fibrilogênese de proteínas desordenadas (como A β 40, associada à doença de Alzheimer), que apresentam resíduos de cargas negativas na cadeia polimérica.

[012]. Segundo *Randy Chi Fai Cheung et.al, Marine Drugs* 2015, 13, 5156-5186; DOI: 10.3390/md13085156, é possível fazer com que a quitosana se solubilize em diversos meios através de modificações químicas ou hidrogéis, apesar de apresentar baixa solubilidade em meios neutros e alcalinos. Com isso, aumenta-se a aplicabilidade desse polímero tão versátil. A sua não toxicidade, baixo teor alérgico e biocompatibilidade reforçam a ideia para o uso farmacêutico e biomédico.

[013]. Autores como *Tokoro et al. Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 1988, 36, 784-790, exploram a propriedade antitumoral, abrindo portas para futuras pesquisas nessa área mostrando que a morte de células cancerígenas se dá por apoptose.

[014]. *Kim, I.Y. et al. , Acta Biomaterialia*, 2015, 22, 59-69, mostra que materiais derivados da quitosana podem ser usados na reparação de tecidos, tais como ossos, cartilagens e até vasos sanguíneos através do hidrogel a base de quitosana. Ainda na área da engenharia de tecidos, outro estudo promissor é a reparação do nervo ciático utilizando tubos de quitosana, publicado por *Li, Q. et al., BioMedical Engineering OnLine*, 2015, 14, DOI: 10.1186/s12938-015-0028-2.

[015]. Pelas propriedades da quitosana, ainda há a implementação no ramo farmacêutico, como por exemplo, a administração de medicamentos. Pesquisas como *Jabbal-Gill et al., Expert Opinion in Drug Delivery*, 2012, 9, 1051-1067, DOI: 10.1517/17425247.2012.697455 apresentam resultados sobre a

administração via oral e nasal para medicamentos polares, como peptídeos, na qual a quitosana e seus derivados participam efetivamente no direcionamento das vacinas por apresentarem características como a fácil manipulação das cargas de superfície. Associado a nanoeletrônica, outra pesquisa de impacto é a de Bert Esteban-Fernández de Ávila et al., publicado na *Nature Communications*, 8, 2017, DOI:10.1038/s41467-017-00309-w, na qual um nanomotor com propulsão própria foi feito para tratamento de doenças estomacais. Esse nanomotor é revestido de quitosana, que pela sua propriedade mucoadesiva, adere à parede estomacal e ao se dissolver entrega o remédio na região desejada.

[016]. Estudos como de Censi R et al., *Journal of Controlled Release*, 2012, 161, 680-692 DOI: 10.1016/j.jconrel.2012.03.002, mostram que hidrogéis podem encapsular macromoléculas de remédios, como proteínas, dentro da sua cadeia polimérica. Associado ao estudo de Xu T. et al., *Carbohydrate Polymers*, 2010, 81, 931-936 DOI:10.1016/j.carbpol.2010.04.008, que comprova a bioadesão e as propriedades antibacterianas da quitosana, Giri TK. et al., *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 2012, 2, 439-449, DOI:10.1016/j.apsb.2012.07.004, investigaram a aplicabilidade de entrega de medicamentos via membranas de hidrogel baseadas em quitosana.

[017]. Seguindo a utilização da quitosana como substrato em diversas formas, inventos como o pedido CN103387687(A)-2013-11-13 de Li Dagang et al. Mostram o preparo de uma membrana fibrosa nanométrica de quitosana com aplicabilidade em diversos meios como substrato flexível para células solares, entre outros, devido sua transparência, resistência mecânica e pequena dilatação térmica. Diferentemente do presente invento, esse apresenta um método de

obtenção da membrana que dá origem ao substrato. Aqui apresentamos a fabricação da célula solar.

[018]. O invento de pedido CN104744714(A)–2015-07-01 de *Wang Xiaohui et al.* Mostra o preparo de um filme nanométrico baseado em quitosana e perovskita, com aplicação em células solares, mas não como substrato. Esse pedido usa as interações entre as nanopartículas de quitosana para o controle efetivo do crescimento dos cristais de perovskita.

[019]. Um estudo realizado por *Karine Lupatini et al.*, *Journal of Polymers and the Environment*, 2018, volume 26, 2964-2972 DOI: 10.1007/s10924-017-1146-7 explora a capacidade de utilização de membranas de quitosana como eletrólitos de baixo custo em células a combustível, comparando as propriedades de condução de cargas positivas entre a membrana obtida diretamente da carapaça do camarão com a comercial. Os resultados indicam que a maior condutividade pode ser explicada pela maior quantidade do grupo amina (-NH₂) na quitosana obtida no laboratório.

[020]. O invento KR20140090525(A)–2014-07-17 de *Im Chan et al.* Propõe uma célula solar orgânica que inclui um substrato e uma camada de eletrodo transparentes associado a uma camada de mobilidade positiva. Essa última é constituída de materiais orgânicos, entre eles a quitosana, por apresentar densidade de carga positiva ao longo da sua cadeia polimérica.

[021]. A presente invenção propõe uma nova utilização desse biopolímero através da fabricação de um dispositivo eletrônico utilizando como substrato uma membrana flexível e transparente composta por 97% de quitosana e 3% de polisulfona (essas porcentagens são referentes a razão em massa). O dispositivo escolhido

para exemplificar o uso foi o dispositivo fotovoltaico orgânico. Apesar da possibilidade de utilização de vários tipos de materiais orgânicos, vamos demonstrar o dispositivo constituído de maneira a ter um eletrodo transparente de poli(3,4-etilenodioxitiofeno):poli(estireno sulfonato) (PEDOT:PSS), sendo que a camada ativa é estruturada em heterojunção de bicamada, constituída de um material doador poli[2,7-(9,9-dioctil-dibenzosilol)-alt-4,7-bis(tiofeno-2-yl)benzo-2,1,3-tiadiazol] (PSiF-DBT) e um material aceitador (Fulereno C₆₀) de elétrons. A utilização desses substratos aumenta o apelo tanto científico pela eficiência energética, quanto ecológico no que se refere ao tratamento de resíduos e na destinação após obsolescência do produto, trazendo uma proposta de substituição do plástico polietileno tereftalato (PET) pela membrana a base de quitosana.

Descrição detalhada da Invenção

[022]. A invenção se remete a um dispositivo eletrônico, uma célula solar orgânica e flexível. O substrato utilizado na fabricação do dispositivo é constituído de quitosana, comercializada no mercado, solubilizada em ácido acético (cuja razão é de 2g de quitosana para 150 mL de ácido acético), e 0,3g de polisulfona, solubilizada em 8 mL de pirrolidona. As soluções foram homogeneizadas e reticuladas com ácido sulfúrico. Após o processo de secagem em uma estufa à temperatura de 60 °C em um período de 24 horas, a composição teve como resultado uma fina membrana flexível e transparente de aproximadamente 30 micrometros de espessura. A célula solar orgânica foi estruturada em bicamada, como pode ser observado no esquema representado na figura 1, arquitetada da seguinte maneira: Membrana compósita/ PEDOT:PSS/PSiF-DBT/fulereno C₆₀/Al. O eletrodo é o polímero condutor e semitransparente PEDOT:PSS, depositado por centrifugação e posto para secar a vácuo na temperatura de 75 °C durante 10

minutos. A camada doadora de elétrons da célula solar é o polímero PSiF-DBT, preparado em uma solução de diclorobenzeno na concentração de 1.5 mg/ml, também foi depositada por centrifugação. Através de evaporação em ambiente de alto vácuo, a camada aceitadora de elétrons de aproximadamente 30 nm de fulereno C_{60} , foi sublimada. Em seguida, uma camada de aproximadamente 200 nm de alumínio foi evaporada para o contato metálico. Os processos de evaporação foram feitos na evaporadora Boc Edwards Auto 306, sob pressão abaixo de 500 μ Pa. As medidas de densidade de corrente (J) em função da tensão aplicada (V) foram obtidas utilizando um picoamperímetro com fonte de tensão Keithley 6487. O simulador solar consiste em uma lâmpada de arco de xenônio de 150 W e do filtro AM1.5G (Ambos da Oriel). A intensidade da luz incidente foi configurada em 1000 W/m². O dispositivo fotovoltaico apresentou curvas características de diodo quando a análise de curvas de densidade de corrente em função da tensão aplicada foi feita sem a presença da fonte luminosa. Ao iluminá-los, obteve-se curvas características de uma célula solar, bem como de fotodetector, tendo, portanto, corrente de curto circuito (J_{sc}) e tensão de circuito aberto (V_{oc}) bem definidas. A área ativa do dispositivo é de 0,66 mm². O fator de preenchimento da curva característica foi de 51%. Com $J_{sc} = 1,2$ mA.cm⁻², e $V_{oc} = 0,5$ V, a eficiência obtida de um dispositivo com essas características foi de 0,30%. As resistências de shunt e de série são iguais a, respectivamente, 3162 Ω e 150 Ω .

Descrição das Figuras

[023]. As figuras em anexo servirão para proporcionar um melhor entendimento da estrutura do dispositivo e das respostas como célula solar, bem como no entendimento e exploração da sua morfologia.

[024]. A Figura 1 ilustra a arquitetura do dispositivo fotovoltaico orgânico, estruturado da seguinte forma: 1- Membrana compósita de quitosana e polímero sulfonado; 2- PEDOT:PSS; 3- PSiF-DBT; 4- C₆₀; 5- Alumínio. O material doador de elétrons é o copolímero PSiF-DBT, e o aceitador é o Fulereno C₆₀, constituindo assim a camada ativa da célula solar.

[025]. A Figura 2 ilustra as curvas dos dispositivos fotovoltaicos no escuro e sob iluminação da fonte de luz de xenônio com o filtro AM1.5G simulando a luz natural do sol, com intensidade de 1000W m⁻². As curvas serviram para obtenção dos parâmetros de fator de preenchimento e eficiência em conversão de potência do dispositivo.

[026]. A Figura 3 ilustra as curvas de eficiência quântica externa, IPCE, medida em porcentagens. Essa medida indica a eficiência de conversão de fótons incidentes em elétrons. Os picos em torno de 450 e 600 nm são correspondentes ao PSiF-DBT.

[027]. A Figura 4 ilustra a curva de transmitância da membrana compósita de quitosana e polisulfona, tendo permanecido em 80 % na maior parte dos comprimentos de onda. É necessário haver alta transmitância pois a luz que ilumina a camada ativa penetra no dispositivo através da membrana transparente.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo eletrônico em substrato transparente, flexível e biosustentável baseado em quitosana **caracterizado por** conter:
 - a) membrana composta por quitosana e polisulfona, ou outro polímero sulfonado, com composição entre 0,1% a 100% de quitosana;
 - b) polímero PEDOT:PSS como eletrodo, ou outro material com características condutoras;
 - c) estrutura de heterojunção em bicamada ou heterojunção de volume como camada ativa, usando PSiF-DBT e Fulereno C₆₀ como constituintes da camada ativa, ou com diferentes materiais com diferentes funções trabalho e características apropriadas para atuarem como camada ativa do dispositivo fotovoltaico.
2. Dispositivo eletrônico em substrato composto por quitosana e polisulfona, ou outro polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** apresentar composição entre 0,1% a 100% de quitosana.
3. Dispositivo fotosensor em substrato composto por quitosana e polisulfona, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** ter como substrato flexível e transparente uma membrana compósita dos quitosana e polisulfona.
4. Dispositivo fotodiodo orgânico em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** retificar a corrente elétrica.

5. Dispositivo fotosensor em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** apresentar foto-corrente ao ser iluminado.

6. Dispositivo fotovoltaico orgânico flexível em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** converter energia luminosa em energia elétrica.

7. Dispositivo fotovoltaico orgânico flexível em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** utilizar PEDOT:PSS como eletrodo, ou qualquer outro material com características condutoras que possa ser utilizado como eletrodo.

8. Dispositivo fotovoltaico orgânico flexível em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** ser arquitetada em estrutura de heterojunção em bicamada ou com qualquer outra montagem do dispositivo que seja conveniente.

9. Dispositivo fotovoltaico orgânico flexível em substrato composto por quitosana e polímero sulfonado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** utilizar PSiF-DBT e Fulereno C₆₀ como constituintes da camada ativa, ou com diferentes materiais com diferentes função trabalho e características apropriadas para atuarem como camada ativa do dispositivo fotovoltaico.

10. Processo de produção do dispositivo eletrônico em um substrato transparente, flexível e biosustentável baseado em quitosana **caracterizado por** conter as seguintes etapas:

- a) produção de membrana transparente e flexível utilizando entre 0,1% a 100% de quitosana que servirá de suporte para dispositivos eletrônicos depositados na geometria de camadas empilhadas;
- b) deposição da primeira camada de eletrodo transparente condutor, coletor de cargas, sobre o substrato flexível;
- c) deposição da segunda camada sobre a primeira contendo material semicondutor sensível a luz, polímeros e moléculas semicondutoras;
- d) deposição da terceira e última camada contendo material condutor de eletricidade, transparente ou não, para concluir o dispositivo e coletar as cargas fotogeradas de sinal contrário aquelas coletas pelo eletrodo da primeira camada.

FIGURAS

Figura 1

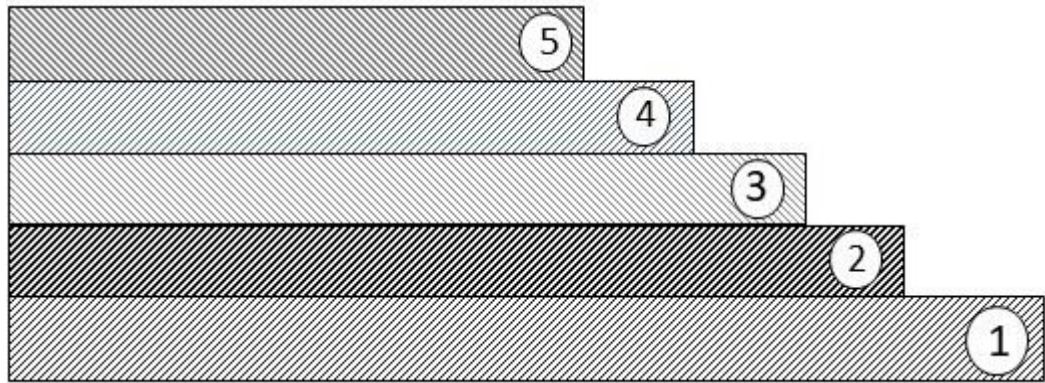


Figura 2

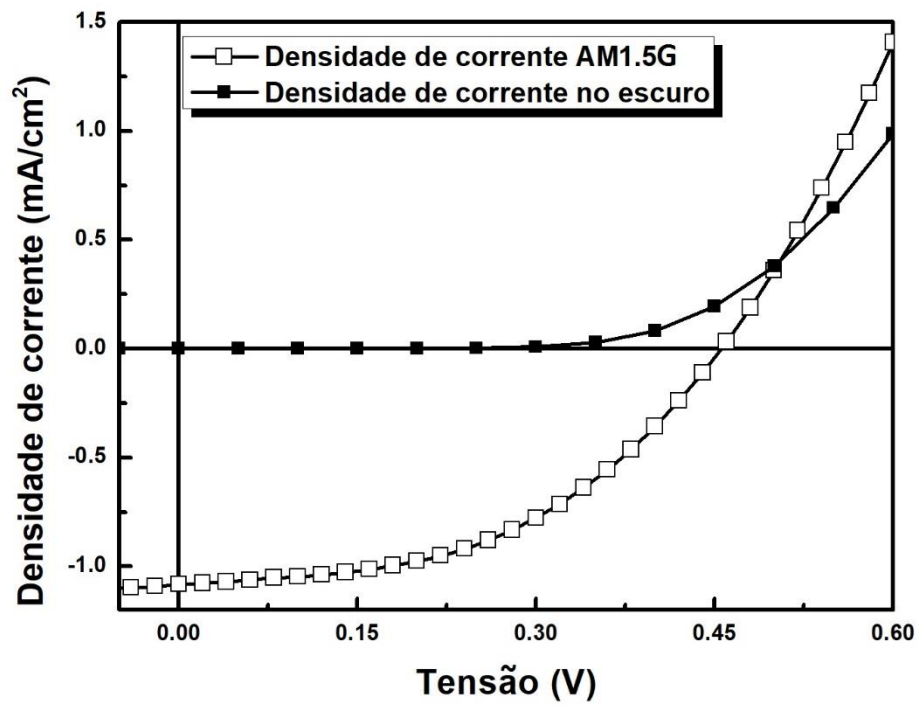


Figura 3

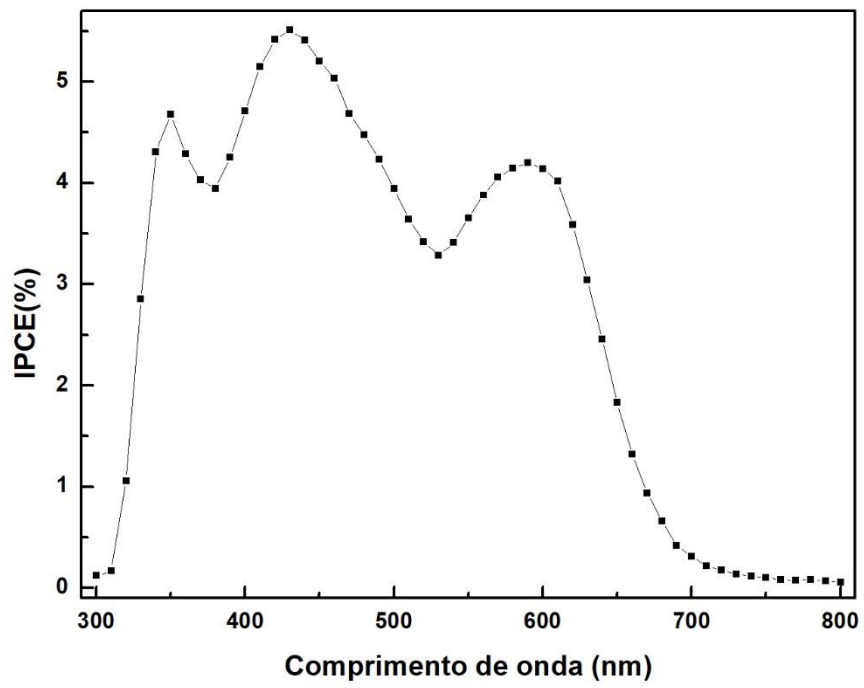
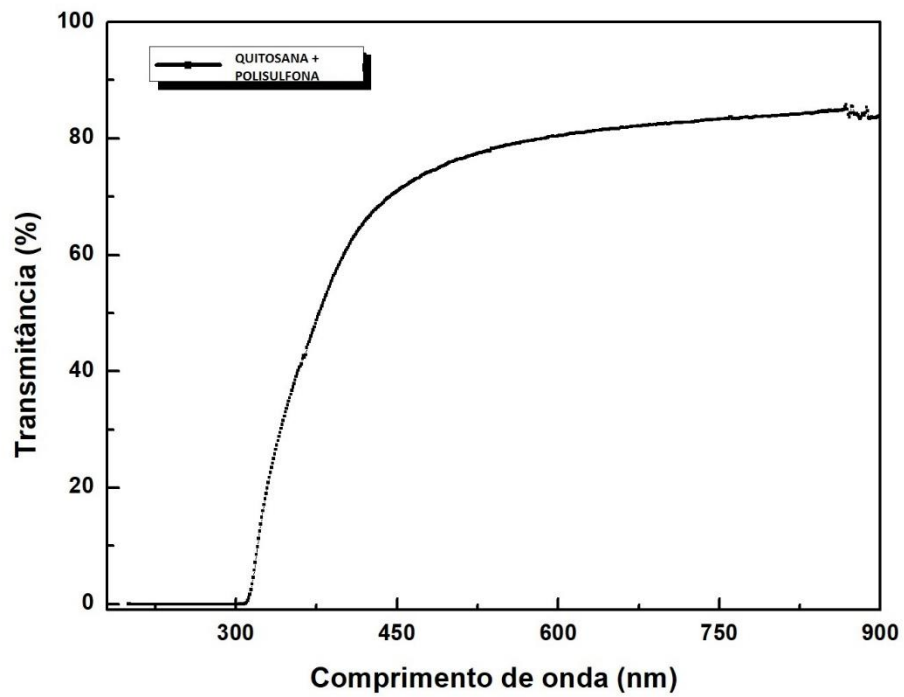


Figura 4



RESUMO**“DISPOSITIVO ELETRÔNICO EM UM SUBSTRATO TRANSPARENTE, FLEXÍVEL E BIOSUSTENTÁVEL BASEADO EM QUITOSANA”**

A presente invenção trata de um dispositivo eletrônico construído utilizando como substrato uma membrana transparente e flexível baseada em quitosana, produzida a partir da deacetilação da quitina, obtida principalmente do exoesqueleto de crustáceos; e polisulfona, polímero termoplástico de boa resistência. Esse substrato é um potencial substituto do polietileno tereftalato, mais conhecido como PET. O dispositivo eletrônico da invenção é um dispositivo fotovoltaico orgânico estruturado em heterojunção em bicamada. O dispositivo optoeletrônico é constituído de uma camada doadora de elétrons (PSiF-DBT) e uma camada aceitadora de elétrons (Fulereo C_{60}). O eletrodo é constituído de PEDOT:PSS e o contato elétrico é feito pelo alumínio. O dispositivo fotovoltaico teve comportamento de diodo, sendo que a sua eficiência como célula solar alcançou 0.3%, com fator de preenchimento de 50%.