

INTRODUÇÃO

Desde a globalização tem-se o aumento de consumo de energia elétrica, que é em grande parte gerada a partir de fontes não renováveis, assim a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis é um tema recorrente dos estudos atuais.

Neste sentido, as células fotovoltaicas, responsáveis por converter a energia solar em elétrica, é considerada uma fonte sustentável e limpa e a mais promissora dentre as fontes renováveis. Porém, até o momento não se tem dispositivos fotovoltaicos com eficiência superior a 50% e de baixo custo.

Novos materiais tem sido desenvolvidos para melhorar a conversão de energia nas células fotovoltaicas. As últimas gerações desses dispositivos têm utilizado componentes orgânicos com grande eficiência e demonstram uma tendência importante na produção destes equipamentos. Neste trabalho foi feita a caracterização de CdS, material comumente utilizado para confecção de células fotovoltaicas da segunda geração em conjunto com a antocianina, um material orgânico ainda pouco explorado em relação a sua capacidade de absorção de fótons em dispositivos fotovoltaicos, porém com características similares a outros materiais orgânicos utilizados em outros estudos similares.

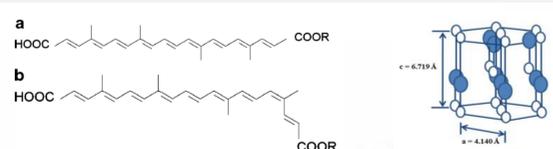
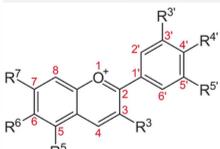


Figura 1: Estrutura básica da antocianina. Fonte: www.escola de botânica.com.br

Figura 2: Estrutura básica da bixina. Fonte: Dias et. al. 2010

Figura 3: Estrutura cristalina de CdS (Chun et al., 2011, p. 154)

Figura 4: Esquema de uma célula solar – Vidro/ITO/CdS/Silver. Fonte: Autor

PROBLEMA

A utilização de corantes naturais, como as antocianinas e bixina poderiam aumentar a eficiência óptica de filmes finos do tipo CdS? A fabricação de células fotovoltaicas com a utilização desses tipos de corantes poderia baratear o custo destes dispositivos?

HIPÓTESE

Diante da atual crise energética que assola o Brasil, é evidente a necessidade de diversificar a matriz energética, contraindo alternativas que reduzam os custos e aumentem o acesso a esse recurso. Acredita-se que utilização de compostos orgânicos, como a antocianina, retirada de amoras pretas, pode ser uma alternativa viável para elaboração de células fotovoltaicas híbridas (orgânica-inorgânica) com custo reduzido e alta eficiência de conversão energética.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Extração de antocianinas de amoras pretas e determinação de suas características ópticas para utilização em células solares orgânico-inorgânicos junto com nanocristais com sulfeto de cádmio (CdS)

Objetivos específicos:

Determinar o melhor método de extração de antocianinas de amoras e de bixina do Urucum.

Obter e analisar o espectro UV-Vis, infravermelho por transformação de Fourier (FTIR) e fotoluminescência (PL) da extração de antocianinas e bixina.

Sintetizar nanocristais de sulfeto de cádmio (CdS) por deposição em banho químico.

Realizar cristalografia de raios-X de CdS, obter o espectro UV-Vis de CdS, obter e analisar uma imagem por Microscópio Eletrônico de Varredura (SEM) usando o espectro de raios-X por dispersão de energia (EDS) de CdS.

Elaborar um dispositivo fotovoltaico de filme fino com estrutura Vidro/ITO/CdS/antocianina/Prata e verificar o potencial de utilização de antocianinas e nanocristais de CdS como camada ativa de dispositivos fotovoltaicos analisando o espectro UV-VIS desses componentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Extração e deposição de bixina



Extração e deposição de antocianinas



RESULTADOS

Caracterização e tamanho do CdS

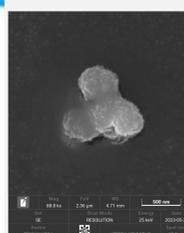


Figura 5: Imagem de uma nanocristal de CdS com tempo de banho de 5 h obtido por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Fonte: Autor.

As quantidades relativas de cádmio e enxofre foram analisadas apenas por EDS. O cádmio representa 42,97% dos átomos da imagem, enquanto o enxofre representa 57,07%. Pode ser visto na parte de trás da estrutura CdS CdS não nucleado. Se o tempo de banho da síntese de CdS fosse aumentado, a estrutura de CdS no centro seria maior porque haveria menos CdS não nucleado. Às 5 h, a Imagem 4 mostra um cluster com CdS de cerca de 250 nm de raio cada.

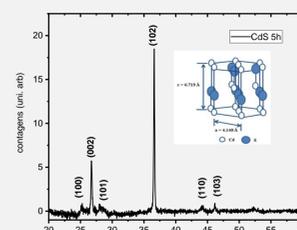


Figura 6: Difratografia de CdS sobre vidro com tempo de banho de 5 h. Fonte: Autor. Em detalhe, a estrutura cristalina do CdS. (Chun et al., 2011, p. 154)

No gráfico XRD de CdS, a presença de planos cristalinos hexagonais na estrutura de CdS é consistente com os dados da literatura do arquivo de cartão JCPDS nº 41-1049, tendo como constantes de rede $a = 4,140$ nm e $b = 6,719$ nm (Maleki et al., 2008, pág. 1994). Esses valores representam a distância interatômica dentro do plano cristalino do CdS.

Caracterização óptica da antocianina

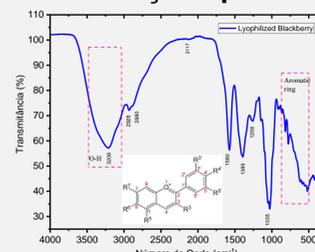


Figura 7: FTIR de amora-preta liofilizada. Fonte: Autor. Em detalhes, a estrutura básica das antocianinas. Fonte: www.escola de botânica.com.br

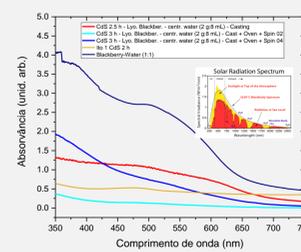


Figura 8: Absorbância da camada ativa da célula solar, CdS e solução de amora-água. Fonte: Autor. Em detalhes, o espectro de radiação do Sol. Fonte: Wikimedia Commons, de Robert A. Rohde - Trabalho próprio, CC BY-SA 3.0.

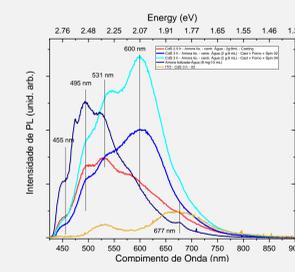


Figura 9: Espectro de Fotoluminescência da camada ativa da célula solar, filme de Antocianina sobre CdS. Fonte: Autor

Caracterização óptica da bixina

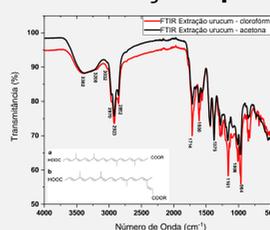


Figura 10: FTIR de bixina extraída, com clorofórmio (linha vermelha) e acetona (linha preta) do Urucum. Fonte: Autor. Em detalhes, a estrutura básica das bixinas. Fonte: Dias et. al. 2010

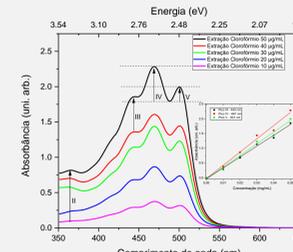


Figura 11: Absorbância da bixina extraída com clorofórmio. Fonte: Autor. Trabalho próprio, CC BY-SA 3.0.

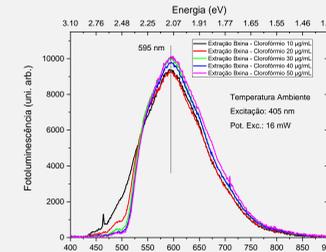


Figura 12: Fotoluminescência da bixina extraída com clorofórmio. Fonte: Autor

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhor método de extração de antocianinas de amoras foi utilizando água como solvente na concentração de 0,25 g/mL. O melhor método de deposição de antocianinas para a formação de um filme fino foi o casting de amoras-pretas liofilizadas centrifugadas com água na concentração de 0,25 g/mL, com aquecimento, deposição em estufa e centrifugação do filme fino. A síntese do CdS foi comprovada, pelas imagens de MEV e pelo difratograma. O espectro UV-VIS dos filmes finos de antocianinas e CdS indica que estes materiais podem ser utilizados em uma célula fotovoltaica.

A bixina foi extraída por dois métodos: 1) extração com acetona e 2) Extração com clorofórmio. Em ambos os resultados foram satisfatórios como pode ser visto nos espectros de FTIR. Os espectros de absorção mostraram que a forma extraída foi predominantemente a cis-bixina. A fotoluminescência mostrou que a concentração da solução não influencia de maneira significativa na forma de linha do espectro, principalmente para extração com clorofórmio. O próximo passo será fazer filmes e comparar com os resultados em solução.

REFERÊNCIAS

Ahmed, Jaleel Kareem, Zuhair J. Abdul Amer, and Maha Jasim Mohammed Al-Bahate. "Effect of chlorophyll and anthocyanin on the secondary bonds of poly vinyl chloride (PVC)." International Journal of Materials Science and Applications 4.2-1 (2015): 21-29.
 Charlyton Luis S. da Costa e Mariana H. Chaves, Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 149-152, 2005.
 Chun, S., Jung, Y., Kim, J., & Kim, D. (2011). The analysis of CdS thin film at the processes of manufacturing CdS/CdTe solar cells. Journal of Crystal Growth, 326(1), 152-156.
 DIAS, Vanessa M. et al. Optical characterization in annatto and commercial colorific. Journal of fluorescence, v. 21, p. 415-421, 2011.
 Muslim, N. B., Hamzah, A. F., & Al-kawaz, A. E. (2018). Study of mechanical properties of wollastonite filled epoxy functionally graded composite. Int. J. Mech. Eng. Technol, 9(8), 669-677.
 Maleki, M., Mirdamadi, S., Ghasemzadeh, R., & Ghamsari, M. S. (2008). Preparation and characterization of cadmium sulfide nanorods by novel solvothermal method. Materials Letters, 62(12-13), 1993-1995.
 Obaid, A. S., et al. "Effect of Deposition Time on the PbS Thin films Prepared using Microwave-Assisted Chemical Bath Deposition: Structure and Optical Characterization." International Conference on Education, Applied Sciences and Management, 2012.
 Pereira Jr, Valdir Aniceto, Iza Natália Queiroz de Arruda, and Ricardo Stefani. "Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (Red Cabbage) as Time-Temperature Indicators for application in intelligent food packaging." Food Hydrocolloids 43 (2015): 180-188.
 Rahmalia, W., Fabre, J. F., & Mouloungui, Z. (2015). Procedia Chemistry, 14, 455 - 464.
 Rao, M. P., Manjunath, K., Bhagwati, S. T., & Thippeswamy, B. S. (2014). International Journal of Pharmaceutics, 473, 485-492.
 Scriven, L. E. (1988). Physics and applications of dip coating and spin coating. MRS Online Proceedings Library (OPL), 121, 717.
 Swer, T. L., Mukhim, C., Bashir, K., & Chauhan, K. (2018). Optimization of enzyme aided extraction of anthocyanins from Prunus nepalensis L. Lwt, 91, 382-390.
 Qingqing, W., Gang, X., & Gaorong, H. (2005). Solvothermal synthesis and characterization of uniform CdS nanowires in high yield. Journal of Solid State Chemistry, 178(9), 2680-2685.
 Yu, W. W., Qu, L., Guo, W., & Peng, X. (2003). Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals. Chemistry of materials, 15(14), 2854-2860.
 Tacio T.S. Santos, Larissa R. Lourenço, Sthanley R. de Lima, Luiz R. Goulart, Djalmir N. Messia, Acacio A. Andrade, Viviane Pilla (2021). Fluorescence quantum yields and lifetimes of annatto aqueous solutions dependent on hydrogen potential: Applications in adulterated milk. Journal of Photochemistry and Photobiology 8, 100080