

## ESTUDO DA ADSORÇÃO DO POLI(3-OCTILTIOFENO) EM ÓXIDO DE ZINCO PARA USO EM CÉLULAS SOLARES

G. A. R. Maia\* (1); A. Viomar (1); E. C. R. Maia (1); S. R. M. Antunes (2); E. P. Banczek (1); P.R.P. Rodrigues (1); L.F.G. Larsson (1); B.V. Dias (1).

(1) Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava - PR;

(2) Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG, Ponta Grossa - PR.

\*guilherme.arielo@gmail.com

### RESUMO

*O ZnO pode apresentar diferentes morfologias e assim a variação da área superficial e porosidade do ZnO influenciam o processo de adsorção do P3OT. O objetivo do trabalho foi estudar o processo de adsorção do P3OT em filmes do óxido de zinco nas diferentes morfologias obtidas. As partículas de ZnO foram sintetizadas pelo método de co-precipitação. Foram realizadas imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para estudo das isotermas de adsorção no equilíbrio foram utilizados os modelos de isotermas de Langmuir, Freundlich, Temkin, Elovich e Dubinin-Radushkevich (D-R). Os modelos de pseudoprimera e pseudossegunda ordem e da difusão intrapartícula de Weber e Morris (W-M) foram utilizados para o estudo cinético do processo. O sistema ZnOM/P3HT apresentou maior capacidade de adsorção. Os sistemas apresentaram cinética de pseudoprimera ordem, sendo que o modelo cinético de difusão intrapartícula W-M indica que os sistemas apresentaram adsorção superficial e transferência intrapartícula.*

Palavras-chave: Energia solar; sustentabilidade; cinética.

### INTRODUÇÃO

As células solares híbridas são dispositivos de conversão de energia solar em energia elétrica e apresentam alto potencial de aplicação, envolvendo a interface óxido semicondutor/polímero<sup>(1)</sup>. O desempenho em relação a melhores propriedades de transporte eletrônico depende da otimização de propriedades de cada uma das interfaces envolvidas na célula. As células com as melhores propriedades podem ser obtidas melhorando as propriedades dos materiais que as compõem<sup>(2)</sup>.

O semicondutor óxido de zinco, ZnO, utilizado em células solares, possui alta transparência óptica na faixa do visível e boa condutividade elétrica, além de apresentar estrutura cristalina na forma hexagonal do tipo wurtzita e diferentes morfologias, o que proporcionam ao óxido propriedades distintas em termos de adsorção dos polímeros e transporte eletrônico na interface das células solares <sup>(3,4)</sup>.

O poli (3-hexiltiofeno) (P3OT) é um polímero orgânico formado por estruturas conjugadas, que confere propriedades condutoras e de fotoluminescência. Tem sido utilizado como material doador de elétrons nas células solares híbridas. O P3OT tem mobilidade relativamente elevada carga e comprimento da conjugação longa em comparação com outras classes de polímero <sup>(5)</sup>.

Na produção das células solares, o ZnO é depositado em substrato vítreo condutor (fluor tin oxide - FTO) e após a deposição, o material é imerso em solução polimérica, onde o P3OT se adsorve diretamente no óxido. Vários fatores podem influenciar no processo de adsorção em ZnO, como: a variação da área superficial e porosidade dos filmes, de acordo com as diferentes morfologias do semicondutor <sup>(4,6)</sup>.

O processo de adsorção do polímero nos filmes de óxido de zinco em diferentes morfologias pode ser estudado usando os modelos de isotermas de adsorção, elas descrevem o equilíbrio requerido para que a molécula se adsorva em determinada superfície, descrevem a relação entre a quantidade adsorvida e a concentração da solução em contato com o adsorvente. Os modelos mais frequentemente utilizados são os de Langmuir, Freundlich, Temkin, Elovich e Dubinin-Radushkevich (D-R) <sup>(7)</sup>.

Sendo assim, a principal finalidade deste trabalho foi estudar o processo de adsorção do P3OT em filmes nas diferentes morfologias obtidas na síntese do ZnO em células solares fotovoltaicas compostas pela interface ZnO/P3OT.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Síntese das partículas de ZnO

As partículas de ZnO foram sintetizadas pelo método de co-precipitação, com a mistura de uma solução aquosa de  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  nas concentrações de: 0,05; 0,10 e 0,15 mol L<sup>-1</sup> e solução de trietanolamina (TEA) 0,1 mol L<sup>-1</sup>, na temperatura de

80 °C e tempo da reação de 16 h. O pó obtido foi centrifugado na velocidade de 4500 rpm e seco em estufa a 100 °C.

### Produção e deposição dos filmes de ZnO

Foram preparadas para cada morfologia obtida, um pasta com 3 g de ZnO, 0,1 ml de Triton X-100 (VETEC), 0,1 ml acetilacetona (VECTEC) 99,5% e 4 ml H<sub>2</sub>O bidestilada. A deposição foi realizada sobre vidro pelo método de *spincoating* com velocidade de 3000 rpm. Após a deposição o filme foi levado a temperatura de 450 °C.

### Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As imagens de microscopia eletrônica de varredura dos filmes foram realizadas pelo MEV VEGA3 da TESCAN com detector SE e filamento de tungstênio a 20 kV e WD de 10 e 15 mm.

### Estudo da adsorção

O P3OT foi cedido pelo Laboratório de Espectroscopia da Central Multiusuários da PROPPG/UEL, as soluções poliméricas foram preparadas nas concentrações de 25 a 100 mg L<sup>-1</sup>, utilizando tolueno como solvente. As medidas das concentrações foram realizadas em um espectrofotômetro UV-Vis, VIS -320G, Gehaka, em 420 nm, temperatura de 25 °C no laboratório GPEL<sup>®</sup>/UNICENTRO. O tempo de imersão dos filmes de ZnOE, ZnOM e ZnOH, foi de 24 horas.

### Isotermas de adsorção

Na Tabela 1 são apresentadas as equações dos modelos de isotermas aplicados.

Tabela 1. Equações dos modelos de isotermas aplicados.

Modelo de Isoterma	Equação	Equação linear
--------------------	---------	----------------

Langmuir	(A)	$q_e = \frac{q_m K_l C_e}{1 + K_l C_e}$	$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_l} + \frac{C_e}{q_m}$
Freundlich	(B)	$q_e = K_f C_e^{1/n}$	$\ln q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} \ln C_e$
Temkin	(C)	$q_e = \frac{RT}{b} \ln K_t C_e$	$q_e = \frac{RT}{b} \ln K_t + \frac{RT}{b} \ln C_e$
Elovich	(D)	$\frac{q_e}{q_m} = K_e C_e \exp\left(-\frac{q_e}{q_m}\right)$	$\ln \frac{q_e}{C_e} = \ln(K_e q_m) - \frac{q_e}{q_m}$
D-R	(E)	$q_e = q_m \exp_e^{-(k\varepsilon^2)}$	$\ln q_e = \ln q_m - k \left[ RT \ln \left( 1 + \frac{1}{C_e} \right) \right]^2$

$K_l$  = constante de Langmuir ( $L \text{ mg}^{-1}$ );

$K_f$  = constante de Freundlich ( $\text{mg}^{1-1/n} L^{1/n} \text{ g}^{-1}$ );

$K_t$  = constante de Temkin ( $L \text{ mg}^{-1}$ );

$K_e$  = constante de Elovich ( $L \text{ mg}^{-1}$ );

$q_m$  = quantidade máxima de adsorção ( $\text{mg g}^{-1}$ );

$n$  = constante indicativa da intensidade da adsorção;

$R = 8,314 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;

$T$  = temperatura (K);

$b$  = constante em relação ao calor de sorção ( $\text{kJ mol}^{-1}$ );

$\varepsilon = RT \ln \left( 1 + \frac{1}{C_e} \right)$  = potencial de Polanyi;

$k$  = constante associada à energia média de adsorção  $E$  ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ).

### Cinética da adsorção

Na Tabela 2 são apresentados os modelos cinéticos de pseudoprimeira, pseudossegunda ordem e da difusão intrapartícula de Weber e Morris (W-M).

Tabela 2. Modelos cinéticos aplicados

Modelos cinéticos		Equação
Pseudoprimeira ordem	(F)	$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$
Pseudossegunda ordem	(G)	$\frac{t}{q_t} = \left( \frac{1}{k_2 q_e^2} \right) + \frac{1}{q_e} t$
Difusão intrapartícula W-M	(H)	$q_t = k_d t^{1/2} + C$

$k_1$  = constante de velocidade de pseudoprimeira ordem ( $\text{min}^{-1}$ );

$k_2$  = constante de velocidade pseudossegunda ordem ( $\text{g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ );

$k_d$  = constante de velocidade de difusão intrapartícula ( $\text{mg g}^{-1} \text{ min}^{-0,5}$ );

$q_e$  = capacidade de adsorção no equilíbrio ( $\text{mg g}^{-1}$ );

$q_t$  = capacidade de adsorção no tempo  $t$  ( $\text{mg g}^{-1}$ );  
 $C$  = constante relacionada à resistência a difusão ( $\text{mg g}^{-1}$ );  
 $t$  = tempo (min).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Síntese das partículas e produção dos filmes de ZnO

Na Figura 1 são apresentadas as imagens de MEV para as três morfologias diferentes de ZnO obtidas.

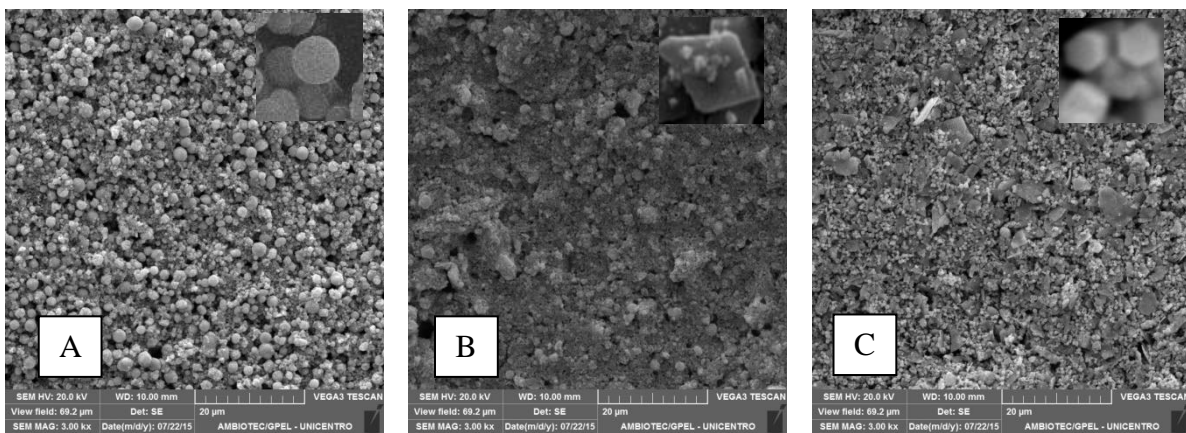


Figura 1. Imagens de MEV para os filmes de óxido de zinco nas morfologias: esférica ZnOE (A), sem morfologia definida ZnOM (B) e prisma-hexagonal ZnOH (C). (Em destaque: aumento das partículas).

Para as três concentrações de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ : 0,05, 0,10 e 0,15  $\text{mol L}^{-1}$ , as morfologias obtidas na síntese foram em formato de esferas (ZnOE), sem morfologia definida (ZnOM) e de prisma-hexagonal (ZnOH) respectivamente (Figura 1. A-C). Essa variação das morfologias ocorre devido a concentração do precursor  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ <sup>(8,9)</sup>. Após a deposição e temperatura de 450 °C, para eliminar os compostos orgânicos adicionados na pasta, os filmes mantiveram as morfologias de suas partículas.

Os resultados experimentais de adsorção podem ser expressos por uma isoterma de adsorção no equilíbrio podendo descrever o caráter desse processo. Para os sistemas estudados: ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT, o melhor ajuste do modelo de isoterma no equilíbrio foi determinado pelo coeficiente de correlação linear ( $R^2$ )<sup>(7)</sup>.

As curvas para todos os modelos de isoterma empregados nos sistemas: ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT são apresentadas nas Figuras 2 A-E.

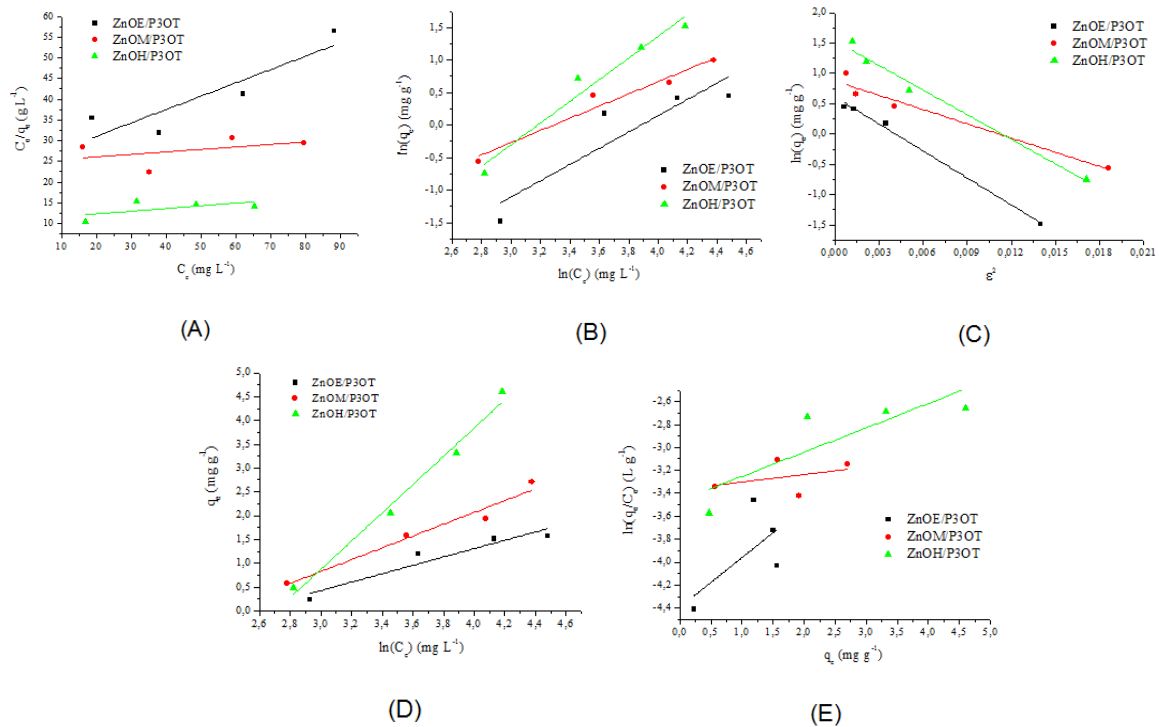


Figura 2. Ajuste dos modelos lineares de isoterma para (A) Langmuir, (B) Freundlich, (C) Dubinin-Radushkevich, (D) Temkin e (E) Elovich para os sistemas ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOE/P3OT.

Na Tabela 3, são apresentados os valores dos coeficientes de correlação e os parâmetros das Equações dos modelos utilizados para os sistemas com o P3OT.

Tabela 3. Constantes dos modelos de isoterma para os sistemas ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT.

		ZnOE/P3OT	ZnOM/P3OT	ZnOH/P3OT
Langmuir	R <sup>2</sup>	0,815	0,667	0,737
	K <sub>l</sub> / 10 <sup>-3</sup> (L mg <sup>-1</sup> )	13,527	9,194	15,001
	q <sub>m</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	3,053	6,052	1,560
Freundlich	R <sup>2</sup>	0,914	<b>0,960</b>	<b>0,999</b>
	K <sub>f</sub> (mg <sup>1-1/n</sup> L <sup>1/n</sup> g <sup>-1</sup> )	0,363	0,045	0,044
	n	3,001	1,070	0,902
D-R	R <sup>2</sup>	<b>0,995</b>	0,958	0,969
	q <sub>m</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	1,834	2,392	2,578
	K <sub>dr</sub> (kJ mol <sup>-1</sup> )	148,293	78,375	200,623
Temkin	R <sup>2</sup>	0,917	0,870	0,986
	K <sub>t</sub> / 10 <sup>-2</sup> (L mg <sup>-1</sup> )	8,041	8,893	6,667
	b (kJ mol <sup>-1</sup> )	2,578	1,742	0,763

	R <sup>2</sup>	0,824	0,432	0,718
Elovich	K <sub>e</sub> / 10 <sup>-2</sup> (L mg <sup>-1</sup> )	19,401	1,078	0,662
	q <sub>m</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	0,770	5,099	4,721

Na Tabela 3, foi possível observar que os sistemas ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT apresentaram os maiores valores de R<sup>2</sup> para o modelo de isoterma de Freundlich, 0,960 e 0,999 respectivamente, indicando que os sistemas foram considerados não ideais, onde o ZnO apresentou superfície heterogênea e que a adsorção do P3OT foi em multicamada ocorrendo uma adsorção física favorável <sup>(9)</sup>.

As K<sub>f</sub> encontradas para o modelo nos sistemas foram K<sub>f</sub> (ZnOM/P3OT) = 0,045 mg<sup>1-1/n</sup> L<sup>1/n</sup> g<sup>-1</sup> e K<sub>f</sub> (ZnOH/P3OT) = 0,044 mg<sup>1-1/n</sup> L<sup>1/n</sup> g<sup>-1</sup> (Tabela 3), mostrando que ocorre uma pequena adsorção do P3OT para as duas morfologias de ZnO e os valores de n (1,070 e 0,902) indicam que o P3OT possui uma adsorção levemente favorável nos filmes de ZnOM e ZnOH <sup>(9)</sup>.

A capacidade máxima de adsorção (q<sub>m</sub>) do P3OT em ZnO para o modelo de Freundlich foi calculada utilizando a Equação (I), com valores de: q<sub>m</sub>(ZnOM) = 0,387 mg g<sup>-1</sup> e q<sub>m</sub>(ZnOH) = 0,565 mg g<sup>-1</sup>.

$$K_f = \frac{q_m}{C_o^{1/n}} \quad (I)$$

O sistema ZnOE/P3OT apresentou valor de R<sup>2</sup> = 0,995 para o modelo de isoterma de Dubinin-Radushkevich. O modelo D-R é aplicado para distinguir se o processo de adsorção tem natureza física ou química. A isoterma é similar ao modelo de Langmuir, mas não assume superfície homogênea ou energia potencial constante. Na isoterma de Dubinin-Radushkevich, Equação (J), a constante K<sub>dr</sub> está relacionada à energia média de sorção (E) através da Equação <sup>(10)</sup>.

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_{dr}}} \quad (J)$$

A energia média de sorção é a energia livre envolvida na transferência de 1 mol de soluto da solução para a superfície do adsorvente. O valor de E pode ser aplicado para determinar se a adsorção ocorre como um mecanismo de adsorção química ou física. Quando E situa-se entre 8 e 16 kJ mol<sup>-1</sup> a adsorção é um processo químico e quando E < 8 kJ mol<sup>-1</sup> esse processo é físico <sup>(11)</sup>, portanto pode-se

considerar que devido ao valor de  $E$  (ZnOE/P3OT) = 0,058 kJ mol<sup>-1</sup>, o sistema apresentou mecanismo de adsorção física.

Os modelos cinéticos lineares são utilizados para examinar o mecanismo controlador dos processos de adsorção. Os empregados com maior frequência são os de pseudoprimeira e pseudossegunda ordem. Quando o mecanismo do processo de adsorção definitivo não pode ser obtido por esses dois modelos, o modelo da difusão intrapartícula de Weber e Morris pode ser empregado <sup>(12)</sup>.

As curvas dos modelos de pseudoprimeira, pseudossegunda ordem e difusão intrapartícula para o P3OT são apresentadas na Figura 3.

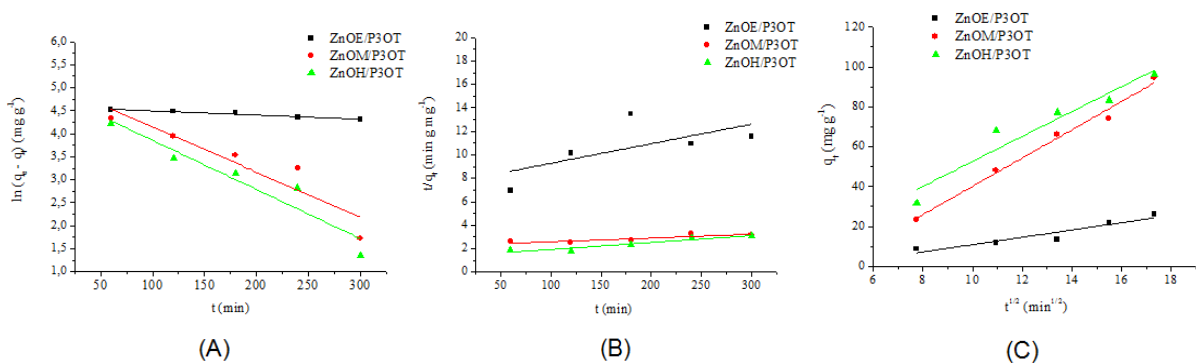


Figura 3. Modelos cinéticos da adsorção de P3OT nas morfologias: esférica (ZnOE), sem morfologia (ZnOM) e prisma-hexagonal (ZnOH). Pseudoprimeira (A), pseudossegunda ordem (B) e difusão intrapartícula (C)

Os resultados da cinética para os sistemas ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros cinéticos do processo de adsorção de P3OT nas morfologias: esférica (ZnOE), sem morfologia (ZnOM) e prisma-hexagonal (ZnOH).

		ZnOE/P3OT	ZnOM/P3OT	ZnOH/P3OT
Pseudoprimeira ordem	R <sup>2</sup>	0,912	0,874	0,911
	k <sub>1</sub> (min <sup>-1</sup> )	9,050 x 10 <sup>-4</sup>	9,870 x 10 <sup>-3</sup>	10,690 x 10 <sup>-3</sup>
Pseudossegunda ordem	R <sup>2</sup>	0,433	0,797	0,898
	k <sub>2</sub> (g mg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	16,69 x 10 <sup>-3</sup>	3,28 x 10 <sup>-3</sup>	5,93 x 10 <sup>-3</sup>
Difusão intrapartícula W-M	R <sup>2</sup>	<b>0,935</b>	<b>0,987</b>	<b>0,930</b>
	k <sub>d</sub> (mg g <sup>-1</sup> min <sup>-0,5</sup> )	1,830	7,090	6,250
	C (mg g <sup>-1</sup> )	7,410	30,81	9,938

Na Tabela 4 foi possível observar que o modelo cinético de pseudoprimeira ordem apresentou maior coeficiente de correlação R<sup>2</sup> do que o modelo de pseudossegunda ordem. O modelo cinético de difusão intrapartícula W-M



apresentou a melhor correlação dos dados experimentais, com valores de  $R^2 = 0,935$ ;  $0,987$  e  $0,930$  para os sistemas ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT respectivamente, indicando que o P3OT foi conduzido da solução para o ZnO através do transporte intrapartícula <sup>(13)</sup>. O modelo W-M apresentou valores de  $k_d = 1,830$ ;  $7,090$  e  $6,250 \text{ mg g}^{-1} \text{ min}^{-0,5}$  para os sistemas ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOH/P3OT respectivamente, apresentando um maior valor para ZnOM/P3OT, mostrando um aumento na difusão nesse sistema comparado com os outros. Os valores de  $C(\text{ZnOE/P3OT}) = 7,410 \text{ mg g}^{-1}$ ;  $C(\text{ZnOM/P3OT}) = 30,81 \text{ mg g}^{-1}$  e  $C(\text{ZnOH/P3OT}) = 9,938 \text{ mg g}^{-1}$  foram diferentes de zero, mostrando que as retas  $q_t$  versus  $t^{1/2}$  não passaram pela origem para os três sistemas em estudo (Figura 3 C). Assim foi possível observar que ocorreu um mecanismo complexo de adsorção superficial e transferência intrapartícula difusional e no processo de transferência de massa, outros mecanismos devem atuar simultaneamente no controle do processo de adsorção <sup>(13)</sup>.

## CONCLUSÕES

Para os 3 sistemas: ZnOE/P3OT, ZnOM/P3OT e ZnOE/P3OT foi possível verificar que a superfície do ZnO foi heterogênea, a adsorção do P3HT em multicamadas e o mecanismo de adsorção físico.

No estudo cinético da adsorção, os sistemas apresentaram cinética de pseudoprimeira ordem e difusão intrapartícula W-M, onde o P3HT foi conduzido da solução para o ZnO através da adsorção superficial e transferência intrapartícula difusional.

O sistema ZnOM/P3HT, apresentou maiores valores dos parâmetros para o modelo de Freundlich, onde  $K_f$ ,  $n$  e  $q_m$ , mostraram que o sistema possui maior capacidade de adsorção e maior interação do ZnO sem morfologia definida com o P3OT, devido a variação da área superficial e porosidade do sólido.

A maior capacidade de adsorção do P3OT no ZnO com morfologia não definida pode acarretar em uma melhora nas propriedades da interface da célula solar.

## REFERÊNCIAS

(1) HASSAN; M. R. HASHIM; Y. AL-DOURI, Morphology and Optical Investigations Of ZnO Pyramids And Nanoflakes For Optoelectronic Applications, Optic – International Journal For Light And Electron Optics, v. 125, n. 11, p. 2560-2564, 2014.

- (2) NAKADE, M. MATSUDA, S. KAMBE, Y. SAITO, T. KITAMURA, T. SAKATA, Y. WADA, H. MORI, S. YANAGIDA, Dependence Of TiO<sub>2</sub> Nanoparticle Preparation Methods And Annealing Temperature On The Efficiency Of Dye-Sensitized Solar Cells, *Journal of Physics Chemistry. B.* v. 106, p. 10004–10010, 2002.
- (3) MAYRINCK; E. RAPHAEL; J. L. FERRARI; M. A. SCHIAVON; Síntese, Propriedades e Aplicações de Óxido de Zinco Nanoestruturado; *Revista Virtual De Química*, v. 6, p. 1185-1204, 2014.
- (4) GIANNOULI; F. SPILIOPOULOU; Effects of the Morphology of Nanostructured ZnO Films on the Efficiency of Dye-Sensitized Solar Cells, *Renewable Energy*, v. 41, p. 115- 122, 2012.
- (5) BENTO; E. C. R. MAIA, P. R. P. RODRIGUES; G. J. MOORE; G. LOUARN; H. SANTANA, Poly (3-Alkylthiophenes) and Polydiphenylamine Copolymers: A Comparative Study Using Electrochemical Impedance Spectroscopy, *Journal of Materials Science: Materials In Electronics*, v. 12, p. 4732-4738, 2013.
- (6) SEOW, A. S. WONG, V. THAVASI, R. JOSE, S. RAMAKRISHNA, G. W. HO, Controlled synthesis and application of ZnO nanoparticles, nanorods and nanospheres in dye-sensitized solar cells, *Nanotechnology*, v. 20, p. 45604, 2009.
- (7) FIL; M. T. YILMAZ; S. BAYAR; M. T. ELKOCA, Investigation of adsorption of the dyestuff astrazon red violet 3rn (basic violet 16) on montmorillonite clay, *Brazilian Journal of chemical Engineering*, v. 31, p. 171-182, 2014.
- (8) AROGUZ, J. GULEN, R. H. EVERS, Adsorption of methylene blue from aqueous solution on pyrolyzed petrified sediment. *Bioresour. Technol.*, v. 99, p. 1503, 2008.
- (9) MINCEA, V. PATRULEA, A. NEGRULESCU, R. SZABO, V. OSTAFE, Adsorption of Three Commercial Dyes onto Chitosan Beads Using Spectrophotometric Determination and a Multivariate Calibration Method, *Journal of Water Resource and Protection*, v. 5, p. 446-457, 2013.
- (10) FÁVERE, V. T.; RIELLA, H. G.; ROSA, S., Cloreto de n-(2-hidroxil) propil-3-trimetil amônio quitosana como adsorvente de corantes reativos em solução aquosa, *Química Nova*, v. 33, n. 7, p. 1476-1481, 2010.
- (11) MACIEL, G. M.; SOUZA, C. G. M.; ARAUJO, C. A. V.; BONA, E.; HAMINIUK, C. W. I.; CASTOLDI, R.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Biosorption of herbicide picloram from aqueous solutions by live and heat-treated biomasses of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst and *Trametes* sp. *Chemical Engineering Journal*, v. 215–216, p. 331–338, 2013.
- (12) SAMADI, R. HASANZADEH; Adsorption isotherms, kinetic and desorption on removal os toxic metal ions from aqueous solutions by polymeric adsorbent, *Journal of applied polymer science*, v. 132, n. 11, p. 41642-41655, 2015.

(13) NASCIMENTO, A. C. A. LIMA, C. B. VIDAL, D. Q. MELO, G. S. C. RAULINO, Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais, Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014, 256 p.

## **STUDY OF POLY(3-OCTILTHIOPHENE) ADSORPTION IN ZINC OXIDE FOR USE IN SOLAR CELLS**

### **ABSTRACT**

*ZnO can exhibit different morphologies and thus the variation in surface area and porosity of ZnO P3OT influence the adsorption process. The objective was to study the P3OT the adsorption process in the zinc oxide films in the different morphologies obtained. The ZnO particles were synthesized by coprecipitation method. Scanning electron microscopy images were performed (SEM). To study the adsorption isotherms on balance we used the isotherms Langmuir, Freundlich, Temkin, Elovich and Dubinin-Radushkevich (D-R). The models and pseudo pseudossegunda order and intraparticle diffusion Weber and Morris (W-M) were used to study the kinetic of the process. The ZnOM / P3HT system showed higher adsorption capacity. The systems presented pseudo first order kinetics, and the intraparticle diffusion kinetic model W-M systems presented indicates that surface adsorption and intraparticle transfer.*

Keywords: Solar Energy; sustainability; kinetics.