

# SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS POLIPIRROL/ARGILA MONTMORILONITA: AVALIAÇÃO COMO SENSORES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Maurício Fonsêca de Aguiar<sup>1</sup>; Kleber Gonçalves Bezerra Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Mecânica - CTG – UFPE; E-mail: mauricio.aguiar@live.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Mecânica – CTG – UFPE. E-mail: klbgoncalves@gmail.com.

**Sumário:** No presente estudo foi avaliado o comportamento elétrico de nanofibras polipirrol/montmorilonita organofílica (PPi/MMTO) na presença de compostos voláteis. Nanocompósitos PPi/MMTO foram obtidos por polimerização *in situ* do pirrol na presença da argila MMTO, dodecil sulfato de sódio (SDS) e persulfato de amônio (APS) em solução aquosa. As nanofibras foram produzidas através do processo de eletrofiação, utilizando uma solução contendo nanocompósitos PPi/MMTO e álcool polivinílico (PVA). Esses materiais foram submetidos aos processos de caracterização FTIR, UV-Vis-NIR, DRX e MEV.

**Palavras-chave:** argila organofílica; montmorilonita; nanofibra; polipirrol;

## INTRODUÇÃO

Polímeros condutores e seus compósitos têm encontrado crescente utilização em dispositivos luminescentes, tais como sensores de pH [1] e ultravioleta [2], e recentemente também vem sendo bastante utilizados como sensores de compostos voláteis [3]. Enquanto a maioria dos polímeros convencionais (PET, OS, PTFE entre outros) tem condutividade inferior a  $10^{-13}$  S.cm<sup>-1</sup>, os polímeros condutores representam uma fascinante classe de materiais poliméricos com propriedades eletrônicas, eletroquímicas e óticas interessantes, tais como: estabilidade química, processabilidade, eletrocromismo, condutividade elétrica e reversibilidade em seus processos eletroquímicos, que os capacitam para diversas aplicações possíveis. Essa nova classe de materiais, denominada também de “Metais Sintéticos”, pode combinar as propriedades mecânicas e processabilidade dos polímeros convencionais com comportamento elétrico, ótico e magnético semelhante aos metais ou semicondutores inorgânicos. Recentemente, polímeros condutores, tais como a polianilina (PANi) e polipirrol (PPi) tem atraído bastante atenção devido às diversas aplicações tecnológicas [4], devido as propriedades as quais podemos destacar: estabilidade ambiental, facilidade de processamento, elevada condutividade e baixo custo. A síntese de novos compósitos híbridos orgânico/inorgânico tem atraído bastante atenção nos últimos devido ao fato desses nanocompósitos exibirem propriedades físicas distintas dos dois constituintes na forma isolada [5]. A sensibilidade de um sensor aumenta com o incremento da área de superfície disponível no material de detecção real. Compósitos do tipo argila/(polímero condutor) possuem alta rugosidade, permitindo uma área de superfície aumentada para interagir com o vapor de moléculas, tornando estes materiais atraentes para aplicações em sensores. No entanto, mesmo que a síntese e caracterização de vários compósitos inorgânicos/orgânicos deste tipo tenham sido descritas [6], pouca atenção tem sido dedicada para a utilização destes materiais como sensores de presença de compostos voláteis. Por sua vez, a presença de simultânea de regiões de diferentes afinidades químicas podem fazer híbridos compostos inorgânicos/orgânicos especialmente adequados para utilização em dispositivos de detecção, uma vez que o reconhecimento

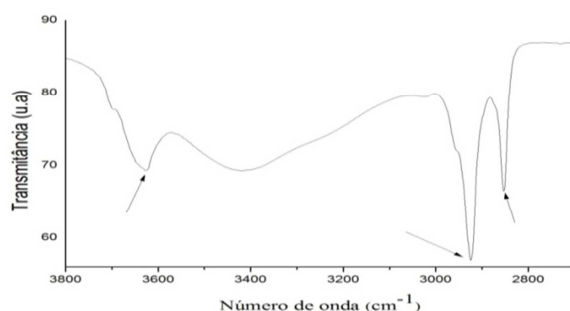
molecular melhora e torna-se mais seletivo, contribuindo para uma maior variedade de interações para a resposta do sensor [7].

### MATERIAIS E MÉTODOS

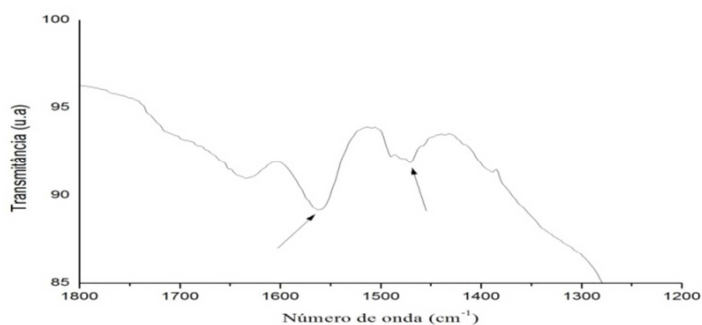
Para obtenção da MMTO, a argila montmorilonita (MMTK10) passou pelo processo de organofilização. Duas soluções aquosas, uma contendo MMTK10 e a outra brometo hexadeciltrimetilamônio e ácido clorídrico (HCl), foram mantidas sob forte agitação a 80°C, sendo misturadas logo em seguida e mantidas novamente sobre agitação por mais 2 horas. Para obtenção da amostra em forma de pó foi adicionado metanol em excesso, e após 24 horas, o precipitado foi centrifugado e lavado com metanol. Por sua vez o pó obtido foi armazenado em estufa sob uma temperatura de 60°C. Após a obtenção da MMTO, uma solução aquosa contendo 0,3g de MMTO, 0,43g de SDS e 100µl de pirrol foi deixada sob agitação a temperatura ambiente durante 30 minutos. A polimerização foi realizada com a adição de 0,57g de APS, mantendo-se a agitação durante 24 horas. Para obtenção das nanofibras, foi preparada uma solução PVA/PPi-MMTO contendo 10%p de PVA. Para a realização da eletrofiação, esta solução foi colocada em uma seringa com uma agulha de aço de ponta reta conectada a uma fonte de 15kV, sendo o fluxo de saída da solução controlada por uma bomba. A ponta da agulha foi mantida a uma distância de 15 cm do coletor aterrado, sendo este o receptor das nanofibras.

### RESULTADOS

As análises espectroscópicas na região do infravermelho presentes nas Figuras 1 e 2 mostram a presença de bandas características da MMTO e do PPI. Na Figura 1, o pico localizado em 3626 cm<sup>-1</sup> está relacionado à vibração de ligações NH, e os picos localizados em 2924 cm<sup>-1</sup> e 2853 cm<sup>-1</sup> são relacionados a vibrações de estiramentos de ligações CH [3,8]. Na Figura 2, os picos localizados nas bandas 1562 cm<sup>-1</sup> e 1469 cm<sup>-1</sup> são relacionados a vibrações de estiramento de ligações C-C e C-N, dos anéis de pirrol, respectivamente [9,10].

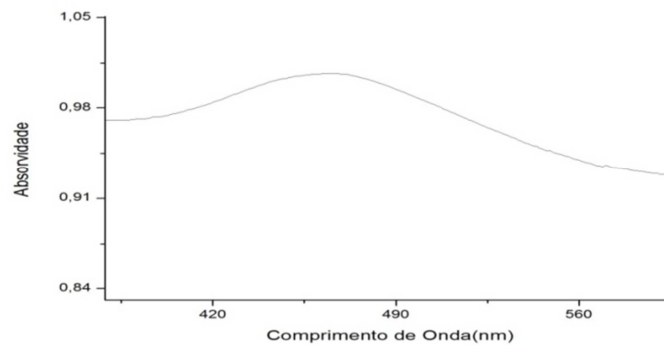


**Figura 1.** Espectro na região do infravermelho para a MMTO.



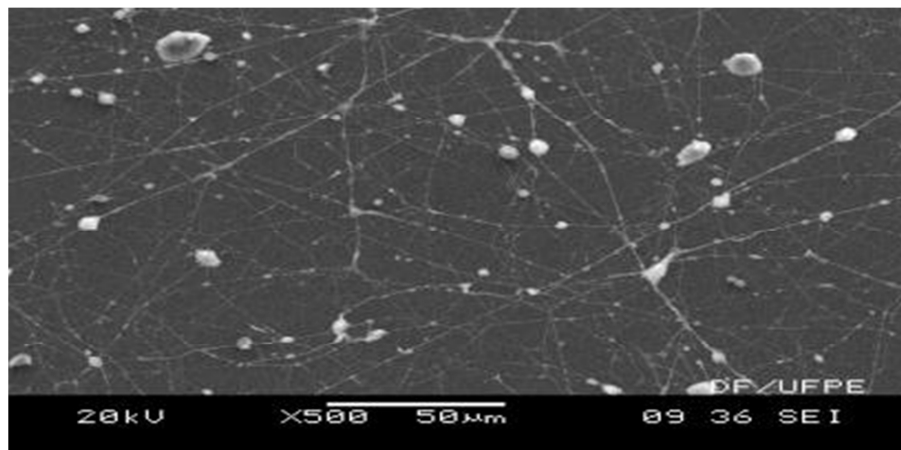
**Figura 2.** Espectro na região do infravermelho para o PPI/MMTO.

Na Figura 3 podemos observar o resultado do UV-Vis. O pico localizado no comprimento de onda de 465nm é relacionado a transições da banda de valência para o estado pólaron anti-ligante do “band-gap” do pirrol [9].



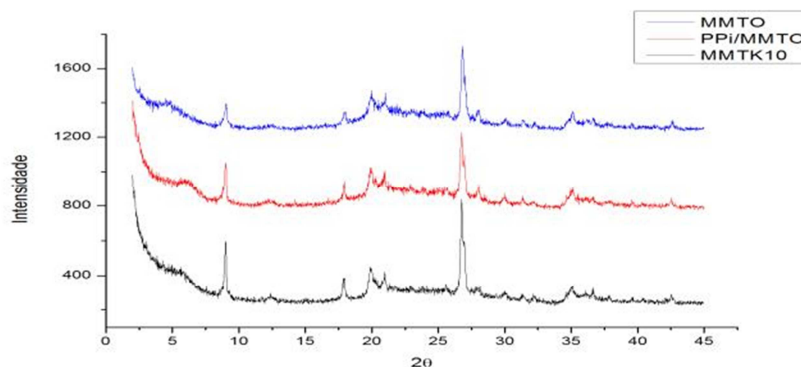
**Figura 3.** Espectro de absorção da região do UV-Vis para o **PPi/MMTO**.

Na Figura 4 podem ser visualizadas, através do auxílio da microscopia eletrônica de varredura, as fibras obtidas por meio do processo de eletrofiação. O diâmetro médio das fibras obtidas através desse processo foi 200nm.



**Figura 4.** Imagens obtidas por MEV das nanofibras **PVA/PPi-MMTO**.

O resultado da difração de raio-x é visualizado na Figura 5. Nele podemos observar picos de difração referentes aos planos (001) de  $2\theta = 5.5^\circ$ ,  $4.5^\circ$  e  $6^\circ$ , em que o espaçamento interplanar  $d_{001}$  é: 1.605nm, 1.961nm e 1.471nm, para a MMTK10, MMTO e PPI/MMTO respectivamente. Desta forma, tem-se o aumento da distância  $d_{001}$  para a MMTO, conforme dito na literatura[3], e diminuição da distância  $d_{001}$  para o compósito, devido a perda ou degradação do surfactante [11].



**Figura 5.** Difratoograma de raios-x da **MMTK10**, **MMTO** e **PPi/MMTO**.

### **DISCUSSÃO**

Foi possível sintetizar nanocompósitos e nanofibras PPi/MMTO. O resultado do FTIR mostra bandas e vibrações de elementos característicos que compõem a argila MMTO, comprovando o processo de organofilização, e o pirrol, comprovando o resultado da sua polimerização. Resultado também visualizado através do UV-Vis, onde o pico é característico da presença do pirrol. A microscopia eletrônica de varredura indica uma distribuição não homogênea das nanofibras.

### **CONCLUSÕES**

A partir da possibilidade de obtenção de nanocompósitos e nanofibras pirrol/argila, obtendo um material de maior condutividade e área superficial, é possível concluir que são necessários mais estudos na área de eletrofilização e na avaliação como sensores. A atuação desse material é promissora na área de dispositivos eletrônicos, sensores e adsorção de metais pesados.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Kleber Gonçalves Bezerra Alves, por todo apoio e orientação oferecidos. Aos colegas Lucas Silva, José Michelangelo, Henrique Sugahara pelo conhecimento transmitido e pelo auxílio oferecido. Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] Alves, K.G.B., De Melo, E.F., Andrade, C.A.S., De Melo, C.P. J Nanopart Res. 15 (2013) 1339.
- [2] De Melo, E.F., Alves, K.G.B., Junior, S.A., De Melo, C.P. J Mater. Sci. (2013) Doi 10.1007/s10853-013-7159-2
- [3] Pontes, L.F.B.L., De Souza, J.E.G., Galembeck, A., De Melo, C.P. Sens Act B Chem 177 (2013) 1115
- [4] Monti, O.L.A., Fourkas, J.T., Nesbitt, D.J. J Phys Chem B 108 (2004) 1604
- [5] Macdiarmid, A.G., Synth Met 125 (2002) 11
- [6] Gao, F. Mater Today 7 (2004) 50
- [7] Deng, Z., Stone, D.C., Thompson, M. Analyst 121 (1996) 671
- [8] De Paiva, L.B., Morales, A.R., Díaz, F.R.V. Cerâmica 54 (2008) 213.
- [9] Karim, M.R., Yeum, J.H. J. Polym. Sci. Part B: Polym. Phys., 46, 2279-2285.
- [10] Kassim, A., Ekramul Mahmud, H.N.M., Adzmi, F. Mater. Sci. Semicond. Process. 10 (2007) 246.
- [11] Paul, D.R., Robeson, L.M., Polymer nanotechnology: nanocomposites, Polymer 49 (2008) 3187-3204