

MODIFICAÇÃO DA SÍLICA COM EPÓXIDO CLORADO SEM A UTILIZAÇÃO DE SOLVENTE: ADSORÇÃO DE ÍONS $Cu(II)$ E ENERGÉTICA DO SISTEMA

Adalberto Piacentini (IC), Claudio Airoldi (PQ)

e-mail: ad.piacentini@gmail.com

Palavras-Chave – sílica, imobilização, epicloridrina, etilendiamina, adsorção, calorimetria

INTRODUÇÃO

A química de superfícies tem sido objeto de estudo para muitos tipos de reações e obtenção de materiais com as mais diversas aplicações. Geralmente, esse estudo envolve a modificação da superfície de alguma matriz que pode ser um polímero orgânico ou inorgânico, sendo a sílica gel o suporte mais utilizado para este último. Entre as vantagens da sílica gel estão a sua boa estabilidade mecânica, térmica e química durante a reação¹. A existência de grupos silanol (Si-OH) na superfície confere o caráter reativo e a possibilidade de modificação.

Os materiais modificados são utilizados para as mais diversas aplicações, incluindo fase estacionária para cromatografia, extração de cátions metálicos de soluções aquosas, recurso para pré-concentração e catálise^{2,3}.

Apresenta-se aqui a modificação da superfície da sílica com epicloridrina pela rota homogênea, heterogênea e sem a utilização de solvente e a posterior reação deste material com etilendiamina e o estudo da energética da adsorção de íons $Cu(II)$ sobre as superfícies através de calorimetria.

PARTE EXPERIMENTAL

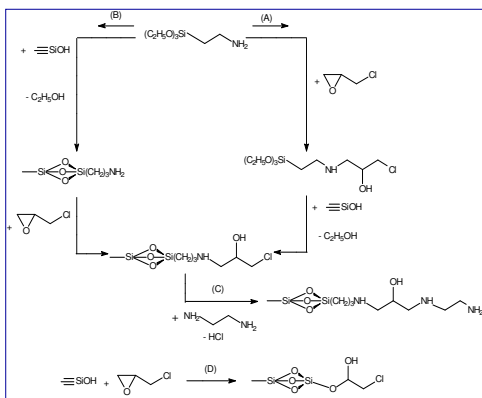


Figura 1. Síntese através do processo homogêneo (A), heterogêneo (B), posterior modificação com etilendiamina (C) e processo sem utilização de solvente (D).

RESULTADOS

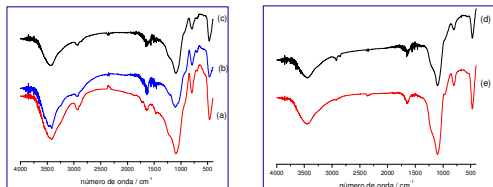


Figura 2. Espectros na região do infravermelho de Si-N-Ep(HT) (a), Si-N-Ep(HM) (b), Si-N-En (c), Si-Ep (d) e Si-Ep-En (e).

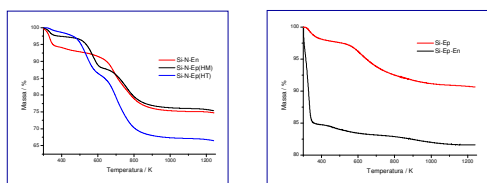


Figura 3. Curvas termogravimétricas para os materiais sintetizados

Tabela 1. Porcentagens de carbono (C), nitrogênio (N), cloro (Cl) em cada material, suas respectivas razões C/N calculada e experimental

Material	C / %	N / %	Cl / %	C/N _{exp}	C/N _{calc}
Si-Ep	2,82±0,06	-	2,42±0,02	-	-
Si-N-Ep(HT)	18,06±0,09	2,18±0,07	-	9,64±0,33	6,0
Si-N-Ep(HM)	12,1±0,7	2,7±0,3	4,10±0,03	5,18±0,46	6,0
Si-N-En	13,55±0,04	3,81±0,12	-	4,15±0,17	2,66

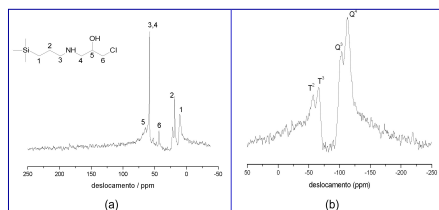


Figura 4. Espectros de ressonância magnética nuclear de ¹³C (a) ²⁹Si (b) para Si-N-Ep(HM)

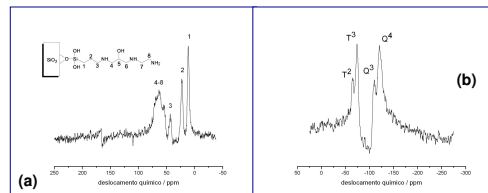


Figura 5. Espectros de ressonância magnética nuclear de ¹³C (a) e ²⁹Si (b) para Si-N-En

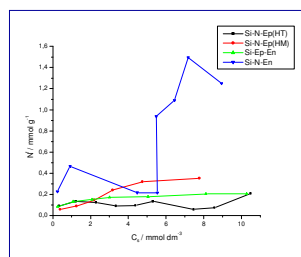


Figura 6. Isotermas de adsorção de $Cu(II)$ para os materiais sintetizados

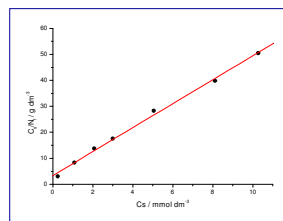


Figura 7. Linearização da isoterma de adsorção de $Cu(II)$ sobre Si-N-En

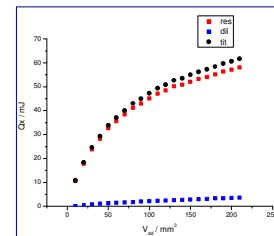


Figura 7. Curvas de titulação calorimétrica para Si-N-Ep(HT).

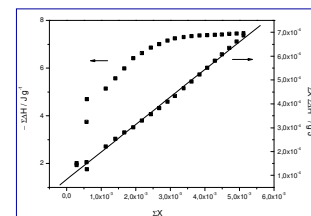


Figura 8. Isotherma de Langmuir e sua linearização para Si-N-Ep(HT).

Tabela 2. Grandezas termodinâmicas referentes às interações das superfícies com íons cobre a 298,15±0,02 K.

Material	-ΔH / kJ mol ⁻¹	-ΔG / kJ mol ⁻¹	ΔS / J K ⁻¹ mol ⁻¹
Si-N-Ep(HM)	8,1	5,5	8,0
Si-N-Ep(HT)	31,3	3,3	93,7
Si-N-En	6,6	4,2	8,7

CONCLUSÕES

Através das técnicas de caracterização utilizadas, pode-se confirmar a síntese efetiva dos materiais propostos. Pela análise dos espectros de RMN de ¹³C e ²⁹Si, e pela presença de bandas características no espectro de infravermelho confirma-se a organofuncionalização das superfícies. As sínteses dos materiais, portanto, foram bem sucedidas e os mesmos foram caracterizados de forma satisfatória.

No que diz respeito a adsorção de íons $Cu(II)$, todas as superfícies demonstraram capacidade de interagir com os mesmos, porém o perfil das curvas de adsorção e titulação calorimétrica não apresentavam o perfil esperado para este tipo de interação. Assim sendo, o tratamento dos dados pelo modelo adaptado de Langmuir resultou em grandezas termodinâmicas cujo valor não apresenta significado físico.

REFERÊNCIAS

- Leyden, D.E., *Silanes Surfaces and Interfaces*, Gordon and Breach, London, 1986.
- Arakaki, L. N. H., Alves, A. P. M., da Silva Filho, E. C., Fonseca, M. G., Oliveira, S. F., Espinola, J. G. P., Airoldi, C. *Thermochim. Acta*, 2007, 453, 72
- da Silva Filho, E. C., de Melo, J. C. P., Airoldi, C. *Carbohydr. Res.*, 2006, 341, 2842.