

## Remoção de Diclofenaco de Sódio em Solução Aquosa por Adsorção em Argila Organofílica Spectrogel: Estudo Cinético e de Equilíbrio

Paulo K. Borges\*, Gabriella S. Maia, Melissa G. A. Vieira

### Resumo

O presente trabalho avaliou a cinética e o equilíbrio de adsorção de diclofenaco de sódio de soluções aquosas usando argila organofílica Spectrogel - Tipo C. O modelo cinético de pseudoprimeira ordem foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais. A isoterma de adsorção de 15°C foi mais bem ajustada pelo modelo de Freundlich, enquanto o modelo de D-R foi o que melhor descreveu as isotermas de 30 e 50°C. Foi verificada a natureza endotérmica do processo de adsorção do diclofenaco de sódio pela argila.

### Palavras-chave:

adsorção, argila organofílica, diclofenaco de sódio.

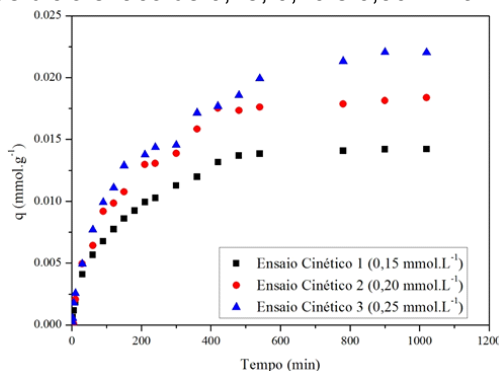
### Introdução

O crescente consumo e produção de fármacos levam à detecção destes no meio ambiente e à necessidade de métodos eficientes de tratamento de água e efluentes para a remoção de contaminantes farmacêuticos. O processo de adsorção é eficaz, barato e flexível e o uso de materiais argilosos como adsorvente alternativo é promissor. O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética e o equilíbrio de adsorção de diclofenaco de sódio (DS) usando argila organofílica Spectrogel - Tipo C.

### Resultados e Discussão

As Figuras 1 e 2 exibem as curvas cinéticas e de equilíbrio de adsorção de DS em argila organofílica, nesta ordem, enquanto as Tabelas 1 e 2 apresentam os respectivos parâmetros da modelagem matemática.

**Figura 1.** Curvas cinéticas obtidas nas concentrações iniciais de diclofenaco de 0,15; 0,20 e 0,30 mmol/L.



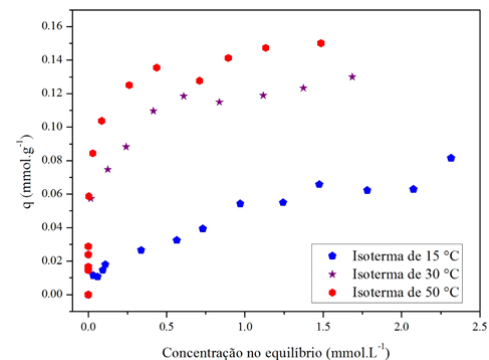
**Tabela 1.** Parâmetros de ajuste dos modelos cinéticos.

Modelo	Parâmetro	Concentração inicial (mmol/l)		
		0,15	0,20	0,30
Pseudoprimeira ordem	$q_e$ (mmol/g)	0,0139	0,0179	0,0277
	$k_1$ (min <sup>-1</sup> )	0,0068	0,0065	0,0046
	R <sup>2</sup>	0,982	0,986	0,976
	DMR(%)	17,5	39,2	34,9
Pseudossegunda ordem	$q_e$ (mmol/g)	0,0163	0,0212	0,0344
	$k_2$ (min <sup>-1</sup> )	0,495	0,365	0,137
	R <sup>2</sup>	0,991	0,992	0,977
	DMR (%)	25,8	49,4	55,9
Boyd	$D_i$	$1,33 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$8,67 \cdot 10^{-7}$
	R <sup>2</sup>	0,952	0,967	0,981
Difusão intrapartícula	$K$ (mmol/g.min <sup>0,5</sup> )	$5,27 \cdot 10^{-4}$	$7,21 \cdot 10^{-4}$	$5,35 \cdot 10^{-5}$
	$C$ (mmol/g)	0,00218	0,00202	0,00265
	R <sup>2</sup>	0,994	0,994	0,993
	DMR (%)	18,7	40,1	21,5

Com base nos valores de R<sup>2</sup> e DMR, o modelo de pseudoprimeira ordem foi mais preditivo para a cinética,

indicando que há resistência à transferência de massa. O bom ajuste do modelo de Boyd mostra que a transferência de massa em filme externo é o mecanismo controlador do processo. Verifica-se também a ocorrência de difusão intrapartícula, mesmo que em menor intensidade.

**Figura 2.** Isotermas de adsorção a 15, 30 e 50°C.



**Tabela 2.** Parâmetros dos modelos de equilíbrio.

Modelo	Parâmetro	Temperatura (°C)		
		15	30	50
Langmuir	$q_{max}$ (mmol/g)	$8,60 \cdot 10^{-2}$	0,115	0,133
	$K_L$ (L/mmol)	1,49	61,3	186
	R <sup>2</sup>	0,958	0,925	0,944
	DMR(%)	18,9	25,0	21,1
Freundlich	$K_F$ (L/mmol)	$4,85 \cdot 10^{-2}$	0,120	0,147
	$n$	0,479	0,226	0,198
	R <sup>2</sup>	0,965	0,973	0,956
	DMR(%)	9,63	15,6	26,9
Dubinin – Radushkevich (D-R)	$X_m$ (mmol/l)	$6,17 \cdot 10^{-2}$	0,118	0,148
	$k$ (mol <sup>2</sup> .k <sup>2</sup> )	$5,48 \cdot 10^{-8}$	$6,86 \cdot 10^{-9}$	$4,61 \cdot 10^{-9}$
	R <sup>2</sup>	0,902	0,981	0,984
	DMR(%)	28,3	11,5	10,9

Os modelos que ficaram mais bem ajustados aos dados foram o de Freundlich, para a isoterma de 15 °C e o de Dubinin-Radushkevich para as isotermas de 30 e 50 °C, indicando que a adsorção ocorreu em superfície heterogênea. A natureza da adsorção é endotérmica.

### Conclusões

Os dados cinéticos foram melhor descritos pelo modelo de pseudoprimeira ordem, enquanto que o modelo de Freundlich foi o que melhor se ajustou à isoterma de 15°C e o de D-R às isotermas de 30 e 50 °C

### Agradecimentos

Ao CNPq, à Capes e à FAPESP (Proc. 2016/05007-1), à Geolab e à Spectrochem.