

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM QUITOSANA

IVAN C. A. RIBEIRO¹, RONALDO FIA², FÁTIMA RESENDE LUIZ FIA³, ANA F. S. R. DE MELO⁴

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando Universidade Federal de Lavras

²Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

³Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras

⁴ Engenharia Ambiental e Sanitarista, Mestranda, Universidade Federal de Lavras

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O excesso de fósforo presente em efluentes agroindustriais, quando estes são despejados in natura, promove a eutrofização do curso hídrico levando ao crescimento exagerado de algas e ao comprometimento da vida aquática. A fim de se evitar tal evento, vem-se utilizando adsorventes de baixo custo para a remoção de fósforo, via adsorção, evitando de forma significativa os impactos causados ao meio ambiente. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de adsorção de fósforo em quitosana a partir da análise das isotermas de adsorção ajustadas para os modelos de Langmuir e Freundlich. Para obtenção das isotermas, foi adicionada, separadamente, uma massa de 0,5 g do resíduo, em 10 mL de soluções de Fósforo com concentrações variando de 0 a 20 mg L⁻¹. As análises foram realizadas em triplicata. A significância estatística dos coeficientes de correlação para as isotermas foi o critério pelo qual seus dados foram testados. Os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais obtendo coeficientes de determinação iguais acima de 0,87. O resultado encontrado indica possibilidades de utilização da quitosana em sistemas que visem à remoção do fósforo presente em águas residuárias

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento terciário, Langmuir, Freundlich

PHOPHORUS ADSORTION ISOTHERMS IN CHITOSAN

ABSTRACT: Phosphorus excess present in effluents from agroindustry promotes the eutrophication of the water source leading to the exaggerated growth of algae and compromise aquatic life. In order to avoid such event, low-cost adsorbents had been using to remove phosphorus, by adsorption, avoiding a significant extent impacts caused in an environment. Thus, the objective of the present work was evaluated the phosphorus adsorption capacity in chitosan from analysis of adsorption isotherms adjusted by Langmuir and Freundlich models. To obtain the isotherms, a mass of 0.5 g of the residue was added separately in 10 mL of Phosphorus solutions with concentrations ranging from 0 to 20 mg L⁻¹. The analyzes were performed in triplicate. The statistical significance of the correlation coefficients for the isotherms was the factor by which their data were tested. The models fitted well to the experimental data obtaining equal coefficients of determination above 0.87. The result found indicates possibilities of using chitosan in systems that aim to remove the phosphorus present in wastewater.

KEYWORDS: Tertiary treatment, Langmuir, Freundlich

INTRODUÇÃO: O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial nos últimos anos vêm deteriorando fontes primordiais de água potável para o consumo humano e têm se tornado uma

preocupação ambiental mundial. Essa contaminação é promovida principalmente pelo lançamento, muitas vezes *in natura*, do esgoto gerado tanto pelas indústrias quanto pelo esgotamento sanitário de áreas urbanas. No Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), em 2014, apenas 40% da população possuía sistemas de captação de esgoto em suas residências, sendo o restante disposto diretamente no meio ambiente. Quando lançado no ambiente, sem tratamento adequado, esse efluente disponibiliza matéria orgânica, nutrientes e microrganismos que podem provocar doenças, além da contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas.

Os efluentes com elevada concentração de fósforo, nas suas diferentes formas, são gerados tanto na zona rural como na área urbana e, geralmente, lançados diretamente nos corpos hídricos receptores ou após submetidos a tratamentos ineficientes na remoção de fósforo e outros nutrientes, proporcionando insuficiente diminuição nas cargas lançadas em corpos hídricos. A fim de se evitar tal evento, vem-se utilizando adsorventes de baixo custo para a remoção de fósforo, via adsorção, evitando de forma significativa os impactos causados ao meio ambiente. Dentre os resíduos passíveis de utilização com esse fim está a quitosana, um aminopolissacarídeo biodegradável, hidrofílico, não tóxico e obtido em escala industrial pela desacetilação alcalina da quitina, um dos biopolímeros mais abundantes da natureza (Neto, 2010). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar e avaliar a capacidade de adsorção de fósforo em quitosana a partir da análise das isotermas de adsorção ajustadas para os modelos de Langmuir e Freundlich.

MATERIAL E MÉTODOS: Para obtenção das isotermas de adsorção, foi adicionada, separadamente, uma massa de 0,5 g de cada um dos resíduos, em 10 mL de solução de Fósforo com diferentes concentrações (0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0; 16,0 e 20,0 L⁻¹ de P), para abranger as diferentes concentrações de Fósforo geralmente encontradas no esgoto doméstico e em algumas águas residuárias da agroindústria (MATOS, 2010; VON SPERLING, 2014). As soluções foram preparadas com KH₂PO₄ diluído em água destilada. Os ensaios foram conduzidos em triplicata. As suspensões foram colocadas em agitador vertical tipo Wagner, por 24 h, e posteriormente, centrifugadas a 3.000 rpm, por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado para a quantificação da concentração de Fósforo na solução de equilíbrio. A concentração de Fósforo no sobrenadante foi obtida pelo método fosfomolibdílico e medição da absorbância em espectrofotômetro (MATOS, 2014). A quantidade de Fósforo adsorvida a cada um dos resíduos foi considerada como sendo a diferença entre as concentrações iniciais e finais do mesmo elemento químico na solução de equilíbrio, conforme Alleoni (2009). Graficamente, a quantidade de Fósforo adsorvida foi plotada no eixo das ordenadas e a concentração na solução de equilíbrio no eixo das abscissas. A partir daí, foram determinados os coeficientes das equações de Langmuir e Freundlich,

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nos ensaios de adsorção, verificou-se que a quitosana apresentou remoção média de 36% do Fósforo presente nas soluções preparadas em laboratório. Verificou-se, ainda que, quanto menor a concentração de Fósforo na solução inicial, maiores foram as eficiências de remoção. No entanto, a capacidade de adsorção de Fósforo pela quitosana foi maior quando se aplicou as maiores concentrações de Fósforo, alcançando 0,75 mg de Fósforo adsorvido em cada g de resíduo (Tabela 1). Os ajustes das equações de Langmuir e Freundlich, a partir dos dados experimentais, podem ser considerados satisfatórios, como pode ser observado pelos valores dos coeficientes de determinação apresentados na Tabela 2. No modelo ajustado de Langmuir, o parâmetro ajustado 0,28 L mg⁻¹ corresponde a constante relacionada com a energia de ligação do resíduo, e 0,92 mg g⁻¹ é a capacidade de adsorção do resíduo em relação ao Fósforo. Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de isotermas de adsorção ajustadas para os dois modelos.

Tabela 1: Concentração real inicial (C_0), de equilíbrio (C_{eq}), quantidade de Fósforo adsorvido em quitosana (q) e percentual de remoção de Fósforo (R).

C_0 (mg L ⁻¹)	C_{eq} (mg L ⁻¹)	q (mg g ⁻¹)	R (%)
0,0	0,04		
1,3	0,51	0,16	61
2,3	1,40	0,19	40
3,3	1,76	0,31	47
4,3	2,50	0,37	43
5,3	3,07	0,45	42
6,3	3,60	0,54	43
8,1	5,77	0,47	29
10,3	6,89	0,68	33
12,2	9,62	0,51	21
14,0	10,47	0,70	25
16,0	11,90	0,82	26
19,3	15,59	0,75	19

O valor encontrado pode ser atribuído à grande interação das moléculas de Fósforo aos grupos amino (-NH₂) e hidroxila (-OH) distribuídos na matriz polimérica, que servem como sítios de coordenação e interação eletrostática. A capacidade de adsorção foi semelhante a adsorção de Fósforo em diversos tipos de solo, comumente utilizados em estudos de adsorção desse elemento químico. Em trabalho realizado por Broggi et al. (2011), foram encontrados valores de capacidade de adsorção variando de 0,31 a 2,48 mg g⁻¹ em três tipos de solos (Latosolo Amarelo distrófico, Nitossolo Vermelho distroférrico e Vertissolo Ebânico órtico), com e sem calagem, de algumas regiões do estado do Pernambuco. De acordo com esses autores, os solos com maiores teores de Alumínio apresentaram aumento em adsorver após serem submetidos ao processo de calagem.

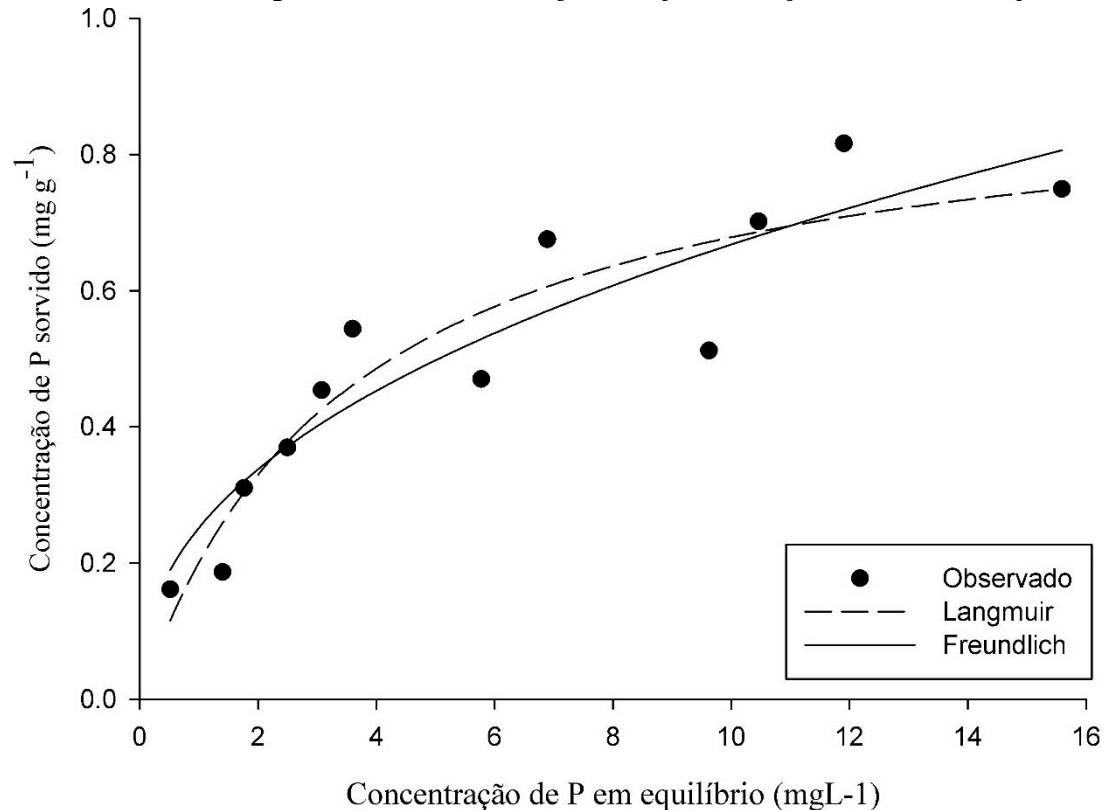
TABELA 2. Isotermas de adsorção de Freundlich e Langmuir ajustadas aos dados experimentais.

Isotermas	Equação	Coefficiente de determinação
Langmuir	$S = \frac{0,2568C_e}{(1 + 0,28C_e)}$	0,87
Freundlich	$S = 0,2517C_e^{0,4238}$	0,85

S - quantidade de Fósforo adsorvido/precipitado em mg g⁻¹ de resíduo Ce - Concentração de fósforo na solução em equilíbrio.

Além dos solos, vários resíduos alternativos são utilizados na comunidade científica na avaliação da adsorção de Fósforo. Park et al. (2016) estudaram o processo de adsorção de Fósforo em escórias de aço e de algumas ligas de Ferro e Níquel obtendo valores de C_{max} entre 0,26 a 3,23 mg g⁻¹. Outro fato a ser levado em consideração é com relação ao pH das soluções preparadas no laboratório. As soluções foram preparadas com reagente padrão (KH₂PO₄) deixando as soluções com pH abaixo de 7, o que favorece o processo de adsorção de P. Por apresentar elevada capacidade de adsorção de Fósforo, a quitosana, apresenta potencial de utilização na remoção de Fósforo, tornando-se uma opção interessante em sistemas que se requer remoção desse elemento químico, como por exemplo, nos efluentes de estações de tratamento de esgoto. Por se tratar de técnica de baixo custo vislumbra-se a quitosana possa ser utilizada, por exemplo, na construção de colunas de retenção desse poluente, que podem aumentar a eficiência de diversos sistemas de tratamento no que se refere à remoção de Fósforo.

Figura 1: Isotermas de Langmuir e de Freundlich ajustadas para adsorção de Fósforo em quitosana.



CONCLUSÕES: As isotermas de adsorção se ajustaram bem aos dados experimentais e os melhores ajustes foram obtidos utilizando-se o modelo de Langmuir e Freundlich, para a quitosana; A capacidade máxima de adsorção de P a quitosana foi igual a 0,92mg g⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L. R. F. A. Química e Mineralogia do Solo - Parte II. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. ISBN 9788586504051
- BROGGI, F.; OLIVEIRA, A. C. D.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. D. S.; NASCIMENTO, C. W. A. D. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco minera logicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 77-83, 2011. ISSN 1413-7054
- NETO, M.; DE OLIVEIRA, J. Remoção de arsênio de águas por adsorção em esferas de quitosana-ferro (III)-reticulada. 2010.
- MATOS, A. T. Poluição ambiental: impactos no meio físico. 1ª Edição. 2010. 260p. ISBN 9788572693820.
- _____. Qualidade do meio físico ambiental: Práticas de laboratório. 1ª Edição. 2012. 150p. ISBN 9788572694551.
- PARK, J.-H.; KIM, S.-H.; DELAUNE, R. D.; KANG, B.-H.; KANG, S.-W.; CHO, J.-S.; OK, Y. S.; SEO, D.-C. Enhancement of phosphorus removal with near-neutral pH utilizing steel and FERRONickel slags for application of constructed wetlands. *Ecological Engineering*, v. 95, p. 612-621, 10// 2016
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4ª Edição. Editora UFMG, 2014. 452p. ISBN 9788542300536.
- WANG, W.; MA, C.; ZHANG, Y.; YANG, S.; SHAO, Y.; WANG, X. Phosphate adsorption performance of a novel filter substrate made from drinking water treatment residuals. *Journal of Environmental Sciences*, v. 45, p. 191-199, 7// 2016. ISSN 1001-0742.