

Obtenção dos polióis arabitol e xilitol através de etapas de purificação com diferentes adsorventes

Palavras-Chave: Adsorção; Arabitol; Xilitol.

Autores:

Maria Eduarda Rampin de Almeida, FEA – UNICAMP

Msc. Danielle Garcia Ribeiro Galvão, FEA - UNICAMP

Prof. Dr. Marcus Bruno Soares Forte, FEA - UNICAMP

1 INTRODUÇÃO

Os polióis são substâncias orgânicas altamente valorizados em diversas aplicações industriais devido às suas propriedades físico-químicas únicas, dentre eles, destacam-se o arabitol e o xilitol, que apresentam papel fundamental na indústria de alimentos e bebidas, farmacêutica, cosmética e química (Farias et al, 2022). Dentre esses, o xilitol é mais amplamente comercializado, sendo produzido a partir de fontes renováveis como resíduos agrícolas e florestais. Sua produção em massa é realizada através da hidrogenação catalítica da matéria prima lignocelulósica e resíduos da produção de milho (Global Market Insights, 2019). No entanto, este processo requer condições operacionais extremas, com elevadas temperaturas e pressão; e a utilização de catalizadores tóxicos ao meio ambiente. Como alternativa a esse processo tem-se a obtenção biotecnológica com a utilização de microrganismos como catalisadores. Dessa forma, arabitol e xilitol podem ser obtidos através da biomassa lignocelulósica utilizando microrganismos fermentadores delas. Este é um processo mais favorável pois os microrganismos atuam de forma seletiva na biomassa vegetal, as condições operacionais são mais brandas e não há geração de resíduos tóxicos.

Os polióis apresentam valores de mercado elevados e apresentam um crescimento significativo nos últimos anos, tomando-se uma opção atraente para a indústria, uma vez que proporciona benefícios tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental. Nesse contexto, surge a necessidade de recuperar esses álcoois do produto de fermentação. Uma das técnicas já estudadas para a separação do xilitol do caldo fermentado é a adsorção utilizando carvão ativado como adsorvente (Cardoso & Forte, 2021). Essa técnica mostrou-se eficiente na recuperação e purificação do poliól do caldo. Tendo isso em vista, o presente trabalho tem o objetivo de estudar a separação dos polióis através da adsorção, utilizando diferentes adsorventes a fim de se obter um processo adsortivo de recuperação e purificação dos polióis de um caldo fermentado de biomassa lignocelulósica.

2 METODOLOGIA

Para a seleção dos adsorventes, realizou-se os testes utilizando seis materiais diferentes, três tipos de carvões ativados e três diferentes resinas. Os carvões ativados utilizados encontram-se em três faixas de pH diferentes, sendo eles: carvão ativado básico, ácido e neutro. As resinas de troca iônica utilizadas foram a SP700 (altamente porosa), HPA512L (fortemente básica) e UBK 550 (fortemente ácida). Para padronização do material sólido, utilizou-se moinho (TE-631- Tecnal) e peneiras, a faixa utilizada para o carvão estava entre 40 e 100 *mesh*.

A adsorção em batelada foi iniciada com a pesagem em eppendorfs da massa do adsorvente, cuja concentração foi fixada em 50 g·L⁻¹. Após pesagem, adicionou-se 1,2 mL de solução contendo concentrações diferentes dos adsorbatos (xilitol e arabitól) de 10 g·L⁻¹, 5 g·L⁻¹, 2 g·L⁻¹ e 0,5 g·L⁻¹ e, variando também o pH, com valores de 3, 7 e 9. Os experimentos foram realizados em duplicata em Termoblocos Loccus DBH-S, a temperatura, agitação e tempo foram fixadas em 30°C, 1500 rpm e 4 horas, respectivamente. A concentração dos polióis foi determinada por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) com coluna Aminex HPX-87H, fase móvel de ácido sulfúrico 0,01N, a 45°C, fluxo de 0,6 mL min⁻¹ e volume de injeção de 20 µL.

Os ensaios de adsorção foram realizados para o caldo fermentado de hidrolisado hemicelulósico de bagaço da cana de açúcar. Este caldo é rico em xilitol, mas possui compostos indesejados que diminuem a pureza como substratos da fermentação. O pH do meio foi mantido constante e igual a 5,0.

Para obtenção dos resultados, foram plotadas isotermas a partir das concentrações iniciais em função da capacidade máxima de adsorção q (equação 1).

$$q = \frac{(C_i - C_{eq})V}{m_{ads}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde C_i e C_{eq} são concentração inicial e no equilíbrio, respectivamente; V é o volume do eppendorf e m_{ads} é a massa de adsorvente utilizada.

Para a caracterização dos adsorventes escolhidos, as análises realizadas se mantêm, porém, o preparo da amostra é diferente. Foram utilizados maiores volumes (40 mL) e maior tempo (48h) para a análise da cinética e adsorção de cada um dos adsorventes selecionados, a partir dos métodos de Mota (MOTA et al., 2019) e Soto (SOTO et al., 2017).

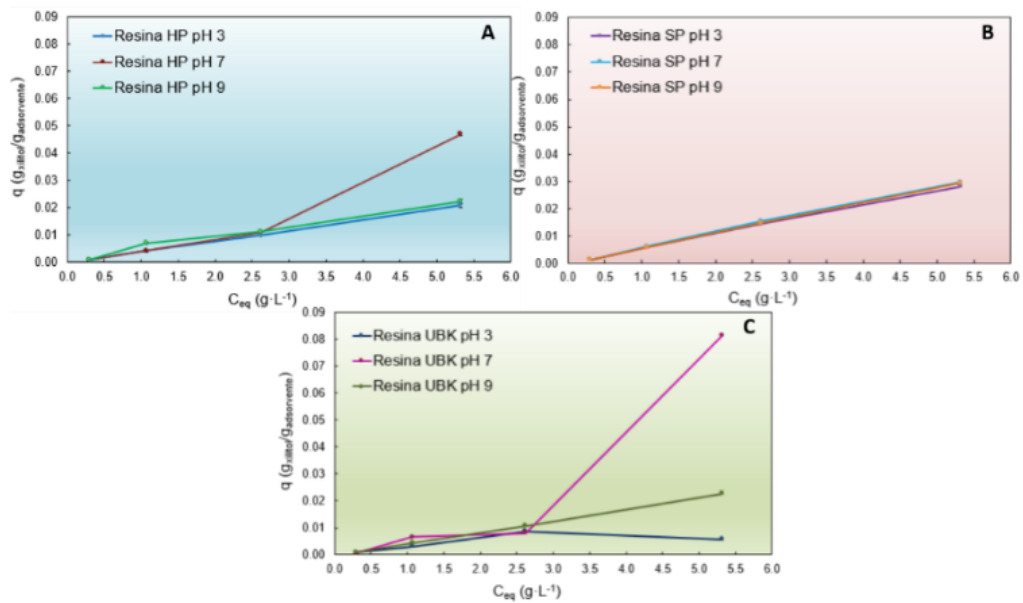
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos experimentos foram obtidas as isotermas de adsorção. A Figura 1 apresenta a isoterma a 30 °C do xilitol puro em contato com as resinas como adsorvente e variando-se o pH do meio. Observa-se que para as resinas HPA e UBK a capacidade de adsorção foi maior para o pH ácido do meio, enquanto para a resina SP700 não houve uma diferença significativa dessa capacidade.

Por sua vez, a Figura 2 apresenta as isotermas de adsorção a 30 °C do xilitol puro em contato com carvões ativado como adsorvente, com a variação do pH o meio adsorvato em 3, 7 e 9. Também é observado que o meio ácido, para os diferentes pH, foi o que apresentou a maior capacidade de adsorção. Além disso, todas as isotermas apresentaram um comportamento esperado, no qual o aumento da concentração de equilíbrio acarretou a maior capacidade de adsorção, estando de acordo com a literatura.

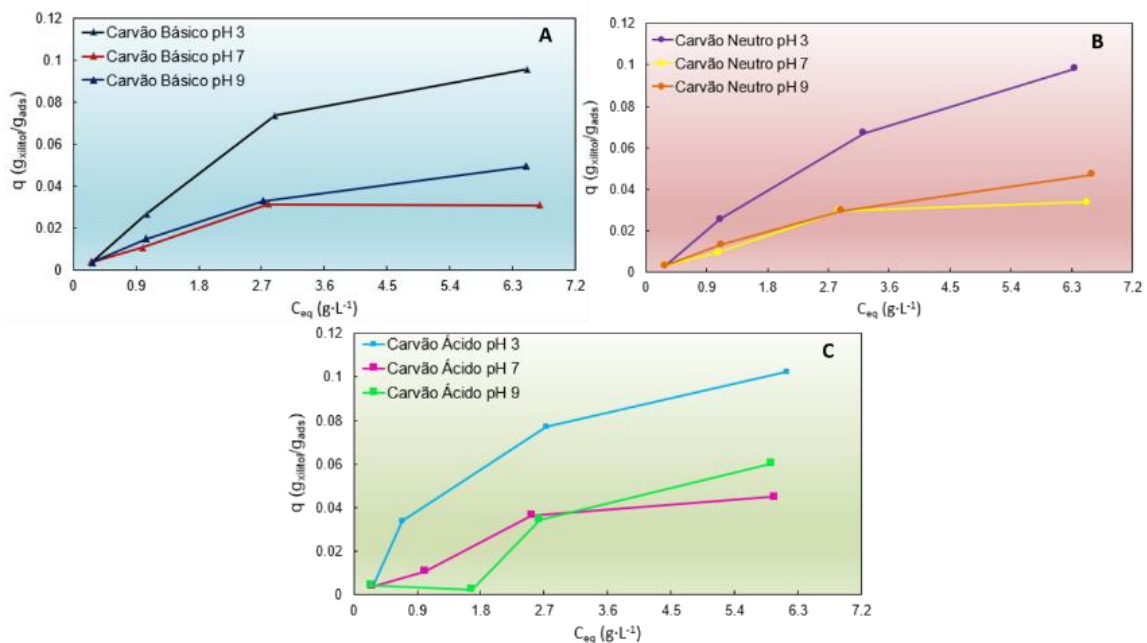
Com base nos gráficos, conclui-se que as resinas realizam adsorção mais efetiva do xilitol quando em pH básico (9) e os carvões em pH ácido (3). Conclui-se, também, que o tempo de 4 horas não é o suficiente para o equilíbrio da reação de adsorção, portanto, para a caracterização dos adsorventes selecionados, esse tempo foi aumentado.

Figura 1 - Isoterma de adsorção a 30 °C do xilitol puro em diferentes resinas de troca iônica: A) resina HPA 512, B) resina SP700 e C) resina UBK 550 em diferentes pH do meio.



Fonte: autores.

Figura 2 – Isoterma de adsorção a 30 °C do xilitol puro em diferentes carvões: A) carvão básico, B) carvão neutro e C) carvão ácido em diferentes pH do meio.

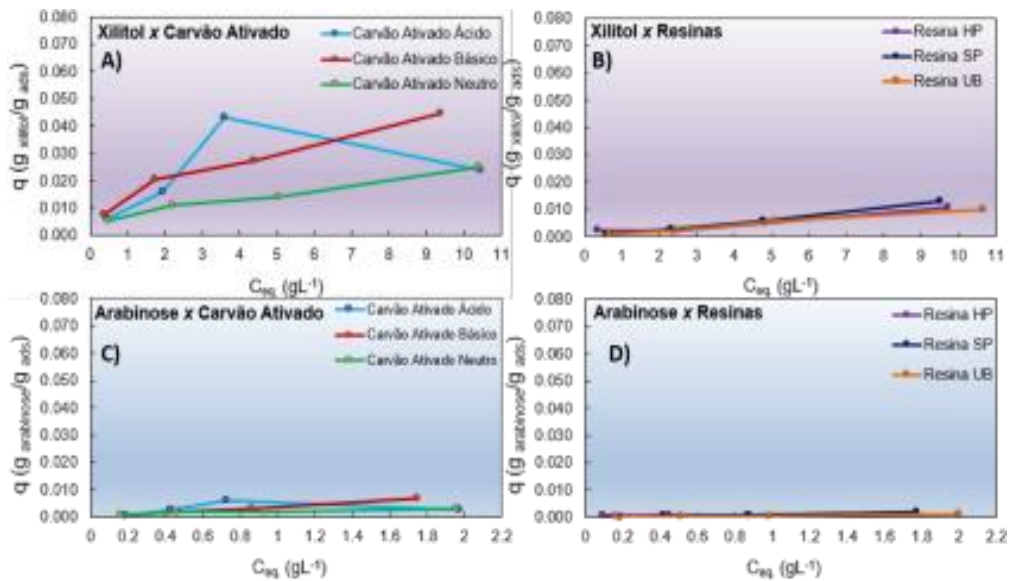


Fonte: autores.

Também foram obtidas as isotermas de adsorção para o caldo fermentado rico em xilitol. O caldo fermentado do hidrolisado hemicelulósico do bagaço da cana-de-açúcar contém, além dos polióis, certas impurezas como xilose, arabinose em quantidades razoáveis. As interações desses componentes com os adsorventes estão apresentadas nas Figuras 3 e 4 através das isotermas de adsorção a 30 °C.

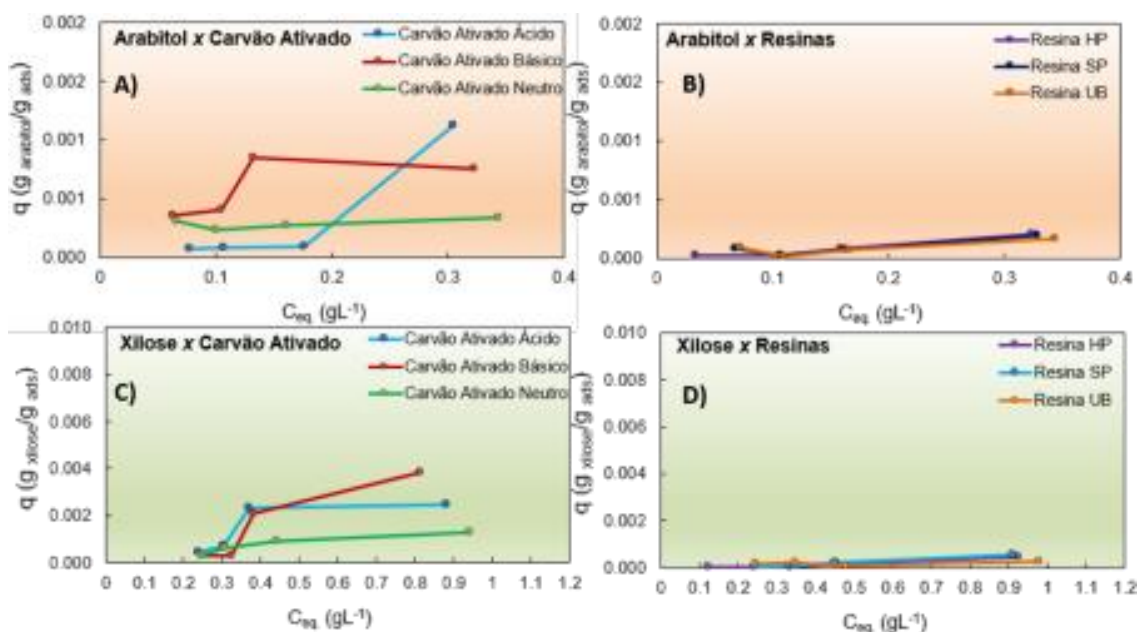
Comparando os gráficos das Figura 3, o xilitol no caldo fermentado apresentou menor capacidade de adsorção, nas condições testadas, nos adsorventes de resinas (B) em relação aos carvões ativados (A). Esse fenômeno também foi observado para a arabinose (Figura 3 C e D) e para o arabitol (Figura 4 A e B) e xilose (Figura C e D). Os baixos valores da capacidade de adsorção da xilose, arabinose e arabitol está estritamente relacionado com suas concentrações mais baixas no caldo fermentado de hidrolisado do bagaço da cana-de-açúcar.

Figura 3 – Isotermas de adsorção a 30 °C do caldo fermentado rico em xilitol e outros componentes: A) xilitol em diferentes carvões ativados, B) xilitol em diferentes resinas, C) arabinose em diferentes carvões ativados e D) arabinose em diferentes resinas.



Fonte: autores.

Figura 4 - Isotermas de adsorção do caldo fermentado rico em xilitol em diferentes resinas de troca iônica, onde SP é a resina SP700, HP é a resina HP512L e UB é a resina UBK550 na temperatura de 30 °C.



Fonte: autores.



4 CONCLUSÕES

Conclui-se, de acordo com os resultados obtidos, que os adsorventes mais efetivos para os polióis estudados são o carvão ativado ácido e as resinas SP 700 e HPA 512, ademais, as condições utilizadas para o processo como a rotação e temperatura podem ser efetivos para a purificação do arabitol e do xilitol. Esse estudo se mostra eficiente para a viabilidade da produção e separação dos polióis pela via biotecnológica a partir de matéria lignocelulósica.

BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, B. S.; FORTE, M. B. S. Purification of biotechnological xylitol from *Candidatropicalis* fermentation using activated carbon in fixed-bed adsorption columns with continuous feed. *Food and Bioproducts Processing*, [s. l.], v. 126, p. 73–80, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960308520305861>.

Farias, D., M, A. H. F. De, Fellipe, M., Cicalese, G., Ribeiro, D. G., Goldbeck, R., Bruno, M., Forte, S., & Maugerifilho, F. (2022). New biotechnological opportunities for C5 sugars from lignocellulosic materials. *Bioresource Technology Reports*, 17(January). <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.100956>.

GLOBAL MARKET INSIGHTS. Xylitol Market Size By Application, Downstream Application Potential, Industry Analysis Report, Regional Outlook, Production Technology, Price Trend, Competitive Market Share & Forecast 2019–2025. Sample report, 2019.

MOTA, Maria Ines F. et al. Adsorption of vanillic and syringic acids onto a macroporous polymeric resin and recovery with ethanol: water (90: 10% V/V) solution. *Separation and Purification Technology*, v. 217, p. 108-117, 2019.

SOTO, María Luisa et al. Batch and fixed bed column studies on phenolic adsorption from wine vinasses by polymeric resins. *Journal of Food Engineering*, v. 209, p. 52-60, 2017.