

Aplicação de zeólitas na remoção de compostos fenólicos para aprimoramento da qualidade de vinhos

Rafael Sávio Ribeiro de Oliveira^{1*}, Isabelle Batonneau-Gener¹, Alexander Sachse¹, Fabrice Meunier², Sibele Berenice Castellã Pergher³

Université de Poitiers, IC2MP, França, rsavio@gmail.com^{1*}, Université de Poitiers, IC2MP, França, isabelle.gener@univ-poitiers.fr¹, Université de Poitiers, IC2MP, França, alexander.sachse@univ-poitiers.fr¹, Biolaffort, França, fabrice.meunier@laffort.com², Universidade Federal do Rio Grande do Norte, LABPEMOL, Brasil, sibele.pergher@ufrn.br³.

Resumo/Abstract

RESUMO – Durante a fermentação dos vinhos tintos, algumas moléculas fenólicas como o Sotolon e a Aminoacetofenona (AAP) são formadas em pequenas quantidades, mas têm grande impacto no sabor, conferindo um gosto amargo e adstringente que pode comprometer a qualidade do vinho. Por isso, é importante encontrar materiais capazes de remover essas substâncias sem interferir nas demais características do vinho. Neste estudo, foram testadas diferentes zeólitas para capturar essas moléculas. As análises, feitas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), mostraram bons resultados para a remoção das moléculas. No entanto, a diferença de adsorção da molécula de Sotolon em relação a de AAP nas zeólitas deve-se as interações entre os grupos funcionais oxigenados do Sotolon-água e os átomos de oxigênio da estrutura da zeólita.

Palavras-chave: adsorção, zeólitas, Sotolon, AAP, moléculas.

ABSTRACT - During the fermentation of red wines, certain phenolic compounds such as Sotolon and Aminoacetophenone (AAP) are formed in small quantities but have a significant impact on flavor, imparting a bitter and astringent taste that can compromise wine quality. Therefore, it is important to find materials capable of removing these substances without affecting the other characteristics of the wine. In this study, different zeolites were tested for their ability to capture these molecules. Analyses performed using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) showed promising results for the removal of these compounds. However, the difference in adsorption between the Sotolon and AAP molecules on the zeolites is due to the interactions between the oxygenated functional groups of Sotolon-water and the oxygen atoms in the zeolite structure.

Keywords: adsorption, zeolites, Sotolon, AAP, molecules.

Introdução

Para a produção de vinhos na França, na região de Bordeaux (França), utiliza-se uma levedura chamada *Brettanomyces*, em períodos quentes, durante o processo de fermentação é produzido muitos componentes fenólicos que prejudicam a qualidade dos vinhos (1). Dentre as principais moléculas fenólicas produzidas estão o Sotolon e Aminoacetofenona (AAP), que são responsáveis pelo gosto adstringente e amargo do vinho. (2-3)

Experimental

Preparação da solução de simulação do vinho

Para simular a concentração dos fenóis no ambiente do vinho tinto, foi preparada uma solução hidroalcóolica ácida com pH=3,5 utilizando ácido tartárico e etanol, em seguida foram preparadas soluções separadas com concentração de 2 mg/L cada, de Sotolon e AAP utilizando a solução simulação de ácido tartárico e etanol descrita acima.

A determinação da quantidade de fenóis nas soluções e nos experimentos realizados foi realizada utilizando um equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) da marca Shimadzu.

Caracterização das zeólitas

A Tabela a seguir apresenta o nome e a razão Si/Al das zeólitas utilizadas nesse trabalho. As zeólitas são comerciais e foram caracterizadas por espectroscopia na região do infravermelho após adsorção de piridina para determinar a acidez, medidas de área específica usando análises de adsorção de N₂ e para determinar a razão Si/Al foi utilizada análise química por espectroscopia de indução de plasma (ICP).

Tabela 1: Tamanho de poro e faixa de razão Si/Al das zeólitas utilizadas.

Zeólitas	FAU/LTL/MOR (12R)	MFI (10R)
Razão Si/Al	1-1000	

Fonte: Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (IC2MP).

Metodologia de adsorção de fenóis

Foram preparadas curvas de calibração com concentração de 0,2 mg/L até 2 mg/L para Sotolon e AAP. O processo de adsorção foi realizado em batelada de 6 reatores. Em cada reator foi utilizado 100 mg de zeólita e 100 mL da solução simulação hidroalcóolica com pH=3,5, com duração de 24

h. Água e metanol foram utilizados como solventes, em uma coluna com tamanho de partícula de 5 μm e lâmpada D2. Para o Sotolon foi utilizado 45% de metanol e 55% de água, para o AAP foi utilizado 35% de metanol e 65% de água.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 temos a taxa de remoção em percentual, onde os melhores resultados foram utilizando as zeólitas Z4 e Z11, com 4,8% e 5,7% de remoção de Sotolon, respectivamente.

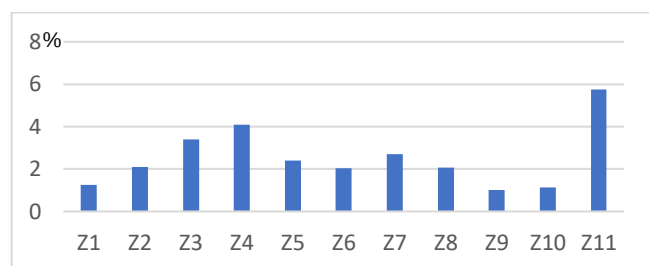


Figura 1: Taxa de remoção de Sotolon em todas as zeólitas utilizadas.

Para a adsorção da molécula de aminoacetofenona (AAP) foram utilizadas as mesmas zeólitas, na Figura 2 temos os resultados da taxa de remoção em percentual, onde a maioria das zeólitas apresentaram boa taxa, sendo os melhores resultados as zeólitas Z8, Z9 e Z5, com 60,7%, 60% e 55,4% de remoção de AAP, respectivamente.

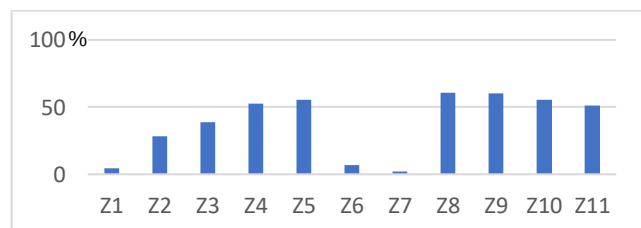


Figura 2: Taxa de remoção de Aminoacetofenona (AAP) sobre todas as zeólitas utilizadas.

Materiais com alta razão Si/Al (ou sem alumínio) mostram baixa adsorção do Sotolon, devido à sua alta solubilidade em água e à forte interação com a mesma. Isso impede que o Sotolon acesse os poros das zeólitas hidrofóbicas. O AAP é mais eficientemente adsorvido nas zeólitas estudadas do que o Sotolon, com remoções superiores a 50% em vários casos. Essa maior seletividade se deve à presença de um núcleo aromático e à natureza hidrofóbica da molécula, que predomina em forma neutra em pH 3,5 - condição que favorece sua interação com as zeólitas e reduz sua afinidade com a água, esse comportamento é observado nos gráficos das Figuras 3 e 4.

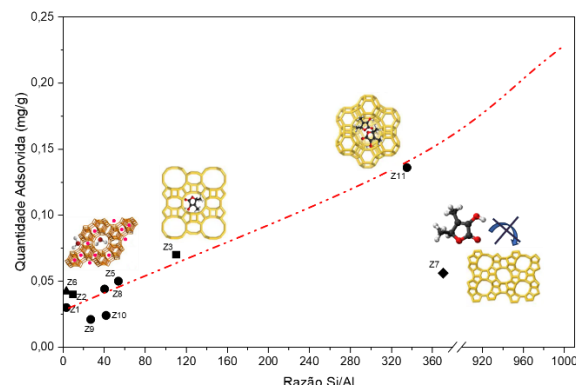


Figura 3: Relação da quantidade adsorvida de Sotolon nas zeólitas em função da razão Si/Al.

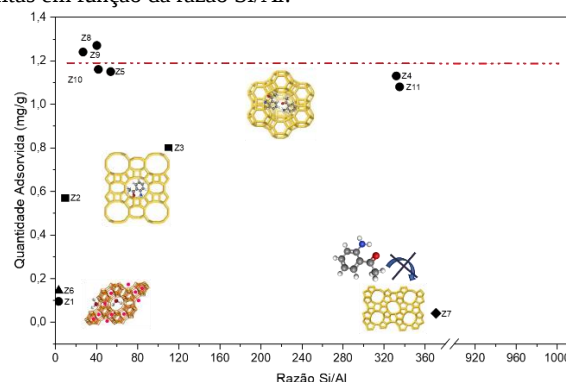


Figura 4: Relação da quantidade adsorvida de AAP nas zeólitas em função da razão Si/Al.

Conclusões

Os resultados indicam que zeólitas permitem a adsorção seletiva de Sotolon e AAP, sendo a razão Si/Al um fator determinante no desempenho do processo. A composição química e a estrutura do material influenciam diretamente a seletividade, e análises adicionais seguem em andamento para aprofundar essa compreensão.

Agradecimentos



Referências

1. R. Suárez, J.A. Suárez-Lepe, A. Morata, F. Calderón, The production of ethylphenols in wine by yeasts of the genera *Brettanomyces* and *Dekkera*: A review, *Food Chemistry*, v. 102, **2007**, p. 10-21.
2. S. S. Radonjic, Doctoral, Impact of Microbiological and Technological Factors on Volatile Phenols Content in Montenegrin Red Wines, Doctoral Thesis, University of Ljubljana Biotechnical, Ljubljana, 2020.
3. C. Szmania, U. Fischer, and J. Vestner, Investigating Abiotic Stress-Induced Off-Flavor in Different White Wine Varieties (*Vitis vinifera* L.) Using a Complementary Approach of Sensory Analysis and Nontargeted Gas Chromatography Mass Spectrometry Analysis *J. of Agricultural and Food Chemistry* **2025**, v. 73, p. 4869-4876.