



# Università degli Studi di Napoli Federico II

## Dipartimento di Farmacia

*Dottorato di Ricerca*

*Nutraceuticals, Functional Foods and Human Health*

*XLI Ciclo*



### **IMPIEGO DI ZEOLITI NATURALI E MODIFICATE PER IL TRATTAMENTO DEI REFLUI BIRRARI: EFFICIENZA, RIGENERABILITÀ E APPLICAZIONI AMBIENTALI**

Tutor: dott. Sossio Fabio GRAZIANO

Co-tutor: Prof. Lucia GRUMETTO

La produzione industriale della birra comporta un rilevante impatto ambientale, in particolare legato alla generazione di acque reflue ad alto carico organico e inorganico. Per ogni litro di birra prodotto, sono necessari fino a dieci litri d'acqua, impiegati nei processi di pulizia, raffreddamento e risciacquo (Simate et al., 2011). Queste acque reflue contengono composti organici biodegradabili, composti azotati e fosfati, additivi chimici e detergenti, che contribuiscono all'elevata domanda chimica di ossigeno (COD), alla variabilità di pH e alla presenza di solidi sospesi. Se non trattati adeguatamente, questi reflui possono compromettere gli ecosistemi acquatici e favorire l'eutrofizzazione (Simate et al., 2011; B. Sawadogo et al., 2018). Alcuni studi recenti (Irma et al., 2025, Bahmanzadegan & Ghaemi, 2025) hanno infatti evidenziato la capacità di adsorbimento delle zeoliti, minerali microporosi naturali o modificati, nell'eliminare ammoniaca, fosfati, metalli pesanti e coloranti. Questa capacità è dovuta alla loro elevata area superficiale e alla struttura cristallina, che favoriscono l'efficienza del processo di rimozione degli inquinanti. Tuttavia, l'efficacia delle zeoliti dipende fortemente da parametri ambientali e dalla rigenerabilità del materiale. Il progetto si propone di indagare l'impiego di zeoliti naturali e modificate nella rimozione di inquinanti dai reflui birrari, valutandone l'efficienza in condizioni operative reali e la possibilità di recupero e riutilizzo dei materiali impiegati.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Simate, G. S., Cluett, J., Iyuke, S. E., Musapatika, E. T., Ndlovu, S., Walubita, L. F., & Alvarez, A. E. (2011). The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art. *Desalination*, 273(2-3), 235–247.

<https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.02.035>

B. Sawadogo, Y. Konaté, Lesage, G., H. Mounboue Djanni, F. Zaviska, Heran, M., & H. Karambiri. (2018). Beer and soft drinks industry wastewater treatment using an anoxic-aerobic membrane bioreactor (MBR) coupling with nanofiltration in Sahelian context. *Desalination and Water Treatment*, 126, 32–39.

<https://doi.org/10.5004/dwt.2018.22801>

Bahmanzadegan, F., & Ghaemi, A. (2025). A comprehensive review on novel zeolite-based adsorbents for environmental pollutant. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 17, 100617.

<https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2025.100617>

Irma, M., Foo, K. Y., Susilawati, S., Md Yusof, E. N., Nishiyama, N., & Sabar, S. (2025). Advancements in zeolite and zeolite-based sorbents: Modification strategies in mitigating nitrogen-containing pollutants from water and wastewater. *Inorganic Chemistry Communications*, 172, 113715.

<https://doi.org/10.1016/j.inoche.2024.113715>Pap