

Tratamiento de colorantes por procesos avanzados, y análisis de reuso del agua en la industria textil.

Candela Banfi¹, Victoria Galasso¹, Micaela Belmonte^{1,2}, Ariel Golubickas², Guido Di Fraia^{2*}, Luis Lan², Analía Russo², Pablo Sanchez², Bettina Marchisio², Fernando Reina³, Graciela De Seta^{2,3*}, Jorge Meichtry^{1,3,4}.

¹Dpto. Ing. Química, UTN-FRBA, Medrano 951, CABA.

² UDB Química, UTN-FRBA, Mozart 2300, CABA.

³ Centro de Tecnologías Químicas, UTN-FRBA, Medrano 951, CABA.

⁴ División Química de la Remediación Ambiental, Gerencia Química, CAC, CNEA, CONICET, Av. Gral. Paz 1499, San Martín, Buenos Aires.

*egdeseta@frba.utn.edu.ar

*guidodifraia@frba.utn.edu.ar

Resumen

La industria textil consume agua en forma intensiva durante sus operaciones de teñido y acabado, y sus vertidos se caracterizan por una alta variabilidad de caudal y por ser difíciles de tratar por procedimientos convencionales, principalmente debido a la presencia de colorantes sintéticos, los cuales son refractarios e incluso tóxicos para los procesos biológicos de tratamiento de efluentes. Una forma de las alternativas más eficientes para reducir el impacto ambiental de la industria textiles reutilizar el agua a partir de un tratamiento adecuado de efluentes, implementando una economía circular de este insumo. En este trabajo, se estudia usar la reacción de Fenton (Fe^{2+} y H_2O_2), luego la electrocoagulación con ánodo de hierro y la electrocoagulación con ánodo de hierro y adición de H_2O_2 (EC-Fenton), para lograr una remoción de color que permita el reuso de agua en la industria textil, empleando azul de metileno (AM) y de negro de Synozol (NS) como colorantes modelo.

Los experimentos de EC-Fenton se realizaron en una celda de 250 mL con electrodos de hierro SAE 1010 de 19,5 cm², 9 cm de separación interelectródica, y agitación magnética a 250 rpm. Se estudió el efecto del pH, la intensidad de corriente y la $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ en la velocidad de degradación (r) de AM y NS; además, para AM se estudió el efecto de $[\text{AM}]_0$. Las condiciones experimentales fueron: $[\text{AM}]_0 = 5$ ó 50 mg L^{-1} , $[\text{NS}]_0 = 50 \text{ mg L}^{-1}$, $0,18 \text{ mM} \leq [\text{H}_2\text{O}_2] \leq 3,5 \text{ mM}$, $\text{pH}_0 = 3$ ó 6 , $\kappa = 3,5 \text{ mS cm}^{-1}$, $T = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ (cte), $I = 0,01 \text{ A}$ (pH 3) ó $0,05 \text{ A}$ (pH 6), $V = 2,5 \text{ V}$. Para Fenton se estudió el efecto de la $[\text{Fe}^{2+}]$ ($0,8 \text{ } \mu\text{M} \leq [\text{Fe}^{2+}] \leq 250 \text{ } \mu\text{M}$), y se usó $[\text{H}_2\text{O}_2] = 3,5 \text{ mM}$, siendo las demás condiciones idénticas a las empleadas en EC-Fenton y electrocoagulación.

La captura por electrocoagulación se concluyó a los 15 minutos con efectos reversibles, determinándose una ecuación cinética de orden cero para AM y zonas de remoción para NS, junto con la dependencia de la intensidad de corriente. La degradación de AM a pH 3 por EC-Fenton se completa en 2 minutos, ajustándose la cinética a un pseudo-primer orden, mientras que con Fenton también ajusta a un orden cero, siendo r 30 veces menor a EC-Fenton; se detectó la formación de un polímero orgánico insoluble al final de ambos tratamientos. A pH 6, r de AM por EC-Fenton es 10 veces menor que a pH 3, ajustando la cinética a un orden cero y aumentando r al incrementarse $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$; se detectaron oxo-hidróxidos de Fe al final de estos tratamientos. Para NS a pH 3 por EC-Fenton también se observó una cinética de pseudo-primer orden con menor r que para AM, degradándose completamente en 3 min para $[\text{H}_2\text{O}_2] = 3,5 \text{ mM}$, con una fuerte dependencia de r con $[\text{H}_2\text{O}_2]$; con Fenton sólo se obtuvo una remoción completa luego de 45 min de reacción. Tanto para AM como para NS se observa una dependencia lineal de r con $[\text{Fe}^{2+}]$ para la reacción de Fenton.

Los resultados muestran que EC-Fenton es más eficiente que Fenton para AM tanto a pH 3 como 6. EC-Fenton también es más eficiente para NS a pH 3, siendo NS más resistente que AM al tratamiento con los PAOs estudiados. Además se estimaron los consumos eléctricos y la generación de $[\text{Fe}^{2+}]$ de las 3 metodologías por separado.

Los parámetros de agua obtenidos luego de estos tratamientos indican que puede lograrse una reducción de hasta 70% en el consumo de agua.

Palabras clave: Colorantes, Fenton, Electrocoagulación-Fenton, Reuso de agua.