

Resumen

La presencia de colorantes en agua constituye un serio riesgo para la salud ambiental y humana, siendo también un claro ejemplo de contaminación paisajística. En Argentina, y en particular en el Partido de General San Martín (Pcia. BsAs), la industria textil está ampliamente desarrollada, concentrando un número importante de empresas PyME. La cantidad de agua utilizada es importante (100-200 L/kg de producto), generando efluentes líquidos conteniendo colorantes, tensioactivos, sales de amonio y otros productos empleados en este tipo de industrias, que en muchos casos se vuelcan en el sistema de cloacas municipales sin recibir un tratamiento previo, generando un problema ambiental serio. Una posible solución consiste en la construcción de plantas de tratamiento de efluentes, basadas en tecnologías económicas, viables para las PyMEs. Los tratamientos biológicos convencionales no son adecuados para eliminar colorantes en agua porque suelen ser “recalcitrantes” (no biodegradables), resistiendo a los factores de degradación: microorganismos, luz solar, etc.

En esta tesis se propone explorar la eliminación de colorantes en agua por adsorción sobre biomasa bacteriana o sobre aluminosilicatos (en particular arcillas), conteniendo metales de transición con actividad catalítica o fotocatalítica oxidativa, y su posterior eliminación por compostaje o tratamientos avanzados de oxidación respectivamente. Estos procesos acoplados resultan alternativas relativamente económicas a los tratamientos actuales de este tipo de compuestos.

El primero es un sistema concentrador del colorante, económico y renovable. La biosorción como proceso de remediación ha sido extensamente estudiada tanto en sistemas vivos (bacterias, hongos, actinomicetales, algas, macrófitas acuáticas, etc.) como usando biomasa desecada. El proceso consta de dos etapas: Una inicial, rápida, de adsorción fisicoquímica sobre la biomasa, que conduce a una inmediata separación del contaminante del efluente, permitiendo tratar grandes volúmenes en poco tiempo. La mayor parte de los trabajos citados en la bibliografía tratan solo esta parte del proceso, no haciendo mención al destino del lodo contaminado generado. En este trabajo se lograron aislar e identificar 4 cepas de microorganismos presentes en el canal José León Suárez, afluente del río Reconquista, en el partido de San Martín. Las bacterias aisladas presentaron una alta capacidad de adsorción, entre 125 y 380 mg de de Cristal Violeta/g de biomasa en tiempos cortos (1 hora). Una de las cepas aisladas, *Actinobacterium* sp., presentó la capacidad de degradar el 95 % del colorante modelo, Cristal Violeta, en fase líquida en tan solo 48 hs. El agregado de biomasa viable de esta cepa a los sistemas biomasa/colorante luego de la adsorción permitió decolorar el sólido en 48 hs. De esta manera se tiene un proceso de degradación aerobia en fase sólida, que conduce a la disposición final del adsorbente con el contaminante adsorbido en fase sólida.

El segundo caso involucra el uso de un material más costoso, pero presente naturalmente en la mayoría de los cursos de agua de Buenos Aires y abundante en varias regiones del país, que puede actuar tanto como adsorbente como catalizador de procesos oxidativos tipo Fenton. Las arcillas

montmorillonitas son buenos adsorbentes debido a su elevada área superficial y, en particular, son adecuadas para adsorber especies de carga positiva. La incorporación de metales de transición (en forma natural o por síntesis) genera un catalizador adecuado para los procesos oxidativos del tipo foto-Fenton que, empleando peróxido de hidrógeno como oxidante, son apropiados para eliminar sustancias orgánicas recalcitrantes en solución. La presencia de luz conduce a los denominados procesos tipo foto-Fenton que suelen conseguir mejores tasas de oxidación de compuestos orgánicos. En este trabajo se logró preparar y caracterizar arcillas bentoníticas de la provincia de Río Negro modificadas con Fe(III) o Cu(II). Ambos sistemas resultaron eficientes como catalizador en la degradación y mineralización de un colorante aniónico, Naranja Reactivo 16, en 4 horas mediante procesos tipo Fenton y foto-Fenton heterogéneo. El grado de mineralización y la respuesta frente a diferentes pH de la solución a tratar (por lo tanto el mecanismo de reacción), dependió del tipo de metal incorporado a la arcilla.

Cuando el colorante y la arcilla (o arcilla modificada) presentan cargas electrostáticas de diferente signo, típicamente se logra una rápida adsorción y separación del colorante de la fase acuosa. El producto obtenido puede resuspenderse con agua en un reactor agitado y exponerse a un proceso de oxidación, por agregado de peróxido de hidrógeno en presencia de luz, hasta obtener un adecuado grado de mineralización. De esta forma se minimiza la presencia de subproductos de oxidación tóxicos en las aguas de volcado. Las arcillas modificadas con Fe(III) presentaron una alta capacidad de adsorción del colorante catiónico Cristal Violeta (300 mg/g). Además, el sistema arcilla/colorante adsorbido pudo ser exitosamente tratado mediante los procesos Fenton y foto-Fenton, lográndose mineralizar el colorante adsorbido sobre la arcilla en tan solo 2 horas.

El estudio de estos procesos tiene interés además en aportar al conocimiento de los mecanismos de atenuación natural y compartimentalización de contaminantes en sistemas acuáticos naturales.