

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

“FEDERICO II”



**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI
BASE**

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**Rimozione di Rodamina B da soluzioni acquose
mediante processi ossidativi avanzati**

Relatore:

Ch.mo prof. Amedeo Lancia

Correlatore:

Ing. Alessandro Erto

Candidato:

Ivan Moccia M67/313

ANNO ACCADEMICO 2017 / 2018

ABSTRACT

L'inquinamento delle acque naturali rappresenta uno dei problemi di più ampia diffusione mondiale e i cui effetti riguardano un numero sempre crescente di individui.

L'alterazione delle proprietà naturali dell'acqua può avvenire o per introduzione di sostanze di per sé non tossiche ma con una velocità di immissione tale che i cicli biogeochimici non riescano del tutto a smaltirle: è questo il caso dei macroinquinanti quali nitrati, fosfati, alcuni metalli pesanti e molti composti organici; oppure immettendo sostanze tossiche per gli organismi viventi, ovvero microinquinanti di natura inorganica, tra cui metalli pesanti, o di natura organica, tra cui idrocarburi, pesticidi e numerosi altri prodotti di sintesi. Inoltre, va considerato l'inquinamento legato ad un accumulo costante di sostanze che vengono immesse nell'ambiente con concentrazioni tanto basse da non risultare nocive nell'immediato o i cui effetti a bassa concentrazione non sono esaustivamente documentati, al punto da non essere nemmeno soggette ad adeguata regolamentazione (es. farmaci e derivati, ovvero quelli che sono comunemente identificati come inquinanti "emergenti").

Nell'ambito delle categorie di inquinanti organici ed inorganici degne di nota, per diffusione ed incidenza nelle acque di scarico industriale, figura inoltre una notevole quantità di coloranti, ognuno dei quali caratterizzato da un certo grado di tossicità e pericolosità per l'ambiente in ragione delle proprie caratteristiche chimiche e fisiche. Si tratta di sostanze che, quando applicate ad un substrato determinano una colorazione che altera, anche temporaneamente, qualsiasi struttura cristallina di quest'ultimo.

Negli ultimi anni si è fatto largo uso di coloranti reattivi principalmente in ambito tessile, farmaceutico, alimentare, ma anche in ambito istologico.

I coloranti sono classificati in base alla propria struttura chimica e sono composti da gruppi di atomi responsabili del colore detti "cromofori"

Per comprendere l'incidenza che queste specie inquinanti hanno sull'ambiente si consideri che circa 40000 tonnellate all'anno di diverse tipologie di coloranti vengono scaricate in tutto il mondo nelle acque

senza adeguato trattamento, con concentrazioni al di sopra di limiti naturali ed accettabili. Le problematiche ambientali che ne conseguono sono considerevoli, in quanto le strutture dei coloranti sono spesso complesse e questo li rende particolarmente resistenti alla digestione aerobica. Inoltre queste sostanze restano, in molti casi, stabili se esposte alla luce solare, al calore o ad agenti ossidanti.

Anche a basse concentrazioni, il loro impatto è altamente dannoso nei corpi idrici, data la tossicità per le specie viventi, l'effetto inibitore della fotosintesi delle diverse specie acquatiche, la riduzione dell'ossigeno disciolto e quindi scarsa ossigenazione globale del corpo idrico.

Tra gli effetti negativi sull'uomo, nel caso di contatto diretto, i più comuni sono irritazioni cutanee, irritazioni agli occhi ed all'apparato digerente.

Inoltre alcuni di essi sono considerati potenziali cancerogeni.

Alla luce degli aspetti tossicologici e della persistenza di coloranti nelle acque primarie, si rende necessaria una specifica attività di purificazione, orientata ad una rimozione di tali composti sino ai limiti tecnici offerti dalle moderne tecnologie.

Nel presente lavoro l'attenzione è posta sul colorante noto come Rodamina-B (RhB) (nome IUPAC: [9-(2-carboxyphenyl)-6-(diethylamino)xanthen-3-ylidene]-diethylazanium;chloride), colorante cationico derivato dallo Xantene (composto organico eterociclico la cui formula chimica è: $C_{13}H_{10}O$). Si tratta di uno dei coloranti più diffusi in ambito tessile ed istologico.

A valle di una presentazione di tale composto, dei suoi usi, dell'incidenza nelle acque e delle principali tecnologie utilizzabili per la sua rimozione, sono analizzati nel dettaglio i processi di ossidazione avanzata (con relative caratteristiche applicative) utilizzati in laboratorio nell'ambito del presente lavoro allo scopo di studiare la decolorazione di una soluzione acquosa contenente Rodamina B. Le tecnologie impiegate a tal scopo sono: Fenton, Sono-Fenton, Photo-Fenton, Fenton-Like (utilizzando magnetite prodotta in laboratorio secondo una metodologia riportata anch'essa in questo studio) e Fenton combinato con Contact Glow Discharge Electrolysis.

Il processo Fenton ed i processi ossidativi combinati che lo coinvolgono, rappresentano una tecnologia altamente capace di rimuovere una vasta gamma di coloranti tra cui la Rodamina B, mantenendo prestazioni elevate. Per tali processi è stata anche valutata l'efficienza a mezzo di un'analisi di letteratura riguardante applicazioni volte alla rimozione di RhB e, in generale, di differenti tipologie di coloranti da soluzioni acquose.

Le tecnologie citate sono state utilizzate nell'ambito del presente studio per la rimozione di concentrazioni variabili (10, 20, 30 mg/L) di RhB da soluzione acquosa. I dati provenienti da tale studio sono stati criticamente analizzati per l'individuazione delle migliori performances applicative nell'ambito del processo Fenton tradizionale. Inoltre, ulteriori confronti sono stati effettuati tra le differenti tecnologie studiate al fine di comprendere in che modo e in che misura è possibile aumentare l'efficienza del processo Fenton tradizionale puntando all'impiego della minore concentrazione di reagenti possibile. L'intero set di test sperimentali è stato sviluppato nel periodo agosto-dicembre 2017 presso la "School of Environmental Science and Safety Engineering" della Tianjin University of Technology (TUT) in Cina.