

1 Introdução

1.1 Panorama da utilização de pesticidas

O aumento da população mundial e a demanda crescente de alimentos têm motivado o uso de grandes quantidades de pesticidas nas plantações, para prevenir ou combater pragas, visando assegurar maior produtividade (SANCHES et al., 2003).

Segundo informações do último relatório de atividades do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), desenvolvido pela Anvisa (2001-2007), o consumo de agrotóxicos no Brasil no ano de 2007, foi cerca de 5,4 bilhões de dólares. Considerando-se o consumo em dez países que representam 70% do mercado mundial de agrotóxicos, o Brasil aparece em segundo lugar no ranking. O emprego de agrotóxicos nos estados do Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins representa atualmente 70% do total utilizado no país.

O uso indiscriminado dos pesticidas tem levado ao aparecimento de resíduos desses compostos, contaminando os recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, já que estes são os principais destinos dos pesticidas.

Fatores importantes, citados por Sousa (2002), que determinam o aparecimento de pesticidas nos corpos d'água naturais são: tendência a um aumento das substâncias utilizadas; progressos realizados no domínio analítico permitindo detectar cada vez mais substâncias aos níveis requeridos pela legislação; extensão dos programas de monitoramento e controle; além do esgotamento bioquímico dos solos, que deixam de ser capazes de degradar quer biológica quer quimicamente os pesticidas.

Dentre os pesticidas pesquisados sistematicamente nas águas superficiais e subterrâneas, a atrazina (2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-s-triazina), aparece

como sendo o produto mais freqüente e abundante (SOUSA, 2002), sendo resistente à degradação biológica (ADAMS e RANDTKE, 1992).

O aparecimento de pesticidas nas águas constitui um problema cada vez mais atual. Desse modo, é necessário desenvolver tecnologias que promovam a fácil degradação desses poluentes orgânicos. Como consequência, alguns grupos de pesquisa têm estudado distintos métodos de remoção e degradação deste herbicida de águas.

Os processos estudados para o tratamento de águas são: a) processos físicos como a adsorção, a extração; b) processos biológicos; c) processos químicos como cloração e Processos Oxidativos Avançados (BELHATECHE, 1995). Em análise geral têm-se que a adsorção e extração são processos de baixo custo, fáceis de operar, mas não degradam o poluente, e sim, o transferem de fase (BELCHATECHE, 1995).

Um modo promissor para essa degradação é a aplicação de tratamentos químicos empregando vários agentes oxidantes individualmente tais como ozônio (O_3), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), radiação UV (MEUNIER, CANONICA e VON GUNTEN, 2006), ou combinações de oxidantes nos processos de oxidação avançada (HOIGNÉ e BADER, 1983) como O_3/H_2O_2 , O_3/UV , etc., ou ainda o reagente de Fenton e o sistema foto-Fenton (HUSTON e PIGNATELLO, 1999).

O ozônio é um excelente agente oxidante e tem se tornado atrativo no tratamento de água potável e efluentes, devido ao barateamento de seus custos de geração. Tem um elevado poder oxidante ($E^0 = 2,07$ V) quando comparado a outros agentes oxidantes, como por exemplo, peróxido de hidrogênio ($E^0 = 1,78$ V), favorecendo sua reação com uma numerosa classe de compostos (KUNZ et al., 1998).

A utilização da ozonização como técnica de tratamento de efluentes ainda é muito restrita no Brasil, necessitando de amplos estudos fundamentais e econômicos do processo. No entanto, em vários países desenvolvidos, a tecnologia da ozonização é largamente empregada na depuração da água. Este tipo de tratamento tem sido utilizado principalmente na produção de água potável.

A perspectiva é que a ozonização seja uma técnica de tratamento cada vez mais utilizada, principalmente no pré e no pós-tratamento de efluentes industriais e nas estações de tratamento de água potável, devido às suas notáveis vantagens

em relação ao cloro, como por exemplo, a não formação de subprodutos organoclorados potencialmente carcinogênicos.

1.2 Objetivo

Esta dissertação tem como objetivo analisar experimentalmente a cinética do processo de ozonização da atrazina solúvel em água, em diferentes valores de pH e em presença de capturador de radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$). Os resultados serão utilizados para a verificação de um modelo cinético proposto para representar a oxidação da atrazina pelo ozônio, que pode ocorrer tanto pela reação com ozônio molecular (reação direta) como pela reação com radical hidroxila (reação indireta).

A transferência de massa do ozônio da fase gasosa para a fase líquida será estudada. Será investigada a influência da vazão volumétrica do gás de alimentação e da velocidade rotacional do agitador em um reator sobre o coeficiente volumétrico de transferência de massa, $k_{L,a}$.