

# 1 INTRODUÇÃO

No início do século 21 a humanidade se deparou com o problema da escassez de água (doce e com qualidade) como uma ameaça para a saúde humana e para a vida do planeta. A escassez ou falta de água afeta mais que 40% da população mundial, por razões políticas, econômicas e climáticas. Em paralelo, mais que 25% da população mundial sofre de problemas de saúde, ou de higiene, relacionados à água.

A poluição causada pelo lançamento de resíduos no meio ambiente, de uma forma geral, causa preocupação. Entretanto, é dada maior atenção à poluição das águas pela sua importância, pois cobrem aproximadamente 70% da superfície terrestre e as propriedades deste líquido e seu vapor controlam as condições climáticas que torna possível a vida na Terra (O'Neill, 1985).

A atividade industrial e as cidades são as principais causadoras da contaminação do meio hídrico, já que de ambas verte-se aos rios uma grande quantidade de compostos químicos que não são capazes de degradarem-se por si mesmos.

Muitos são os produtos químicos usados no dia-a-dia para manter a limpeza de um modo geral. Tanto nas indústrias como nos domicílios, uns dos mais utilizados são os detergentes.

Os detergentes contém principalmente surfactantes, os quais são substâncias anfífilas, ou seja, apresentam em sua estrutura molecular uma parte polar e outra apolar. Isto confere a estas moléculas a propriedade de acumularem-se em interfaces de dois líquidos imiscíveis ou na superfície de um líquido.

Segundo Barr (1948) os detergentes são compostos por moléculas orgânicas de alto peso molecular, geralmente sais de ácidos graxos. Uma de suas extremidades apresenta caráter polar e a maior parte da molécula é apolar. Esse mesmo agente tensoativo, contido nos detergentes reduz a tensão superficial dos líquidos, sobretudo da água, e facilita a formação e a estabilização de soluções coloidais, de emulsões e de espuma no líquido.

Por um lado, é inegável a utilidade dos surfactantes para a sociedade. Entretanto, os mesmos após utilização vão parar nos esgotos e efluentes.

Eventualmente, caso não sejam adequadamente removidos, podem vir a ser incorporados às águas de rios com conseqüências danosas. Mesmo sendo biodegradáveis, sabe-se que sua degradação é bastante lenta, demorando cerca de dias. (Cuzzola, 2005).

A degradação de surfactantes é ineficiente, mesmo com o uso de oxidantes químicos usuais: oxigênio; cloro; ou peróxido de hidrogênio (Epton, 1948).

Por conta dessa necessidade de condições oxidantes mais potentes, já foram desenvolvidos e implementados industrialmente processos de oxidação avançada (POAs). Um dos processos usados em remoção de surfactantes é o processo Fenton. O processo é eficiente, porém as suas inerentes manobras necessárias de ajustes de pH deixam espaço para a busca de novos aperfeiçoamentos no uso da oxidação avançada para a remoção de surfactantes de águas.

Nesse contexto se situa a presente investigação, com o objetivo de procurar novas tecnologias oxidantes que além de potentes permitam eliminar surfactantes de águas e efluentes através de um processo de oxidação avançada que possa ser conduzido em valores de pH próximos da neutralidade, sem necessidade de equipamentos especiais tais como geradores de ozônio ou fotorreatores de ultravioleta.

O processo químico conhecido como oxidação avançada permite desde reduzir quantitativamente o nível de contaminantes oxidáveis, ou até o ponto de que possam degradar-se por si mesmos, ou bem continuar seu tratamento através dos métodos ditos convencionais.

Os processos oxidativos avançados (POA) baseiam-se na geração de radical hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ) fortemente oxidante, tornando a reação de oxidação dos contaminantes muito mais rápida. São rotas tecnológicas muito eficientes e é crescente sua aplicação em efluentes industriais, principalmente para destruir compostos orgânicos de difícil degradação e, muitas vezes, em baixas concentrações. Em geral, quando aplicados de maneira correta, os POAs conseguem reduzir as concentrações dos contaminantes de algumas centenas de ppm para menos que 5 ppb. Por isso, os POAs vêm sendo considerados os processos de tratamento de água do século 21 (Mena, 1980).

No entanto existe outra espécie reativa de oxigênio, denominada oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ), que possui um elevado poder oxidante.

Oxigênio singlete é como são conhecidos os três estados eletronicamente excitados imediatamente superiores ao oxigênio molecular no estado fundamental ( $^3\text{O}_2$ ) (Sobral, 2002).

Segundo Shakhashiri (1983), a molécula de oxigênio no seu estado fundamental apresenta dois elétrons desemparelhados nos seus orbitais moleculares de mais alta energia. A molécula de oxigênio singlete, por sua vez, apresenta dois elétrons emparelhados que podem estar num mesmo orbital ou em orbitais diferentes.

O  $^1\text{O}_2$  apresenta alta reatividade, oxida muitas funções orgânicas ricas em elétrons, como sulfetos, aminas e fenóis. Trata-se de uma molécula extremamente reativa que pode ser gerada diretamente pela reação de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) com hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ).

## 1.1

### Objetivo

O presente trabalho tem como finalidade avaliar se a combinação do peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) com o hipoclorito ( $\text{NaClO}$ ) é capaz de gerar oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ) em condições adequadas para degradar surfactantes dissolvidos em água, avaliando o efeito de variáveis: concentração inicial de surfactante; doses de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e de  $\text{NaClO}$  (separados e combinados); e pH.