

# 1 INTRODUÇÃO

A água é utilizada em diversos processos industriais como agente de resfriamento, absorvendo calor de uma grande variedade de equipamentos e processos. A qualidade da água utilizada nos sistemas de resfriamento é o principal fator a ser controlado no processo, havendo necessidade de um tratamento químico adequado para evitar problemas de corrosão, incrustações e crescimento biológico.

A vida microbiana afeta muitos processos industriais. Os microrganismos habitantes dos sistemas de resfriamento de água industrial podem afetar de modo adverso a eficiência de operação nestes sistemas, seja pela quantidade, por seus produtos metabólicos ou pela formação de depósitos.

Como célula isolada, um microrganismo não apresenta problemas a uma fonte de água utilizada em operações de resfriamento. Entretanto, sistemas que armazenam água podem criar um ambiente favorável ao crescimento ilimitado de microrganismos. A torre de resfriamento é um excelente exemplo de um sistema que oferece condições ótimas ao crescimento microbiológico: a temperatura e o pH estão, via de regra, dentro das faixas ideais, e geralmente existe abundância de nutrientes, como matéria orgânica, sais inorgânicos e luz solar.

A presença de microrganismos vivos na água de resfriamento propicia a formação de biofilme, que é o acúmulo de material biológico sobre superfícies de materiais. A presença deste biofilme pode acarretar inúmeros problemas nas torres de resfriamento, como redução da eficiência de troca térmica, obstrução de tubos, válvulas e acessórios, além de deterioração de materiais por processos corrosivos.

Dentre as estratégias aplicadas para prevenção e remoção do biofilme, a mais comum é a adição de substâncias biocidas capazes de eliminar e/ou inibir a reprodução de microrganismos nas águas de resfriamento. Os biocidas são compostos químicos

tóxicos que atuam de diversas formas inibindo o crescimento e a atividade metabólica microbiana, com o objetivo de controlar ou eliminar os microrganismos responsáveis pela formação do biofilme. Os biocidas podem ter ação específica sobre determinado tipo de microrganismo, sendo denominados fungicidas, algicidas e bactericidas.

No Brasil e no exterior, pode-se citar como indústrias que utilizam grandes volumes de água em operações de resfriamento a siderúrgica, a petrolífera, celulose e a metalúrgica. A maioria destas indústrias utilizam o cloro como biocida no tratamento de águas, tanto na forma gasosa como na forma líquida. O cloro mostra-se extremamente eficaz na redução da contaminação microbiana em águas de resfriamento, porém apresenta como inconveniente a geração de subprodutos que podem diminuir a sua eficiência no combate aos microrganismos e que podem ser tóxicos ao corpo d'água que irá receber as descargas do sistema de resfriamento. Além disso, o cloro é um composto oxidante e tende a provocar a incidência de processos corrosivos nos sistemas de resfriamento.

Como alternativa à utilização do cloro, algumas indústrias no Brasil e no mundo já utilizam outros produtos como biocida no tratamento das águas de resfriamento. Como desinfetantes alternativos ao cloro, podemos citar como exemplos o ácido peracético, o ozônio e o dióxido de cloro.

O peróxido de hidrogênio é um oxidante extremamente potente muito utilizado no tratamento de águas e efluentes industriais. Apresenta uma alta eficiência como bactericida e algicida e apresenta a vantagem de não gerar subprodutos tóxicos. Porém, ainda é muito pouco utilizado isoladamente como biocida no tratamento de águas de resfriamento. Normalmente, o peróxido de hidrogênio é aplicado para fins de desinfecção combinado com outras substâncias químicas como por exemplo o ácido acético, constituindo assim o ácido peracético e o ozônio, gerando uma mistura denominada peroxônio. Estas substâncias, quando combinadas com o peróxido de hidrogênio, geram misturas que melhoraram a sua performance nos processos de tratamentos de águas industriais.

O presente trabalho teve como objetivos comparar e avaliar a eficácia do cloro e do peróxido de hidrogênio quando empregados no tratamento de águas de resfriamento.

Ambos os compostos podem ser utilizados de forma bastante eficiente no combate aos microrganismos planctônicos e sésseis presentes em águas industriais, porém, são substâncias oxidantes e com características corrosivas.

A primeira etapa da pesquisa teve como objetivo comparar o desempenho do cloro e do peróxido de hidrogênio em diferentes valores de pH e em diferentes concentrações, considerando sua eficácia no combate aos grupos bacterianos presentes em uma amostra de água coletada em uma torre de resfriamento de uma indústria siderúrgica no Rio de Janeiro. Na segunda parte da pesquisa, foram estudadas as taxa de corrosão causadas pelo cloro e pelo peróxido em superfícies de aço carbono AISI 1020, nas mesmas concentrações e valores de pH adotados na primeira parte da pesquisa. Sendo assim, pelos resultados obtidos foi possível comparar a eficiência destes produtos e avaliar quais são as concentrações e valores de pH que garantem uma desinfecção satisfatória sem apresentar um efeito corrosivo adverso.

Vale ressaltar que o mecanismo de ação, as concentrações inibitórias mínimas para controle do crescimento microbiológico e a grau de corrosão do peróxido de hidrogênio quando aplicado no tratamento de águas de resfriamento são informações ainda muito pouco encontradas na literatura e no levantamento bibliográfico foi comprovado que as únicas informações disponíveis atualmente são sobre pesquisas envolvendo a utilização do produto como forma de tratamento corretivo, ou seja, empregado para a remoção de grandes quantidades de biofilme já acumuladas em torres de resfriamento. Algumas indústrias siderúrgicas no Brasil já estão aplicando o peróxido de hidrogênio como biocida e os resultados mostram que o produto apresenta uma eficiência satisfatória e um custo competitivo com o cloro. Foi este contexto que motivou o presente trabalho, pois são necessários mais estudos com o objetivo de otimizar a utilização do peróxido de hidrogênio como biocida em sistemas de resfriamento.

No Capítulo 2, que trata da revisão bibliográfica, são apresentados os microrganismos mais encontrados nas águas de resfriamento, os principais biocidas empregados atualmente e seus mecanismos de ação. Também é apresentada uma revisão sobre corrosão e os seus mecanismos básicos.

No Capítulo 3 é apresentado detalhadamente todo o procedimento experimental utilizado nas contagens bacteriológicas e nos ensaios para determinação da taxa de corrosão, bem como os materiais usados para a realização dos experimentos.

No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos em todos os experimentos e suas discussões e interpretações.

Finalmente nos Capítulos 5 e 6 são apresentadas as conclusões e recomendações para futuros trabalhos.