

## IV Pereira Brasil I

### Pré-tratamento de efluentes têxteis por processos oxidativos avançados visando maior eficiência do tratamento biológico posterior

**Renata de Oliveira Pereira** <sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, 2005. Mestrando em Saneamento Ambiental/Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa.

**Ann Honor Munteer** <sup>(2)</sup>

D.S. Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa.

**Raphael Corrêa Medeiros** <sup>(3)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa.

**Alessandra Cunha Lopes** <sup>(4)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa.

**Demétrius Brito Viana** <sup>(5)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa.

**Betânia Latini Gomes** <sup>(6)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa.



<sup>(1)</sup> Av: Santa Rita, 414/301, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Telefone: (031)3892-4538, (031) 91393818, e-mail: pereira.or@gmail.com

#### RESUMO

Os efluentes da indústria têxtil possuem uma baixa biodegradabilidade (razão DBO/DQO). Uma alternativa para tratar estes efluentes são os processos oxidativos avançados (POAs), que são caracterizados pelo uso de um oxidante forte, o radical hidroxila ( $\cdot\text{OH}$ ), para degradar a matéria orgânica. Dois destes processos que demonstram grande potencial para o tratamento de efluentes dessa indústria são a fotólise e a fotocatalise heterogênea catalisado por dióxido de titânio, ambas com adição de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2/\text{UV}$ ). O tratamento completo por POAs é muito dispendioso, portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o pré-tratamento por POAs para aumentar a biodegradabilidade do efluente têxtil e potencializar seu tratamento biológico posterior. Num teste preliminar, verificou-se que o estado médio de oxidação (relação entre a DQO e o COT) se estabilizou e o residual de  $\text{H}_2\text{O}_2$  se esgotou após duas horas de reação, não havendo necessidade de estender o tratamento além desse tempo. Tratamentos com 2 mM  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  e com apenas UV tiveram pouco ou nenhum efeito sobre a DBO, DQO ou biodegradabilidade do efluente têxtil. Os tratamentos com 5mM e 10mM  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  apresentaram a mesma tendência, com aumento da biodegradabilidade do efluente nos primeiros trinta minutos do tratamento, mas o aumento da biodegradabilidade por mg de  $\text{H}_2\text{O}_2$  consumido foi maior para a dose de 5 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  do que para a de 10 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Nos tratamentos com  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2/\text{UV}$  a remoção de DQO se mostrou proporcional ao aumento da dose de peróxido aplicada, mas o tratamento com 5 mM  $\text{H}_2\text{O}_2$  proporcionou o maior aumento de biodegradabilidade (0,14 a 0,25) enquanto os tratamentos com 0 e 2 mM  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2/\text{UV}$  resultaram em apenas pequenos aumentos da DBO. Os tratamentos com 5mM  $\text{H}_2\text{O}_2$ , tanto na presença ( $\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2/\text{UV}$ ) como na ausência ( $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ ) de dióxido de titânio, foram escolhidos como os melhores entre os POA avaliados. Os dois tratamentos foram eficientes na remoção da cor do efluente têxtil, removendo de 64 a 66% da cor nos primeiros 60 minutos de reação. No entanto, a presença do catalisador  $\text{TiO}_2$  não resultou em ganho de biodegradabilidade do efluente. Baseado nos resultados obtidos, o tratamento  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  com 5 mM de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e 30 minutos de irradiação UV foi considerado o melhor para o efluente avaliado.

**Palavras chaves:** biodegradabilidade, dióxido de titânio, fotocatalise, peróxido de hidrogênio, toxicidade.

## INTRODUÇÃO

Os efluentes da indústria têxtil possuem uma baixa biodegradabilidade, tipicamente quantificada pela relação DBO/DQO. A não biodegradabilidade de parte da matéria orgânica nos efluentes da indústria têxtil se deve aos seus altos teores de corantes, surfactantes e aditivos, que geralmente são compostos orgânicos de estrutura complexa. Os corantes têm ganhado notoriedade, pois conferem cor à água, são tóxicos, recalcitrantes e persistentes. A preocupação com a matéria orgânica recalcitrante é refletida nos limites de DQO estabelecidos na legislação ambiental para o lançamento de efluentes em corpos receptores. No estado de Minas Gerais, Brasil, o limite para DQO de efluentes têxteis é de 250 mg/L [3].

Geralmente, os tratamentos utilizados nesta indústria são a precipitação-coagulação seguida de tratamento biológico por lodos ativados, chegando a uma remoção de 80% dos corantes. No entanto, esse tipo de pré-tratamento físico-químico é um processo não destrutivo, tendo o resíduo que ser tratado posteriormente. Outro desafio no tratamento dos efluentes têxteis são as alterações temporais nas características dos mesmos, devido à utilização de diferentes corantes ou misturas desses, o que resulta em variações de carga orgânica que complicam o tratamento [7]. Uma alternativa sendo ativamente pesquisada para tratar efluentes industriais são os processos oxidativos avançados (POAs). Estes processos utilizam um oxidante forte, o radical hidroxila ( $^{\bullet}\text{OH}$ ), para oxidar a matéria orgânica e quebrar a estrutura complexa dos corantes. As combinações de radiação ultravioleta (UV) com o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) e o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) são POAs que têm demonstrando grande potencial para o tratamento desse tipo de efluente.

Na fotocatalise heterogênea (catalisador/UV) o semiconductor  $\text{TiO}_2$  tem sido o catalisador mais utilizado por ser atóxico, muito resistente a fotocorrosão, de baixo custo, abundante e ativo a temperatura ambiente e que ainda possibilita a utilização da luz solar como fonte de radiação. A utilização de  $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV também possui algumas vantagens, pois o peróxido de hidrogênio é comercialmente disponível, possui uma estabilidade térmica, pode ser estocado e possui uma alta solubilidade na água [4]. Além do mais, o  $\text{H}_2\text{O}_2$  é um reagente comumente utilizado nas fábricas têxteis na preparação dos tecidos para o tingimento e a estampagem. Diversos estudos têm demonstrado o potencial dos tratamentos com  $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV e  $\text{TiO}_2$ /UV para a remoção da DQO e da cor associadas à presença de corantes têxteis [8,10]. Contudo, a maioria dos estudos desse tipo tem sido realizada com compostos modelos, embora se reconheça a necessidade de realizar estudos piloto com efluentes reais, devido à possível presença de compostos nos efluentes que possam inibir ou potencializar o POA sendo avaliado [5].

A oxidação de compostos orgânicos através dos radicais hidroxilas usualmente produz produtos mais oxidados, que são, na sua maioria, mais facilmente biodegradáveis do que os iniciais. Dessa forma, os POAs podem eliminar ou transformar substâncias tóxicas não biodegradáveis em substâncias assimiláveis do ponto de vista biológico. Por este motivo a combinação dos POAs com processos biológicos vem sendo investigada [6]. Outro fator que favorece a combinação de tratamentos é o elevado custo dos POAs comparado com os processos biológicos.

Para certas aplicações, para se tornar uma tecnologia economicamente viável, o POA deve ser utilizado apenas na oxidação parcial da matéria orgânica recalcitrante, aumentando assim sua biodegradabilidade para proceder sua mineralização mais completa no tratamento biológico posterior.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de pré-tratamentos por processos oxidativos avançados  $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV e  $\text{H}_2\text{O}_2$ / $\text{TiO}_2$ /UV sobre a biodegradabilidade do efluente de uma fábrica têxtil, e potencializar seu tratamento biológico posterior, visando à melhoria da qualidade final do efluente.

## METODOLOGIA

### Efluente

Uma amostra composta do efluente proveniente das áreas de tinturaria, estamparia e acabamento foi coletada na entrada da estação de tratamento de efluentes de uma fábrica têxtil brasileira. A

coleta ocorreu durante 6 horas, sendo um litro de efluente coletado a cada 10 minutos. A amostra foi então homogeneizada, pré-filtrada (papel qualitativo), caracterizada (Tabela 1) e estocada a 4°C até sua utilização. A grande diferença entre os valores de DBO e DQO demonstra a recalcitrância da matéria orgânica dissolvida no efluente e reforça sua candidatura para o tratamento por POAs.

**Tabela 1: Caracterização do efluente têxtil pré-filtrado**

Parâmetro	Valor
DQO (mg/L)	308
DBO (mg/L)	44
COT (mg/L)	116
DBO/DQO	0,14
pH	10,4

### Processos Oxidativos Avançados

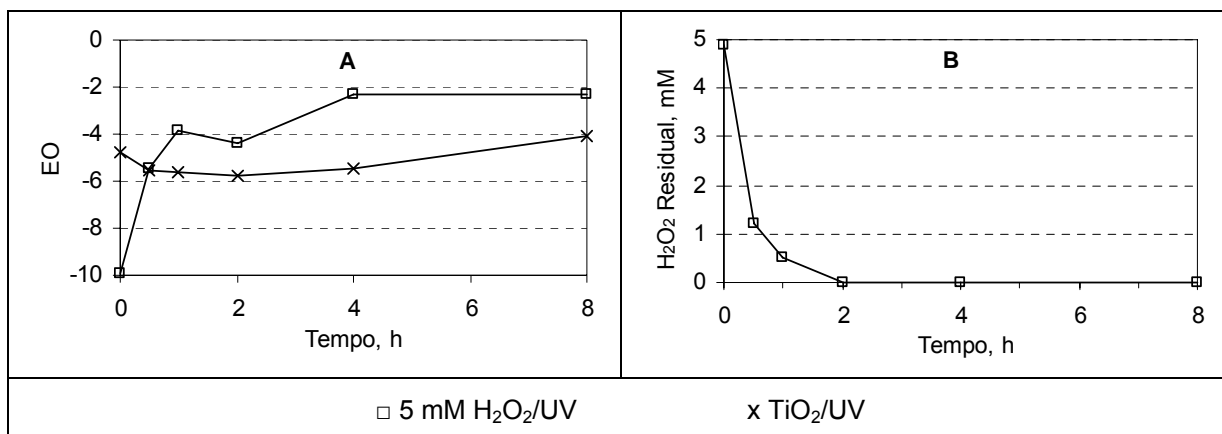
Os tratamentos foram realizados em reator de batelada com volume útil de 0,8L. O reator possui uma lâmpada de 125W dentro de um tubo de quartzo mantido no seu centro. O efluente era recirculado através um reservatório de 0,8 litro, imerso em um banho de gelo para manter a temperatura do efluente entre 30 e 35°C, perfazendo um volume total do efluente tratado em cada batelada de 1,6 litros. O TiO<sub>2</sub> (Degussa P25) foi imobilizado na parede do reator por aquecimento a 300°C, durante 30 min. A quantidade imobilizada foi de 8,3 mg de TiO<sub>2</sub> por cm<sup>2</sup> da parede. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi adicionado ao reator na quantidade desejada a partir de uma solução a 30%, antes do tratamento. Os tratamentos foram realizados com 0; 2; 5 e 10 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Uma alíquota de 150 ml retirada do fundo do reator nos tempo de 0,17; 0,5; 1; 2; 4 e 8 horas para posterior análises.

### Caracterização do efluente

Os efluentes foram caracterizados pela quantificação de: pH, DBO, DQO e COT por métodos padronizados [1]. A cor foi quantificada como valor ADMI [11]. A toxicidade aguda ao microcrustáceo *Artemia salina* foi avaliada de acordo com o método proposto pela Organização Mundial de Saúde [2]. Após os tratamentos oxidativos, as amostras foram pré-filtradas em papel qualitativo e analisadas em duplicata. Quando o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi utilizado, seu residual foi medido por titulação iodométrica e o mesmo eliminado pela adição da quantidade estequiométrica de bissulfito de sódio, antes de proceder com as análises. Os resultados do pré-tratamento com os POAs foram avaliados com base no impacto na biodegradabilidade do efluente (relação DBO/DQO) e no estado médio de oxidação (EO) do efluente, calculado pela fórmula:  $EO = 4 \times (COT - DQO) / COT$ . O EO é utilizado para determinar a dose ótima do oxidante, identificada como a dose na qual o EO de efluente se estabiliza. A adição de oxidante além dessa dose seria um desperdício do reagente [9].

## RESULTADOS

Curvas típicas de variação do estado de oxidação e de consumo de peróxido de hidrogênio nos tratamentos oxidativos estão apresentadas na Figura 1. O EO do efluente começou a se estabilizar após uma hora e depois voltou a subir após quatro horas de reação (Figura 1A). Dessa forma, a reação deveria ser terminada após uma hora ou estendida por quatro horas, para não desperdiçar o poder oxidante aplicado [9]. Por outro lado, o residual de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi totalmente consumido após duas horas de reação (Figura 1B). O consumo total do residual de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é vantajoso para o tratamento oxidativo que antecede um tratamento biológico, uma vez que esse oxidante seria tóxico aos microrganismos presentes no reator biológico. Considerando esses resultados e o fato que um elevado tempo de reação tornaria qualquer tratamento que depende de radiação UV economicamente inviável, decidiu-se limitar o tempo de reação dos demais tratamentos a duas horas.

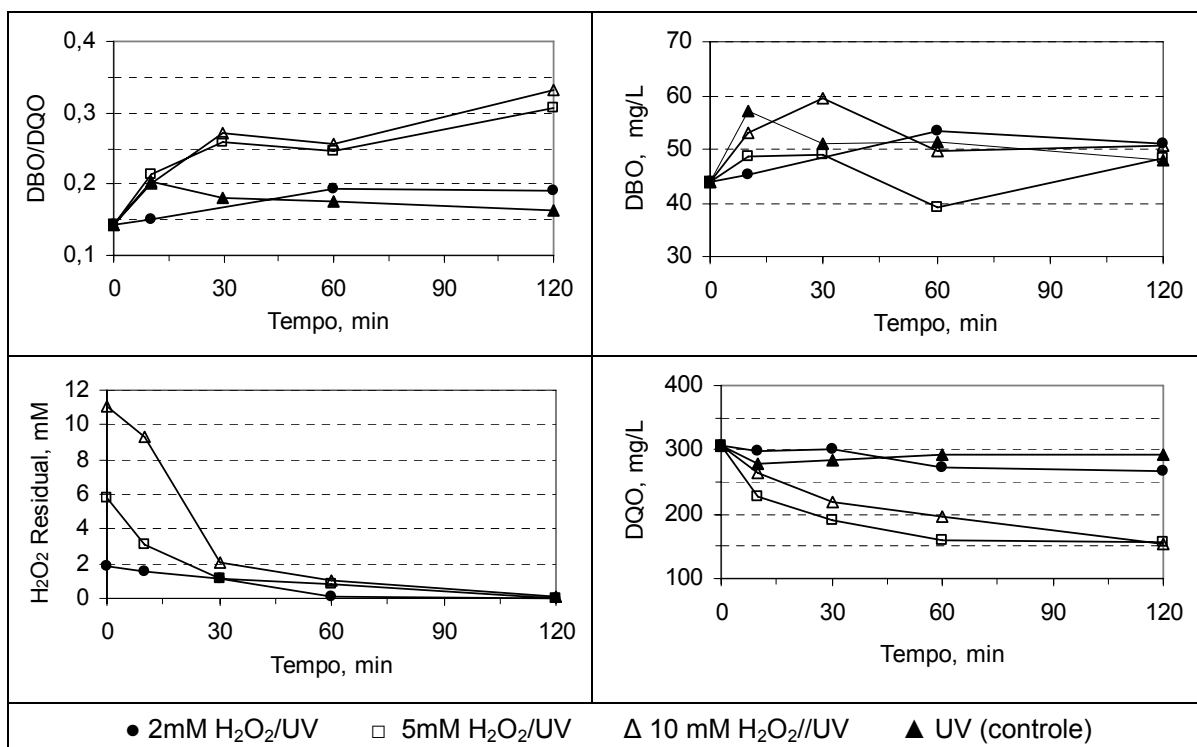


**Figura 1: A - Evolução do estado médio de oxidação (EO), e B - Residual de peróxido de hidrogênio durante o tratamento do efluente têxtil com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV e TiO<sub>2</sub>/UV.**

Os efeitos da dose de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 2, 5 e 10 mM) e do tempo de irradiação no tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV estão apresentados na Figura 2. Os tratamentos com doses de 5mM e 10mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentaram basicamente a mesma tendência, com aumento da biodegradabilidade do efluente nos primeiros trinta minutos do tratamento, seguido de uma estabilização até 60 minutos de reação. A biodegradabilidade aumentou de novo após mais 60 minutos de reação, atingindo seus valores máximos - 0,31 para 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 0,33 para 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Porém, aumentos nos valores de DBO nas doses de 5 e 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> só foram observados até 30 min de reação. Após esse tempo de reação, houve uma queda nos valores de DBO, o que não era desejado, uma vez que o objetivo do pré-tratamento oxidativo foi o aumento da quantidade de matéria orgânica biodegradável no efluente. Além disso, houve uma queda contínua da DQO com o aumento do tempo de reação para os tratamentos com doses de 5 e 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Dessa forma, os aumentos da biodegradabilidade observados nos primeiros 30 minutos foram obtidos pela combinação do aumento da DBO e redução da DQO do efluente têxtil.

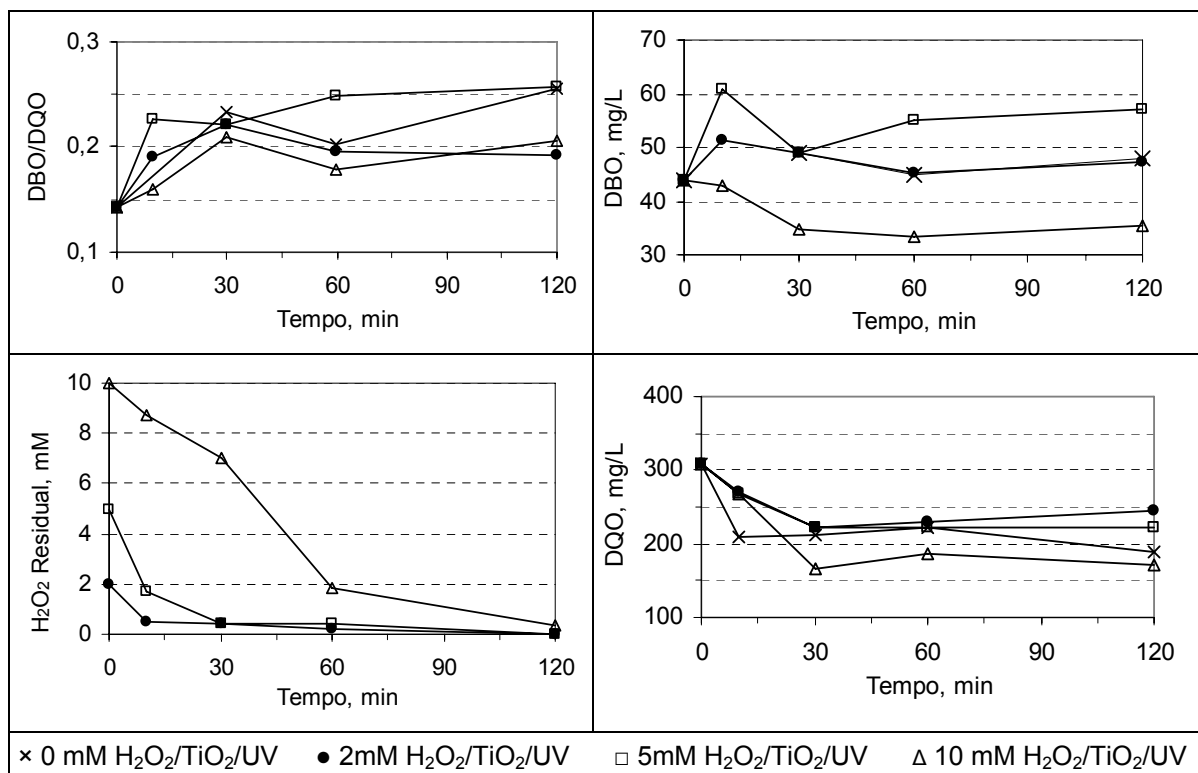
O tratamento com 2 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV teve pouco efeito sobre a DBO, DQO ou biodegradabilidade do efluente têxtil. O tratamento com apenas UV resultou em pequeno aumento da DBO nos primeiros 10 minutos de reação (de 0,14 a 0,20), devido ao aumento da DBO. No entanto, a partir de trinta minutos de reação, o tratamento UV se aproximou muito do tratamento com 2 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, não apresentando muito efeito sobre os parâmetros avaliados. Isso já era esperado, uma vez que esse tratamento não gera radicais hidroxilas que atacam a matéria orgânica [10].

Conforme observado na Figura 2, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reagiu quase por completo após 60 minutos. De fato, houve consumo de aproximadamente 80% do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aplicado nos primeiros trinta minutos, nas doses de 5 e 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Esses resultados também sugerem que o tratamento não deva se prolongar por mais que 30 a 60 minutos, uma vez que após esse tempo não haveria residual de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> disponível para gerar radicais hidroxila. Após trinta minutos de reação, o aumento de DBO por mg de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> consumido ( $\Delta\text{DBO}/\Delta\text{H}_2\text{O}_2$ ) foi maior para a dose de 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de que para a de 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,046 e 0,030, respectivamente) mas o aumento da biodegradabilidade  $\Delta(\text{DBO}/\text{DQO})/\Delta\text{H}_2\text{O}_2$  foi maior para a dose de 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> do que para a de 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,0006 e 0,0003, respectivamente). Nesse tempo de reação, o residual de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> após aplicar uma dose de 5 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> era menor do que após aplicar 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Com base nesses resultados, o uso de 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi descartado.



**Figura 2: Efeito da dose de peróxido de hidrogênio e tempo de reação no tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV do efluente têxtil.**

Os efeitos da dose de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 2, 5 e 10 mM) e do tempo de irradiação no tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV estão apresentados na Figura 3. Um dos objetivos dessa etapa foi permitir avaliar o efeito da adição do TiO<sub>2</sub> sobre a eficiência do tratamento oxidativo. Todos os tratamentos resultaram em aumentos da biodegradabilidade e reduções da DQO do efluente têxtil. A remoção de DQO se mostrou proporcional ao aumento da dose de peróxido aplicada. O tratamento com 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV proporcionou o maior aumento de biodegradabilidade (0,14 a 0,25), uma vez que levou ao maior aumento da DBO e redução menor, ou igual, de DQO do que os outros tratamentos. Os tratamentos com 0 e 2 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV resultaram em apenas pequenos aumentos da DBO. O tratamento com 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV foi particularmente desfavorável, uma vez que promoveu uma grande oxidação de matéria orgânica biodegradável, refletida na perda de DBO. O elevado residual de peróxido de hidrogênio presente no efluente após aplicar 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> indica que esse reagente não foi degradado efetivamente em radicais hidroxila. A perda simultânea de DBO e DQO observada pode ser atribuída ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> residual, que reagiu preferencialmente com compostos biodegradáveis, uma vez que não possuía poder oxidante suficiente para atacar os compostos mais recalcitrantes. Para as doses de 2 e 5mM, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi consumido dentro dos primeiros 30 minutos de reação, com queda mais acentuada nesse tempo de reação do que para o tratamento sem a presença de TiO<sub>2</sub> (Figura 2). Esses resultados também indicam que a reação não deva se estender por mais que 30 a 60 minutos. Dado que o objetivo do pré-tratamento foi aumentar a DBO e a relação DBO/DQO, o tratamento com 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV foi considerado o melhor, entre aqueles avaliados.



**Figura 3: Efeito da dose de peróxido de hidrogênio e tempo de reação no tratamento do efluente têxtil com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV.**

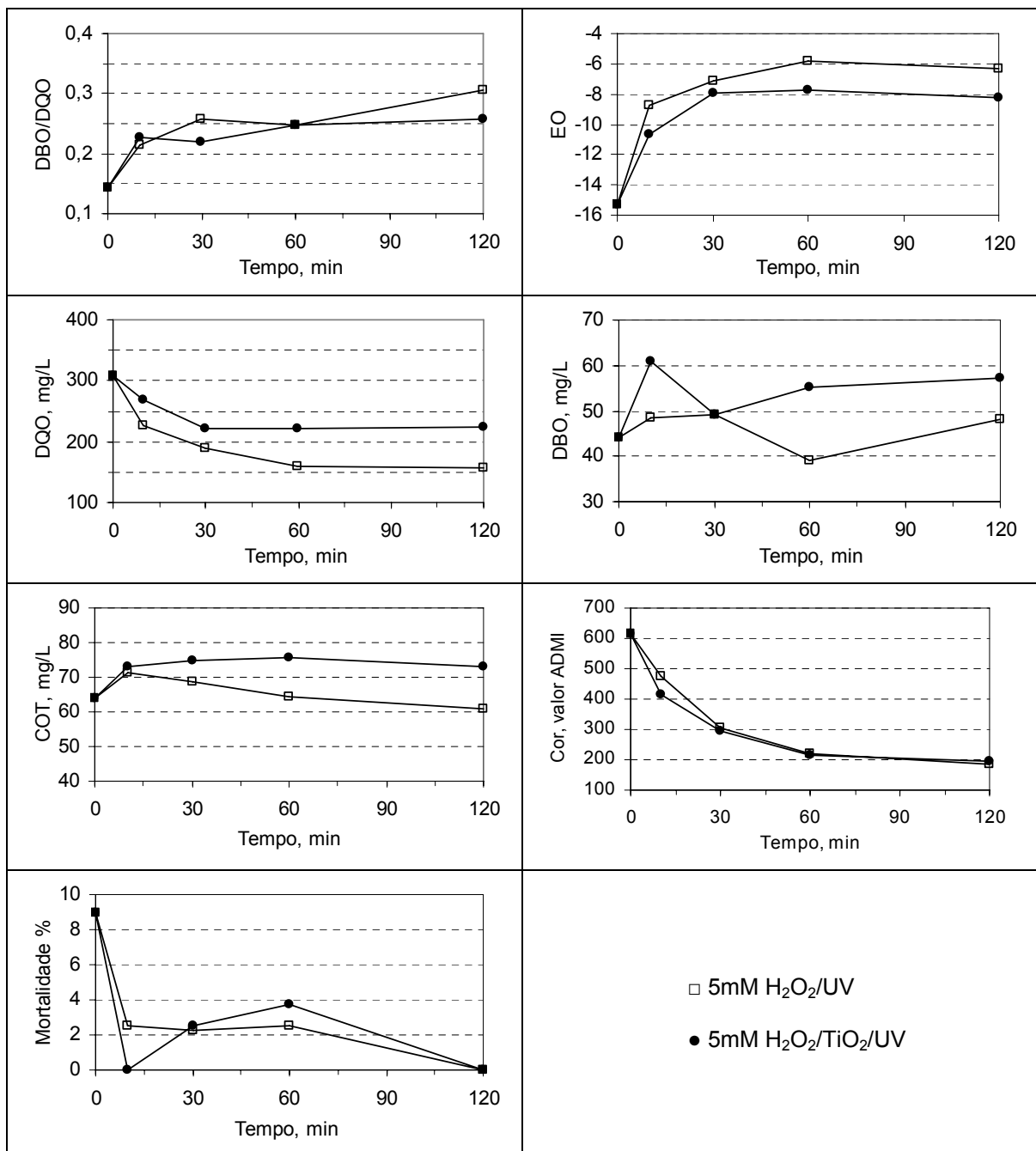
Os tratamentos com 5mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, tanto na presença (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV) como na ausência (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV) de dióxido de titânio, foram escolhidos como os melhores, levando em consideração o aumento de DBO e de biodegradabilidade. A Figura 4 compara o impacto destes dois tratamentos sobre diversos parâmetros do efluente têxtil, para permitir avaliar o efeito da presença de TiO<sub>2</sub>.

Conforme já visto, ambos os tratamentos proporcionaram aumentos de biodegradabilidade, com os maiores aumentos observados nos primeiros 30 minutos de reação. O aumento da biodegradabilidade ocorreu devido à combinação do aumento da DBO e da redução de DQO, sendo que houve maior aumento de DBO e menor redução da DQO no tratamento com TiO<sub>2</sub>.

O estado de oxidação do efluente aumentou consideravelmente após os tratamentos, tendendo a se estabilizar após os primeiros 30 minutos de reação, tanto na presença como na ausência de TiO<sub>2</sub>. O aumento do tempo de reação além de 30 minutos não é recomendado, uma vez que o processo oxidativo já se esgotou nesse período. Esse resultado está coerente com o fato da maior parte do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aplicado ser consumido durante os primeiros 30 minutos de reação, conforme já mencionado (Figuras 2 e 3).

Após um pequeno aumento nos primeiros 10 minutos, o COT no tratamento com TiO<sub>2</sub> permaneceu estável, enquanto que houve uma ligeira perda de COT na ausência de TiO<sub>2</sub>. Essa perda, junta à redução maior de DQO no tratamento sem TiO<sub>2</sub> foi responsável pelos maiores valores de EO observados durante o tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV do que durante o tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV. Apesar da remoção de DQO, que chegou a 28% no tratamento com TiO<sub>2</sub> e 38% no tratamento sem TiO<sub>2</sub> após 30 minutos de reação, houve pouca mineralização da matéria orgânica, uma vez que houve pouca remoção de COT. Essa é a situação ideal para o pré-tratamento oxidativo, uma vez que se pretende realizar a mineralização da matéria orgânica no tratamento biológico posterior.

Os dois tratamentos foram bastante eficientes na remoção da cor do efluente têxtil, resultando na remoção de 64 a 66%, nos primeiros 60 minutos de reação, após o qual a cor do efluente se estabilizou. Não se observou um efeito da presença de TiO<sub>2</sub> sobre a remoção de cor.



**Figura 4: Impacto do tratamento com 5mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV, com e sem TiO<sub>2</sub> na qualidade do efluente têxtil.**

O efluente têxtil apresentou pouca toxicidade a *Artemia salina*. A taxa de mortalidade foi inferior a 10% no efluente bruto e a toxicidade aguda foi completamente eliminada após 120 minutos. A eliminação da toxicidade deve ser atribuída não somente ao consumo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que ocorreu nos primeiros 60 minutos, mas também à degradação de compostos orgânicos presentes no efluente bruto.

Os valores de DQO e DBO do efluente têxtil avaliados se encontram baixos, comparados com valores citados na literatura (700 mg/L a 2000 mg/L de DBO, WORLD BANK GROUP, 1998) e o uso do tratamento químico e biológico em combinação talvez não se justifique. Neste estudo, o tratamento pelo processo oxidativo por si só foi muito eficiente. Após 30 minutos de tratamento com 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV o efluente apresentou qualidade suficiente para lançamento de acordo com a

legislação estadual vigente (DQO < 200 mg/L, DBO < 60 mg/L, e toxicidade aguda nula) em um tempo de detenção hidráulica relativamente baixo (30 minutos), comparado com o tratamento biológico por lodos ativados (tipicamente mais que 4 horas). Além disso, houve redução de 64% da cor do efluente. Por outro lado, o tratamento com 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV/TiO<sub>2</sub> demonstrou potencial para aumentar a DBO e a biodegradabilidade do efluente, sem levar a mineralização da matéria orgânica. Ainda estamos avaliando se o tratamento biológico subsequente resultará em maior remoção global de DQO e, portanto, em melhor qualidade final do efluente.

## CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

Para o efluente têxtil avaliado neste estudo, o melhor pré-tratamento, baseado no aumento da biodegradabilidade e do estado de oxidação, da remoção cor e da redução da toxicidade aguda, foi o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV/TiO<sub>2</sub> com dose de 5 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e tempo de irradiação de 30 minutos. A presença de TiO<sub>2</sub> levou à degradação mais rápida do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e transformação maior de DQO em DBO, sem mineralização do carbono orgânico. O tratamento sem TiO<sub>2</sub> (5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV) resultou em efluente com DQO < 200 mg/L e 66% de remoção de cor, após 30 minutos. Esse efluente já apresentou qualidade suficiente para lançamento. Estamos atualmente avaliando os POAs escolhidos como pré- e pós-tratamentos do tratamento biológico, visando melhorar a qualidade final do efluente têxtil, mediante o aumento da eficiência global de remoção da DQO.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo fornecimento da bolsa, ao CNPQ pelo financiamento do projeto e ao laboratório de Qualidade da Água da Universidade Federal de Viçosa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA, 1998.
2. CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds.) (1998). Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. London: E&FN Spon.
3. COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. Resolução n° 47, 09 de agosto de 2001.
4. DANESHVAR, N., RABBANI, M., MODIRSHAHLA, N., BEHNAJADY, M.A. Critical effect of hydrogen peroxide concentration in photochemical oxidative degradation of C.I. Acid Red 27 (AR27). Chemosphere, v. 56, p. 895-900, 2004.
5. GOGATE, P.R., PANDIT, A.B. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions. Advances in Environmental Research. v, 8, p. 501-551, 2004.
6. MARCO, A., ESPLUGAS, S., SAUM, G. How and why combine chemical and biological processes for wastewater treatment. Water science, v 35, n 4, p. 321-327, 1997.
7. MORAES, S.G. Processo fotocatalítico combinado com sistemas biológicos no tratamento de efluentes têxteis. Campinas: UNICAMP, 1999. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Campinas – Instituto de Química.
8. NEPPOLIAN, B., CHOI, H.C., SAKTHIVEL, S., ARABINDOO, B., MURUGESAN, V. Solar light induced and TiO<sub>2</sub> assisted degradation of textile dye reactive blue 4. Chemosphere, v. 46, p.1173–1181, 2002.
9. SARRIA, V., PARRA, S., ADLER, N., PÉRINGER, P., BENITEZ, N., PULGARIN, C. Recent developments in the coupling of photoassisted and aerobic biological processes for the treatment of biorecalcitrant compounds. Catalysis Today, 76, 310-315, 2002.
10. SHU, H., CHANG, M. Decolorization and mineralization of a phthalocyanine dye C.I. Direct Blue 199 using UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> process. Journal of Hazardous Materials, 2005.



11. USEPA – United States Environmental Protection Agency. Method 110.1 revised, 2001.
12. WORLD BANK GROUP. Pollution Prevention and Abatement Handbook. P. 408-412, 1998.