

AVALIAÇÃO CITOTÓXICA E MUTAGÊNICA DO EFLUENTE COM O CORANTE AZUL DE METILENO TRATADO POR OZONIZAÇÃO FOTOCATALÍTICA EM SISTEMA-TESTE ALLIUM CEPA L.

Luma Medina Volpato (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Michele Cristina Heck, Lilian Capelari Soares, Veronica Elisa Pimenta Vicentini (Orientadora), e-mail:
lumamedina1@hotmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular / Maringá, PR.

Ciências Biológicas / Mutagênese

Palavras-chave: ecotoxicidade, sistema teste vegetal, monitoramento ambiental

Resumo:

A crescente preocupação com os impactos ambientais causados ao meio ambiente através da geração de resíduos industriais, impulsiona o desenvolvimento de novos estudos para a sua minimização, como os processos oxidativos avançados. O corante azul de metileno é muito utilizado em indústrias, principalmente, têxteis e laboratórios de pesquisa, posteriormente encontrado nos efluentes gerados desses locais. O azul de metileno é classificado como um corante básico, se dissociando em cátion e ânion cloreto em solução aquosa, além disso, apresenta caráter hidrofílico. Visto que a taxa de fixação do AM é relativamente baixa, os processos utilizados no tratamento do efluente são quase ineficientes, ainda se mantendo com um alto potencial poluidor. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial citotóxico do corante azul de metileno, efluente bruto, e dos efluentes tratados que visam a degradação do corante, ozonização, fotólise, fotocatalise e ozonização associado com fotocatalise pelo teste com *Allium cepa* L. Os resultados obtidos mostram que o efluente bruto apresentou efeito citotóxico, mesmo após a recuperação. Os grupos tratados por fotólise e fotocatalise reduziram significativamente a divisão celular, enquanto os bulbos ficaram expostos aos efluentes. Diferentemente, os grupos tratados por ozonização e ozonização+fotocatalise não apresentaram efeito citotóxico. Dessa maneira, nas condições do presente estudo, os tratamentos por ozonização e ozonização+fotocatalise se mostram mais eficientes para a degradação do corante com menor impacto ambiental.

Introdução

Nos diversos setores de atuação das indústrias têxteis, há uma alta demanda de produtos químicos e recursos hídricos, produzindo diversos resíduos na forma de efluentes (BARIK, 2019). O descarte inadequado de uma grande quantidade desses efluentes nos sistemas aquáticos tornou-se um grande problema ambiental, principalmente por conter uma alta carga poluente (SAHU; SINGH, 2019). Estes efluentes são, muitas vezes, resistentes a biodegradação, fotodegradação, à ação

de agentes oxidantes, e contêm alguns compostos suspeitos de induzirem efeitos carcinogênicos e/ou mutagênicos nos organismos que a eles se expõem (OLIVEIRA, 2013).

O corante azul de metileno (AM) é amplamente empregado em diferentes setores da indústria, principalmente na indústria têxtil, sendo classificado como um corante básico que em solução aquosa se dissocia em cátion e ânion cloreto, não sofrendo evaporação quando lançado em ambientes aquáticos. O AM é solúvel em água e álcool, ou seja, apresenta caráter hidrofílico (TEVES, 2003).

Devido a taxa de fixação do AM ser relativamente baixa, os processos biológicos utilizados para o tratamento desses efluentes são praticamente ineficientes, e este quando não-fixado é descartado no meio ambiente, sendo necessário e viável investigar novas alternativas para degradação deste poluente (OLIVEIRA, 2013).

Dessa forma, é necessário implementar adequações nos métodos de tratamento de efluentes que apresentem esse corante, de tal forma que quando lançados estejam dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação, além de possibilitar uma gestão mais eficiente desse bem, por meio da reutilização dessas águas. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar os efluentes provenientes dos processos de tratamento por ozonização, fotocátalise, fotólise e ozonização associado com fotocátalise do corante azul de metileno. Para isso, foi empregado o sistema teste *Allium cepa* L., para identificar o potencial citotóxico dos efluentes em seus diferentes processos de tratamento e comparar sua eficiência na redução da citotoxicidade em relação ao efluente bruto.

Materiais e métodos

Características do tratamento

O corante azul de metileno (AM), bruto (33,3 g/L), foi tratado por meio de processos oxidativos avançados (POAs), no Laboratório de Catálise, do Departamento de Engenharia Química, da Universidade Estadual de Maringá. Os processos oxidativos utilizados foram ozonização, fotocátalise, fotólise e ozonização associado com fotocátalise.

Teste com as células meristemáticas de Allium cepa L.

Raízes de Allium cepa L.

Pequenos bulbos de cebola (~25 g) foram compradas de uma fonte comercial. Antes do início dos testes, os bulbos foram limpos e colocados para enraizar em frascos com água filtrada, com aeração, à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) até as raízes atingirem cerca de 1 a 1,5 cm de comprimento.

Coletas

As raízes foram coletadas de cada bulbo de cada um dos grupos: 1. Controle negativo; 2. Efluente bruto; 3. Ozonização; 4. Fotocatálise; 5. Fotólise, e 6. Ozonização associado com fotocátalise, e fixadas em solução de metanol e ácido acético (3:1) por 24 horas a 4°C . As raízes, que estavam em contato apenas com água filtrada, serviram como controles para o próprio bulbo (0 h). Os bulbos foram então colocados em contato com os respectivos efluentes por um período de 48

horas, sendo realizada uma coleta após 24 horas de exposição aos efluentes (24 h) e outra após 48 horas de exposição (48 h), e por fim, foram colocados em água filtrada, para a recuperação de eventuais danos por 24 horas (72 h).

Resultados e Discussão

Teste de *Allium cepa* L.

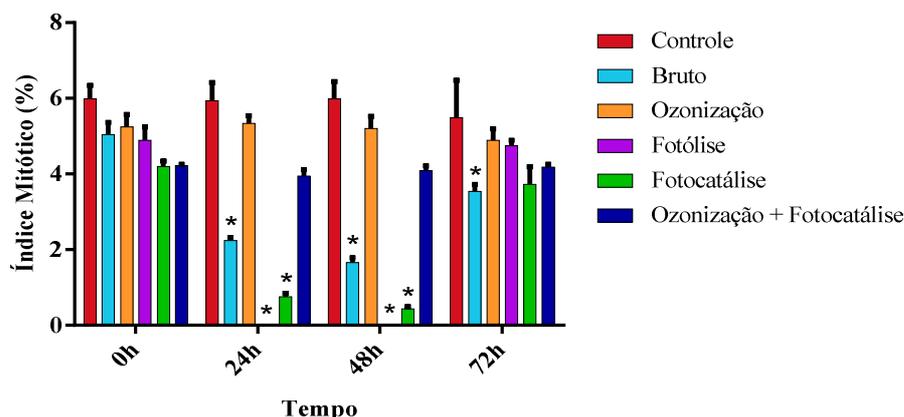


Figura 1 - Índices mitóticos médios (%) obtidos para os grupos tratados com o corante azul de metileno e dos tratados pelos processos oxidativos, ozonização, fotólise, fotocatalise e ozonização associado com fotocatalise em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L.

* resultado estatisticamente significativo comparado ao controle ($p=0,05$).

De acordo com os resultados obtidos para o grupo tratado com o efluente bruto, foi possível verificar que o mesmo apresentou efeito citotóxico quando os bulbos foram expostos por 24 e 48 horas, com inibição de divisão celular de 55,6% e 67,1%, respectivamente. Em seguida ao período de exposição ao efluente bruto, após o tempo de recuperação em água (72 h) a inibição da divisão foi de 29,8%, não foi significativa.

No grupo tratado por fotólise a redução da divisão celular foi de 100% para o período de exposição dos bulbos ao efluente por 24 e 48 horas, no entanto, quando retirados do contato com o efluente a divisão celular foi restabelecida em nível do controle. De maneira similar, o grupo tratado por fotocatalise também demonstrou o efeito citotóxico do efluente nos tempos de 24 e 48 horas, com inibição de 81,9 e 89,5%, respectivamente. Já durante o período de recuperação por 24 horas, as células meristemáticas apresentaram índice mitótico semelhante ao controle.

Os resultados encontrados para os grupos tratados por ozonização e ozonização associado com fotocatalise demonstraram não haver diferenças significativas quando comparados aos controles, portanto, ambos tratamentos não apresentaram efeito citotóxico.

Os processos oxidativos avançados são tecnologias que utilizam radicais hidroxil (OH) como base para a degradação de poluentes persistentes. No entanto nem sempre é possível a mineralização completa de poluentes, o que pode levar a geração de metabólitos que podem ser mais tóxicos que a molécula de origem.

No estudo realizado por Cahino (2019), a fotocatalise foi eficiente na remoção do azul de metileno, sendo considerada pelo autor como uma alternativa viável. Porém, no presente estudo, um tratamento semelhante, apesar de apresentar remoção do

corante, apresentou efeito citotóxico, mostrando que metabólitos provenientes de processos oxidativos avançados podem ser tão danosos quanto o efluente bruto.

Conclusões

O azul de metileno ou tratamento bruto, foi submetido aos tratamentos de ozonização, fotólise, fotocatalise e ozonização associado à fotocatalise, e sua possível citotoxicidade avaliada em células meristemáticas de *Allium cepa* L. Os tratamentos de ozonização e ozonização+fotocatalise não induziram alterações na divisão celular, portanto, não tiveram ação citotóxica.

Por sua vez, os tratamentos bruto, fotocatalise e fotólise, demonstraram uma redução na quantidade de células em divisão em relação ao controle, demonstrando citotoxicidade. O carácter citotóxico do efluente bruto se manteve mesmo durante o tempo de recuperação. Esses resultados demonstram que os tratamentos podem ter levado a formação de metabólitos similarmente tão tóxicos quanto o azul de metileno.

Dessa forma, dentro das condições avaliadas neste estudo, os tratamentos dos efluentes tratados por ozonização e ozonização associado à fotocatalise foram eficientes quanto a degradação do corante azul de metileno, tendo provavelmente menor efeito danoso ao meio ambiente.

Agradecimentos

À Fundação Araucária, órgão financiador deste projeto, ao Laboratório de Catálise do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá e ao Laboratório de Mutagênese e Monitoramento Ambiental.

Referências

BARIK, D. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation. In: SIVARAM, N. M.; GOPAL, P. M.; BARIK, D. **Toxic Waste from Textile Industries**. Índia: Woodhead Publishing, p. 43–54, 2019.

SAHU, O.; SINGH, N. Significance of bioadsorption process on textile industry wastewater. **The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology**, Índia. p. 367-416, 2019.

OLIVEIRA, S. P.; SILVA, W. L. L.; VIANA, R. R. Avaliação da capacidade de adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas em caulinita natural e intercalada com acetato de potássio. **Cerâmica**. v. 59, p. 338-344, 2013.

AZUL DE METILENO. TEVES, M. L. U. **Avantor**, [2003]. Bula.

CAHINO, A. M.; LOUREIRO, R. G.; DANTAS, J.; MADEIRA, V. S.; FERNANDES, P. C. R. Characterization and evaluation of ZnO/CuO catalyst in the degradation of methylene blue using solar radiation. **Ceramics International**. p 1-9, 2019.