

Estudo da aplicabilidade da filtração biológica após o processo oxidativo UV/H₂O₂

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar a associação do processo oxidativo UV/H₂O₂ com a filtração biológica na redução de carbono orgânico assimilável e carbono orgânico dissolvido proveniente da oxidação de cultivos da cianobactéria *Microcystis aeruginosa*. **MÉTODOS:** Para o experimento, foi adotada densidade de células de 5x10⁵ cel mL⁻¹ e dosagem de 10 mgH₂O₂ L⁻¹. Após a oxidação, a água foi encaminhada aos biofiltros que apresentavam uma taxa de filtração de 6m³/m²d por um período de 30 horas. Foram realizadas análises de carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono orgânico assimilável (COA). Para a análise de COA foram utilizados os microrganismos *Pseudomonas fluorescens* (P-17) e a *Spirillum* sp. (NOX). **RESULTADOS:** Com o processo oxidativo se verificou a formação de COA, o qual reduziu já no início do processo de filtração pelo biofiltro, indicando o consumo do mesmo pelos microrganismos presentes no biofilme. Para o COD, verificou-se redução do mesmo com o decorrer do tempo de filtração. **CONCLUSÃO:** A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que embora a conversão completa de COD a COA não tenha sido verificada após a exposição da amostra ao processo oxidativo, todo o COA formado foi consumido pelo biofilme, indicando eficiência no processo de tratamento proposto. Considera-se que um maior tempo de avaliação da filtração assim como estudos em outras dosagens de H₂O₂ possam permitir melhores avaliações.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias. Biofilme. Carbono orgânico assimilável.

Gabrielle Araújo Vasconcelos
gabiavasconcelos@hotmail.com
Universidade Tecnológica
Federal Do Paraná (UTFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.

Lucila Adriani Coral
lucilacoral@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

As cianobactérias são microrganismos aeróbios, procariontes e fotossintetizantes que apresentam uma organização celular muito semelhante a das bactérias, mas possuem pigmentos como as algas (AZEVEDO, 1998). Esses organismos podem colonizar diversos ambientes como solo e rochas, sendo que apresentam um melhor desenvolvimento em ambientes aquáticos principalmente em rios de água doce com temperatura entre 15-30 °C, e pH de neutro a alcalino (AZEVEDO, 1998). Quando esses ambientes estão ricos em nutrientes ou em processo de eutrofização, pode-se observar o fenômeno chamado de floração que nada mais é que o crescimento excessivo das cianobactérias.

O crescimento desordenado desses microrganismos pode provocar alterações organolépticas na água, problemas operacionais nas estações de tratamento e liberação de toxinas prejudiciais à saúde humana provenientes do rompimento da sua membrana celular (AZEVEDO, 1998). Para remover estas células da água bruta pode-se utilizar de métodos de tratamento distintos, como os processos oxidativos avançados (POA).

Os POA convertem a maioria dos contaminantes orgânicos em CO₂, água e íons inorgânicos através de reações de degradação que envolvem espécies oxidantes. Um dos processos que pode ser utilizado no tratamento de águas é o sistema UV/H₂O₂ (TEIXEIRA e JARDIM, 2007). Esse processo pode reduzir a matéria orgânica por mineralização completa dos compostos orgânicos em CO₂, ou por uma degradação parcial que converte compostos orgânicos maiores em menores e mais biodegradável (TOOR e MOHSENI, 2007). Porém, este último não reduz com eficácia o carbono orgânico total e ainda produz o carbono orgânico assimilável (COA). O COA é capaz de interagir com o cloro na etapa de desinfecção da água e formar os trihalometanos, que são produtos de desinfecção (DBPs) potencialmente cancerígenos (TOOR e MOHSENI, 2007). Logo, como uma alternativa autossuficiente esse processo não se mostra eficiente e por isso é geralmente associado a uma filtração biológica.

A filtração biológica é uma das mais antigas tecnologias de tratamento de água para o consumo humano, sendo uma tecnologia simples, segura e de baixo custo, caracterizada pela sua baixa taxa de filtração. Esta baixa taxa de filtração permite que ocorra a formação de um biofilme chamado de "schmutzdecke" composto por diversos microrganismos como bactérias, protozoários e algas capazes de melhorar as condições da água como turbidez, vírus entéricos e impurezas dissolvidas como o COA (TANGERINO e DI BERNARDI, 2005). Por isso a importância da filtração biológica pós-tratamento oxidativo.

O objetivo deste trabalho é estudar a associação do processo oxidativo UV/H₂O₂ com a filtração biológica na redução de carbono orgânico assimilável e carbono orgânico dissolvido proveniente da oxidação de cultivos da cianobactéria *Microcystis aeruginosa*.

2. METODOLOGIA

2.1 CULTIVOS DE CIANOBACTÉRIAS

A cepa toxica da espécie *Microcystis aeruginosa* (BCCUSP) foi cedida pelo Departamento de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo (USP). A cepa foi cultivada em laboratório em meio inorgânico de crescimento ASM-1. Os

cultivos permaneceram em uma sala onde são mantidos sob aeração constante, temperatura de 25 ± 1 °C e regime de foto-período de 16/8 (16 horas de claro e 8 horas de escuro). Para os ensaios, o cultivo foi utilizado em fase de crescimento exponencial que corresponde ao período de 20 a 23 dias.

2.2 SISTEMA DE OXIDAÇÃO E SISTEMA DE FILTRAÇÃO

Para a oxidação da água bruta foi utilizado um reator de vidro com capacidade de 1,1 litros apresentando um sistema de refrigeração e pontos de entrada e saída da amostra. Para a fonte de radiação UV foi utilizado uma lâmpada de mercúrio de alta pressão inserida em um bulbo de quartzo, o qual permaneceu mergulhado no líquido amostral, permitindo a irradiação no seu interior de maneira uniforme.

Os filtros biológicos foram construídos em PVC com 65 cm de comprimento e 4,7 cm de diâmetro interno. A camada filtrante era composta por 50 cm de areia de quartzo com granulometria entre 0,3 e 0,6 mm. Na parte superior da camada filtrante utilizou-se uma manta não tecida para melhor desenvolvimento do biofilme. A taxa de filtração foi calculada a partir da equação (1) onde T é a taxa de filtração, Q é a vazão das bombas e Af é a área total de filtração. Após um mês de maturação os filtros foram alimentados com a água tratada pelo sistema de oxidação.

$$T = \frac{Q}{Af} \quad (1)$$

2.3 ANÁLISE DE CARBONO ORGÂNICO ASSIMILÁVEL

A quantificação de COA se baseia na medição do crescimento de duas estirpes bacterianas, a *Pseudomonas fluorescens* (P-17) e a *Spirillum* sp. (NOX), até a saturação de um nutriente que seja essencial para o desenvolvimento desses microrganismos. Quando a saturação ocorre é possível quantificar a concentração de carbono do meio através da determinação da densidade celular. A quantificação de COA é obtida através da contagem de células de ambas as bactérias para uso posteriormente no cálculo (Equação 2), o que no presente estudo foi determinado a partir de análises por citometria de fluxo, as quais foram realizadas no laboratório da Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz) e os inóculos dos microrganismos P-17 e NOX já se encontravam previamente preparados pelo laboratório LTPA (Laboratório de Tratamento e Potabilização de Água).

$$COA (\mu\text{gCL}^{-1}) = \frac{(\text{Crescimento celular})L^{-1}}{1 \times 10^7 (\text{células} \cdot \mu\text{gC}^{-1})} \quad (2)$$

2.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A água utilizada no estudo foi preparada a partir da diluição de cultivo de *M.aeruginosa* com uma concentração inicial de 5×10^5 cel mL⁻¹ em água sintética que era preparada a partir da adição de KCl e CaCl₂.2H₂O. Após, adicionou-se a amostra um volume de H₂O₂ correspondente a 10 mg L⁻¹ e em seguida esta foi encaminhada para o sistema UV/H₂O₂. A passagem da amostra pelo sistema de oxidação foi realizada de modo contínuo com o auxílio de uma bomba dosadora. Após a oxidação, as amostras foram encaminhadas para o sistema de filtração por um período de 30 horas. Neste período, foram retiradas amostras nos tempos 1, 3, 6, 9, 24 e 30 horas e estas foram encaminhadas para a análise de COD e COA.



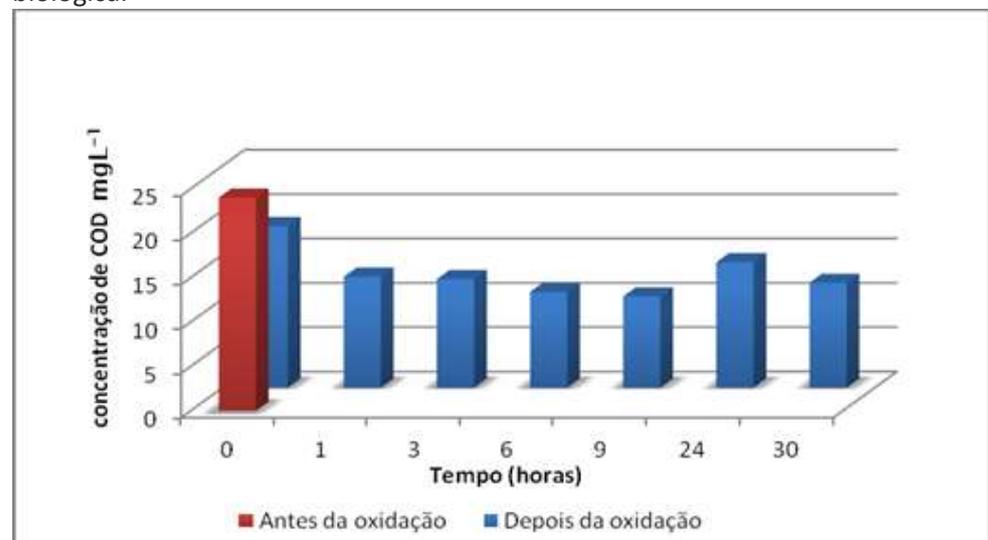
As amostras de COD foram filtradas em membrana de acetato de celulose 0,45 μm de porosidade, armazenadas e mantidas sob refrigeração. A análise foi realizada em analisador Thermo HiperTOC da UTFPR, Sede Ecoville, seguindo o método de combustão a 680 °C e detecção de CO_2 . Já as amostras de COA foram filtradas num filtro de seringa com 0,22 μm de porosidade e pasteurizadas a 70 °C por uma hora. Após, inoculou-se as estirpes da P-17 e NOX separadamente nos fracos. Em seguida retirava-se uma alíquota de cada amostra contendo a P-17 e NOX preservando em paraformaldeído (amostra inicial). Então as amostras eram encaminhadas para uma estufa bacteriológica a 25 °C e lá permanecia por 96 h. Após esse período, outra alíquota era retirada e preservada (amostra final). Tanto a amostra inicial quanto a final foi encaminhada para leitura em citometria de fluxo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE DE CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO

Pode-se observar através da Figura 1 que a água sem tratamento apresentou uma concentração de COD de aproximadamente 24 mg L^{-1} , tendo-se considerado que o COD presente na amostra vem das células de cianobactérias presentes na água de estudo, uma vez que estas são as únicas fontes de carbono. Após o processo oxidativo esse valor foi reduzido para aproximadamente 19 mg L^{-1} como é observado no tempo zero, o que é esperado já que o processo oxidativo mineraliza parte da matéria orgânica presente em CO_2 . A partir do tempo de uma hora observou-se uma diminuição gradual da concentração de COD pela ação do biofilme presente nos filtros biológicos.

Figura 1- Concentração de COD antes da oxidação e após, seguido de filtração biológica.



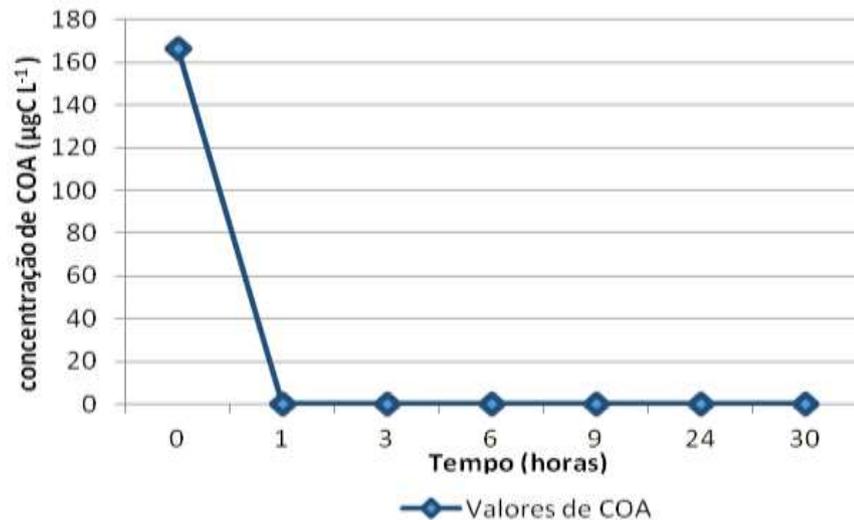
3.2 ANÁLISE DE CARBONO ORGÂNICO ASSIMILÁVEL

Pode-se observar com esta análise que após o processo oxidativo verificou-se a presença de COA na água de estudo numa concentração de 166,7 $\mu\text{g C L}^{-1}$. O surgimento de COA na água de estudo já era previsto, pois o processo oxidativo

converte moléculas orgânicas maiores em moléculas menores e mais biodegradáveis.

Na Figura 2, a água oxidada passa através dos filtros biológicos e observa-se que já na primeira hora de estudo o COA não é mais quantificado na água filtrada, comprovando a eficiência da filtração biológica.

Figura 2 – Concentração de COA durante a filtração biológica.



4. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que na análise de COD observou-se uma redução da sua concentração ao longo do tempo de coleta, embora a conversão completa de COD a COA não tenha sido verificada após a exposição da amostra ao processo oxidativo. Pode-se dizer também que o biofilme formado durante o período de maturação dos filtros consumiu o carbono orgânico assimilável formado pelo processo oxidativo comprovando a sua eficiência no tratamento proposto. Para uma melhor avaliação, se faz necessário um maior tempo de contato nos filtros com a água proveniente da oxidação e estudos de outras dosagens de H₂O₂ deve ser avaliado.

Study of the applicability of biological filtration after the UV / H₂O₂ oxidative process

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate the association of the UV/H₂O₂ oxidative process with biological filtration in the reduction of assimilable organic carbon and dissolved organic carbon from the oxidation of cultures of the *Microcystis aeruginosa* cyanobacteria. **METHODS:** For the experiment, 5x10⁵ cell mL⁻¹ cell density and 10 mgH₂O₂ L⁻¹ dosage were used. After the oxidation, the water was sent to the biofilters that had a filtration rate of 6m³/m²d for a period of 30 hours. Analyzes of dissolved organic carbon (DOC) and assimilable organic carbon (AOC) were performed. For the AOC analysis, the microorganisms *Pseudomonas fluorescens* (P-17) and *Spirillum* sp. (NOX). **RESULTS:** With the oxidative process COA formation was observed, which reduced already at the beginning of the filtration process by the biofilter, indicating the consumption of the same by the microorganisms present in the biofilm. For DOC, a reduction was observed over the course of the filtration time. **CONCLUSION:** From the obtained results, it can be concluded that although the complete conversion of DOC to AOC was not verified after exposure of the sample to the oxidative process, all AOC formed was consumed by biofilm, indicating efficiency in the proposed treatment process. It is considered that a longer evaluation time of the filtration as well as studies in other dosages of H₂O₂ can allow better evaluations

KEYWORDS: Cyanobacteria. Biofilm. Assimilable organic carbon.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Carlos Chagas - Fiocruz/PR, a Plataforma de Citometria de Fluxo e ao laboratório de análises da UTFPR Ecoville por tornarem possível a análises de COA e COD respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, S. M. F. O.; VASCONCELOS, V. M. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina on line**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1998.
- BRITO, L. L. A. et al. Amadurecimento de filtros lentos de areia e remoção de microrganismos indicadores de qualidade da água ao longo da profundidade do leito: uma avaliação em instalação piloto. **Eng. sanit. ambient**, v. 10, n. 4, p. 307-317, 2005.
- TANGERINO, E. P.; DI BERNARDO, L. Remoção de substâncias húmicas por meio da oxidação com ozônio e peróxido de hidrogênio e FiME. **Eng. Sanit. e Ambient**, p. 290-298, 2005.
- TOOR, R.; MOHSENI, M. UV-H₂O₂ based AOP and its integration with biological activated carbon treatment for DBP reduction in drinking water. **Chemosphere**, v. 66, n. 11, p. 2087-2095, 2007.
- PEREIRA, A. S. M. H. P. **Determinação de carbono orgânico assimilável em amostras de água para consumo humano**. 2012. Tese de Doutorado.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

VASCONCELOS, A. G. et al. Estudo da aplicabilidade da filtração biológica após o processo oxidativo UV/H₂O₂. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. Anais eletrônicos... Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em:
<<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>. Acesso em:

Correspondência:

Gabrielle Araújo Vasconcelos
Rua Abílio Peixoto, número 257, Cabral, Curitiba, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

