

I-249 - UTILIZAÇÃO DE REATOR FOTOCATALÍTICO TIPO CPC NA REMOÇÃO DE *CYLINDROSPERMOPSIS SP.* EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

Hindria Renally Cavalcanti Guimarães⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestranda em Ciências e Tecnologia Ambiental (UEPB).

Wilton Silva Lopes

Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba. Professor Doutor B (DE) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba.

Henrique Augusto de Medeiros Moraes

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA/UFPB.

Valderi Duarte Leite

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Professor Doutor C da Universidade Estadual da Paraíba.

José Tavares de Sousa

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Professor Doutor C da Universidade Estadual da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Campos Sales, 328 – José Pinheiro - Campina Grande - PB - CEP: 58407 - 450 - Brasil - Tel: (83) 3321-0992 - e-mail: renally@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a remoção de *Cylindrospermopsis sp.* em água de abastecimento por meio fotocatalise heterogênea com uso de reator tipo CPC (Compound Parabolic Concentrator). O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba. Os ensaios de degradação fotocatalíticos de células de *Cylindrospermopsis sp.* foram realizados em escala de bancada, utilizando um reator tipo CPC (Compound Parabolic Concentrator), operando em batelada. Para realização do experimento foi utilizado 600 ml de água de estudo com concentração de 29.000 cel/ml, após ser diluída em água de abastecimento em uma proporção de 1/10. O catalisador usado foi o Dióxido de Titânio (TiO₂) na forma anatase, na proporção 0,1% e conduzido com pH referente ao preparo da batelada e temperatura ambiente média de 26,6°C. O perfil de degradação foi traçado durante 4 horas. Nos primeiros 160 minutos as amostras eram analisadas em intervalo de 20 minutos e nos últimos 80 minutos avaliadas em períodos de 40 minutos. O tratamento de água contendo células de cianobactérias *Cylindrospermopsis sp.* pelo processo de fotocatalise heterogênea com uso TiO₂ mostrou-se capaz de promover a remoção de células de cianobactérias em percentuais superiores a 99,0%, bem como os percentuais de clorofila *a*.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactéria, eutrofização, fotocatalise.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que contribuem para deterioração dos recursos hídricos, o desenvolvimento econômico e o crescimento urbano, intensificam atividades antrópicas, submetendo corpos aquáticos a elevadas concentrações de nutrientes (N e F) induzindo este ao fenômeno de eutrofização.

Nos ambientes ricos em nutrientes, com condições ideais de temperatura e pH, entre outras características podem ser observadas florações de algas e cianobactérias, que atuam ocasionando sérias alterações ambientais e conseqüentes danos à saúde pública devido a presença de espécies potencialmente toxigênicas.

Atualmente são conhecidos cerca de 150 gêneros e 2.000 espécies de cianobactérias, dos quais aproximadamente 40 gêneros são descritos como produtores de cianotoxinas (CHAVES, *et al*, 2009, MOLICA E AZEVEDO, 2009). Na Região Nordeste, de acordo com estudos conduzidos por Costa, *et al*. (2009) a dominância de cianobactérias em oito reservatórios urbanos, incluindo quatro açudes do semi-árido

pernambucano. Foi relatado, ainda que entre 39 reservatórios investigados na região, 27 deles apresentaram predominância do gênero *Cylindrospermopsis*. Sua alta competitividade em ambientes eutrofizados, aliada à sua capacidade de formar florações e produzir toxinas, fazem deste gênero uma das Cianobactérias mais estudadas tanto do ponto de vista ecológico como de saúde pública.

As cianobactérias tóxicas são responsáveis pela maioria dos casos de intoxicações envolvendo ficotoxinas de águas doces ou marinhas. Existem vários casos relatados na literatura de contaminações por cianotoxinas no mundo, sendo que um caso de gravidade envolvendo a população humana foi a chamada “Síndrome de Caruaru” ocorrida na cidade de Caruaru, Nordeste do Brasil em 1996, quando 61 pacientes de uma clínica de hemodiálise foram a óbito.

A existência dessas cianotoxinas em fontes de água potável constitui uma grande preocupação para as autoridades mundiais, uma vez que esta se torna veículo de promoção de insalubridade ambiental e pública. Além disso, esses compostos dissolvidos são praticamente recalcitrantes ao tratamento convencional da água.

A dificuldade na remoção das cianotoxinas tem estimulado estudos de algumas alternativas com a finalidade de minimizar a afluência de cianobactérias à estação de tratamento. A busca por alternativas tecnológicas que potencializem a remoção de contaminantes tóxicos se faz necessária, uma vez que o tratamento convencional se torna obsoleto na remoção desses compostos.

Uma alternativa viável e eficiente para o tratamento de água contaminada vem sendo estudada ultimamente são os Processos Oxidativos Avançados (POAs), que consistem na oxidação dos resíduos orgânicos presentes nos efluentes pelos radicais Hidroxilas ($\bullet\text{OH}$) gerados durante esse processo, convertendo estes em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O).

Dentre esses processos, a fotocatalise heterogênea com semicondutor TiO_2 é vista como método promissor para remoção de contaminantes tóxicos orgânicos inorgânicos (CHONG, *et al.*, 2010). Nos últimos anos o uso de dióxido de titânio (TiO_2), para tratamento fotocatalítico de água tem sido amplamente relatada devido a estabilidade química em ampla faixa de pH, a possibilidade de imobilização sobre sólidos, ativação por luz solar e possibilidade de sua recuperação e reutilização (DANIEL, 2001). Quando o TiO_2 irradiado com luz UV, gera sítios ativos altamente oxidantes, o qual pode degradar potencialmente uma grande quantidade de resíduos orgânicos tais como: tintas, pesticidas, herbicidas e bactérias).

Nesse contexto o objetivo do trabalho, é avaliar a remoção de *Cylindrospermopsis* sp. em água de abastecimento por meio fotocatalise heterogênea com uso de reator tipo CPC (Compound Parabolic Concentrator).

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Os ensaios de degradação fotocatalíticos de células de *Cylindrospermopsis* sp. foram realizados em escala de bancada, utilizando um reator tipo CPC (Compound Parabolic Concentrator), operando em batelada.

OBTENÇÃO DE ÁGUA UTILIZADA PARA AO ESTUDO

A água que utilizada como base para realização dos experimentos foi água de abastecimento na qual foram inoculadas células de *Cylindrospermopsis raciborskii* para simular uma floração. A escolha da concentração supracitada tem como alicerce o fato desse valor ser representativo de uma floração e ser empregado comumente em trabalhos que visam avaliar a remoção de células de cianobactérias (DRIKAS et al., 2001; OLIVEIRA, 2005).

CULTIVO MONOESPECÍFICO DE *CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII*

As células de *Cylindrospermopsis raciborskii* (cepa T3 - tóxica) foram cultivadas na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário – EXTRABES da UEPB. A cepa foi fornecida pelo Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias (LETC) do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da UFRJ, tendo sido isolada no ano de 1996 no reservatório de água da represa Billings no estado de São Paulo.

Uma vez que as cianobactérias se desenvolvem melhor sob condições específicas de temperatura, luminosidade, pH e nutrientes, para realização do cultivo se buscaram condições ótimas. O cultivo de cianobactérias ocorreu com meio ASM-1 (GORHAM; MCLACHLAN; HAMMER, 1964 modificado por REYNOLDS, JAWORSKI, 1978), previamente autoclavado à 121° C por 20 minutos, com pH ajustado para 8.

A sala onde ocorre o cultivo de células de *Cylindrospermopsis raciborskii* são mantidas sob condições de máxima assepsia, temperatura controlada em torno de 24 °C \pm 1, fotoperíodo de 12 horas e com uma intensidade luminosa em torno de 40 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ fornecidos por lâmpadas tubulares fluorescente de 40 W, no decorrer de toda a produção do cultivo.

Ao atingirem a fase exponencial de crescimento, após 15 a 18 dias de cultivo aproximadamente ocorre o repique da cultura para volumes maiores (Figura 1) nesse momento a aeração passará a ser contínua, no intuito de conservar as células em suspensão e fornecer oxigênio em quantidade suficiente para mantê-las sadias. A aeração será realizada com auxílio de compressor de ar para aeração em aquário. Para evitar contaminação do cultivo pelo ar, haverá um filtro, previamente esterilizado, entre o compressor de ar e os frascos onde serão cultivadas as células.

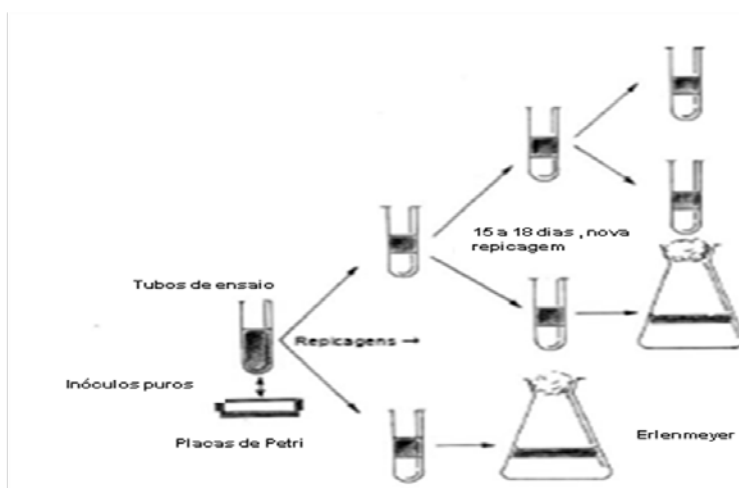


Figura 1: Esquema da repicagem de inóculos (desenho adaptado de J.J.Sá e Silva)

Fonte: Pousão-Ferreira, 2009.

Os principais parâmetros investigados durante o sistema experimental estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: principais parâmetros que serão investigados no sistema experimental.

Parâmetros	Método
Cor	Espectrofotométrico
pH	Potenciométrico
Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>a</i> Extração com metanol, a quente
Contagem de células	Câmeras de sedimentação de Utermöhl

DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXPERIMENTAL

O reator fotocatalítico utilizado será do tipo Composto concentrador parabólicos - CPC (*CompoundParabolic Concentrators*). O reator fotocatalítico constitui uma mesa metálica com suporte móvel regulado por hastes de alumínio ajustáveis (figura 2). A configuração do reator tem o intuito de concentrar radiação tendo três semiparábolas de alumínio e sob elas passam três tubos de vidros (Pirex®), com 0,50 metros de comprimento e 1,0cm de diâmetro interno. O reator fotocatalítico foi colocado dentro de uma câmara de madeira de 0,65 m de altura, 1 m de comprimento e 0,60 m de largura, onde estavam acopladas oito lâmpadas germicidas, de 15 w cada, capazes de emitir radiação UV no comprimento de onda de 254 nm.

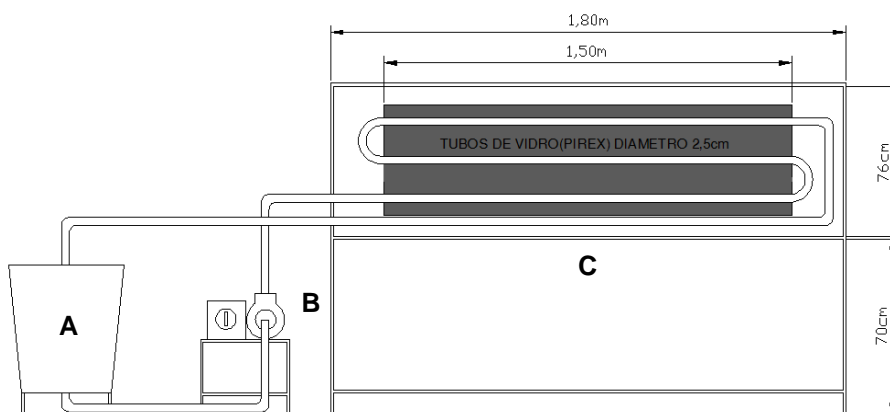


Figura 2: Reator fotocatalítico. A – Tanque para alimentação do reator. B – Bomba peristáltica C – Mesa metálica.

Para realização do experimento foi utilizado 600 ml de água de estudo com concentração de 29.000 cel/ml, após ser diluída em água de abastecimento em uma proporção de 1/10. O catalisador usado foi o Dióxido de Titânio (TiO_2) na forma anatase, na proporção 0,1% e conduzido com pH referente ao preparo da batelada e temperatura ambiente média de 26,6°C. O perfil de degradação foi traçado durante 4 horas. Nos primeiros 160 minutos as amostras eram analisadas em intervalo de 20 minutos e nos últimos 80 minutos avaliadas em períodos de 40 minutos.

RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir são de caráter preliminar e foram obtidos em apenas uma batelada, devido alguns impasses referentes a questões experimentais. Na Tabela 2 são apontados valores de entrada, saída e remoção dos parâmetros analisados durante o perfil.

Tabela 2: Valores de remoção dos parâmetros analisados durante o perfil.

Parâmetros	Entrada	Saída	Remoção (%)
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	99,2	0	100
Cor Verdadeira (uH)	508	105	79
Concentração de células (cel/mL)	29.000	51	99,8

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 2, observam-se em relação aos valores de entrada percentuais de remoção bastante satisfatórios, com taxas de 100%, 79% e 99,8 % para os parâmetros clorofila a, cor verdadeira e concentração de células, respectivamente.

A clorofila a é um parâmetro utilizado para estimar a concentração de biomassa fitoplâncton, já que em média 1% da biomassa de algas é clorofila a. Observa-se que nos primeiros 20 minutos de exposição à radiação UV, houve um decaimento significativo na concentração de clorofila a, passando de 99 mg/L para 7mg/L, e ficou constatado que a remoção total de clorofila aconteceu antes de 40 minutos de exposição.

Na Figura 3 é observado o perfil da remoção de cor verdadeira durante o experimento. Para os valores de cor verdadeira foi observado percentuais de remoção de 79%, o perfil de remoção deste parâmetro se processou de forma uniforme. Nos 40 minutos iniciais houve remoção de 100 uH.ao final de 240 minutos houve remoção de

cerca de 400 uH. Uma maior taxa de remoção desse parâmetro pode ser alcançada com um maior tempo de exposição a radiação UV.

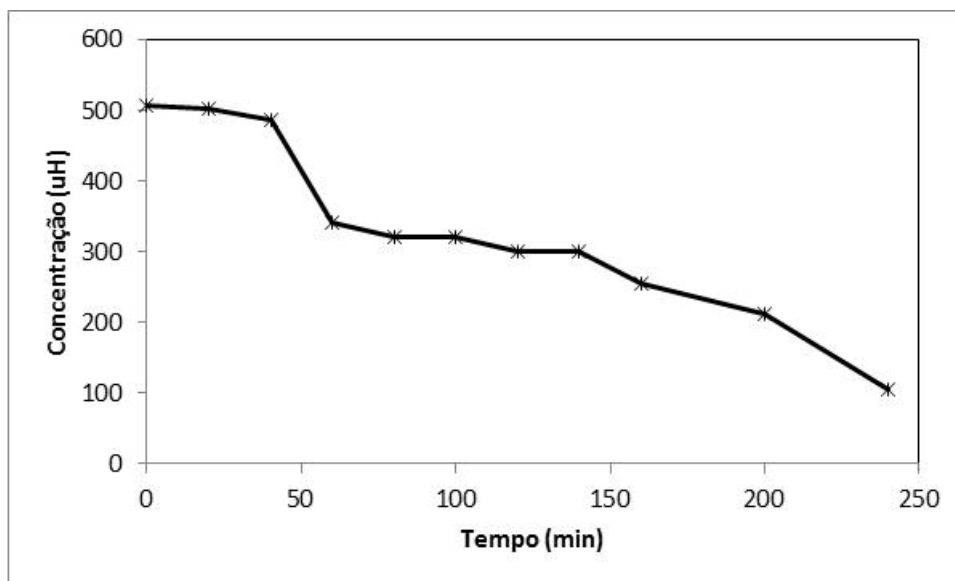


Figura 3: Perfil de remoção de cor verdadeira expresso em uH.

Em relação ao pH que não houve diferença entre o pH de entrada e saída os valores sempre se mativeram próximos de 6,7. O pH mínimo observado após o tratamento foi de 6,6 e o máximo de 6,8, situando-se dentro dos limites recomendados pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde que estabelece uma faixa de pH de 6,5 a 9,0 unidades para água de consumo humano.

O perfil de degradação celular se procedeu de forma eficiente, observe-se entre o intervalo 100 e 240 minutos as menores concentrações celulares principalmente nos últimos 80 minutos observando-se valores de 51 cel/mL (Figura 4). A remoção de células de *Cylindrospermopsis sp.* foi em torno de 99,8%.

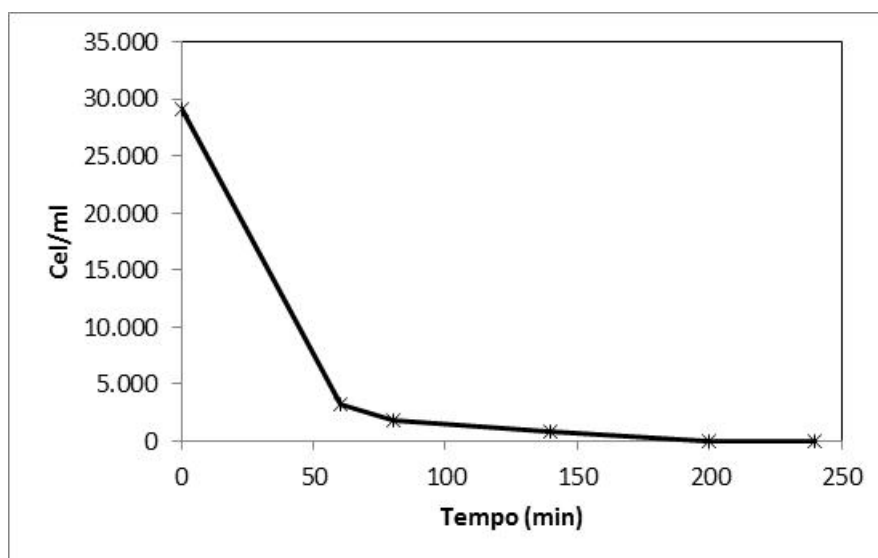


Figura 4: Perfil de remoção de células de *Cylindrospermopsis sp.*

CONCLUSÕES

O tratamento de água contendo células de cianobactérias *Cylindrospermopsis sp.* pelo processo de fotocatalise heterogênea com uso TIO_2 mostrou-se capaz de promover a remoção de células de cianobactérias em percentuais superiores a 99,0%, bem como os percentuais de clorofila *a*.

Contudo se faz necessário a realização de outros ensaios para comprovação da eficiência de remoção de *Cylindrospermopsis sp.* por processos de fotocatalise heterogênea, uma vez que este trabalho apresenta resultados preliminares resultantes de apenas uma batelada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CABRAL, S. M. Avaliação do processo de fotocatalise heterogênea na remoção de *Microcystis aeruginosa* e microcistina de águas eutrofizadas. Campina Grande. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba –UEPB 2010.
2. CHAVES, P. F.; ROCHA, S. B. DE LA; DUTRA, A.T.M. & YUNES, J. S. Ocorrência de cianobactérias produtoras de toxinas no rio dos sinos (rs) entre os anos de 2005 e 2008. OECOL. BRAS., V.13, nº 2, p. 319-328, 2009.
3. CHONG, M. N.; JIN, Bo, CHOW, C. W. K., SAINT, C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review. WATER RESEARCH. p. 2337-2927 2010.
4. DANIEL, L. A. Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. In.; Métodos alternativos de desinfecção da água. PROSAB. São Paulo: Rima, 2004
5. MOLICA, R. & AZEVEDO, S. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. OECOL. BRAS.V.13, n.2, p.229-246, 2009
6. POUSÃO-FERREIRA, P. Manual de cultivo e bioencapsulação da cadeia alimentar para a larvicultura de peixes marinhos. *Ipimar*. ISSN: 1647-1504 35-163p. .2009.