



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

BIODEGRADAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS POR *Anabaena flos-aqual*

Brigida Pimentel Villar de Queiroz¹; Thiago Stefanelli²

RESUMO

A poluição originada pelo despejo de resíduos tóxicos no ambiente tem resultado em comprometimento de recursos naturais essenciais, como a água. Com o crescimento populacional e das indústrias, a geração de resíduos aumenta de maneira substancial. Especificamente, cerca de 3.000 corantes comerciais foram considerados cancerígenos e não têm sido mais fabricados, porém, em países de terceiro mundo, como o Brasil, alguns destes corantes de valor comercial elevado, continuam em uso. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de biodegradação dos corantes técnicos Amarelo Drim CL 2 R e Azul Drim CL R. Foi testada a capacidade de degradação destes corantes pela cianobactéria “algas azuis” *Anabaena flos-aqual*. Para isto, sua eficácia na degradação foi avaliada em termos de descoloração via espectrofotometria. O corante Azul Drim CL R obteve maior taxa de degradação em comparação ao corante Amarelo Drim CL 2R. A espécie *Anabaena flos-aqual* obteve alta eficiência de degradação em relação ao corante azul, revelando-se com alto potencial de aplicabilidade em processos de biodegradações em indústrias têxtil do município de Americana.

Palavras-chave: biodegradação; corantes têxteis; cianobactérias.

BIODEGRADATION OF TEXTILE DYES BY *Anabaena flos-aqual*

ABSTRACT

The pollution caused by dumping of toxic waste into the environment has resulted in impairment of essential natural resources such as water. With population growth and industries, the generation of waste increases substantially. Specifically, about 3,000 were commercial dyes to be carcinogenic and have no longer been manufactured, but in third world countries such as Brazil, some of these dyes high commercial value, are still in use. This study aimed to evaluate the possibility of biodegradation of dyes technical Drim CL 2 R Yellow and Blue Drim CL R. We tested the ability of degradation of these dyes by the cyanobacteria blue-green algae *Anabaena flos-aqual*. For this, their effectiveness in the degradation was evaluated in terms of discoloration spectrophotometrically. The blue dye was greater than R Drim CL degradation rate compared to the yellow dye Drim CL 2R. The species *Anabaena flos-aqual* achieved high degradation efficiency compared to blue dye, revealing a high potential applicability in processes of textile biodegradations in the county of Americana.

Keywords: biodegradation; textile dyes; cyanobacteria

Trabalho recebido em 09/07/2010 e aceito para publicação em 28/02/2011.

¹ Docente e pesquisadora do Centro Universitário Salesiano de São Paulo, UNISAL. Rua Dom Bosco n. 100, bairro Santa Catarina, Americana-SP. e-mail: lbrigi@terra.com.br;

² Graduando em Engenharia Ambiental do UNISAL.

1. INTRODUÇÃO

A região de Americana-SP concentra a maior parte das indústrias têxteis do país e seus efluentes são tratados na Estação Municipal de Tratamento, que também trata parte do esgoto da cidade. Entretanto, o tratamento efetuado na estação não neutraliza a cor e nem os compostos tóxicos. Algumas instituições de pesquisa têm estudado a biodegradabilidade de corantes e lodos, com resultados positivos.

A responsabilidade legal das empresas em devolver efluentes devidamente tratados é agora uma realidade, envolvendo o seu passivo ambiental, o que é mais um motivo para a urgência em encontrar tecnologias simples e de baixo custo para o tratamento dos mesmos.

Além da preocupação com a poluição dos nossos recursos naturais e com o passivo ambiental das empresas, outra preocupação é o efeito que essas substâncias, uma vez liberadas no ambiente, podem trazer à saúde humana. Muitos destes resíduos se acumulam nos organismos vivos e sofrem processos de biomagnificação, ou seja, atingem a cadeia alimentar podendo ser absorvidos pelo homem. Sabe-se que grande parte dessas substâncias possui potencial mutagênico e cancerígeno, e os efeitos da sua entrada

constante no organismo ainda não são completamente conhecidos.

Embora algumas técnicas muito eficientes tenham sido desenvolvidas, os processos biológicos continuam sendo os mais utilizados principalmente devido a sua capacidade para serem aplicados em grandes escalas, com custos relativamente baixos (BRITO *et al.*, 2004).

Os tratamentos de descontaminação biológica requerem a combinação de conhecimentos de ecologia microbiana e de processos de engenharia, visando à criação de condições favoráveis ao crescimento da atividade microbiana responsável pela descontaminação do solo sem prejuízos ambientais (SIQUEIRA *et al.*, 1994).

Cerca de 10 a 15% dos corantes empregados no processo de coloração dos tecidos são encontrados nos efluentes como resultado da sua fixação incompleta durante a etapa de tingimento (KANDELBAUER & GUBITZ, 2001), como pode ser observado na Figura 1. Propriedades dos corantes têxteis como brilho, cor visível em baixas concentrações, estrutura química estável à luz e aos ataques químicos, os tornam bastantes resistentes à degradação microbiana. As antraquinonas, que possuem estruturas aromáticas fundidas, e os corantes básicos, que possuem cor muito brilhante e intensa, são muito

resistentes à degradação e persistem nos efluentes por longo tempo. Segundo Robinson *et al.* (2001), corantes aniônicos, por serem reativos e ácidos, são muito solúveis e tendem a passar inalterados pela estação de tratamento, principalmente os que contêm grupos azo, que têm forte afinidade por elétrons, o que confere a estas substâncias proteção contra oxigenases.

O fato de estas substâncias possuírem cor faz com que elas sejam ainda mais indesejáveis no ambiente,

devido à poluição visual que causam nos aquíferos e à diminuição da penetração da luz necessária à fotossíntese. Recentemente, uma legislação estabeleceu que fosse removida a cor dos efluentes. Nela foram estabelecidos os limites de concentração de corantes antes que estes possam ser descartados. Em geral, isso é feito pela comparação direta entre a absorvância da amostra do um efluente e o padrão de qualidade requerido para a coloração em rios (GUARATINI & ZANONI, 2000).



Figura 1. Descarte de Efluente de Indústria Têxtil no Ribeirão Quilombo em Americana, SP.

Cianobactérias são organismos procariotos, unicelulares, fotoautótrofos e em alguns casos, fixadores de nitrogênio atmosférico. Sua possível utilização na degradação de compostos xenobióticos vem sendo estudada, principalmente na contaminação de águas. Por ser um organismo fotossintético, não necessita da adição de fonte de carbono, tornando a sua cultura de fácil manutenção. Além disso, nas Estações de Tratamento de Esgotos

elas já têm sido utilizadas no tratamento terciário para remover nitrogênio e fósforo, assim sendo, poderiam ser usadas para remover poluentes e metais.

Jinqi & Houtian (1992) estudaram a degradação de 30 corantes do grupo azo pelas algas verdes *Chlorella pyrenoidosa* e *Chlorella vulgaris* e pela cianobactéria *Oscillatoria tenuis*, encontrando porcentagens de descoloração variando de 7 a 100% para *Chlorella vulgaris*, sendo

que 14 dos corantes testados tiveram degradação acima de 50%. A descoloração foi correlacionada com a estrutura química do composto, sendo que grupos amina ou hidroxila, que neutralizam a ação inibidora dos grupos sulfonados, apresentaram maiores taxas de degradação, enquanto a presença de grupos metil, metoxi, nitro ou sulfonados inibiram a degradação.

No presente trabalho foi testada a capacidade da cianobactéria *Anabaena flos-aqual* em degradar dois tipos de corantes, bem como a adaptabilidade aos

meios de cultura BG 11 e AA, permitindo um crescimento microbiano mais satisfatório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas a degradação dos corantes Amarelo Drim CL 2 R e Azul Drim CL R (Figura 2). O organismo utilizado na degradação foi a cianobactéria *Anabaena flos-aqual*, cedida pelo Departamento de Biologia Molecular e Celular do CENA/USP.



Figura 2. Corantes Utilizados no Processo de Degradação. a) Azul Drim CL R; b) Amarelo Drim CL 2 R.

Para o preparo do inóculo, foi utilizado 50 mL de meio BG-11 e 50 mL do meio AA (ALLEN, 1968) para a espécie *Anabaena flos-aqual*. Apesar da literatura indicar o cultivo apenas com o meio de cultura AA, testamos o desempenho da espécie com o meio BG 11 afim de testar o melhor desempenho do organismo como os dois meios.

As algas foram repicadas mensalmente para um meio de cultura novo, e foram

mantidas em fotoperíodo de 12 em 12 horas (4000 ± 100 lux) à temperatura ambiente.

Os corantes foram adicionados após 15 dias de crescimento da cianobactéria, em frasco Erlenmeyer com capacidade de 125 mL contendo 50 mL de meio de cultura.

A degradação dos corantes técnicos Amarelo Drim CL 2 R e Azul Drim CLR, foram testadas nas concentrações de

0,1430 g/L e 0,0559g/L respectivamente. Foi retirado 5 mL de cada solução estoque (das concentrações acima) e adicionadas nos frascos com a cultura da cianobactéria. Todos os testes foram feitos em triplicatas.

Os frascos inoculados foram incubados sob condição de iluminação constante (4000 + ou - 10% lux) à temperatura ambiente. A Figura 3 esquematiza o processo de adição do corante ao inóculo.

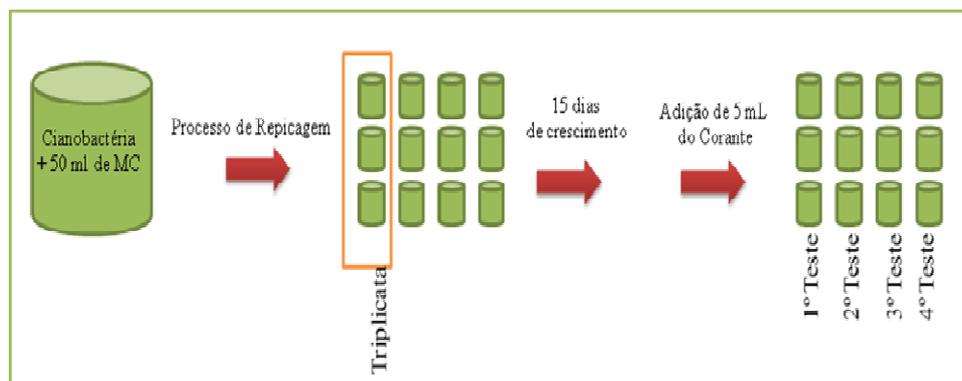


Figura 3. Esquema do Processo de Adição dos Corantes.

A análise quantitativa em espectrofotometria é realizada através da medida de absorbância, a qual se relaciona linearmente com a concentração dentro de uma determinada faixa de concentração. Deste modo foram construídas as curvas de calibração para os corantes em estudo. No caso do corante Azul Drim CL-R foram dissolvidos 0,0125g/corante para 100 ml de água destilada e 0,025 g/ corante Amarelo Drim CL 2-R para 100 ml de água destilada. Foram feitas leituras com a absorbância na faixa de 360 a 750 nm sendo estas analisadas de 10 em 10 nm para uma melhor precisão na construção da curva, onde foi obtido o do pico de absorbância. Este pico foi utilizado para

identificar a melhor faixa do espectro para as amostras testadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cianobactéria apresentou um processo de retardo em relação ao crescimento, passando por uma fase de adaptação, frente as novas condições climáticas de incubação, sendo necessário um maior período para a obtenção de crescimento adequado para iniciar os testes de degradação. Nos laboratório do CENA, ela ficava em sala climatizada e com iluminação constante, quando transferidas para o UNISAL, foram mantidas em temperatura ambiente e fotoperíodo de 12 horas. Em relação a sua forma estrutural a mesma não apresentou nenhuma alteração.

As Figuras abaixo ilustram o processo de obtenção da curva de calibração dos corantes. A Figura 4 refere-se ao corante Amarelo Drim CL 2 R, onde se constatou que o melhor pico de absorbância esta na faixa do espectro de 450 nm. Já no caso do corante Azul Drim

CL R observou-se que o pico de absorbância máximo foi de 600 nm (Figura 5). As faixas espectrais obtidas foram utilizadas nas análises dos testes de degradação, para os seus respectivos corantes.

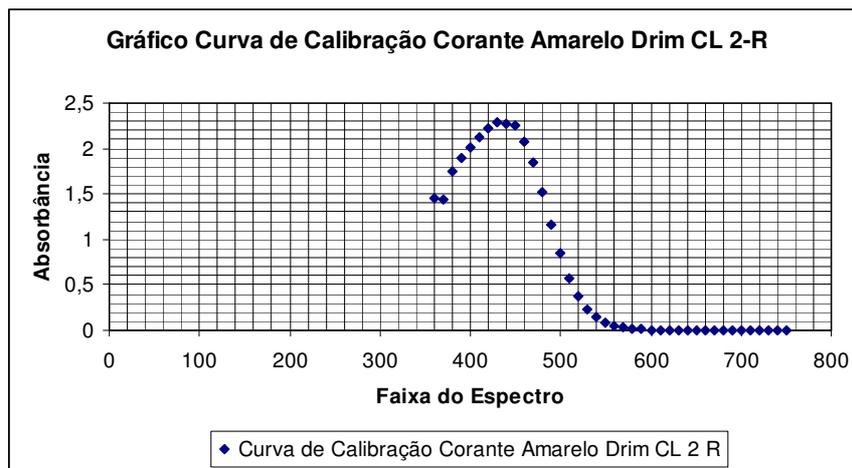


Figura 4. Curva de Calibração para o Corante Amarelo Drim CL 2 R.

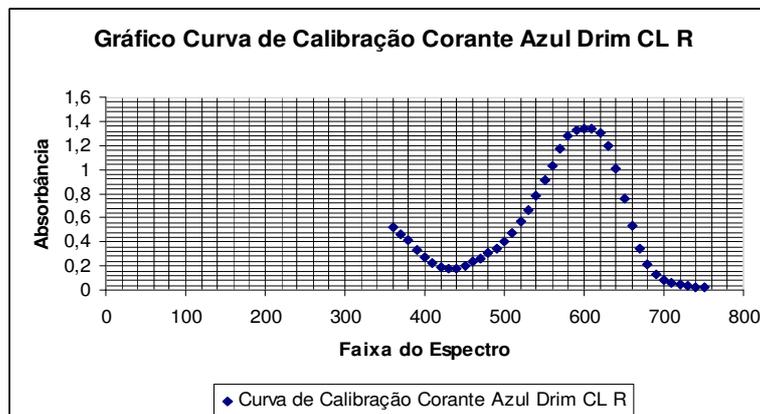


Figura 5. Curva de calibração para o corante Azul Drim CL.

O teste de degradação iniciou-se após 15 dias de crescimento, de acordo com Dellamatrice (2005) que observou a degradação dos corantes Azul Drim CL R

e Amarelo Drim CL 2 R via espectrofotometria, como sendo a melhor época para as espécies testadas.

Teste de Degradação Corante Azul Drim CL R.

O processo de degradação do corante com os referidos meios de cultura ocorreu após 5 dias de inoculação. Houve uma diferença de aproximadamente 56% na porcentagem total de degradação do corante azul em relação aos meios de cultura BG 11 e AA.

Apesar de Dellamatrice (2005) indicar o cultivo da cianobactéria *Anabaena flos-aqual* com o meio AA, observou-se uma excelente adaptação com o meio de cultura BG 11, sendo este um grande fator para novos estudos. O índice de degradação com o referido meio foi de aproximadamente 81% ao contrário do meio AA que obteve apenas 25% (Fig. 6).

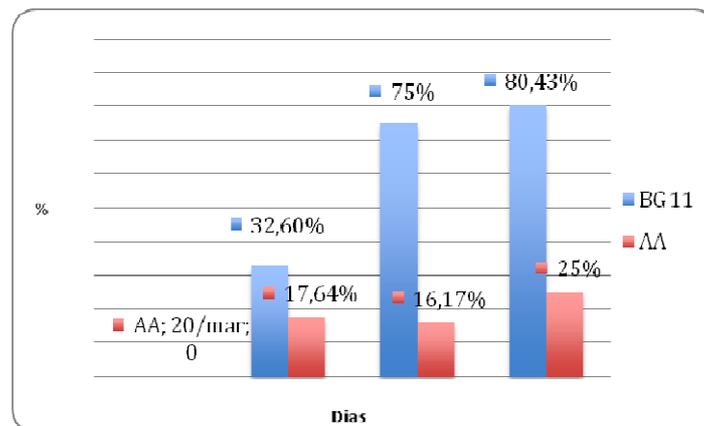


Figura 6. Porcentagem de Degradação da Cianobactéria *Anabaena flos-aqual* com os respectivos meios de cultura em relação ao corante Azul Drim CL R.

O processo de degradação do corante com meio BG 11 obteve uma alta taxa de degradabilidade nos cinco primeiros dias de inoculação (32,60%), e uma degradação de aproximadamente 43% entre os dias 25 a 30 de março, sendo este considerado a melhor fase de degradação. Após 15 dias da inoculação do corante no respectivo meio contendo a cianobactéria, a mesma apresentou uma taxa de degradação de 5,43%.

Teste de Degradação Corante Amarelo Drim CL 2 R.

A cianobactéria *Anabaena flos-aqual* obteve uma taxa baixa de degradação do corante Amarelo Drim CL 2 R, com uma taxa de 33% no meio BG 11, e nenhuma degradação foi constatada com meio AA (Figura 7). Apesar do meio onde se obteve a degradação não ser o recomendado pelos autores (Dellamatrice, 2005), é viável uma pesquisa mais concisa sobre o assunto.

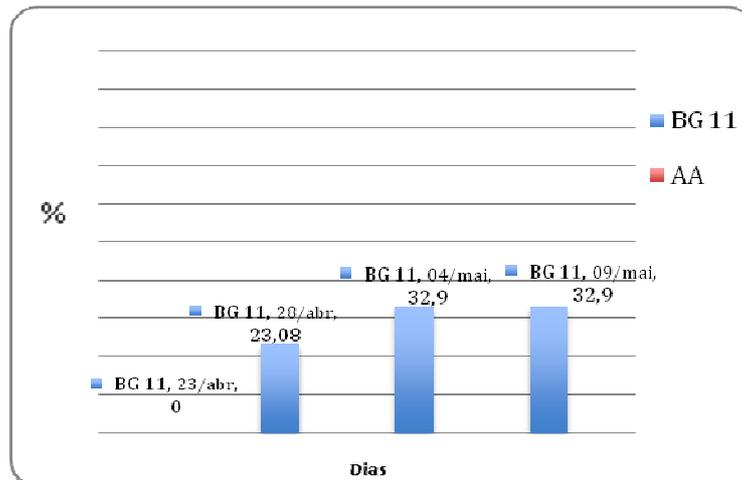


Figura 7. Porcentagem de Degradação da Cianobactéria *Anabaena flos-aqual* com os respectivos meios de cultura em relação ao corante Amarelo Drim CL 2 R.

Observa-se na Figura 7 uma taxa de aproximadamente 23% nos cinco primeiros dias (23 a 28 abril) e de aproximadamente 10% nos cinco dias seguintes, sendo esta degradação estabilizada após o quinto dia. Kalavathi *et al.* (2001) verificaram descoloração de 64 a 75% do pigmento melanoidina presente em resíduos de destilaria pela cianobactéria *Oscillatoria boryana*, entretanto, em altas concentrações do pigmento houve inibição do crescimento das cianobactérias pela interferência na penetração da luz.

Shah *et al.* (2001) observaram descoloração acima de 90% para os corantes Acid Red, Acid Red 119 e Direct Black 155 pela cianobactéria *Phormidium valderianum*. A eficiência aumentou com pH acima de 11, indicando que esta cianobactéria pode ser utilizada em

efluentes de características alcalinas, como os têxteis.

Degradação de 90% do corante Tectilon Yellow 2G foi obtida pela alga *Chlorella vulgaris*, principalmente com a aclimação da cultura. Durante a degradação, houve formação de anilina como metabólito intermediário, porém, esta também foi degradada completamente (ACUNER; DILEK, 2004). Dellamatrice (2005) obteve completa degradação do corante índigo quando testada com a cianobactéria *Phormidium*, que também foi avaliada com sucesso em um Bioreator 6L.

4. CONCLUSÕES

A cianobactéria *Anabaena flos-aqual* obteve uma expressiva taxa de degradação do corante Azul Drim CL R, indicando que esta bactéria tem potencial para ser utilizada na degradação da cor em

efluentes têxteis. Já com o Amarelo Drim CL 2 R o resultado não foi satisfatório em ambos os meio testados, embora tenha tido alguma degradação no meio BG 11.

O meio de cultura BG 11 foi mais favorável para o crescimento e para os testes de degradação com referido organismo do que com o meio AA.

5. REFERÊNCIAS

- ACUNER, E.; DILEK, F.B. Treatment of Tectilon Yellow 2G by *Chlorella vulgaris*. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 39, p. 623-631, 2004.
- ALLEN, M.B. Simple conditions for growth of unicellular blue-green algae on plates. **Journal of phycology**, Baltimore, v. 4, p. 1-4, 1968.
- BRITO, N.N.; ZAMORA, P.P.; OLIVEIRA NETO, A.L.; DE BATISTI, A.; PATERNIANI, J.E.S.; PELEGRINI, R.T. **Biorremediação e Controle Ambiental**. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/lt/Artigos/4fec02_2004.pdf>. Acesso em: 23/07/06.
- DELLAMATRICE, P.M. **Biodegradação e Toxicidade de Corantes Têxteis e Efluentes da Estação de Tratamento de Águas Residuárias de Americana, SP**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. Piracicaba, 2005, 137 p.
- GUARANI, C.C.I.; ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, p. 71-78, 2000.
- KALAVATHI, D.F.; UMA, L.; SUBRAMANIAN, G. Degradation and metabolization of the pigment melanoidin in distillery effluent by the marine cyanobacterium *Oscillatoria boryana* BDU 92181. **Enzyme and Microbial Technology**, Amsterdam, v. 29, p. 246-251, 2001.
- KANDELBAUER, A.; GUBITZ, G.M. current strategies for enzymatic and microbial treatments of textile effluents. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NA INDÚSTRIA TÊXTIL, 2001, Blumenau. **Anais...** Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, Departamento de Química, 2001. p. 83-99.
- RAJAGURU, P.; KALAISELVI, K.; PALANIVEL, M.; SUBBURAM, V. Biodegradation of anzo dyes in a sequential anaerobic-aerobic system. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Amsterdam, v. 54, p. 268-273, 2000.
- ROBINSON, T.; McMULLAN, G.; MARCHANT, R.; NIGAN, P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current

treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource Technology**, Essex, v. 77, p. 247-255, 2001.

SHAH, V. GARG, N.; MADAMWAR, D. An integrated process of textile dye removal and hydrogen evolution using cyanobacterium, *Phormidium valderianum*. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 17, p. 499-504, 2001.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S **Microrganismos e processos biológicos do solo:**

Perspectiva ambiental. Brasília: EMBRAPA SPI, 1994. 142 p.

Agradecimentos

Dra. Regina Monteiro do Departamento de Ecologia de Ecossistemas da CENA/USP localizada em Piracicaba – SP, pelos corantes Amarelo Drim CL 2 R e Azul Drim CL R.

Dra. Marli Fiori do Departamento de Biologia Molecular e Celular do CENA/USP pelo organismo, a cianobactérias *Anabaena flos-aqual*.