

## REMOÇÃO BIOLÓGICA DE CORANTES TÊXTEIS ATRAVÉS DO CONSÓRCIO BACTERIANO ENTRE *Pseudomonas aeruginosa* e *Geobacillus* *stearothermophilus* UCP 986

Amanda Laís do Nascimento GONDIM <sup>(1)\*</sup>; Ana Patrícia Alves BARBOSA <sup>(1)</sup>;  
Mabel Calina de França PAZ <sup>(2)</sup>

(1) Alunas do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental/CEFET/ CE, \*Rua Tiburcio Pereira, n° 251; Q. 09, Bl. 09, Apto.102, Bairro Cajazeiras, FONE: 32792250, E-mail: [amandalais\\_ng@hotmail.com](mailto:amandalais_ng@hotmail.com); [ana\\_patti@yahoo.com.br](mailto:ana_patti@yahoo.com.br)

(2) Bióloga/Doutora em Microbiologia Aplicada/Pesquisadora DCR/FUNCAP-CNPq - CEFET/ CE, E-mail: [mabel@cefetce.br](mailto:mabel@cefetce.br)

### RESUMO

O crescimento do setor industrial têxtil tem acarretado um grave problema ambiental, por conta do enorme volume de efluentes gerados em suas atividades. Uma das principais características desses efluentes é que os mesmos são altamente coloridos, resultado principalmente dos corantes que são aplicados nas operações de tingimento. É estimado que 10<sup>9</sup> kg de corantes são anualmente produzidos no mundo, dos quais 70% pertencem à classe dos corantes azo (-N-N-) (Zollinger, 1987). Entretanto nos últimos anos, grandes progressos foram alcançados na área de biotecnologia ambiental aplicada à descoloração de corantes, no qual diferentes microrganismos a citar bactérias aeróbias e anaeróbias, fungos e actinomicetos se mostraram possuir tais propriedades (Dos Santos, 2005). Portanto, justifica-se o uso de consórcio bacteriano com *Pseudomonas aeruginosa* e *Geobacillus stearothermophilus* UCP 986, com culturas vivas para promover a biodegradação de corantes têxteis. Este trabalho teve como objetivo observar a habilidade das culturas microbianas supra citadas na remoção do corante em diferentes concentrações (5 a 20 mg/L do corante Preto de Pirazol). As culturas foram avaliadas quanto à utilização do corante como fontes de carbono por um período de 56 horas de cultivo, após este período, foram verificados os seguintes parâmetros: pH, cor residual, DQO e produção de biomassa. Este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos causados por estes compostos utilizando para tratá-los o consórcio bacteriano, e assim empregar a habilidade dos microrganismos em proporcionar a descoloração e metabolizar compostos químicos. Os resultados mostram que o consórcio bacteriano entre *Pseudomonas aeruginosa* e *Geobacillus stearothermophilus* é adequado para estudos futuros de tratamento de compostos como os azo corantes, onde se busca minimizar os efeitos deste compostos xenobióticos no ambiente.

**Palavras-chave:** Indústria têxtil, corante têxtil, *Pseudomonas aeruginosa*, *Geobacillus stearothermophilus*.

## INTRODUÇÃO

Em virtude do desenvolvimento do setor industrial têxtil, tem-se agravado a quantidade de efluentes produzidos por este setor econômico, que apresenta uma composição bastante diversificada. Sabe-se que neste efluente, encontram-se azo corantes, amidos, detergentes oriundos das etapas de tingimento, engomagem e lavagem dos tecidos.

A indústria têxtil representa um extraordinário valor econômico-social, absorvendo expressiva quantidade de mão de obra e gerando divisas. No Brasil, há cerca de 5.000 indústrias têxteis, assim distribuídos: 11% de grande porte; 21% de pequeno; e 68% como micro-empresas. O setor têxtil brasileiro ocupa o 5º lugar em empregos diretos e o 6º em faturamento. Os efluentes líquidos da indústria têxtil quando não tratados são altamente poluidores, pela presença de diversos compostos químicos utilizados na confecção do tecido. Entretanto, os principais contaminantes dos efluentes têxteis são os corantes utilizados no tingimento do tecido. Estima-se que no processo de tingimento pelo menos 20% dos corantes têxteis sejam descartados em efluentes, devido a perdas ocorridas durante o processo de fixação da tintura às fibras. A remoção desses compostos dos rejeitos industriais é um dos grandes problemas ambientais enfrentados pelo setor.

É importante ressaltar que os riscos crônicos dos corantes estão relacionados principalmente às etapas de biotransformação, ou seja, a rota do metabolismo dos organismos presentes nos efluentes ou mesmo no ambiente. O grupo mais representativo e largamente empregado pertence à família dos azo corantes que representam cerca de 60% dos corantes atualmente utilizados no mundo (VANDEVIVERE et al., 1998). As tinturas básicas possuem alto brilho e alta intensidade de cor tornando-as mais difíceis de descolorir. As tinturas complexas como metal-base e cromo-base, são compostos carcinogênicos, enquanto as demais tinturas dispersivas demonstram tendência de bioacumulação. Íons de metais pesados a partir de efluentes têxteis têm sido reportados em altas concentrações em águas e plantas (BANAT et al., 1996).

Isik e Sponza (2003) relataram que a descoloração dos azo corantes congo vermelho e direto preto 38 em culturas contendo *Pseudomonas* sp. foi de 100 e 83%, respectivamente, após cinco dias de incubação anaeróbica e de 76 e 74%, respectivamente, sob condições microaerofílicas. O tratamento com microrganismos vivos ou mortos tem possibilitado a remoção de corantes de efluentes têxteis a um baixo custo. Neste processo, a descoloração pode ser promovida levando em consideração os mecanismos enzimáticos e as interações físico-químicas entre a molécula do corante e os componentes da parede celular (KUNZ et al., 2002; AKSU, 2005). Além do que, a complexidade dos consórcios microbianos permite que os mesmos possam agir em uma variedade de poluentes (WATANABE e BAKER, 2000; KUNZ et al., 2002).

A habilidade dos microrganismos para descolorir e metabolizar corantes há muito tempo já é conhecida e o uso de tecnologias a base de biorremediação para o tratamento de efluente têxtil tem atraído interesse, segundo MCMULLAN *et al* (2001).

Diante desta problemática ambiental que pode ocorrer pelo não tratamento dos efluentes da indústria têxtil e consoante com os resultados da literatura, é que estudo teve como objetivo avaliar a habilidade de biodegradação do corante Preto Pirazol utilizado na indústria têxtil por dois diferentes microrganismos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os microrganismos elencados foram duas bactérias de perfil morfofisiológico distinto, uma Gram-positiva, *Geobacillus stearothermophilus* e uma Gram-negativa, *Pseudomonas aeruginosa*. Os microrganismos foram repicados para BHI (Brain Heart Infusion – DIFCO<sup>®</sup>) para a recuperação das cepas e depois isolados em placas com PCA (Plate Count Agar – DIFCO<sup>®</sup>).

Os inóculos foram preparados em frascos Erlenmeyer de capacidade de 250 mL com 50 mL de Caldo Luria Bertani, onde se obteve uma D.O<sub>(660nm)</sub> de 0,8, que equivale a 10<sup>7</sup> UFC/mL, em seguida foram colocados em shaker orbital a 150 rpm por 24 h. Os testes foram realizados em triplicata, por um período de 56 horas de cultivo.

**Corante** - foi utilizado o Preto Pirazol, gentilmente cedido pela CIC Indústria Têxtil, que é comumente utilizado no processo de tingimento. Uma solução estoque do corante (20 mg/L) foi preparada dissolvendo em esterilizada por meio de filtração microbiológica com membrana Millipore (0,47  $\mu$ m), e posteriormente foi adicionado ao meio de cultura na concentração final de 0 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L e 20 mg/L.

**Teste de biodegradação** - foi realizado utilizando frascos Erlenmeyers em triplicata com as seguintes concentrações do corante Preto Pirazol (0, 5, 10, 15 e 20 mg/L). Após o crescimento de 56 horas, foram feitas as análises de Cor residual, DQO, produção de biomassa e pH.

**pH** - foi determinado utilizando o pHmetro MICRONAL ,modelo B 474.

**Biomassa** - foi determinada por gravimetria em cada amostra analisada, utilizando estufa a 105°C por 24 horas.

**Cor residual** - foi determinado pelo método espectrofotométrico, segundo APHA et al (1995) nas amostras após o cultivo.

**Demanda Química de Oxigênio** - foi determinado pelo método espectrofotométrico (5220 C e D) segundo APHA et al (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos microrganismos estudados, o que mostrou melhor desempenho nos experimentos realizados foi o *Geobacillus stearothermophilus*, que apresentou habilidade em degradar o corante Preto Pirazol até mesmo nas maiores concentrações do corante (15 e 20 mg/L), mesmo quando essas concentrações já se tornam tóxicas para outros microrganismos. A bactéria *Pseudomonas aeruginosa* também mostrou resultados satisfatórios durante a realização do experimento. MORAIS (1999) diz que na degradação microbiana de compostos aromáticos, precisa-se ter a oxigenação do anel aromático, fato reiterado nos resultados, pois os experimentos foram feitos sob agitação.

Na figura 1 é mostrado o perfil da variação da concentração da biomassa dos microrganismos estudados durante o cultivo de 56 horas, onde foi medida por gravimetria, o que evidenciou a inibição do crescimento dos microrganismos na presença do corante Preto Pirazol apenas na maior concentração (20 mg/L), e é um fato que pode ser confirmado nos estudos realizados por KUNZ (1999) onde ele diz que os processos biológicos são limitados pela presença de compostos recalcitrantes a biodegradação, inibitórios ou tóxicos a microrganismos.

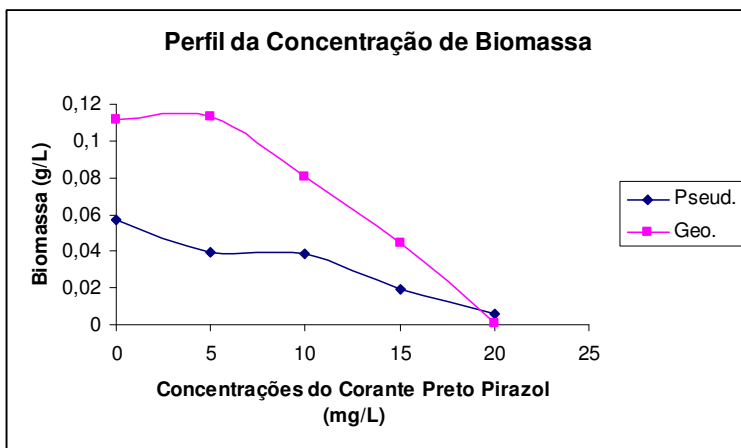


Figura 1: Perfil da concentração de biomassa dos microrganismos com 56 horas de experimento nas diferentes concentrações do corante Preto Pirazol.

Na figura 2 é mostrado o perfil da cor residual, onde a bactéria *Geobacillus stearothermophilus* mostrou melhor desempenho em relação a remoção de cor do corante do que a *Pseudomonas aeruginosa*. A importância desta variável está na identificação da concentração residual do corante existente no efluente,

uma vez que a coloração é um parâmetro que altera todas as condições do manancial receptor deste efluente, através da barreira que impede a penetração da luz (OLIVEIRA & SOUZA, 2004).

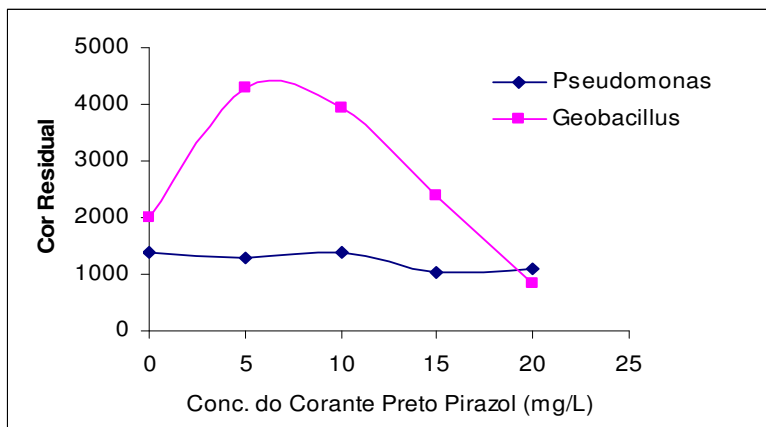


Figura 2: Perfil da cor residual com 56 horas de experimento nas diferentes concentrações do corante Preto Pirazol.

Na figura 3 é mostrado o perfil da concentração de pH durante o experimento que se manteve alcalino durante todo experimento, exceto na concentração de 20 mg/L, que apresentou leve queda nos valores de pH, entretanto manteve-se na faixa alcalina. STOLZ (2001) em seu trabalho relatou que nos últimos anos os microrganismos têm demonstrado que são hábeis em degradar ou mineralizar produtos coloridos em condições ambientais específicas como o pH.

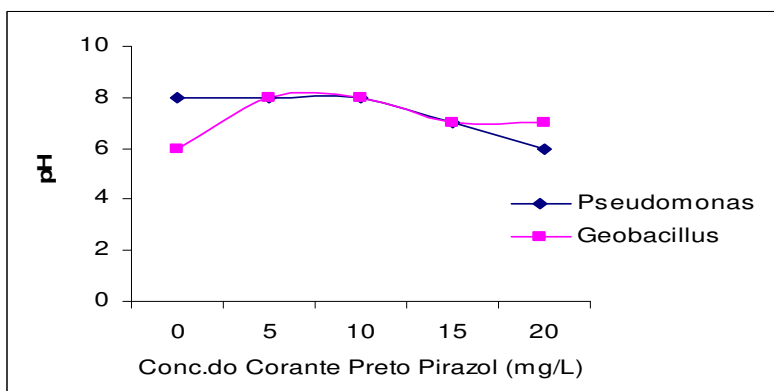


Figura 3: Perfil da concentração de pH com 56 horas de experimento nas diferentes concentrações de corante Preto Pirazol.

Na figura 4 são mostrados os resultados da Demanda Química de Oxigênio que foi realizada com o líquido metabólico livre de células, observando o comportamento dos microrganismos diante das diferentes concentrações do corante Preto Pirazol nas amostras recolhidas em diferentes horários, para se obter os perfis de degradação. Os valores da DQO evidenciaram que os microrganismos conseguiram degradar o corante Preto Pirazol até mesmo na maior concentração (20 mg/L), o que seria tóxico para outros microrganismos. Segundo Banerjee e Dastidar (2005), para que ocorra uma remoção da DQO considerável, é necessário que o cultivo seja suplementado por uma fonte de carbono facilmente assimilável, e isso ocorreu nesse experimento, pois o meio de cultura foi suplementado com glicose.

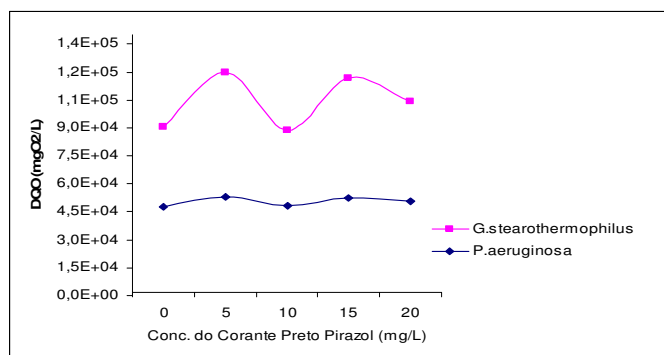


Figura 4: Perfil de degradação do corante Preto Pirazol pelos microrganismos através da concentração da DQO.

## CONCLUSÃO

No presente trabalho, estudamos a degradação do corante Preto Pirazol pelos microrganismos *Geobacillus stearothermophilus* e *Pseudomonas aeruginosa*, que mostraram habilidade de degradar o mesmo nas diferentes concentrações as quais foram submetidas. Embora que, o *G.stearothermophilus* tenha apresentado melhores resultados, deveu-se a as condições de cultivo, temperatura mais elevadas e fonte de carbono de fácil metabolização (glicose), em condições mais adversas a *P.aeruginosa* mostrou-se mais capaz de utilizar como fonte de carbono as corantes.

Desta forma, o uso de consórcio de microrganismos com a finalidade de remover/degradar compostos considerados recalcitrantes é indicado para tratamento de corantes têxteis, como ficou evidenciado nos resultados da Demanda Química de Oxigênio, e assim atenuar os impactos causados por estes compostos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>a</sup> Ed. Washington, APHA/AWWA/WEF, 1995.

AKSU, Z.; Application of biosorption for the removal of organic pollutants: a review. **Process Biochem.** n° 40, p. 997–1026. 2005.

BANAT, I.M.; NIGAM, P.; SINGT, D.; MERCHANT, R. Microbial Descolorization of Textile-dye-containing Effluents: a review. **Bioresource Technology**, vol.58, p.217-227. 1996.

BANERJEE, S.; DASTIDAR, M.G.; Use of Jute Processing Wastes for Treatment of Wastewater Contaminated with Dye and Other Organics. **Bioresource Technology**. N° 96, pg 1919 a 1928. 2005.

CERÓN-RIVERA, M., DÁVILA-JIMÉNEZ, M.M., ELIZALDE-GONZÁLEZ, M.P. "Degradation of the textile dyes Basic yellow 28 and Reactive black 5 using diamond and metal alloys electrodes." **Chemosphere** 55: 1-10, 2004.

ISIK, M.; SPONZA, D. T.; Effect of oxygen on decolorization of azo dyes by *Escherichia coli* and *Pseudomonas* sp. and fate of aromatic amines. **Process Biochemistry**, Volume 38, Issue 8, 28, Pages 183-1192. 2003.

KUNZ, A. **Remediação de efluente têxtil: combinação entre processo químico (Ozônio) e Biológico (*P. chrysosporium*)**. 130 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMOTRA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan. /fev. 2002.

MCMULLAN, G.; MEHAN, C.; CONNEELY, A.; KIRBY, N.; ROBINSON T.; NIGAM, P.; BANAT, I. M.; MARCHANT, R.; SMYTH, W. F. Microbial decolourisation and degradation of textile dyes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 56, n. 1-2, p. 81-87, jul. 2001.

MORAIS, S. G. **Processo fotocatalítico combinado com sistemas biológicos no tratamento de efluentes têxteis**. 141 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

OLIVEIRA, J. R.; SOUZA, R. R., **Biodegradação de Efluentes Contendo Corantes Utilizados na Indústria Têxtil**. Universidade Federal de Sergipe – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – Departamento de Engenharia Química. São Cristóvão, Sergipe, Brasil, 2004.

ROBINSON, T., MCMULLAN, G., MARCHANT, R., NIGAM, P., Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposal alternative. **Bioresource Technol.** 77, 247–255, 2001.

SILVA, F. J. A.; SOUZA, L. M. M.; MAGALHÃES, S. L. Uso potencial de biopolímeros de origem vegetal na descolorização de efluente têxtil índigo In: **22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 1., Joinville, Santa Catarina, 2004.

STLOZ, A. Basic and applied aspects in the microbial degradation of azo dyes. **Appl Microbial Biotechnol**, v. 56, p. 69-80, jun. 2001.

VANDEVIVERE, P.C.; BIANCHI, R.; VERSTRAETE, W. Review: Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry: review of emerging technologies. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 72, n. 4, p. 289-302, Aug., 1998.

WATANABE, K.; BAKER, P. W.; Environmentally relevant microorganisms. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Volume 89, Issue 1, 2000, Pages 1-11