

## **Tratamento de Água Residuária Sintética Colorida em Reatores em Batelada Sob Agitação Inoculados com *Aspergillus niger* AN400**

M.E. Rocha

Tecnologia Ambiental – CEFET-CE  
Av. Bernardo Manuel, 10511 Planalto Itapery CEP 60.760-000 Fortaleza-CE  
E-mail: edvaniaroch@yahoo.com.br

P.H.A. Brito

Tecnologia Ambiental – CEFET-CE

K.A. Rodrigues

Profª. da Área de Química e Meio Ambiente do CEFET-CE. Engenheira Civil - UEMA, Mestre em Saneamento Ambiental - UFC; Doutora em Hidráulica e Saneamento - EESC-USP

S.T. Santaella

Profª. da Pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Ambiental - UFC, Dra. em Hidráulica e Saneamento - EESC – USP

R.B. Gomes

Prof. da Área de Química e Meio Ambiente do CEFET-CE; Engenheiro de Alimentos - UFC, Mestre em Engenharia Sanitária UFPB; Gerente de Pesquisa do CEFET-CE.

G.M.M.S. Sampaio

Profª. Da Área de Química e Meio Ambiente do CEFET-CE; Farmacêutica Bioquímica (UFC), Mestre em Saneamento Ambiental (UFC); Doutora em Hidráulica e Saneamento (EESC-USP); Diretora de Pesquisa e Pós-graduação do CEFET-CE.

### **RESUMO**

Os processos produtivos nas indústrias têxteis geram grandes volumes de efluentes com altas concentrações de corantes têxteis, que são compostos de difícil degradação, necessitando haver um tratamento adequado para diminuir riscos causados ao meio ambiente e a saúde pública. A pesquisa visa remover cor de água residuária de indústria têxtil, através do emprego de reatores em batelada, sob agitação, inoculados com a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400. O estudo foi conduzido em duas fases: cultivo, produção e contagem dos esporos de *Aspergillus niger* AN400; operação em batelada sob agitação com corante têxtil e esporos de *Aspergillus niger* AN400. Os tempos de reação estudados foram: 0,4; 1; 3; 5 e 8 dias, nas concentrações de 500 mg/L, 250 mg/L, 100 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L, 1 mg/L e 0,5 mg/L. A eficiência do tratamento foi avaliada através da determinação das variáveis: sólidos suspensos voláteis, pH e Cor. No ensaio com corante preto não houve remoção nos reatores de controle, nos reatores com fungos a remoção foi de 56% na concentração de 250 mg de corante/L. Sendo que a melhor remoção foi de 64% para reatores com fungos e glicose na concentração de 250 mg de corante/L.

PALAVRAS-CHAVE: Reatores em batelada, corantes têxteis, *Aspergillus niger* AN 400.

## 1. INTRODUÇÃO

A tintura de tecidos é uma arte que começou há milhares de anos, alcançando, hoje, 2.000 tipos de corantes disponíveis para a indústria têxtil. Todo o processo de tintura envolve como operação final uma etapa de lavagem em banhos correntes para retirada do excesso de corante original ou corante hidrolisado não fixado à fibra nas etapas precedentes (GUARATINI e ZANONI, 1999). Essa enorme quantidade de efluente gerado no processamento da indústria têxtil para ser lançada aos corpos hídricos precisa ser tratada adequadamente, pois o efluente têxtil afeta diretamente na qualidade da água do manancial receptor.

O tratamento biológico é uma maneira eficiente para remover corantes de efluente de indústria têxtil. Além do biológico, tratamentos químicos e físicos também são usados para removê-los. Métodos químicos geralmente envolvem a coagulação seguida de floculação ou processo de oxidação usando ozônio. Métodos físicos constituem principalmente adsorção por carvão ativado (ASSADI e JAHANGIRI, 2000). Segundo MIELGO *et al.* (2002), estes processos apresentam como principal desvantagem altos custos operacionais, além de que, o lodo produzido nestes processos é considerado um resíduo perigoso.

Os processos biológicos estão relacionados ao uso de microrganismos para a remoção da cor, sendo bactérias e fungos os responsáveis por metabolizar e adsorver os pigmentos responsáveis pela cor. O uso dos processos biológicos, além de menos oneroso, garante uma maior eficiência na remoção da cor e não geram muitos resíduos indesejáveis (DOS SANTOS, 2005).

A espécie fúngica escolhida a ser estudada nesta pesquisa foi o *Aspergillus niger*. É considerado assexual e saprófita, e pode ser encontrada em todo o mundo, tendo sido observada em uma grande variedade de habitats.

O presente trabalho visa tratar biologicamente efluente sintético têxtil empregando reatores em batelada, sob agitação, com a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400 a fim de remover cor para amenizar problemas ambientais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Cultivo, produção e contagem de esporos de *Aspergillus niger* AN400

No mês de Janeiro de 2006, os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram cultivados em placas de Petri, em meio de cultura Agar Sabouraud, acrescido de 1 mL solução de Vishniac (Tabela 1) por litro de meio de cultura, por três dias, em estufa bacteriológica na temperatura de 30°C.

Tabela I – Composição química – Solução de Vishniac

Produto Químico	g/L de solução
EDTA – etileno diamino tetracético	10,0
ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	4,40
MnCl <sub>2</sub> . 4 H <sub>2</sub> O	1,00
CoCl <sub>2</sub> . 6 H <sub>2</sub> O	0,32
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> . 4 H <sub>2</sub> O	0,22
CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	1,47
FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1,00

Os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram removidos das placas com solução de Tween 80 e transferidos para tubos de ensaio, previamente esterilizados.

A contagem dos esporos foi realizada na câmara de Neubauer e a concentração de esporos na solução foi calculada pelas Equações 1 e 2.

$$\text{Esporos/mL} = \text{esporos contados} \times \text{diluição} \times 2,5 \times 10^5 \quad (1)$$

$$C1 \times V1 = C2 \times V2 \quad (2)$$

## 2.2 Operação em batelada sob agitação com corante têxtil e com esporos de *Aspergillus niger* AN400

Esta fase ocorreu em condições estéreis, sob agitação e com esporos de *Aspergillus niger* AN400 e solução do corante preto (PRETO PIRAZOL NFZ 1200).

Os ensaios foram realizados com 21 erlenmeyers divididos em três lotes. Cada lote possuiu sete reatores controle (C) com 200 mL de solução de corante (corante e água destilada) nas concentrações de 500 mg/L, 250 mg/L, 100 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L, 1 mg/L e 0,5 mg/L; sete reatores com corante nas mesmas concentrações dos reatores de controle e  $2 \times 10^6$  esporos/mL de fungo (ETF) e sete reatores com as mesmas concentrações dos reatores de controle,  $2 \times 10^6$  esporos/mL de fungo e glicose na concentração de 0,5 g/L (ETFG). Foram adicionados a todos os reatores 0,05 mg/L de Clorafenicol - antibiótico. Os tempos de reação estudados foram: 0,4; 1; 3; 5 e 8 dias.

As variáveis determinadas foram: pH, sólidos suspensos voláteis (APHA, 1995) e cor (DOS SANTOS, 2005).

## 2.3 Curva de calibração do corante Preto Pirazol NFZ 1200

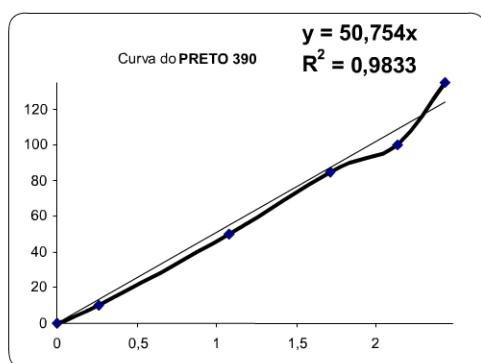


Figura 1 – Curva de calibração do corante.

A concentração de corante foi determinada a partir de uma curva de calibração da corante (Figura 1), usando o mesmo corante utilizado no ensaio. O comprimento de onda usado foi 390 nm, de acordo com metodologia contida em Dos Santos, 2005.

A curva do corante preto foi construída com as seguintes concentrações padrões: 135 mg/L; 100 mg/L; 85 mg/L; 50 mg/L e 0 mg/L.

Sendo: x: absorvância medida à 390 nm;

y: concentração de corante (mg/L).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Resultado da contagem de esporos de *Aspergillus niger* AN400

A partir da contagem dos esporos na câmara de Neubauer, obteve-se uma média de 442 esporos/mL, que foram utilizados na Equação 1, sendo o fator de diluição igual a 20, conforme materiais e métodos. A concentração encontrada a partir da solução de esporos de *Aspergillus niger* AN400 foi de  $2,21 \times 10^9$  esporos/mL. A partir dessa concentração, foi feito um cálculo de diluição para estimar o volume necessário desta solução que correspondesse a  $2 \times 10^6$  esporos/mL conforme equação 2, obtendo como resultado 0,1809 mL para cada 200 mL de solução, volume empregado nos reatores para a operação em batelada.

### 3.2 Operação em batelada sob agitação com corante têxtil e esporos de *Aspergillus niger* AN400

A eficiência de remoção de cor, crescimento da biomassa fúngica e variação do pH para os reatores de (C), (ETF) e (ETFG) estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Nos reatores controle o pH apresentou-se estável em todas as concentrações estudadas, exceto nos reatores C1 e C2, no intervalo do ponto de partida para o tempo de reação de 1 dia (Figura 2). A variação do pH nos reatores C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7 foram, respectivamente, 9,53 a 7,65; 8,30 a 7,51; 7,55 a 7,17; 6,86 a 6,52; 6,79 a 6,42; 6,78 a 6,32; 6,57 a 6,33 (Figura 3). Não houve remoção de corante (Figura 3), pois os reatores estavam apenas sob agitação, sem a espécie fúngica inoculada.

A média e o desvio padrão da concentração de corante expressa pelos resultados de cor obtidos para as reatores C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7; foram respectivamente, 442,07 mg/L e 27,06; 265,74 mg/L e 100,40; 96,58 mg/L e 5,18; 9,28 mg/L e 0,32; 4,86 mg/L e 0,13; 1,56 mg/L e 0,24; 0,88 mg/L e 0,28.

A concentração de SSV mostrou que não houve crescimento fúngico, confirmando a esterilidade do meio, sendo as concentrações de SSV, inicial e final, igual a zero. A luz não promoveu fotodecomposição da cor.

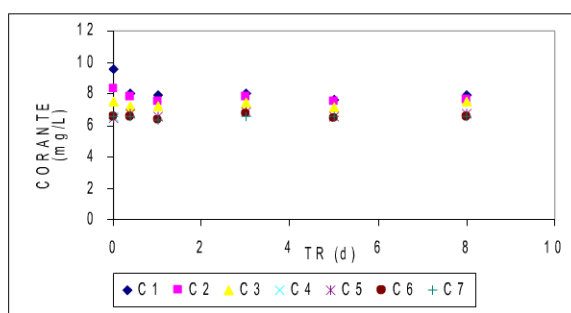


Figura 2 – Variação do pH em função do TR.

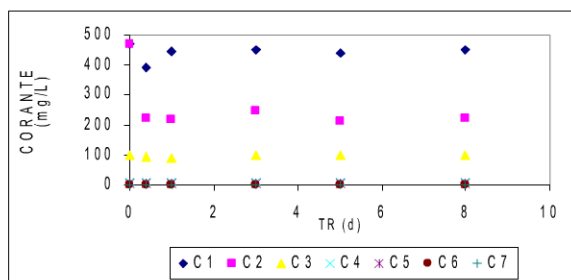


Figura 3 – Variação da Concentração de corante em função do TR.

A variação do pH para os reatores ETF1, ETF2, ETF3, ETF4, ETF5, ETF6 e ETF7 foram respectivamente, 9,53 a 7,68; 8,40 a 7,47; 7,39 a 7,18; 6,78 a 6,48; 6,71 a 5,99; 6,69 a 6,34; 6,56 a 6,34 (Figura 4). Houve uma redução de pH em todas as concentrações, com valores que tendem a neutralidade e em alguns casos, uma leve acidez. A redução do pH é um indicativo da atividade fúngica, tendo o corante com substrato. Nos reatores com o inóculo e sem fonte de carbono - glicose, observou-se que houve uma remoção de corante significativa com um percentual de 56% para o reator ETF1, no tempo de reação de 5 dias (Figura 5). Para confirmação do crescimento do fungo na ausência de fonte de carbono, foram analisados os resultados de SSV, sendo a concentração de SSV inicial e final para os reatores ETF1, ETF2, ETF3, ETF4, ETF5, ETF6 e ETF7, foram respectivamente, 4 e 9 mg/L; 0 e 7 mg/L; 2 e 2 mg/L; 0 e 3 mg/L; 4 e 2 mg/L; 7 e 4 mg/L; 3 e 7 mg/L. Mostrando desta forma o crescimento da espécie (Figura 6).

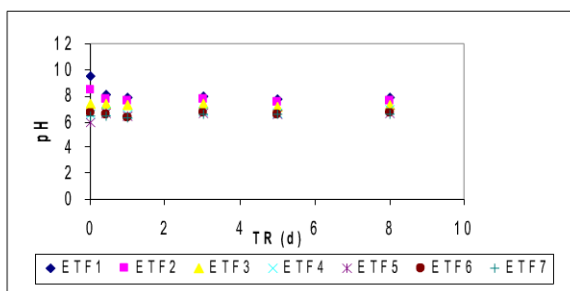


Figura 4 – Variação do pH em função do TR.

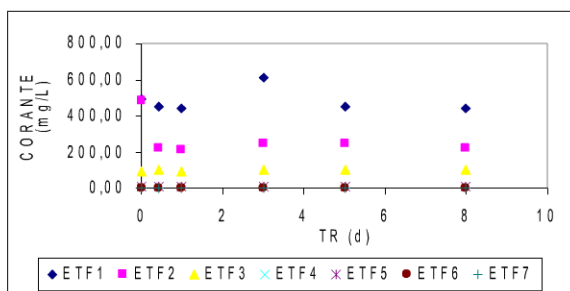


Figura 5 – Variação de Concentração de corante em função do TR.

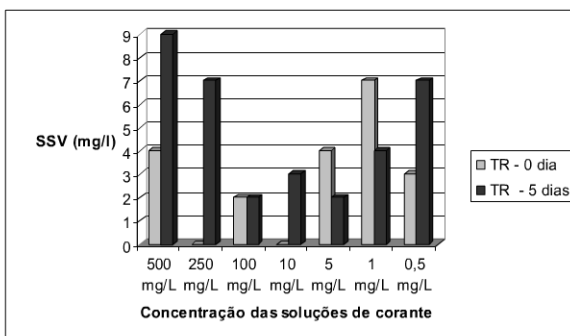


Figura 6 – Variação de SSV em função do TR.

O pH no ponto de partida e no oitavo dia de reação, para os reatores ETFG1, ETFG2, ETFG3, ETFG4, ETFG5, ETFG6 e ETFG7 foram, respectivamente, 9,28 e 7,87; 7,85 e 7,59; 7,72 e 4,33; 6,51 e 6,88; 6,40 e 6,66; 6,68 e 6,26; 6,25 e 6,76 (Figura 7).

Nos reatores com fungo e glicose, para as concentrações de ETFG2 e ETFG7, a remoção de corante no tempo de reação de 3 dias, alcançou um percentual de 64% e 23%, respectivamente (Figura 8). A concentração de ETFG1 apresentou uma remoção do corante de 29%, para o tempo de reação de 1 dia. Nas outras concentrações estudadas a remoção foi considerada baixa, com maior taxa de remoção de 13% para a concentração de ETFG3.

Os resultados de SSV, inicial e final, foram 2 e 4 mg/L; 7 e 5 mg/L; 3 e 3 mg/L; 5 e 7 mg/L; 7 e 5 mg/L; 3 e 7 mg/L; 0 e 11 mg/L, para os seguintes reatores ETFG1, ETFG2, ETFG3, ETFG4, ETFG5, ETFG6 e ETFG7, respectivamente (Figura 9). O resultado da concentração de SSV indica, em algumas concentrações, houve crescimento da biomassa fúngica quanto ao resultado de SSV no tempo final comparado ao tempo inicial. Isso se deve a adição da glicose nestas soluções, favorecendo o crescimento do fungo, pois é metabolizada facilmente como fonte primária de carbono. Nas concentrações 250 mg/L e 5 mg/L, onde houve redução do SSV, ocorreu uma saturação do fungo em degradar o corante, fazendo com que o mesmo não apresentasse bons percentuais de remoção.

bem como a redução da biomassa devido a alta concentração de compostos tóxicos que fazem parte da estrutura molecular dos corantes.

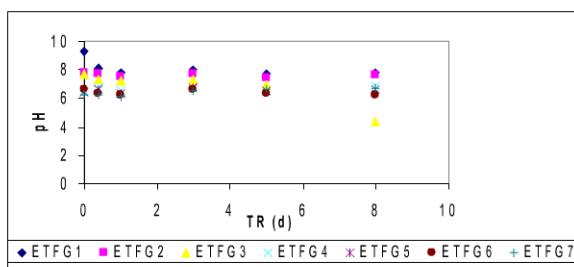


Figura 7 – Variação do pH em função do TR.

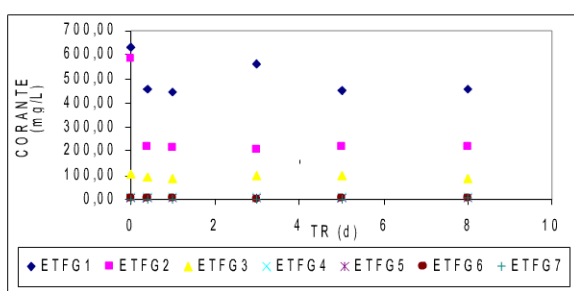


Figura 8 – Variação de Concentração de corante em função do TR.

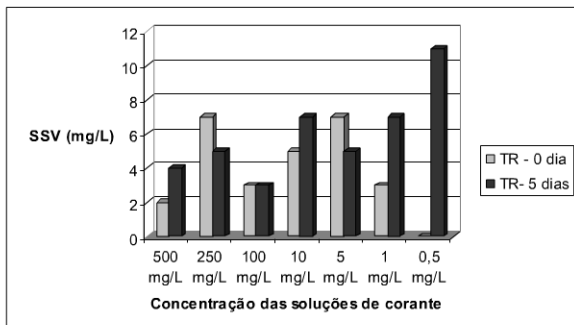


Figura 9 – Variação de SSV em função do TR.

#### 4. CONCLUSÃO

No teste com o corante preto a não contaminação da solução de corante foi confirmada, pois nos reatores de controle (C), não houve remoção de cor e não houve crescimento da biomassa. Os resultados de remoção não foram significativos nos reatores com fungos (ETF), exceto para o reator ETF2 – 250 mg/L que alcançou uma remoção de corante de 56% no tempo de reação de 5 dias. Os reatores com fungos e glicose (ETFG) também apresentaram baixa remoção, mas em um único reator, encontramos uma eficiência significativa, com 64% de remoção, no reator ETFG2 – 250 mg/L para o tempo de reação de 3 dias.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20a. Ed. Washington, APHA/AWWA/WEF, 1998.

ASSADI, M. M.; JAHANGIRI, M. R. (2000). **Textile wastewater treatment by *Aspergillus niger***. University of Science and Tecnology, Tehran, Iran.

DOS SANTOS, A. B. (2005). **Reductive descolourisation of dyes by thermophilic anaerobic, granular sludge**. Thesis Wageningen, The Netherlands, 176p.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. (1999). **Corantes Têxteis**. Departamento de Química Analítica – Instituto de Química – UNESP – Araraquara – SP

MIELGO, L.; MOREIRA, M. T.; EIJO, G.; Lema, J. M. (2002). **Biodegradation of polymeric dye in a pulsed bedbioreactor by immobilised *Phanerochaete chrysosporium***. Water Research, v. 36, pp. 1896-1901