

AValiação DE DOIS TDH NO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE TÊXTIL EM REATORES COM FUNGOS

**Elivânia VASCONCELOS MORAES DOS SANTOS (1); Heraldo ANTUNES SILVA FILHO
(2); Glória MARIA MARINHO SILVA SAMPAIO (3); Kelly DE ARAÚJO RODRIGUES
(4).**

(1) UFCG, Rua João Julião Martins 413 apto. 204. Campina Grande - PB, (83) 3333-2127, e-mail:

lili.v.m.s@hotmail.com

(2) UFCG, e-mail: heraldo_antunes@yahoo.com.br

(3) CEFET-CE, e-mail: gloriamarinho@cefet-ce.br

(4) CEFET-CE, e-mail: kelly@cefetce.br

RESUMO

Pesquisas recentes mostraram que o uso de fungos apresenta boa eficiência no tratamento biológico para remoção de poluentes de águas residuárias, incluindo compostos recalcitrantes como os presentes em efluentes têxteis. Esta pesquisa teve como proposta avaliar dois tempos de detenção hidráulica no tratamento biológico de efluente industrial têxtil empregando reatores inoculados com *Aspergillus niger* AN400. A pesquisa foi desenvolvida em três fases: caracterização física e química de efluente têxtil; cultivo, produção e contagem de esporos dos fungos e, montagem e operação de dois reatores de leito fixo e fluxo ascendente inoculados com 2×10^6 esporos/mL. Os dois tempos de detenção hidráulica analisados foram 12 h e 8 h. Os resultados obtidos na operação dos reatores foram: DQO 60% a 80% e, 80% a 100%; Concentração de Corantes 60% a 80% e, 80% a 95%; Cor Real 40% a 60% e 75% a 90%; e Cor Aparente 75% a 80% e, 80% a 95%, nos tempos de 8 h e 12 h, respectivamente. O tratamento proposto mostrou-se uma boa alternativa para a melhoria da qualidade do efluente gerado pela indústria têxtil estudada.

Palavras-chave: efluente têxtil; reator biológico; *Aspergillus niger* AN400.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de fungos se faz viável devido, por exemplo, ao poder de uma única espécie, sintetizar diversas enzimas que facilitam a degradação de compostos que apresentam estruturas complexas e recalcitrantes (como os efluentes industriais têxteis). Essa poderosa degradação é substancialmente mais indicada para tratamentos de efluentes industriais em geral, devido à sua complexidade de resíduos poluentes. Aliados a esse poder biodegradador dos fungos, estão o seu fácil crescimento e a sua boa sobrevivência em ambientes hostis, como choques de carga hidráulica e orgânica.

O presente trabalho foi realizado em escala laboratorial para o tratamento de águas residuárias têxteis, composto por duas unidades biológicas de leito fixo e fluxo ascendente inoculados com a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400. Tal tratamento visou à remoção de algumas variáveis físicas e químicas, em especial a cor, de forma a possibilitar a minimização do potencial poluidor do efluente têxtil estudado. Nesta pesquisa foram testados dois tempos de detenção hidráulica com o objetivo de encontrar o menor tempo relacionado à maior eficiência, considerando que, em outras pesquisas os tempos de detenção hidráulica representam considerável influência sobre a eficiência de reatores biológicos, principalmente aeróbios. Avaliou-se também a influência de meios suportes diferentes e, de glicose como fonte primária de carbono.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria têxtil busca obter corantes que apresentem máxima fixação e durabilidade nos tecidos e, para isso, suas estruturas químicas necessitam ser formuladas com grande complexidade. Porém, essa fixação não é atingida de forma plena resultando na liberação desses corantes resistentes nos efluentes, que são despejados em corpos hídricos receptores. Essas estruturas químicas, infelizmente, demonstram alto potencial poluidor, que afetam a fotossíntese das algas, além do fato desses corantes e seus produtos de degradação ser carcinogênicos (WEISBURGER, 2002).

Os fungos apresentam grande potencial para degradar polímeros, por exemplo, o fungo da podridão branca *Phanerochaete chrysosporium* mineraliza uma grande variedade de poluentes, mesmo aqueles resistentes à degradação (SPADARO *et al.*, 1992) e, por esse motivo existe um aumento no interesse de pesquisadores em utilizá-lo. O sistema lignolítico do *Phanerochaete chrysosporium* é formado por enzimas (lignina e manganês peroxidase) que têm a capacidade de transformar polímeros em monômeros em variados compostos. A sua utilização tem sido usada em estudos sobre efluentes têxteis. Essas pesquisas mostraram que ele pôde mineralizar alguns azocorantes. Kirby *et al.* (1995), estudaram o poder de descoloração deste fungo através de amostras simuladas de efluentes em laboratório, obtendo após 7 dias a descoloração efetiva. Couto *et al.* (2000), perceberam também, o quanto o fungo era eficiente diante do corante poli-R-478, alcançando descolorações superiores a 95 %.

Nos estudos de Sampaio *et al.* (2003) os tempos de 4 h, 2 h, e 1 h foram marcadamente oscilantes quanto à DQO e apresentaram taxas inferiores de remoção a tempos superiores. Isso pode ser explicado através da redução do contato do esgoto com o biofilme, conseqüentemente, impossibilitando total biodegradação da matéria orgânica. No mesmo estudo, em sistema anaeróbio a redução do TDH de 12 h a 8 h não demonstrou alterações significativas. Santaella *et al.* (2002) mostraram que *Aspergillus*, *Epicocum* e *Alternaria* foram espécies que reduziram DQO de efluentes até 100% no TDH de 17 h, mas no tempo de 8 h, removeram apenas 45%. É importante considerar que nessas pesquisas foram testadas diversas espécies fúngicas e que o tempo de detenção hidráulica representou influência na eficiência das remoções das variáveis analisadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em três etapas: caracterização física e química do efluente têxtil, produção e contagem dos esporos de *Aspergillus niger* AN400; montagem e operação de dois reatores de leito fixo e fluxo ascendente inoculados com a mesma espécie fúngica.

3.1. Primeira Etapa: Caracterização Física e Química do Efluente Têxtil

A água residuária para caracterização foi coletada, de uma indústria têxtil do Estado do Ceará que possui um pré-tratamento, e um tanque de equalização. As coletas foram realizadas de forma composta durante o mês de novembro do ano de 2005. Dentro desse mês, ocorreram quatro coletas, sendo uma coleta por semana. As variáveis determinadas foram: potencial hidrogeniônico (pH) pelo potenciômetro Micronal B474, cor real,

cor aparente e turbidez pelo espectrofotômetro DR/2000, salinidade pelo refratômetro de mão Q767-3, condutividade elétrica pelo condutivímetro CA150P, temperatura, demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), nitrato, nitrito, amônia total, fósforo total, ortofosfato, sólidos suspensos voláteis (SSV), conforme APHA *et al.* (1998) e concentração dos corantes usados na indústria conforme metodologia referenciada em Dos Santos (2005). As análises foram realizadas no Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias - LIAMAR (CEFETCE).

A indústria estudada faz uso de dois tipos de corantes principais, Azul Marinho Solar BL250 e Preto Pirazol NFZ 1200. O corante azul e o preto, em geral, são característicos em indústrias têxteis produtoras de jeans. A indústria escolhida para esta pesquisa pertence a essa categoria produtiva. Para a determinação da concentração desses corantes no efluente, foram feitas varreduras espectrofotométricas nos comprimentos de onda do espectro visível (400 a 800 nm), demonstrando picos a 585 nm para o corante azul e a 485 nm para o corante preto, sendo estes, os comprimentos de onda adotados para a pesquisa, baseado em Dos Santos (2005).

3.2. Segunda Etapa: Cultivo, Produção e Contagem dos Esporos de *Aspergillus niger* AN400

Os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram cultivados em placas de Petri, em meio de cultura Ágar Sabouraud Dextrose Cloranfenicol – ASDC (Acumedia, Baltimore) acrescido de 1mL solução de Vishniac (Tabela 1) por litro de meio de cultura, por três dias, em estufa bacteriológica na temperatura de 30°C.

Tabela 1: Composição química da Solução de Vishniac

Produto Químico	g/L de solução
EDTA - Etileno Diamino Tetracético	10,00
ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	4,40
MnCl ₂ . 4 H ₂ O	1,00
CoCl ₂ . 6 H ₂ O	0,32
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ . 4 H ₂ O	0,22
CaCl ₂ . 2 H ₂ O	1,47
FeSO ₄ . 7 H ₂ 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. Para contagem dos esporos foi preparada uma suspensão utilizando 50 µL de suspensão de esporos, previamente agitados em agitador Vórtex, mais 950 µL de solução de Tween 80, perfazendo uma diluição de 1:20. Em seguida foram transferidos 20 µL da solução preparada, para uma câmara de Neubauer, com profundidade de 0,1 mm e área mínima de 1/400 mm². A contagem dos esporos foi realizada em microscópio ótico com aumento de 400 diâmetros em dezesseis campos. Para efeito de cálculo do número de esporos foi empregada a Equação 1. A contagem de esporos se fez necessária para inoculação de mesma quantidade em cada reator.

$$\text{Esporos/mL} = \text{Contagem} \times \text{Diluição} \times \text{Profundidade da Câmara} \times \text{Área Mínima}$$

Equação (1)

3.3. Terceira Etapa: Montagem e Operação dos Reatores de Leito Fixo e Fluxo Ascendente Inoculados com Esporos de *Aspergillus niger* AN400

Foram montados dois reatores aeróbios, de leito fixo e fluxo ascendente, denominados R₁ e R₂, ambos inoculados com *Aspergillus niger* AN400, na concentração de 2 x 10⁶ esporos/mL. Os reatores foram confeccionados em acrílico com volume total de 5 litros; diâmetro interno de 90 cm; 80 cm de altura;

dispositivos de entrada e saída da amostra a ser tratada, e um dispositivo para entrada de ar, cujo fornecimento foi realizado por mini-compressores de ar (bombas de aquário). Para a entrada do afluente ao reator foram usadas duas bombas peristálticas controlando-se a vazão. Os meios suportes empregados foram: manta agulhada de poliamida cortada em quadrados de 2 x 2 cm, e espuma de poliuretano cortada em cubos de 2 cm de arestas, sendo pesadas e acomodadas dentro dos reatores, R₁ preenchido com manta de poliamida e R₂ com espuma de poliuretano. Os reatores inicialmente foram alimentados com uma solução constituída com 50% de glicose e 50% de meio Sabouraud Dextrose e, Cloranfenicol na concentração de 0,05 g/L como inibidor bacteriano. Foram inoculados 2 x 10⁶ esporos /mL nos reatores e estes, ficaram após a inoculação dos esporos, 24 horas sem recirculação e sem aeração, para evitar a perda de esporos, retornando a recircular e aerar após esse período. Com o crescimento da massa fúngica em uma semana com recirculação e aeração, o meio de cultura foi substituído pelo efluente têxtil, acrescido de 0,5 g de glicose/L; 0,05 g de cloranfenicol/L; 1mL de solução de Vishniac/L e o pH ajustado entre 4 e 5, com ácido clorídrico 1M, dando início à operação dos reatores, com tempo de detenção hidráulica (TDH) inicial ajustado para 12 horas. As variáveis investigadas foram as referenciadas na caracterização. Os tempos de detenção hidráulica estudados foram 12 horas (com vazão de 5,5 mL/min para o reator 1 e vazão de 5,8 mL/min para o reator 2) e 8 horas (com vazão de 8,4 mL/min para o reator 1 e vazão de 8,7 mL/min para o reator 2). Ambos TDH com oscilações de +ou- 0,1% nas vazões. E a concentração de glicose testada para esses TDH, foi de 0,5 g/L. Após um período de seis meses, foi cessada esta alimentação de glicose.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1. Caracterização do efluente têxtil analisado

Os resultados da caracterização da água residuária estudada estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Médias e Desvio Padrão das variáveis investigadas para caracterização física e química do efluente têxtil utilizando o Esgoto Bruto (EB) e o Tanque Equalizador (TE)

Caracterização	Médias		Desvio Padrão	
Variáveis	E.B	T.E	E.B	T.E
AMÔNIA TOTAL (mgN/L)	11,41	7,66	14,23	9,24
CLORETOS (mg/L)	686,44	938,30	565,71	349,20
CONDUTIVIDADE (µS/cm)	1846,35	1981,50	655,90	221,08
DBO (mg/L)	150,17	81,87	47,53	34,55
NITRATO (mg/L)	0,32	0,34	0,16	0,17
NITRITO (mg/L)	0,10	0,10	0,14	0,10
ÓLEOS E GRAXAS (mg/L)	10,70	10,63	6,97	5,80
OPS (mg/L)	0,68	0,67	0,46	0,45
PT (mg/L)	23,23	19,87	11,37	14,28
SALINIDADE	1,02	1,30	0,78	0,87
SSV (mg/L)	43,00	89,00	11,79	45,31
SULFATO (mg/L)	71,27	86,51	34,18	26,41

SULFETO (mg/L)	2,20	1,14	0,29	0,27
-----------------------	------	------	------	------

Os valores apresentados nas Tabelas 2 e 3 correspondem às médias aritméticas das quatro coletas realizadas para a caracterização do efluente têxtil. Na caracterização, observou-se a necessidade de analisar os pontos de entrada e saída do tratamento preliminar, a fim de conhecer o comportamento do efluente da indústria. Entretanto, para alimentação dos reatores foi utilizado apenas o efluente final do sistema de tratamento da indústria (Tanque Equalizador), pois este possuía uma menor quantidade de sólidos grosseiros.

Tabela 3: Caracterização física e química do efluente têxtil com as médias e o desvio padrão das principais variáveis analisadas na pesquisa utilizando o Esgoto Bruto (EB) e o Tanque Equalizador (TE)

Caracterização	Médias		Desvio Padrão	
Variáveis	E.B	T.E	E.B	T.E
COR REAL (uH)	177,00	93,75	187,39	85,58
COR APARENTE (uH)	620,00	462,00	589,07	286,81
CONCENTRAÇÃO DE CORANTE AZUL MARINHO SOLAR BL 250 (mg/L)	35,85	30,12	235,23	135,45
CONCENTRAÇÃO DE CORANTE PRETO PIRAZOL NFZ 1200 (mg/L)	18,04	15,18	435,98	268,45
DQO (mg/L)	1059,94	301,15	569,66	328,10
pH	6,83	7,16	1,71	1,36
TURBIDEZ (UT)	107	84	61,98	40,06

4.2. Cultivo, produção e contagem de esporos de *Aspergillus niger* AN400

A partir da contagem dos esporos na câmara de Neubauer, obteve-se uma média de 443 esporos, que foram utilizados na Equação 1, sendo o fator de diluição igual a 20, conforme descrito na metodologia. A concentração encontrada a partir da suspensão de esporos de *Aspergillus niger* AN400 foi de 22181×10^5 esporos/mL. A partir dessa concentração, foi feito um cálculo de diluição para estimar o volume necessário desta suspensão que correspondesse a 2×10^6 esporos/mL conforme Equação 2, obtendo como resultado 4,5 mL.

$$\text{Esporos/mL} = 443,62 \times 20 \times 2,5 \times 10^5$$

Equação (1)

$$\text{Esporos/mL} = 22181 \times 10^5$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Equação (2)

$$22181 \times 10^5 \times V_1 = 2 \times 10^6 \times 5000$$

$$V_1 = \frac{2 \times 10^6 \times 5000}{22181 \times 10^5} = 4,5 \text{ mL}$$

Sendo:

C_1 = Concentração de esporos contada

V_1 = Volume da solução de esporos correspondente à concentração final desejada

C_2 = Concentração de esporos desejada (2×10^6 esporos/mL)

V_2 = Volume de cada reator

Os resultados da eficiência dos reatores foram avaliados em três aspectos: entrada do efluente (E), saída do efluente do reator 1 (R_1) e saída do efluente do reator 2 (R_2), para cada TDH estudado.

4.3. Operação dos reatores no TDH de 12 horas

Na Figura 1, apresentam-se os percentuais de remoção de DQO que se manteve muito bom, exceto nos pontos 3 e 11, provavelmente devido à necessidade de descarte do excesso da biomassa. Os resultados mostraram que os dois reatores (R_1 e R_2), seguiram a mesma dinâmica e apresentaram valores de remoção próximos em todo o experimento, demonstrando assim, que os meios suportes tiveram eficiência semelhante. A Cor Real e a Cor Aparente (Figuras 2 e 3) foram outras variáveis positivas na pesquisa, sendo conseguida uma remoção média final entre 90% e 98%.

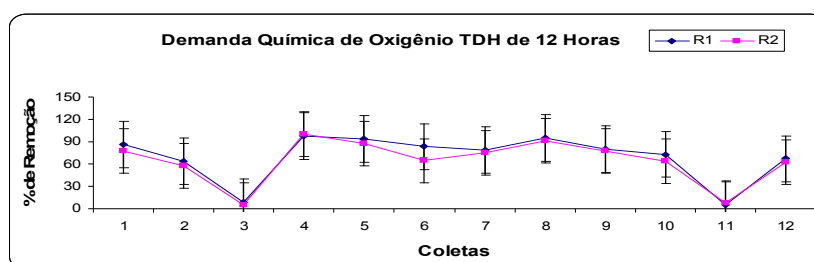


Figura 1: Variação da eficiência de remoção de DQO no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

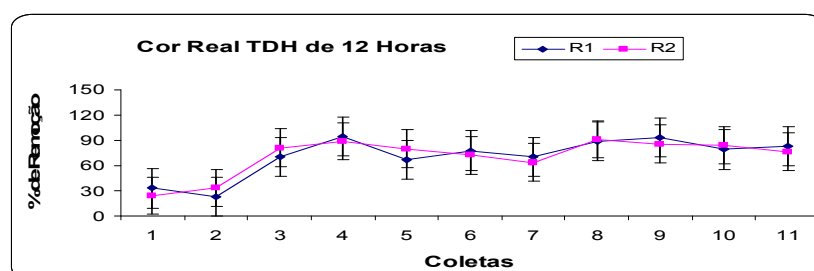


Figura 2: Variação da eficiência de remoção de Cor Real no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

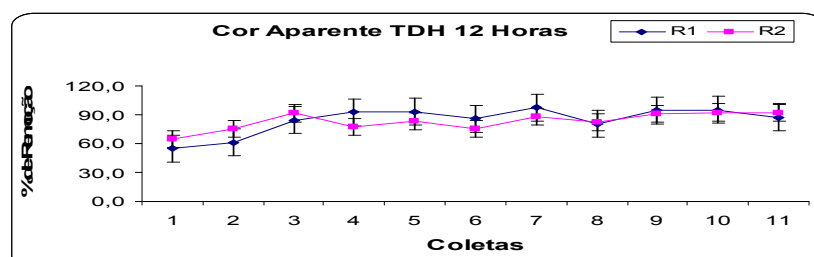


Figura 3: Variação da eficiência de remoção de Cor Aparente no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

Quanto à turbidez, os percentuais foram analisados a partir da espera de adaptação fúngica, pois no início do experimento, os valores de entrada apresentaram-se inferiores aos de saída. Fato este, exposto na Figura 4 em unidades de turbidez (ut), por esse motivo não se considerou o gráfico percentual.

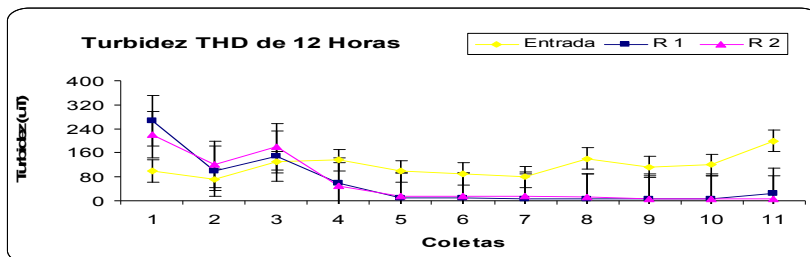


Figura 4: Variação da eficiência de remoção de turbidez no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

Quanto à concentração dos corantes azul e preto, inicialmente de 25 mg/L e de 14 mg/L (Figuras 5 e 6, respectivamente), verificou-se uma eficiência na remoção de suas concentrações no sistema de reatores de fluxo contínuo chegando a 75% de remoção em 15 dias de operação e estabilizando-se em uma média de 89% a 94% para os dois reatores apresentando pequenas variações (Figuras 7 e 8).

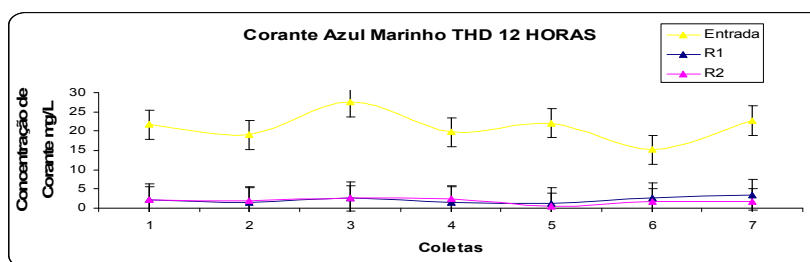


Figura 5: Variação da eficiência de remoção de Corante Azul Marinho Solar BL250 no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

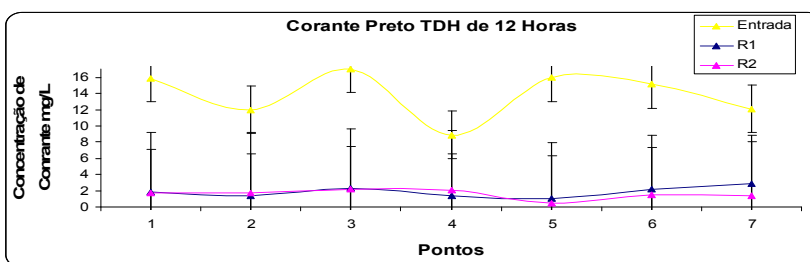


Figura 6: Variação da eficiência de remoção de Corante Preto Pirazol NFZ1200 no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 12 horas

Os dois reatores (R1 e R2), mantiveram uma similaridade em nível de remoção das variáveis estudadas. As pequenas alterações ocorridas quanto à eficiência, certamente foram decorrentes de modificações na operação.

4.4. Operação dos reatores no TDH de 8 horas

Os resultados preliminares referentes à primeira quinzena de tratamento foram: remoção de 70% de DQO, 30% de Cor Real e 70% de Cor Aparente referentes a R1, e remoção de 75% de DQO, 20% de Cor Real e 73% de Cor Aparente referentes a R2. Percebeu-se que a eficiência de remoção, em especial de DQO, apresentou-se boa nas primeiras análises para este TDH explicado, provavelmente, pela adaptação fúngica alcançada no período de análise em 12 h.

Na Figura 7, observou-se que a remoção de DQO manteve-se entre 60% e 80%, com um período de redução da eficiência. Quando comparada ao que se conseguiu no tempo de 12 horas, fica claro que, no contexto geral, o tempo de detenção hidráulica pode influenciar no tratamento e na qualidade da água residuária tratada pretendida. Pois, com uma redução de 4 horas no tratamento, uma mudança visível ocorreu nesse sentido. Porém, dependendo do fim que terá o efluente industrial, faz-se necessário analisar de forma cuidadosa qual TDH mostrou-se adequado e, suficiente, para enquadrar o despejo dentro da legislação de lançamento de efluentes, sem esquecer, dos padrões para lançamento em corpos d'água receptores (CONAMA n°357).

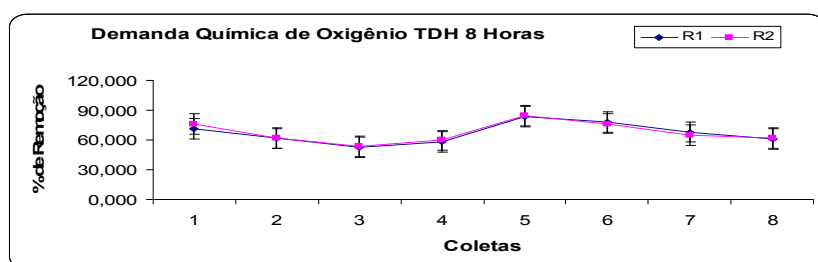


Figura 7: Variação da eficiência de remoção de DQO no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

Quanto à Cor Real, notou-se uma dificuldade inicial para atingir um equilíbrio na remoção (Figura 8).

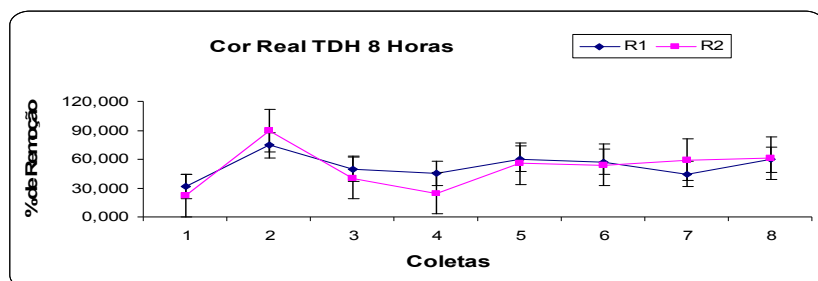


Figura 8: Variação da eficiência de remoção de Cor Real no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

Quanto à Cor Aparente, analisando a Figura 9, verificaram-se valores bastante próximos e elevados de remoção entre 75% e 90%.

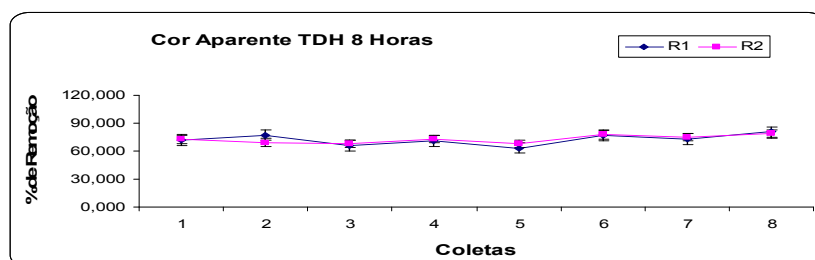


Figura 9: Variação da eficiência de remoção de Cor Aparente no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

As remoções de Turbidez mostraram-se eficientes no começo do TDH de 8 horas, estabilizando-se em uma média de 60% a 80%, apesar de ter apresentado alguns valores abaixo desta média (Figura 10).

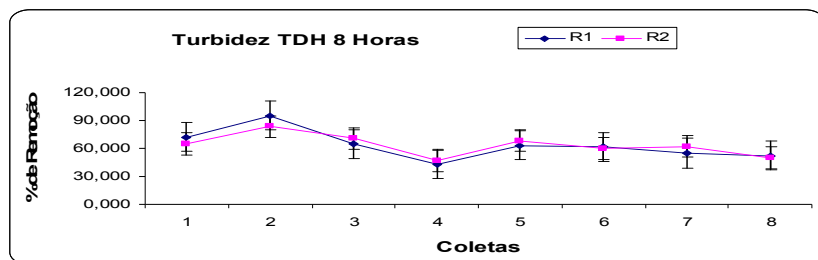


Figura 10: Variação da eficiência de remoção de Turbidez no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

Quanto à concentração dos corantes azul e preto, inicialmente de 10,5 mg/L e 8,25 mg/L, respectivamente (Figuras 11 e 12), verificou-se uma eficiência na remoção de suas concentrações no sistema de reatores biológicos, chegando a 80% de remoção na primeira quinzena de operação e, estabilizando-se entre 70% e 90% (Figuras 11 e 12, respectivamente).

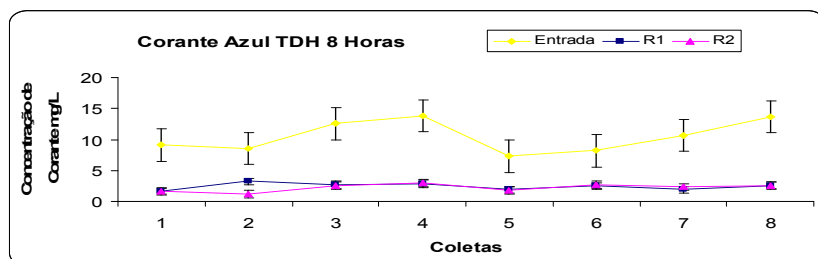


Figura 11: Variação da eficiência de remoção de Corante Azul Marinho Solar BL250 no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

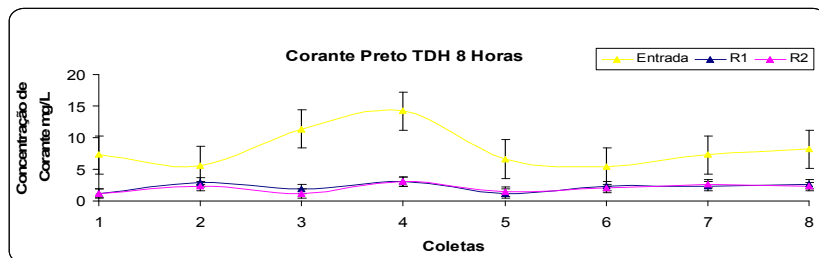


Figura 12: Variação da eficiência de remoção de Corante Preto Pirazol NFZ1200 no tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas

CONCLUSÃO

Constatou-se com os resultados da caracterização, que o efluente têxtil estudado apresentou composição característica quanto ao seu tipo. Dentre essas características estão: elevada DQO e Cor Aparente, indicando que o mesmo possui uma elevada concentração de matéria orgânica e de sólidos suspensos, demonstrando a necessidade de um tratamento complementar ao executado pela indústria estudada.

Os meios suportes empregados nos dois reatores mostraram comportamento semelhante para todas as análises realizadas na pesquisa.

Os TDH analisados mostraram que em 8 h ocorreu diminuição na eficiência de remoção das variáveis analisadas, comparando-as com o TDH de 12 h.

A glicose também não foi determinante para a atuação fúngica manter seu nível de remoção, pois mesmo cessado seu acréscimo aos reatores, continuou apresentando boa eficiência de remoção da matéria orgânica e dos corantes.

REFERÊNCIAS

APHA (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington D.C.: American Public Health Association.

BRASIL (2005). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução Nº357 de 17 de março de 2005, Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília Seção 1, pp. 58-63.

COUTO S. R.; RIVELA I.; MUNOZ M. R.; SANROMAN, A. (2000). *Biores. Technol.* 74, 159.

DOS SANTOS, A. B. (2005). Reductive Decolorisation of Dyes by Thermophilic Anaerobic Granular Sludge. PhD-Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 176 p.

KIRBY, N.; MULLAN, G. Mc; MARCHANT, R. (1995). *Biotech. Lett.* 17, 761.

SAMPAIO, G. M. M. S.; SANTOS, E. M. A.; LEITÃO, R. C.; FACÓ, A. M.; MENEZES, E. A.; SANTAELLA, S. T. (2003). *Pós-Tratamento de efluente de um reator UASB através de um reator biológico com fungos*.

SANTAELLA, S.T.et al. (2002). *Emprego de fungos para tratamento biológico dos efluentes da indústria de beneficiamento da castanha de caju*. In:VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória – ES. CD ROM.

SPADARO, J. T., GOLD, M. H., RENGANATHAN, V. (1992). Degradation of azo dyes by the lignin-degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology* 58, 2397–2401.

WEISBURGER, J. H. (2002). *Comments on the history and importance of aromatic and heterocyclic amines in public health*. *Mutation Research*, v.506-507, p.9-20.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.