

II-102 - TRATAMENTO DE EFLUENTE SINTÉTICO DE INDÚSTRIA TÊXTIL POR *ASPERGILLUS NIGER* AN400 EM REATORES BATELADA

Nathália Magalhães⁽¹⁾

Graduanda em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE. Aluna de Iniciação Tecnológica do Departamento de Química e Meio Ambiente – IFCE.

Carlos Ronald Pessoa Wanderley

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

Glória Marinho

Farmacêutica pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Doutora em Saneamento Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

Kelly Rodrigues

Engenheira Civil pela Universidade Estadual do Maranhão. Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Doutora em Saneamento Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP. Coordenadora do Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) – IFCE.

Endereço⁽¹⁾: Av. 13 de Maio, 1681 – Benfica – Fortaleza – Ceará – CEP: 60040-531 – Brasil – Tel: +55 (85) 3307-3750 – e-mail: nathaliamagalhaes.tga@gmail.com.

RESUMO

O corante Índigo é amplamente utilizado na indústria têxtil, o que acarreta uma grande geração de efluente colorido, que se não tratado adequadamente, pode trazer sérios danos ao corpo hídrico receptor, como prejudicar o processo de fotossíntese pela redução da penetração da luz, além de muitas vezes serem mutagênicos e carcinogênicos. Visto isso, novas tecnologias estão sendo estudadas para tratar com eficiência rejeitos oriundos das indústrias têxteis. Nesta pesquisa foi estudada a viabilidade de aplicação da espécie fúngica *Aspergillus niger* AN400 para tratar corante Índigo Carmim em reatores operados em forma de bateladas com tempo reacional total de 15 dias, onde uma unidade dos reatores foram retiradas sempre nos mesmos horários das montagens em dias específicos (1º, 2º, 3º, 4º, 7º, 10º, 11º e 15º dia de operação). No experimento foi usada uma concentração média de corante de 0,13 g.L⁻¹, e concentrações de 5 e 2 g.L⁻¹ de glicose como fonte carbono para RFGI e RFGII, nesta ordem. Foram montados também Reatores com Fungo e sem presença de glicose (RF), e reatores controle (RC) onde nenhum fungo foi inoculado. O reator RF teve eficiência de remoção do corante de 53%, enquanto os reatores RFGI e RFGII, tiveram eficiência de 100% em descoloração do efluente sintético. Não houve redução significativa de corante para RC. Foram registradas remoções percentuais de amônia de 59%, 52% e 67%, para RF, RFGI e RFGII, nesta ordem. Para nitrato, foram observadas reduções de 18% para RF, de 93% para RFGI e de 10% para RFGII. Em geral, o emprego do fungo *Aspergillus niger* AN400 foi satisfatório para a remoção do corante Índigo Carmim em água sintética.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento, Efluente Têxtil, Índigo Carmim, Reatores em Batelada, *Aspergillus niger*.

INTRODUÇÃO

Devido a grande demanda que a indústria têxtil produz, uma grande variedade de compostos coloridos vem sendo sintetizados no último século, dos quais cerca de 10.000 são produzidos em escala industrial, e estima-se que cerca de 2.000 tipos de corantes estão disponíveis para a indústria têxtil. Essa diversidade de corante é justificada pelo processo, pois cada tipo de fibra requer um corante com características específicas (GUARATINI e ZANONI, 2000).

O setor industrial têxtil consome uma grande quantidade de água em seus processos, gerando assim uma quantidade grande de efluente e um potencial para poluição da água. Dentre os vários produtos químicos utilizados na água residuária têxteis, são os corantes que merecem maior destaque por seu significativo potencial poluidor (HUANTIAN E IAN, 2001).

Os corantes indigóides possuem uma estrutura molecular complexa, o que o torna mais estável quimicamente e mais resistente ao processo de biodegradação e de remoção mais comumente utilizados para o tratamento de água residuária (CHAVES, *et al.* 2008).

O Índigo Carmim é um corante muito utilizado na indústria de alimentos, fabricação de cápsula com pigmento solúvel, na colonoscopia e também usado como agente complexante na análise de cobre por espectrofotometria. Porém, é na indústria têxtil que acontece o seu principal emprego (LOPES, 2008).

A indústria têxtil é um dos principais setores industriais responsáveis por contribuir largamente para a contaminação ambiental, pela grande geração de resíduos com baixo nível de degradação, incluindo corantes vindos das etapas de tingimento, gerando efluente pra descarte com intensa coloração. Esse tipo de efluente possui uma composição extremamente variável, devido à diversidade dos corantes usados diariamente (ALMEIDA, *et al.* 2012). Os corantes, geralmente, têm uma estrutura química complexa, estranha ao ecossistema e, por isso persiste na natureza. Alguns desses corantes são comprovadamente cancerígenos e mutagênicos. Além da deterioração estética dos corpos naturais de água, os corantes podem causar sérios danos à flora e fauna ao serem descartados de forma inadequada, causando grande mal a saúde se não tratado adequadamente (MANU e CHAUDHARI, 2003).

Visto isso, formas alternativas de tratamento para a solução de problemas ambientais ocasionados por atividades industriais fazem parte de estudos de novas tecnologias para o tratamento de efluentes industriais. Nesse sentido, o uso de processos biológicos utilizando fungos e bactérias, ou especificamente suas enzimas, tem surgido como uma das alternativas de grande potencial (BRITO *et al.* 2004).

Dentro deste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade da aplicação do fungo *Aspergillus niger* AN400 na degradação do corante Índigo Carmim em efluente têxtil sintético, a partir de ensaio em reatores em batelada com biomassa dispersa. Foram utilizadas duas concentrações diferentes de glicose, 5 g.L⁻¹ e 2 g.L⁻¹, como fonte primária de carbono

MATERIAIS E MÉTODOS

INÓCULO

Os esporos de *Aspergillus niger* AN400 foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura *Saboraud Dextrose*, composta por peptonas, Agar-agar, 2% de *Dextrose* e glicose. As placas de Petri e o meio de cultura foram previamente esterilizados em autoclave durante quinze minutos. As placas de Petri cultivadas foram mantidas durante sete dias em estufa microbiológica, a uma temperatura de 28°C. Após o período, os esporos foram removidos com a ajuda de alça de *Drigalsky* e solução salina isotônica contendo Tween 80, e posteriormente armazenada em frasco estéril para futura contagem microscópica em Câmara de Neubauer. Para inóculo dos reatores foi utilizada a concentração de 2×10^6 esporos.mL⁻¹.

MEIO SINTÉTICO

Foram coletadas amostras dos tanques de lavagem de uma indústria têxtil e feitas as análises para a caracterização da água. Com base no estudo feito da água *in natura*, foi preparada uma água sintética com características e concentrações de corante semelhante ao do último tanque do processo de lavagem, ou seja, no qual o corante estava menos concentrado.

No preparo, foi usada água da torneira e adicionado corante Índigo Carmim, até que o efluente sintético atingisse concentração de 0,13 g/L. Assim como na indústria, foi adicionado 0,1 g/L de hidrossulfito de sódio para auxiliar na diluição do corante, que se solubiliza em meio alcalino. Também foi adicionado ao meio sintético 1 mL/L de solução de Vishniac, com a seguinte composição (g/L): EDTA (10,0), ZnSO₄.7H₂O (4,40), MnCl₂.4H₂O (1,0), CoCl₂.6H₂O (0,32), (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O (0,22), CaCl₂.2H₂O (1,47) e FeSO₄.7H₂O (1,0).

COSSUBSTRATO

Devido à importância de utilizar uma fonte primária de carbono para os fungos na degradação do corante, foi utilizada a glicose nas concentrações de, 5 g/L e 2g/L, como cossubstrato, por ser a fonte de carbono mais amplamente utilizada, e não exige período prévio de adaptação.

MONTAGEM E OPERAÇÃO DOS REATORES EM BATELADA

Foram feitos quatro ensaios, cada ensaio continha oito reatores feitos de recipientes de vidro com volume total três litros. O oxigênio foi introduzido através de aeradores e mangueiras para aquário. Na Figura 1 estão os reatores montados e em operação.

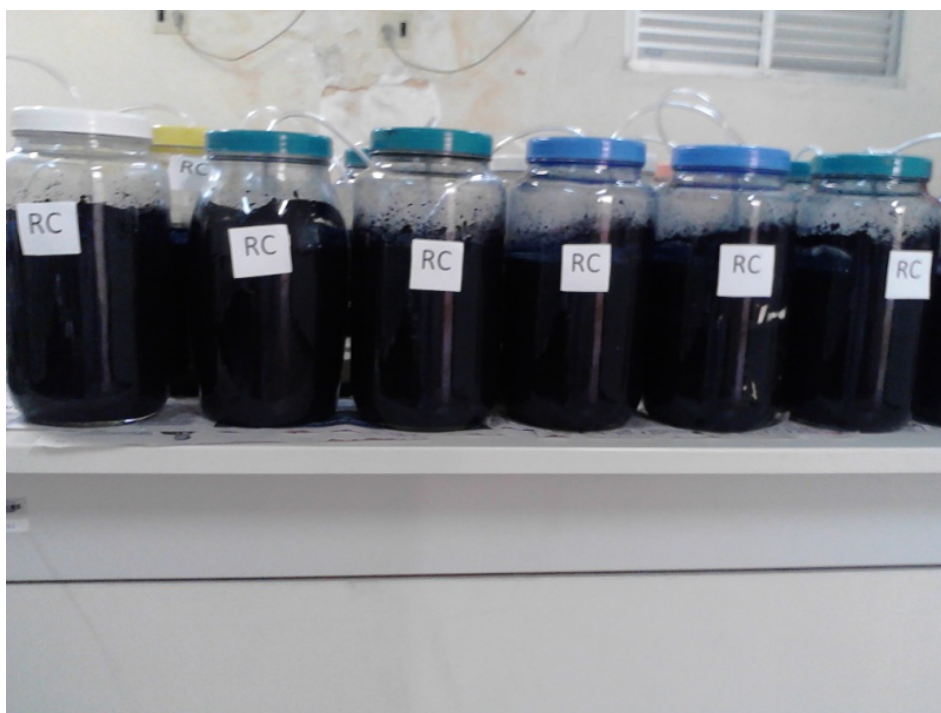


Figura 1: Reatores em operação durante o período de execução do experimento.

Inicialmente, cada reator recebeu 1000 mL de meio sintético. Em seguida, nos reatores com cossubstrato, foi adicionada a 5 g/L de glicose em um grupo de reatores, na outra série de reatores, 2 g/L. Posteriormente o inóculo foi inserido nos reatores com glicose e em uma série de reatores sem glicose. Os esporos foram inoculados próximos ao bico de Bussen para minimizar contaminações, em concentração de 2×10^6 esporos.mL⁻¹, para cada reator. Na Tabela 1 foi apresentada a classificação dos reatores em função da adição ou não de glicose.

Tabela 1: distribuição dos reatores segundo sua caracterização e objetivo no estudo.

REATOR	SIGLA	QUANTIDADE
Controle sem fungo e glicose	RC	8
Fungo sem glicose	RF	8
Fungo com Glicose 5 g/L	RFGI	8
Fungo com Glicose 2 g/L	RFGII	8

Os reatores permaneceram em aeração constante durante quinze dias de operação. Antes da montagem, foram armazenadas amostras de cada grupo de reator para posteriores análises, a fim de determinar as características do afluente.

Uma unidade de cada grupo de reatores foi retirada sempre no mesmo horário da montagem, os dias de desmonte de reatores foram: 1º, 2º, 3º, 4º, 7º, 10º, 11º e 15º dia de operação.

O monitoramento dos reatores se deu através das análises físico-químicas de pH, corante, amônia, nitrato e SSV. As análises seguiram os procedimentos descritos em APHA (2005), exceto corante, a qual foi determinada segundo descrito em Rodrigues *et al.* (2011).

RESULTADOS

Os reatores apresentaram concentração inicial média de corante índigo de 0,13 g.L⁻¹. Os reatores RC com o passar dos dias se mantiveram estáveis, exceto no 10º, 11º e 12º dia de reação, como mostra a Figura 2, onde a concentração de corante teve uma pequena queda, principalmente no 11º dia. Tal fato foi atribuído a uma provável contaminação por micro-organismos alóctones. O reator RF teve eficiência de remoção do corante de 53%, enquanto os reatores RFGI e RFGII, tiveram eficiência de 100% em descoloração do efluente sintético.

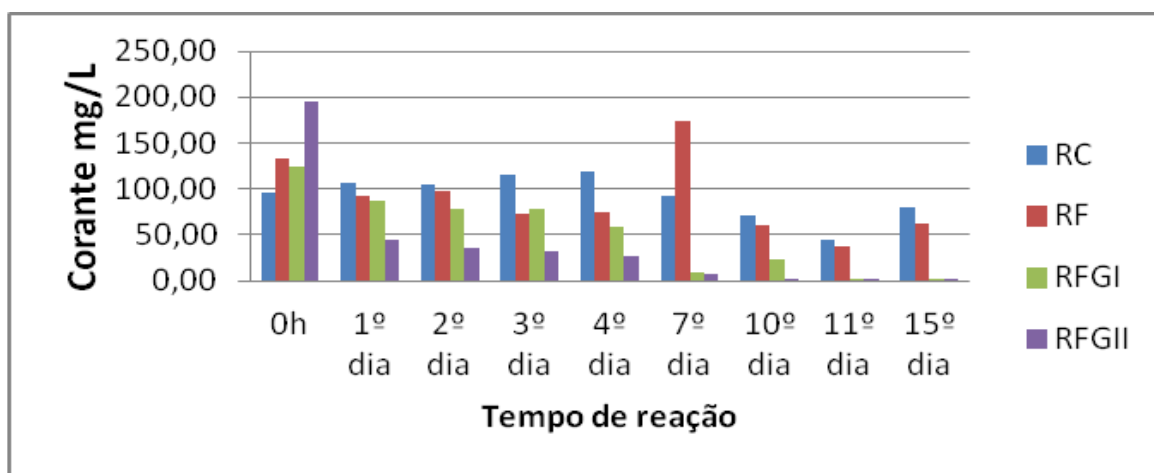


Figura 2: Consumo do corante por *Aspergillus niger* AN400 em meio disperso.

Os reatores RF não apresentaram remoção gradual do corante, com aumento da concentração de Índigo Carmim no meio nos dias 7º e 15º, em relação aos tempos reacionais anteriores aos mesmos. No 7º dia de operação dos reatores RF, é provável que esse reator analisado tenha recebido acidentalmente uma carga maior de corante durante o processo de composição da água, justificando sua alta concentração com relação à carga inicial de corante. Além disso, a eficiência final de remoção do corante foi baixa, o que foi atribuído à ausência de uma fonte primária de carbono.

Nos reatores RFGI e RFGII alcançaram a mesma eficiência de remoção do último dia de reação, porém, analisando a Figura 2, observou-se que na menor concentração de glicose (2 g/L) – presente nos reatores RFGII – houve o favorecimento do processo de descoloração. Inicialmente ocorreu um pico de corante maior de concentração, e, em 24 horas, verificou-se diminuição mais brusca na concentração de corante em relação ao reator RFGI. Já em RFGI, o mesmo não ocorreu, pois devido à presença de grande quantidade de glicose (5 g/L), esta teria sido consumida preferencialmente em detrimento do corante, visto se tratar de substância de mais fácil assimilação para o fungo (GRIFFIN, 1994).

O pH inicial dos reatores foi de 4, considerado dentro da faixa ótima para o crescimento de fungos do gênero *Aspergillus* (WHELLER, 1991). Na Figura 3 apresenta as variações do pH ao longo do período reacional dos reatores estudados.

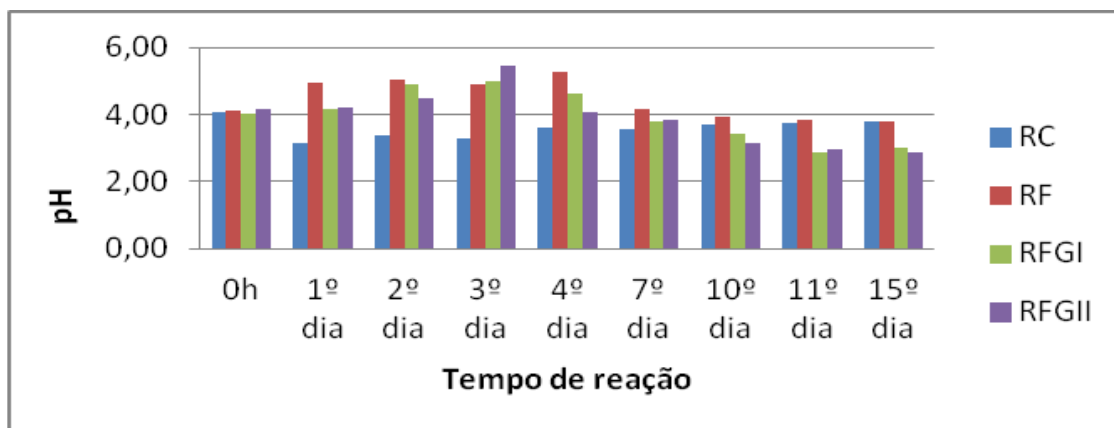


Figura 3: Variação do pH ao longo do tempo de reação.

O decaimento gradativo do pH a partir do 4º dia de operação nos reatores RFGI e RFGII indicou a adaptação da biomassa e o início de uma maior atividade metabólica a partir do consumo da glicose e do corante, produzindo possivelmente maior quantidade de ácidos orgânicos.

Em relação à remoção de nutrientes, nos reatores RF, RFGI e RFGII houve reduções de amônia em 59%, 52% e 67%, respectivamente. Não ocorreu remoção de amônia no reator RC ao longo do experimento. Na Figura 4 são apresentados os valores de concentrações de amônia nos reatores durante o período de batelada.

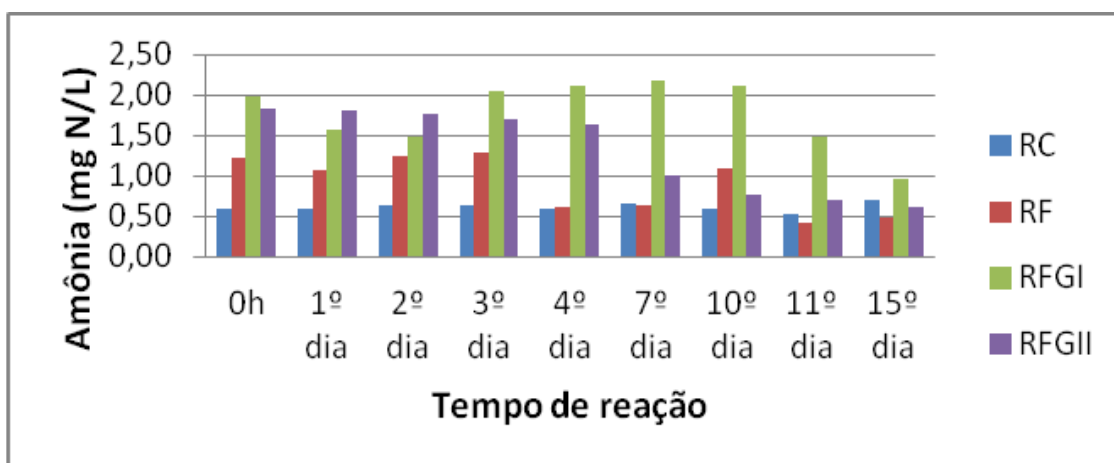


Figura 4: Variações de concentração de amônia nos reatores estudados.

Houve aumento na concentração de amônia nos reatores a partir do 3º dia, indicando a transformação do nitrato em amônia pela espécie fúngica, pois a amônia é a forma prontamente assimilada pelos fungos (GRIFFIN, 1994).

Segundo PEREIRA *et al.* (2003), os fungos filamentosos podem metabolizar uma série de compostos nitrogenados, a fim de captar nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. E entre os compostos nitrogenados secundários, o nitrato é uma excelente fonte utilizável pelos fungos, ele é transportado para o meio intracelular, onde este é assimilado, ocorrendo sua redução de nitrato para nitrito e do nitrito a amônio, forma diretamente assimilável.

A prova disto está na gradativa redução do nitrato nos reatores RFGI antecedendo o período de elevação da amônia nestes mesmos reatores, de modo que foi registrada remoção de nitrato de 93%, no final do experimento, nos reatores RFGI. Em RFGII, embora tenha alcançado a maior redução da amônia no final do tempo de reação (67% de redução de amônia), foi onde ocorreu a menor redução de nitrato para esta mesma série de reatores, de apenas 10%. Essa baixa redução pode ser atribuída a baixa concentração inicial de nitrato,

como PEREIRA *et al.* (2003) afirmam, a utilização de nitrato pelos fungos é mediada pelas enzimas *nitrato redutase* e *nitrato redutase*, que são induzidas pela concentração de nitrato no meio.

Nos demais reatores, RC e RF, houve redução de 18% e 19%, nesta ordem. É provável que tenha havido contaminação na série de reatores RC, e tenham sido capazes de assimilar uma parcela do nitrato existente.

Na Figura 5 são apresentadas as variações de nitrato ao longo da batelada nos diferentes tipos de reatores.

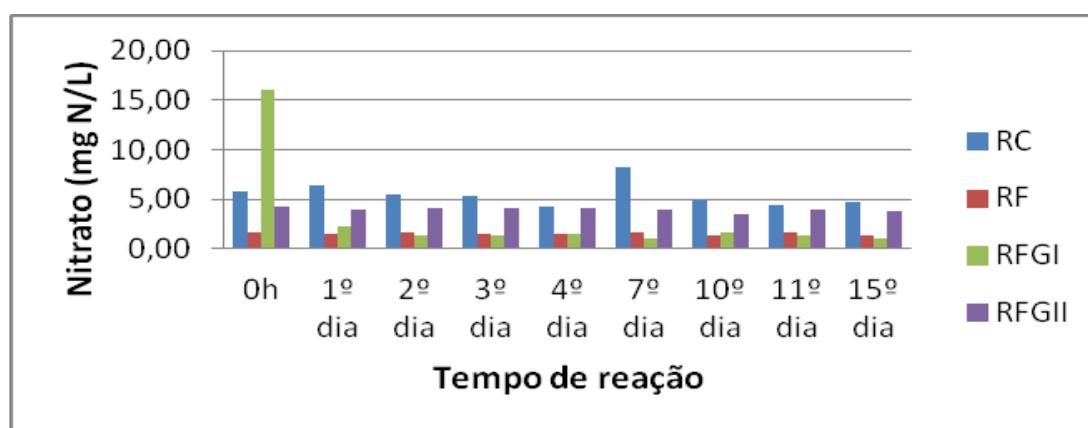


Figura 5: Variação de nitrato nos reatores em batelada.

CONCLUSÕES

Os dados apresentados mostram que o tratamento de efluente têxtil, contendo Índigo Carmim, com o uso da espécie *Aspergillus niger* é bastante promissor. Visto que, em ambos os reatores contendo glicose obteve-se um bom desempenho de descoloração da água sintética e remoção de nutrientes, tendo ambos redução de 100% do corante em água sintética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. G.; SILVA, M. G. C.; MIRANDA, R. C. M.; MACIEL, C. C. S.; GUSMÃO, N. B. Descoloração do corante Índigo Carmim e produção de Lacase por fungos filamentosos. *Scientia Plena*, v. 8, n.5, 2012.
- APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Water Work Association, Water Environment Federation, 20ª Edição, 2005.
- BRITO, N. N.; ZAMORA, P. P.; NETO, A. L. O.; BATTISTI, A. D.; PATERNIANI, J. E. S. PELEGRINI, R. T. Utilização de fungos na remediação de efluentes industriais. In: IV FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 2004. Rio Claro. Anais, 2004.
- CHAVES, K. O. *et al.*, Adsorção de índigo carmim em biomassas mortas de *Aspergillus niger*. *Eng. Sanit. Ambient*, vol. 13, n.4, p.351-355, 2008.
- GRIFFIN, D. H. Fungal Physiology. New York: Wiley-Liss, n.2, p.458, 1994.
- GUARATINI, C. I.; ZANONI, M. V. N. Corantes têxteis. *Química Nova*, v.23, p.71-78, 2000.
- HUANTIAN, C., IAN, R. Optimization conditions for microbial decolorization of textile waste water starch as carbon source, *AATCC Rev.* 1, 37-40, 2001.
- LOPES, R. P. Estudo de processos alternativos para a degradação de compostos de relevância ambiental com monitoramento dos produtos formados por Espectrometria de Massas com Fonte de Ionização Electrospray (ESI-MS). Dissertação (Mestrado de Química – Química Analítica) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Química, Belo Horizonte, 2008.
- MANU, B., CHAUDHARI, S. Decolorization of indigo and azo dyes in semicontinuous reactors with long hydraulic retention time. *Process Biochemistry*, n.38, p.1213-1221, 2003.
- PEREIRA, F. J.; LIMA, J. O.; ROCHA, R. B.; MEDINA, P.; DE ARAÚJO, E. F.; DE QUEIROZ, M. V. Nitrato Redutase em Fungos Filamentosos. *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, n.31, 2003.



XII SIBESA
XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
2014



11. RODRIGUES, K., SILVA, K. M. L., SILVA, G. M. M., LIMA, P. C. C., WANDERLEY, R. P., SILVA, G. Remoção de corante por uso de *Aspergillus niger* AN400 em reator em bateladas seqüenciais. Química Nova, v. 34, n.7, p. 1119-1123, 2011.
12. WHELLER, K. A. Influence of pH on the growth of some toxigenic species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*. International Journal of Food Microbiology, n.12, p.141-150, 1991.