

II-284 - USO DE BIORREATOR FÚNGICO PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL POR *ASPERGILLUS* NÍGER AN 400

Andreza Dnarla Oliveira Santos⁽¹⁾

Mestranda em Tecnologia e Gestão Ambiental (IFCE)

Alana Mayara Ximenes de Souza⁽²⁾

Mestranda em Tecnologia e Gestão Ambiental (IFCE)

Igor do Nascimento Barreto⁽³⁾

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental (IFCE)

Carlos Ronald Pessoa⁽⁴⁾

Mestre em Engenharia Civil-Saneamento Ambiental (UFC)

Kelly Rodrigues⁽⁵⁾

Doutora em Saneamento Ambiental (USP)

Endereço⁽¹⁾: Av. Treze de maio, nº 2081, Benfica, Fortaleza/CE, CEP: 60040-531, Brasil, Tel: +55 (85) 3307-3742, e-mail: andrezadnarla@gmail.com

RESUMO

O despejo de efluentes industriais, sem o tratamento adequado em corpos hídricos, além do efeito visual, atenua a incidência da penetração de luz solar o que diminui a taxa de oxigênio livre no meio, prejudicando os organismos e processos dependentes deste composto. Além de possuir caráter carcinogênico a saúde humana. Esta pesquisa sugere o uso de reator biológico em bateladas para o tratamento de efluente têxtil com *Aspergillus* níger AN400. Buscou-se avaliar a eficiência do tratamento por meio da remoção de corante, matéria orgânica carbonácea e bases nitrogenadas. A eficiência média de remoção de corante foi de 87%. No que concerne as bases nitrogenadas teve eficiência de remoção média de 99% e 91% para nitrato e nitrito respectivamente. No que diz respeito à matéria orgânica carbonácea a remoção média, em termos de DQO bruta foi de 43%, para a DQO filtrada, foi obtida média de remoção de 38%. Com base na condições operacionais empregadas pode-se concluir que o fungo se adaptou a nova fonte primária de carbono oferecida. O fungo mostrou-se capaz de adaptar o meio a suas necessidades metabólicas com controle pH, mantendo-o favorável ao seu metabolismo, variando em média de 5,02 a 3,98.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente têxtil, Fungos filamentosos, Sacarose.

INTRODUÇÃO

São grandes as quantidades de corantes produzidos e aproveitados em diversos tipos de indústrias, como a de papel, a de cosmético, a de alimentos e a têxtil. As indústrias têxteis são uma das fundamentais atividades econômicas desenvolvidas no Brasil. O processamento têxtil caracteriza-se por um consumo intenso de água e corante, e consequentemente, o torna responsável pela a geração de efluentes com elevado nível de coloração (SILVA, 2009).

O lançamento destes efluentes industriais, sem um tratamento apropriado, em corpos hídricos exerce grande impacto no aumento da poluição dos mesmos. Os corantes podem interferir significativamente na atividade fotossintética da biota aquática, o que pode reduzir a penetração da luz, além de também poder ser tóxicos para a vida aquática, devido à presença de compostos aromáticos, metais e cloretos, entre outros compostos presentes neste tipo de despejo (DAS, 2010).

De acordo com Novotny *et al.* (2004) as atuais técnicas de tratamento sejam físicas e/ou químicas de remoção de corantes apresentam algumas desvantagens, como o alto custo operacional e baixa eficiência, podendo causar ainda poluição secundária oriunda de subprodutos tóxicos.

Os processos biológicos apresentam-se como alternativa para as tecnologias existentes, que são comercialmente desinteressantes, pois mostram-se de forma mais rentável e não produzem grandes quantidades de lodo (Asad *et al.*, 2007; Kariminiaae-Hamedani *et al.*, 2007.).

Dentre os sistemas biológicos para o tratamento de águas residuárias, os fungos filamentosos, como o *Aspergillus niger*, têm grande importância, pois possuem a capacidade de metabolizar diversos compostos nitrogenados e corantes para alcançar a petição nutricional necessária para o seu desenvolvimento (Pereira *et al.*, 2003, *apud* Oliveira, 2011).

Ainda, segundo Yang *et al.* (2009), pesquisas têm apontado que a melhoria da eficiência do tratamento biológico pode ser a chave para a solução do tratamento de efluentes têxtil, devido a possibilidade de mineralização completa de corantes a baixo custo.

Desta forma, o presente trabalho buscou avaliar a eficiência de remoção de corante, matéria orgânica e bases nitrogenadas pela biorremediação de efluente têxtil *in natura* pela ação de *Aspergillus niger* AN 400 em reator em bateladas sequenciais, utilizando a sacarose como cossubstrato.

MATERIAIS E MÉTODO

Caracterizações do efluente:

A água residuária *in natura* foi fornecida por uma indústria têxtil local, sendo esta coletada semanalmente. O ponto de coleta escolhido foi à montante do tratamento biológico realizado pela indústria, no tanque de equalização, sendo o efluente caracterizado pela intensa coloração azul, devido à presença de grande concentração do corante Índigo carmim.

As coletas foram realizadas utilizando-se frasco de polietileno de 5L previamente descontaminado com ácido clorídrico 10% (v/v). As análises físicas e químicas realizadas para a caracterização da água residuária e monitoramento do reator foram feitas no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), de acordo com APHA (2005).

Inóculo:

A espécie usada no trabalho foi o *Aspergillus niger* AN400, na forma de uma solução de esporos, na concentração de 2×10^6 esporos/mL. Na preparação do inóculo foi realizada a produção de esporos, semeando a espécie em placas de Petri esterilizadas, contendo meio de cultura Agar-Saboraud. O meio foi previamente esterilizado em autoclave a 121°C, durante 15 minutos.

As placas inoculadas com fungos permanecem por cinco dias em incubadora microbiológica à temperatura de 28°C, tendo-se ao final deste período observado o crescimento dos esporos por toda a placa.

Procedimentos de contagem dos esporos:

Após o período de cinco dias, os esporos foram removidos das placas com solução de Tween 80 e transferidos para tubos de ensaio. Para contagem dos esporos foi preparada uma solução utilizando 50 µL da suspensão, previamente agitado com o Vórtex, acrescido de 950µL de solução de Tween 80, resultando em diluição de 1:20. Em seguida, foram transferidos para uma câmara de Neubauer, 20µL da solução preparada, onde se procedeu à contagem dos esporos em microscópio óptico, com aumento de 400 vezes. No qual foi obtida a concentração de $4,9 \times 10^9$ esporos/mL.

Imobilizações da biomassa em meio suporte:

A espécie foi imobilizada em espuma de poliuretano cortada em cubos de 1 cm de arestas, fazendo uso de frascos (erlenmeyer) de 250 mL, contendo 5 g/L de glicose e meio de crescimento, constituído por Sulfato de Alumínio (0,8 mg/L); Nitrato de Sódio (4 mg/L); Sulfato de Magnésio (1mg/L); Fosfato de Potássio Dibásico Anidro (0,8 mg/L); Cloreto de Cálcio (0,04 mg/L); Sulfato de Cobre (0,32 mg/L); Ácido Molibídico (0,2 mg/L); Sulfato de Manganês (0,2 mg/L); Sulfato Férrico (0,2 mg/L); Sulfato de Zinco (0,16 mg/L) e solução de Vishniac (1 mL/L) a fim de promover o seu crescimento pelo material suporte antes de sua adição no reator.

Quinze gramas de espumas foram previamente esterilizadas em autoclave por 20 min a 121 °C e colocadas em saquinhos de polietileno. Os saquinhos de polietileno foram colocados dentro de 3 erlenmeyers com volume útil de 250 mL, cada qual contendo cinco gramas da espuma juntamente com 150 mL do meio de crescimento.

O meio de crescimento e os saquinhos de polietileno foram transferido para o 3 erlenmeyers com volume útil de 250 mL, com cada um contendo 5 gramas de espuma juntamente com 150 mL de meio de crescimento. Em seguida, inoculou-se a solução de esporos, na concentração de 2×10^9 esporos/mL, sendo o procedimento realizado próximo ao bico de Bunsen, para evitar contaminação do meio. Os erlenmeyers foram mantidos em uma mesa agitadora horizontal, sob agitação de 150 rpm e $\pm 28^\circ\text{C}$ durante 2 semanas de modo que ao completar 48 h, o meio antigo foi substituído por um novo. Após a etapa de imobilização, as espumas foram transferidas para o reator em batelada para a partida do mesmo.

Montagem e operação do reator em bateladas sequenciais:

Para a realização do tratamento, foi utilizado efluente diluído a 20% (v/v), visto que em condição de seu uso *in natura* houve falência do reator, provavelmente devido à intensa perda de biomassa (PIRES, 2011). Portanto, o efluente sintético utilizado no tratamento teve como base o efluente *in natura*, acrescido de nutrientes, antibióticos e fonte de carbono, sacarose (4 g/L).

O reator, confeccionado em vidro, possuía volume total de 5 litros e foi operado em ciclos de 48 h, recebendo a cada ciclo 4 L de efluente sintético com a seguinte composição: 900 mL do efluente bruto coletado na indústria e 3.600 mL de água da torneira, meio basal com a seguinte composição (em g/L): MgSO_4 (1,12), K_2HPO_4 (0,9), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,04), $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,36), H_2MoO_4 (0,22), $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,22), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,22), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7(\text{H}_2\text{O})$ (0,18).

Também foi utilizada 1 mL/L de uma solução de micronutrientes solução de *Vishniac* de composição (em mg/L): H_3BO_3 (50), $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (2000), ZnCl_2 (50), $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (500), $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (38), $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (90) e $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (2000), além de 0,1 g/L de antibiótico. O pH do meio aquoso *in natura* foi previamente ajustado para 5,00, com ácido sulfúrico P.A para fornecer ao *Aspergillus niger* pH ótimo para seu metabolismo (GRIFFIN,1994).

RESULTADOS

Na Figura 1 é demonstrado o decaimento do corante ao longo dos ciclos estudados. A eficiência média de remoção de corante foi de 87%, com concentração média afluente de 23 mg/L de corante e concentração média efluente, após às 48 horas de operação, de 3 mg/L. As melhores remoções ocorreram nos ciclos C3, C4 e C13, com eficiências de 96%, 96,4% e 94,6 %, respectivamente. E as menores remoções ocorreram nos ciclos C2 (58,4%) e C9 (69%).

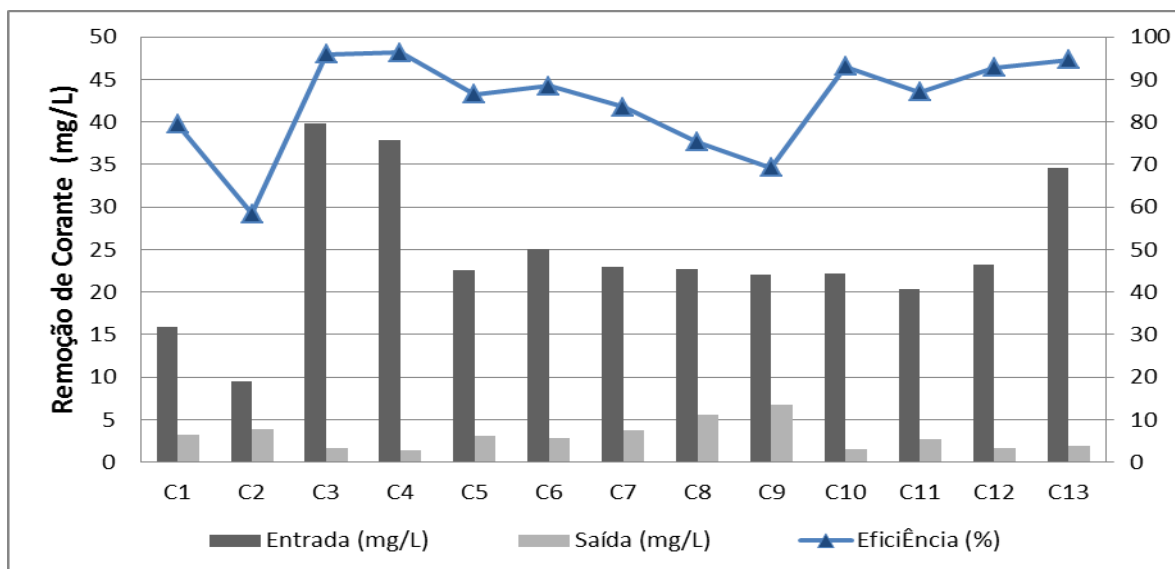


Figura 1: Remoção do corante ao longo dos ciclos operacionais de 48h em RBS.

Alguns estudos buscaram identificar a influência do cossustrato na remoção de corante do meio. Em Khelifi *et al.* (2008), foi estudada a influência de cossustratos primários, como a glicose, amido, glicerol e lactose, na remoção dos corantes Índigo e Vermelho do Congo, ambos com concentração inicial de 150 mg/L, com a espécie *Aspergillus alliaceus*. Todas as fontes de carbono estudadas influenciaram a eficiência remoção de corante positivamente, afora a lactose, que segundo os autores apresentou baixa afinidade com o fungo em estudo. As fontes primárias mais eficientes foram a glicose e o amido, tanto para o Índigo como para o Vermelho do Congo, obtendo-se ao final de 10 dias a descolorização quase que completa, com eficiência de 98,6% e 98% para o Índigo e Vermelho do Congo, respectivamente.

Na pesquisa de Xian-Chun Jin *et al.* (2006), a fonte de carbono primária estudada que obteve melhor resultado foi a sacarose (10g/L) em água residuária composta por corantes reativo em um sistema de batelada e a espécie fúngica avaliada foi *Aspergillus fumigatus* XC 6. Os autores concluíram como resultado que a presença do cossustrato também aperfeiçoou o processo de remoção de corante do meio, que se aproximou de 100% de remoção. Para as outras fontes de carbono estudadas, a glicose, celulose e a maltose, ambas também com 10g/L, a remoção de corante foi de 78,8%, 52,1% e 87,6% , respectivamente.

No presente estudo, a boa eficiência de remoção de corante pode ser atribuída à presença de um cossustrato de fácil assimilação no meio, uma vez que os fungos são expostos a substâncias complexas e recalcitrantes, sendo necessária uma fonte auxiliadora na degradação do corante pelo mecanismo de nutrição utilizado pelos microrganismos, mecanismo este conhecido por cometabolismo (CHAVES *et al.* 2009).

Contudo, em alguns trabalhos a presença do cossustrato não influenciou no processo de degradação do corante, como no estudo de Pessoa (2007), onde tanto nos reatores que possuíam glicose no meio como nos que não possuíam obtiveram as melhores remoções, o que indica que a presença do cossustrato não foi determinante no processo de degradação do corante.

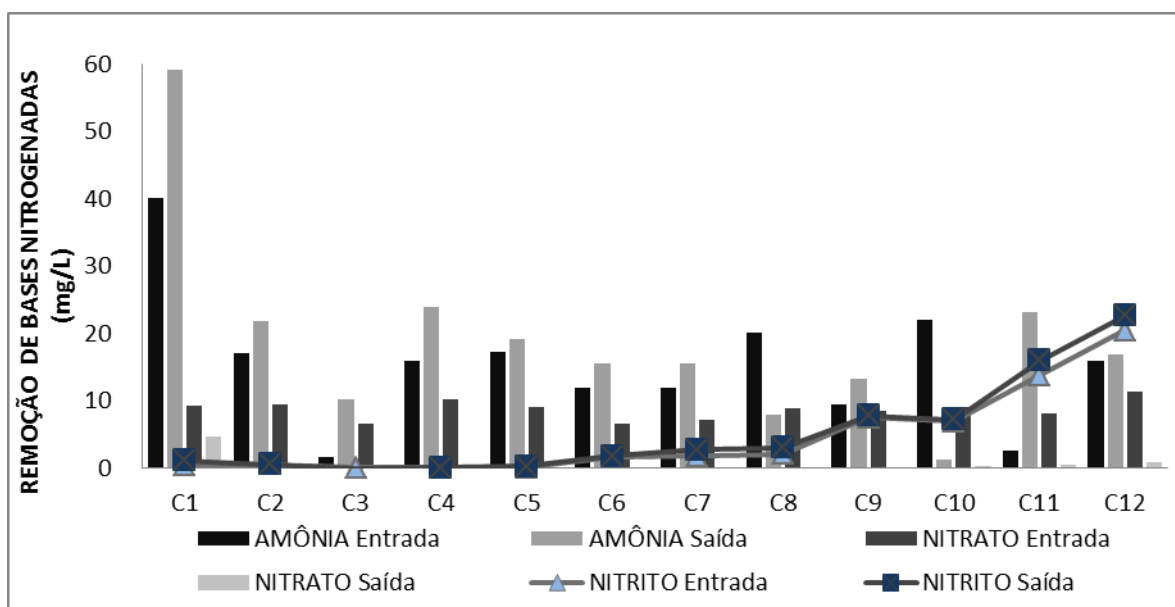


Figura 2: Remoção das bases nitrogenadas ao longo dos ciclos operacionais de 48h em RBS.

Os fungos filamentosos são capazes de metabolizar uma série de compostos nitrogenados para o alcançarem o requerimento nutricional indispensável para o seu desenvolvimento (SIQUEIRA *et al.* 2012). No que concerne à remoção de bases nitrogenadas, o consumo de nitrato e nitrito foi superior ao consumo de amônia. A concentração média afluente de nitrato e de nitrito foi de 8,9 mg/L e 1,7 mg/L, respectivamente, enquanto a concentração média efluente, das mesmas variáveis, foram de 0,065 mg/L para nitrato e 0,28 mg/L para nitrito. Com eficiência média de 99% e 91% para nitrato e nitrito respectivamente.

Em relação à amônia os valores das concentrações mostraram que não houve sua remoção do meio, e sim o acúmulo desta. A concentração média afluente de amônia foi de 15,9 mg/L e 16,1 mg/L para a média efluente. Normalmente, o consumo de amônia é superior ao consumo de outras fontes de nitrogênio, uma vez que os fungos a assimilam mais facilmente, já que há menos gasto energético para metabolizá-la. Contudo, segundo SILVA (2009), o consumo de amônia é reprimido quando o pH do meio encontra-se abaixo de 4, o que ocorreu em praticamente todos os ciclos do pesquisa como pode ser visto na Figura 3, causando o seu acúmulo no meio externo, como resultado da expulsão de H⁺ do meio intracelular na tentativa de buscar o equilíbrio do pH no interior da célula, cujo valor provavelmente estaria baixo, devendo ficar em torno de 7,0.

No estudo de Li e Kane (2008), os autores justificaram as alterações de nitrato e amônia pelo fato de, no metabolismo fúngico, ocorrer armazenagem do excesso de nitrogênio em seus vacúolos. E sempre que há precisão de manter o equilíbrio do pH no interior das células, estas liberam para amônia e H⁺, diminuindo os valores do pH no meio.

De acordo com Jennings (1995) *apud* Rodrigues (2010), a espécie *Arpergillus niger* possui habilidade de conversão tanto de nitrato como de nitrito a amônia. Mediante a ação de enzimas nitrato reductases e nitrito reductase, os fungos convertem nitrato a nitrito e este a amônia. Sobre o excesso de nitrogênio liberado pelo fungo na forma de amônia, é possível que o fungo possa ter superestimado a sua necessidade metabólica, armazenando no meio elevado quantidade de amônia e nitrato para as suas células.

No interior das células o nitrato é convertido à amônia, o que ajudou ainda mais para o seu excesso, sendo esta liberada para o meio extracelular, o que provavelmente explicaria as altas concentrações de amônia ao final dos ciclos estudados.

Quanto ao nitrito, foram observadas remoções foram satisfatórias. A água residuária, de forma geral, apresentou baixas concentrações deste, com média afluente de 1,68 mg/L, contudo, quando estas concentrações aumentavam, o sistema respondeu de forma eficiente, alcançando índices de até 96% no ciclo 9.

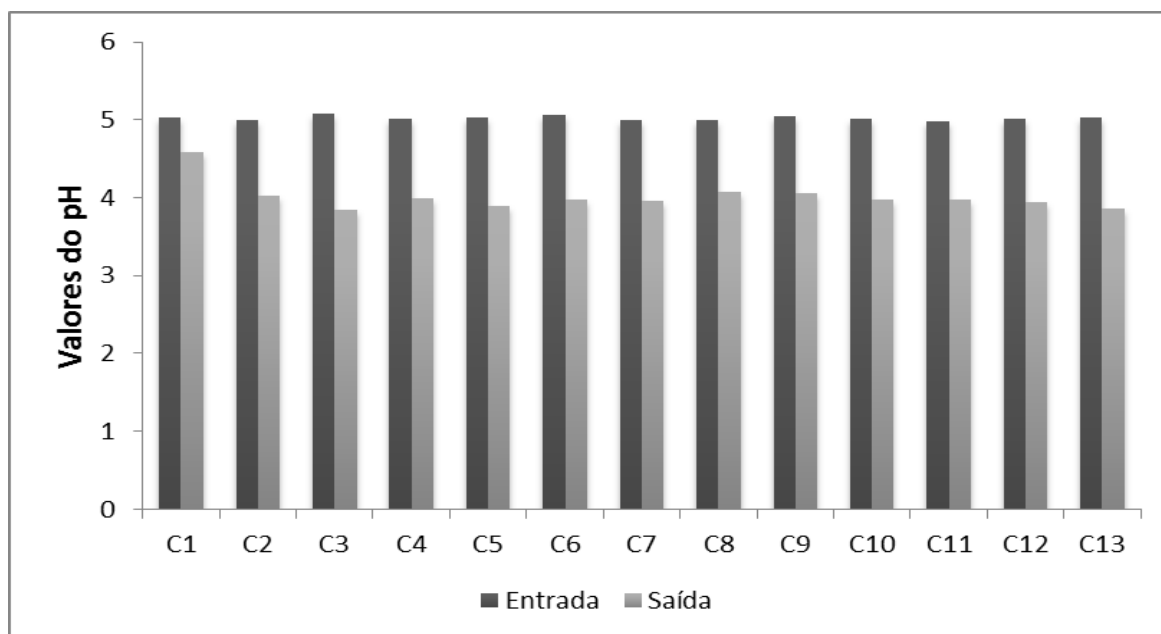


Figura 3: Valores de pH ao longo dos ciclos operacionais de 48 h em RBS.

A observação do pH fez-se necessária pois este influencia diretamente o metabolismo fúngico. Segundo Griffin, 1994, de modo geral, o ideal para o crescimento dos fungos é que o pH do meio encontre-se entre 4 e 6, muito embora os microrganismos aceitem uma ampla faixa de pH, variando de 2 a 9. Por isso, buscou-se manter o pH em torno de 5 nas entradas dos ciclos operacionais.

A média de pH na entrada de cada ciclo foi de 5,02 e média efluente, de 3,97. O decaimento gradativo do valor do pH pode também indicar a adaptação dos fungos a nova condição, onde estes produziram, provavelmente, durante seu metabolismo, substâncias que acidificaram o meio, as quais seriam resultantes da utilização do corante e da sacarose como substrato (SILVA, 2012).

O decaimento do pH acompanhou a remoção de corante, onde as melhores remoções ocorreram nos ciclos onde houveram as maiores diminuições de pH, como nos ciclos C3 e C4, onde a eficiência de remoção de Índigo Carmim alcançou 96%, com variação de pH de 5,08 para 3,85 no ciclo 3 e 5,04 para 4,0 no ciclo 4.

No que diz respeito à matéria orgânica carbonácea a remoção média, em termos de DQO bruta, a remoção média foi de 43%, com máxima de 85% no ciclo 12 e mínima no ciclo 11, com 19%. Para a DQO filtrada, foi obtida a média de remoção de 38% com máxima de 84% no ciclo 12 e mínima de 15%, no ciclo 11.

Em termos de concentração, a média obtida para DQO filtrada foi de 4391 mg/L no afluente e de 2881 mg/L no efluente. Já para a DQO bruta a concentração média afluente foi de 4922 mg/L e de 2808 no efluente.

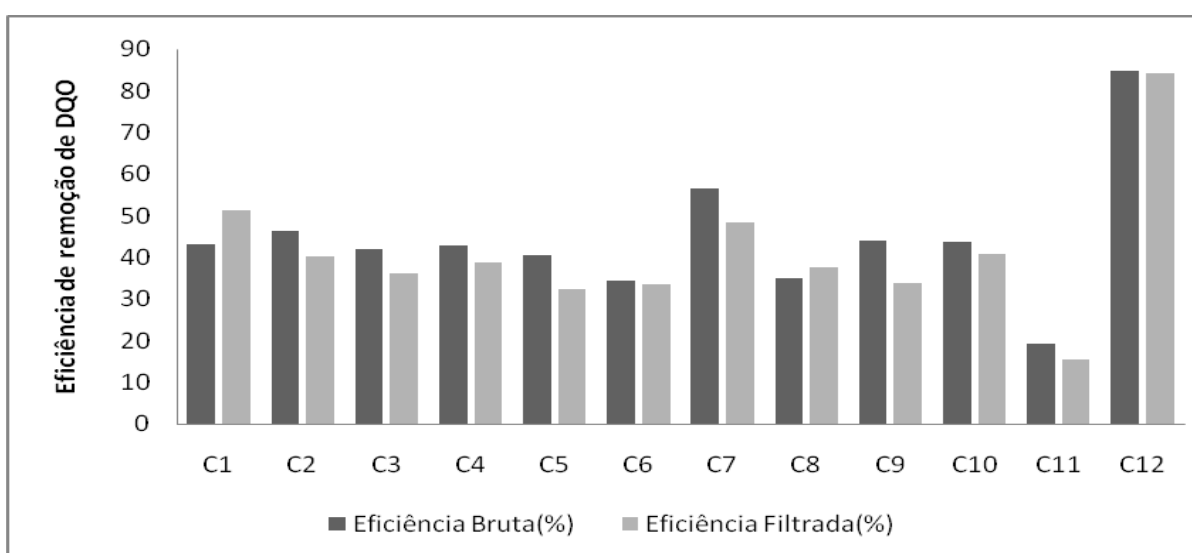


Figura 4: Eficiência de remoção de DQO bruta e filtrada ao longo dos ciclos operacionais de 48h em RBS.

No que se refere à DQO bruta, a biomassa desprendida aleatória e parcialmente e/ ou a presença de sacarose, com concentração de 4 g/L, pode ter intervindo nos resultados encontrados, como houve remoção de corante em todos os ciclos do estudo, pode ter corrido a formação de subprodutos a partir do consumo do cossubstrato, sacarose, e da mineralização parcial do corante Índigo Carmim, o que pode ter contribuído para os valores encontrados de remoção de DQO.

De acordo com Melo *et al* (2009), a sacarose é composta por dois diferentes monossacarídeos, o que deveria atribuir maior energia aos micro-organismos e, por conseguinte, uma melhor eficiência de remoção sobre os demais cossubstratos. Em adição, segundo Singh (2006), o poluente se envolve em reações secundárias com os produtos formados durante a oxidação do cossubstrato, facilitando a bioassimilação do poluente principal. Contudo, o autor afirma ainda que o excesso de substrato causa a inibição, o que sugere que a baixa eficiência de remoção de matéria orgânica possa ser assim justificada. Em outro estudo, trabalhou-se com remoção de Índigo Carmim por *Aspergillus niger* utilizando como cossubstrato a glicose em concentração mais baixas, 3g/L, nesta pesquisa foi alcançada a eficiência de média de remoção de DQO filtrada de 69% e de 66,5% para DQO bruta (SANTOS, 2012). O que converge com a afirmação do autor supracitado.

O decréscimo de eficiência de remoção de matéria orgânica, como no ciclo C11, pode ainda está relacionada com a formação de subprodutos originários da utilização de corante, uma vez que houveram boas remoções de

corante em todos os ciclos da pesquisa, pelo micro-organismo e até por liberação de compostos de excreção (Silva *et al.*, 2012).

Os dados de eficiência de DQO filtrada não se diferencia muito dos dados da DQO bruta, sugerindo que provavelmente, a baixa eficiência da redução da concentração de DQO estaria relacionada com subprodutos presentes no meio, ou ainda à substâncias excretadas pelos fungos originadas do seu metabolismo (PESSOA, 2007).

A diminuição da eficiência de remoção de DQO também foi relatada com Somasiri *et al.* (2008), onde a DQO não acompanhou a remoção de eficiência do corante. O autor citado estudou o efluente têxtil tratado em reator anaeróbico com manta de lodo, e ao longo do estudo também se observou o acúmulo de subprodutos oriundo da degradação das moléculas do corante, resultando no aumento de DQO, semelhante aos resultados obtidos aqui.

CONCLUSÕES

Com base na condições operacionais empregadas pode-se concluir que o fungo se adaptou a nova fonte primária de carbono oferecida, a sacarose, com eficiências de remoção de corante, nitrato e nitrito superiores a remoção de amônia. O fungo mostrou-se capaz de adaptar o meio a suas necessidades metabólicas com controle pH, mantendo-o favorável ao seu metabolismo, variando em média de 5,02 a 3,98.

Contudo, faz-se necessário um estudo sobre como a concentração do cossubstrato, a sacarose, influencia a eficiência da remoção de matéria orgânica. Como também a identificação dos subprodutos gerados durante a operação.

Novos experimentos devem ser realizados a fim de que o tratamento biológico torne-se cada vez mais eficiente, estudando novas fontes de carbono e novas diluições do efluente têxtil. Proporcionando a comunidade fúngica melhores condições metabólicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20^a edição. American Water Work Association, Water Environment federation. Washington: 2005. 953p.
2. CHAVE, B.C.; VIDAL, RODRIGUES, K.; RONALD, C. R.; SAMPAIO, G. M. Tratamento biológico anaeróbico-aeróbico para remoção de corante de água residuária sintética, 2009.
3. DAS, N. and DAS, C. Bioaccumulation of Synthetic Dyes by *Candida tropicalis* Growing in Sugarcane Bagasse Extract Medium. D. Environmental Biotechnology Division, School of Biosciences and Technology, VIT University, Vellore, 632 014, Tamil Nadu, India. , 2010.
4. GRIFFIN, D. H. Fungal physiology. 2nd ed. New York. Wiley-Liss, 1994. 458p.
5. JENNINGS, D. H. The physiology of fungal nutrition. United Kingdom: Cambridge University Press, 1995.
6. KHELIFI, E., AYED, L., BOUALLAGUI, H., TOUHAMI, Y., HAMDI, M. Effect of nitrogen and carbon sources on Indigo and Congo red decolorization by *Aspergillus alliaceus* strain 121C, 2008.
7. LI, S. C., KANE, P. M.. The yeast lysosome-like vacuole: Endpoint and crossroads. 2008. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research, Volume 1793, Edição 4, Abril/2009, p. 650-663.
8. MELO, I.; GOMES, K.; JÚNIOR, A.M; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Remoção de Nutrientes e de Matéria Orgânica Carbonácea de Água Residuária Sintética Contendo Corante Vermelho do Congo pelo Uso de Reator em Batelada Sequencial com Inóculo de *Aspergillus niger* AN400. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação e Tecnologia. 2009
9. NOVOTNY, C., SVOBODOVA, K., KASINATH, A., ERBANOVA, P.. Biodegradation of synthetic dyes by *Irpex lacteus* under various growth conditions. Int. Biodeterior Biodegradation 54, 215–223, 2004.
10. PEREIRA, J.F.; LIMA, J.O.; ROCHA, R.B.; MEDINA, P.X.L.; ARAÚJO, E.F. DE; QUEIROZ, M.V. Nitrato reductase em fungos filamentos. Revista Bioctenologia, Ciência e Desenvolvimento, v.31,n.7,p.74-85,2003.

11. PIRES, J. Avaliação do tratamento de água residuária de indústria têxtil utilizando reatores em batelada inoculados com *Aspergillus niger* AN 400. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Departamento de Química e Meio Ambiente, IFCE, Fortaleza, 66p, 2011.
12. RODRIGUES e SAMPAIO, 2012- RODRIGUES, K.; MARINHO, G. Fungos e Águas Residuárias Industriais: uma nova tecnologia. Fortaleza, Editora Imprima, 414p, 2012.
13. SANTOS, A. D. O.; CAVALCANTE, J. O.; SILVA, K.M.; CARDOSO, A.; WANDERLEY, C. R.; RODRIGUES, K. Uso de biorreator fúngico operado em bateladas sequenciais para o tratamento biológico de efluente têxtil diluído. Congresso de Pesquisa e Inovação Norte Nordeste de Educação e Tecnologia, 2012.
14. SILVA, K. M. L. Biodegradação de corante azo em meio sintético por *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelada. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Departamento de Química e Meio Ambiente, IFCE, Fortaleza, 81p, 2009.
15. SILVA, K.; ANDRADE, M.; MARINHO, G.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Estudo da influência da glicose como co-substrato em meio aquoso sintético têxtil na remoção de corante azo e matéria orgânica por *Aspergillus niger* AN 400 inoculado em reator em batelada repetida. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação e Tecnologia. 2009
16. SILVA, L. V. C.; ANDRADE, M.V.; RODRIGUES, K. MARINHO, G. Remoção de DQO e nutrientes efluentes sintético de laticínio em bateladas sequenciais com *Aspergillus niger* AN400. Fungos e águas residuárias industriais: Nova Tecnologia, 2012.
17. SING, H. Mycoremediation: Fungal Bioremediation. Canada: Wiley, 617p., 2006
18. SIQUEIRA, J. P.; MOREIRA, I. C. DE Q.; CELESTINO, P.; WANDERLEY, C. R. P.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Tratamento de água residuária com BTX por reatores em bateladas com inóculo fúngico. Fungos e águas residuárias industriais: Nova Tecnologia, 2012.
19. SOMARI, N. *et al.* Evolution of the efficacy of up flow anaerobic sludge blanket reactor in removal of colour and reduction of COD in real textile . Bioresource Technology v. 99, n. 9, P. 3692-3699, 2008.
20. WANDERLEY, R.C.W. *Aspergillus Niger* AN400 como inóculo de reatores em batelada para a remoção de corante Vermelho do Congo em meio aquoso sintético. 67F. DISSERTAÇÃO- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, FORTALEZA, 2007.
21. XIAN-CHUN JIN, GAO-QIANG LIU, ZHENG-HONG XU, WEN-YI TAO. Decolorization of a dye industry effluent by *Aspergillus fumigatus* XC6. Environmental Biotechnology. 2006.
22. YANG, Q.; LI, C.; LI, H.; LI, Y.; YU, N. Degradation Of Synthetic Reactive Az Dyes And Treatment Of Textile Wastewater By A Fungi Consortium Reactor Biochemical. Engineering Journal, V.43, P.225-230, 2009.