



## II-130 - REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DE EFLUENTE DA INDÚSTRIA DE CASTANHA DE CAJU USANDO REATOR EM BATELADA COM INÓCULO FÚNGICO

**Marina Lopes<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IF-CE.

**Patrícia Celestino**

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IF-CE.

**Marcus Andrade**

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IF-CE.

**Glória Marinho**

Farmacêutica pela UFC, Doutora em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professora do Departamento da Área de Química e Meio Ambiente, IF-CE.

**Kelly Rodrigues**

Engenheira Civil pela UEMA, Doutora em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professora do Departamento da Área de Química e Meio Ambiente, IF-CE.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Russas, 1A - Centro - Fortaleza - Ceará - CEP: 60060-070 - Brasil - Tel: (85) 8875-7910 - e-mail: [marinalopes\\_ce@hotmail.com](mailto:marinalopes_ce@hotmail.com)

### RESUMO

Devido a problemas de eutrofização de corpos d'água motivados pelo descarte inadequado de esgotos surgiu a necessidade do desenvolvimento de tecnologias de tratamento capazes de remover concentrações excessivas de nutrientes nestes despejos. Dentro desse contexto, o uso de reatores biológicos com fungos é uma alternativa que apresenta resultados positivos, de modo que esta pesquisa objetivou estudar a eficiência da remoção de nitrogênio e fósforo do efluente de uma indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio em batelada repetida, empregando como inóculo *Aspergillus niger* AN 400, imobilizado em manta de polipropileno. O reator possuía volume total de 14 L e foi aerado por minicompressores de ar. A cada semana, era alimentado com 5 L de água residuária, acrescida de solução nutriente Vishniac (1mL/L), cloranfenicol (0,05 g/L), para minimizar a contaminação por bactérias, e glicose como co-substrato, na concentração de 1g/L de glicose (Etapa I) e de 5g/L (Etapa II). Cada etapa apresentou 6 ciclos operacionais, com tempo de reação total de 7 dias, retirando alíquotas do meio a cada 24 h. Foram realizadas análises de amônia, nitrito, nitrato, pH, fósforo total e ortofosfato. Foram alcançadas remoções médias de 58% de fósforo total, 63% de ortofosfato, 88% de amônia, 82% de nitrato e 99 % de nitrito, todas na Etapa II. As concentrações de amônia foram superiores à de nitrato ao longo de todos os ciclos operacionais, o que pode indicar a conversão do nitrato à amônia pelos fungos. Os valores de pH dos efluentes durante a Etapa I apresentaram-se elevados, variando entre 6,4 a 8,7, porém na Etapa II, o pH do efluente manteve-se constante, em torno de 4, possivelmente devido à maior concentração de ácidos orgânicos provenientes da degradação da maior quantidade de glicose presente no meio (5g/L). De forma geral, o reator obteve melhores resultados de remoção durante a etapa de 5 g/L de glicose.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Aspergillus niger*, Reator, Fósforo, Nitrogênio, Batelada Repetida.

### INTRODUÇÃO

O grande processo de industrialização e o descarte irregular de esgotos domésticos e industriais têm acarretado sérios problemas ambientais, como os relacionados à eutrofização de corpos d'água receptores (Esteves, 1998). A eutrofização se deve ao crescimento exagerado de algas que é motivado pela descarga de grandes quantidades de nutrientes – notadamente nitrogênio e fósforo.

Assim, para proteger os corpos d'água receptores do lançamento inadequado de despejos de efluentes, tornou-se necessário desenvolver novas tecnologias para a remoção adequada de macronutrientes de efluentes. Dentre as tecnologias de tratamento, os fungos vêm se mostrando hábeis em degradar muitos compostos, inclusive compostos tóxicos, presentes nos mais variados efluentes (Corso e Jesus, 2000; Rodrigues, 2006; Oliveira, 2008).



Os fungos sobrevivem e crescem sob condições limitantes, em meios com concentrações elevadas de compostos persistentes ao tratamento biológico (Lewandowski, Armenante e Pak, 1990; Santos e Linardi, 2004), além de possuírem a capacidade de suportar possíveis choques de carga orgânica e grandes variações de oxigênio, de umidade e de pH (Rodrigues *et al.*, 2005).

O fungo *Aspergillus niger*, em particular, possui importante papel biotecnológico, uma vez que é utilizado na produção de ácidos orgânicos e enzimas (Jernejc e Legisa, 2004). No saneamento, estudos laboratoriais vêm comprovando a importância desse fungo no tratamento de diversos efluentes (Neto *et al.*, 2007; Chaves *et al.*, 2008).

A proposta desta pesquisa foi avaliar a eficiência de remoção de nitrogênio e de fósforo presentes em água residuária de indústria de beneficiamento da castanha de caju, verificando a efetividade da utilização da espécie *Aspergillus niger* AN400. Essas águas residuárias, segundo Santaella *et al.* (2002), são propícias para serem submetidas ao tratamento biológico devido à relação DQO/DBO e às concentrações de nitrogênio e fósforo. Optou-se pelo uso de reator em batelada repetida, o qual, segundo Cybis, Santos e Gehling (2004), é uma unidade que apresenta maior facilidade operacional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará –LATAM/IF-CE.

### Imobilização de biomassa em meio suporte

O meio suporte empregado para imobilização da espécie foi manta de polipropileno, de 2 x 2 cm, agrupadas em seis redes de polietileno, cujo peso total era de 60 g. A imobilização da espécie ocorreu segundo os procedimentos realizados por Vassilev *et al.* (1997).

### A água residuária utilizada

O efluente utilizado na pesquisa foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de uma indústria de beneficiamento da castanha de caju, localizada em Fortaleza – CE, sendo a coleta realizada logo após a unidade de equalização. As coletas ocorreram semanalmente, durante o período de 03 de março a 26 de maio de 2008.

### Operação do reator em batelada repetida

Foi utilizado um reator de vidro de formato cilíndrico, previamente esterilizado, com volume reacional de 5 L (Figura 1). Em seu interior foi adicionada a biomassa imobilizada e depois houve seu preenchimento com a água residuária, o qual foi aerado por uso de minicompressores de ar.



**Figura 1: Reator operado na pesquisa, em regime de batelada, com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

O reator foi operado em duas etapas, cada uma com 6 ciclos com duração de 7 dias, ao longo dos quais foram retiradas alíquotas para acompanhamento da variação de nutrientes nos tempos de reação de 24 h, 48 h, 72 h e 168 h.

Antes de ser adicionada ao reator era feita a caracterização da água residuária no início de cada ciclo operacional, a mesma era acidificada até pH em torno de 4, com ácido clorídrico (5 N) para criar condição de meio ácido, mais favorável ao fungo (Griffin, 1994), além de diminuir a atividade de bactérias oportunistas.

Foi acrescentado também solução nutriente Vishniac (1 ml/L) e cloranfenicol (0,05 g/L) para minimizar a contaminação por bactérias. A glicose foi o co-substrato utilizado, sendo que, na primeira etapa, utilizou-se 1 g/L de glicose e, na segunda, 5 g/L, a fim de verificar se haveria melhor eficiência na remoção de nutrientes pelos fungos.

### **Variáveis monitoradas**

No decorrer da semana foi realizado o acompanhamento das variáveis: potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total, ortofosfato e demanda química de oxigênio (DQO). A metodologia utilizada para realização das análises encontra-se escrita em APHA (1995), com exceção do nitrato, que foi executada de acordo com Rodier (1975). Na Etapa I não foi possível a determinação de nitrato e ortofosfato.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Caracterização da água residuária**

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios e de desvios-padrão para cada variável do afluente e do efluente do reator em batelada.



**Tabela 1: Valores médios e de desvios-padrão dos parâmetros analisados durante o estudo quando da caracterização da água residuária no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

PARÂMETRO ANALÍTICO	VALOR MÉDIO $\pm$ DESVIO-PADRÃO		
	AFLUENTE	EFLUENTE – ETAPA I	EFLUENTE – ETAPA II
pH	7,9 $\pm$ 2,2	7,7 $\pm$ 0,8	5,1 $\pm$ 1,8
Amônia (mg/L)	91,8 $\pm$ 142,7	17,3 $\pm$ 11,7	16,1 $\pm$ 9,6
Nitrito (mg/L)	0,258 $\pm$ 0,645	0,169 $\pm$ 0,240	0,007 $\pm$ 0,008
Nitrato (mg/L)	17,4 $\pm$ 21,8	----	3,1 $\pm$ 2,3
Fósforo total (mg/L)	53,3 $\pm$ 65,7	22,5 $\pm$ 11,6	28,5 $\pm$ 13,7
Ortofosfato (mg/L)	311,2 $\pm$ 77,0	-----	113,3 $\pm$ 42,1
DQO bruta (mg/L)	1093,2 $\pm$ 561,5	601,9 $\pm$ 597,3	997,7 $\pm$ 294,5
DQO filtrada (mg/L)	791,2 $\pm$ 408,4	401,4 $\pm$ 440,3	817,6 $\pm$ 234,8

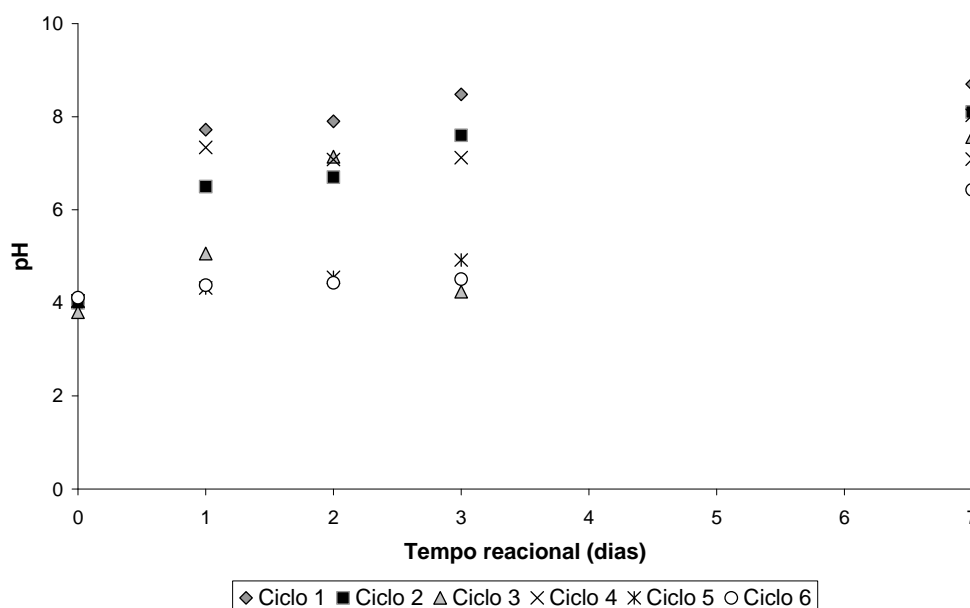
Foi observado, com exceção do pH, que no afluente os valores de desvios-padrão foram elevados, o que indicou baixa homogeneidade das características da água residuária bruta. Por se tratar de uma água residuária *in natura* proveniente de sistema industrial, já eram esperadas grandes oscilações das suas características iniciais, o que mostrou a facilidade de adaptação dos fungos às variações de carga orgânica, conforme relatado por Rodrigues (2006).

Em relação ao efluente do reator, as variáveis estudadas apresentaram variações muito inferiores às do afluente, ou seja, embora as características iniciais da água residuária oscilassem muito, o mesmo não aconteceu com o efluente do reator, mostrando que os fungos mantiveram a qualidade do efluente final, independente da carga orgânica a que o reator era submetido.

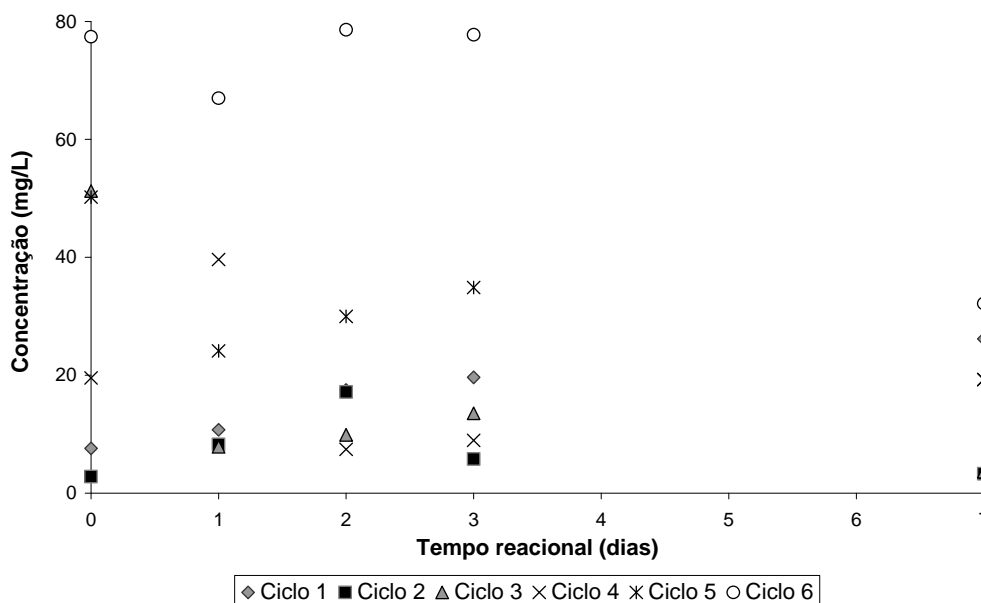
### Etapa I

A remoção média de DQO bruta, obtida ao longo dos ciclos, foi de 91%. Verificou-se que, durante esta etapa, o meio tendeu a alcalinizar, com valor médio final de pH de 7,7. De acordo com Griffin (1994), os fungos alteram o pH do meio onde se encontram devido à retirada diferenciada de cátions e ânions durante o transporte de substrato. E ainda, os fungos podem produzir amônia a partir de nitrato e nitrito, uma vez que a amônia é a forma prontamente assimilada pelos fungos. Desta forma, é possível que devido esta conversão, o meio tendesse a ficar alcalino, ocorrendo o consumo de prótons H<sup>+</sup>. A elevação do pH do meio também foi observada em outros trabalhos com reatores com fungos, como os de Rodrigues (2006) e Santaella (1999), nos quais o meio utilizado possuía nitrato como fonte de nitrogênio.

A remoção média final de nitrogênio amoniacal foi de 50% e do fósforo total foi de 37%. As concentrações de nitrito apresentaram-se sempre muito baixas, tanto no afluente quanto no efluente, onde a maior remoção foi de 92%. Nas Figuras 2 e 3 estão apresentadas as variações dos valores de pH e amônia por ciclo.



**Figura 2: Variação de valores de pH ao longo dos ciclos operacionais na Etapa I no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**



**Figura 3: Variação das concentrações de amônia ao longo dos ciclos operacionais na Etapa I no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

Em todos os ciclos, apesar da boa remoção final de nitrogênio amoniacal, houve aumento das concentrações no meio em algum dos tempos reacionais estudados. Provavelmente, esse incremento da concentração tenha ocorrido pela conversão de nitrato e nitrito a amônia, bem como pela quebra de compostos nitrogenados presentes na água residuária após a atividade enzimática, fato este ocorrido também com Rodrigues (1999) e Sá (1997).

## Etapa II

Nesta etapa, a remoção média final de DQO bruta foi de 93%. Embora o meio tendesse também a se alcalinizar (Figura 3), o valor médio final de pH foi de 5,1, valor esse inferior ao obtido na Etapa I. Provavelmente, a maior quantidade de substrato no meio, pela adição de 5 g/L de glicose, gerou maior

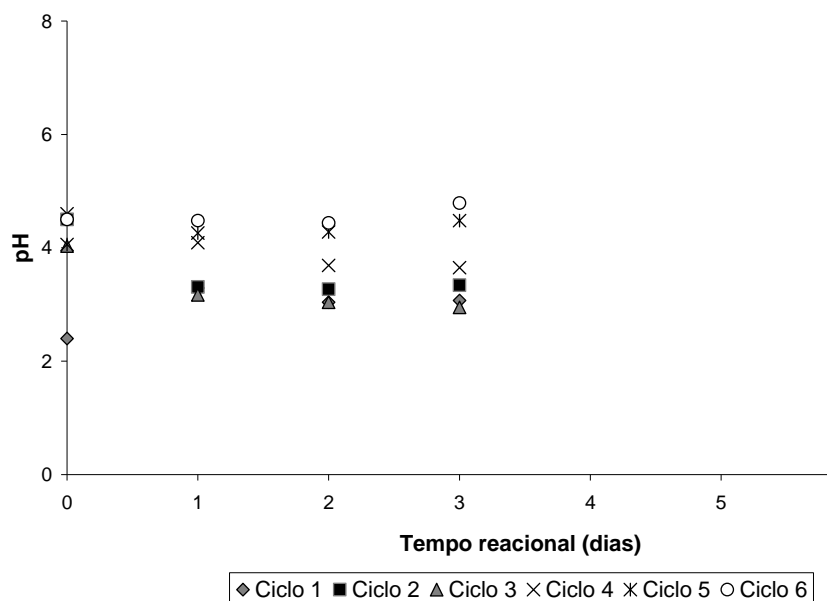


produção de ácidos orgânicos, sendo que, após a exaustão do substrato no meio houve provável consumo desses ácidos, o que pode explicar a elevação do pH registrada no último dia de todos os ciclos. A elevação do pH no último dia foi maior nos últimos três ciclos, o que pode ser indicativo da adaptação dos fungos ao meio com elevada concentração de glicose.

Na Tabela 2, são apresentados as remoções médias finais para o nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo e ortofosfato alcançadas nos ciclos da Etapa II.

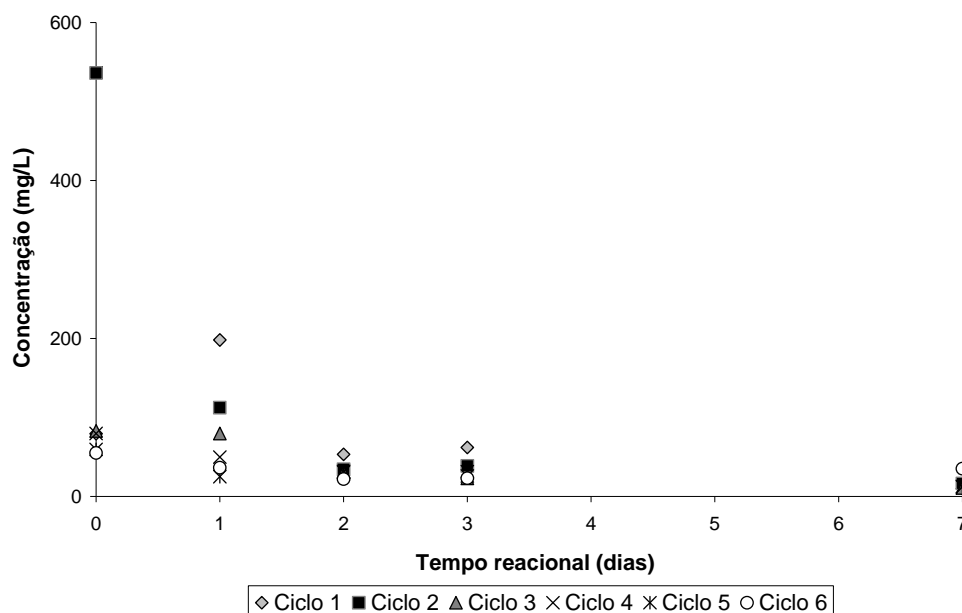
**Tabela 2: Remoção média, em percentual, alcançada pelo reator em batelada repetida, com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

PARÂMETRO ANALÍTICO	REMOÇÃO (%)
Amônia	89
Nitrito	98
Nitrato	82
Fósforo total	58
Ortofosfato	64

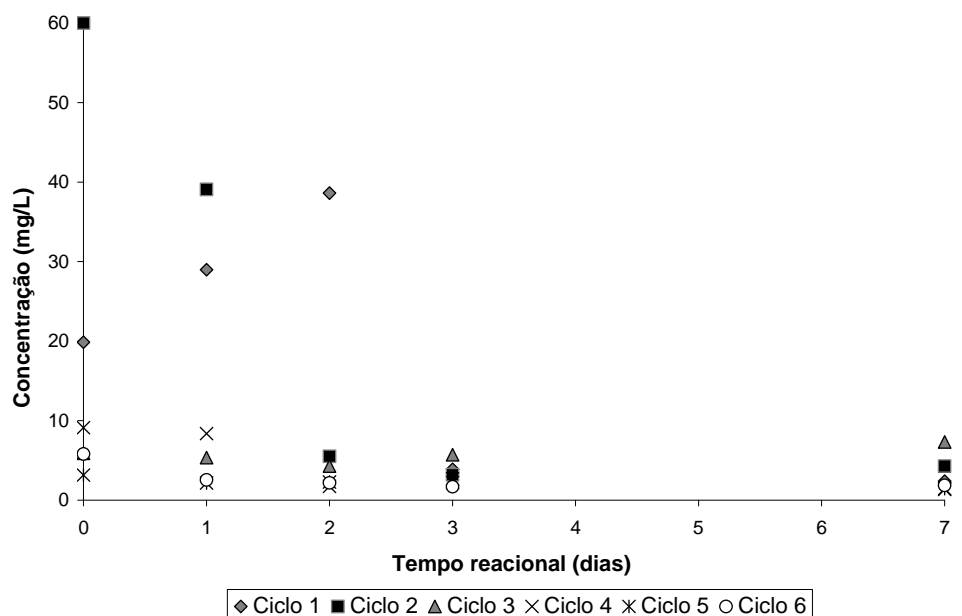


**Figura 3: Variação de valores de pH ao longo dos ciclos operacionais na Etapa II no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

Foi observado em todos os ciclos o consumo da amônia e de nitrato (Figuras 4 e 5), sendo a primeira a forma prontamente utilizada pelos fungos. Segundo Carlile e Watkinson (1994), a amônia é o maior regulador da assimilação de nitrogênio e em sua presença o uso de outras fontes de nitrogênio é reprimido. Contudo, segundo Foster (1949) citado por Rodrigues (1999), a preferência por amônia está sujeita a mudanças, dependendo do organismo, das condições do meio e da história do seu cultivo. A transformação de nitrato a amônia é mediada pelas enzimas nitrato redutase, que reduz nitrato a nitrito, e é formada somente na presença de nitrato, e a enzima nitrito redutase, que reduz nitrito à amônia (Carlile e Watkinson, 1994).



**Figura 4: Variação das concentrações de amônia ao longo dos ciclos operacionais na Etapa II no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**



**Figura 5: Variação das concentrações de nitrato ao longo dos ciclos operacionais na Etapa II no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

Segundo Leite *et al.* (2006), os fungos possuem estruturas denominadas vacúolos que realizam as funções de armazenamento de nitrogênio e fósforo, os quais podem ser acumulados e liberados em resposta à necessidade desses produtos no meio, o que pode justificar a remoção diferenciada de amônia e nitrato. Embora tenha ocorrido boa remoção de nitrato nos últimos dias de cada ciclo, particularmente, essa remoção foi sempre inferior à da amônia.

Papagianni *et al.* (2005) afirmam que íons amônio não são armazenados simplesmente nas células para servirem como depósitos, mas eles, no interior da célula, combinam-se com a glicose e formam glucosamina, a qual age como um composto energético de reserva utilizado pelos fungos durante a fermentação.

As menores remoções de nutrientes alcançadas pelo reator foram aquelas relacionadas às variáveis fósforo total e ortofósforo. A melhor remoção de ortofósforo foi de 87%, no Ciclo 2, e de fósforo total, de 79%, no Ciclo 4.

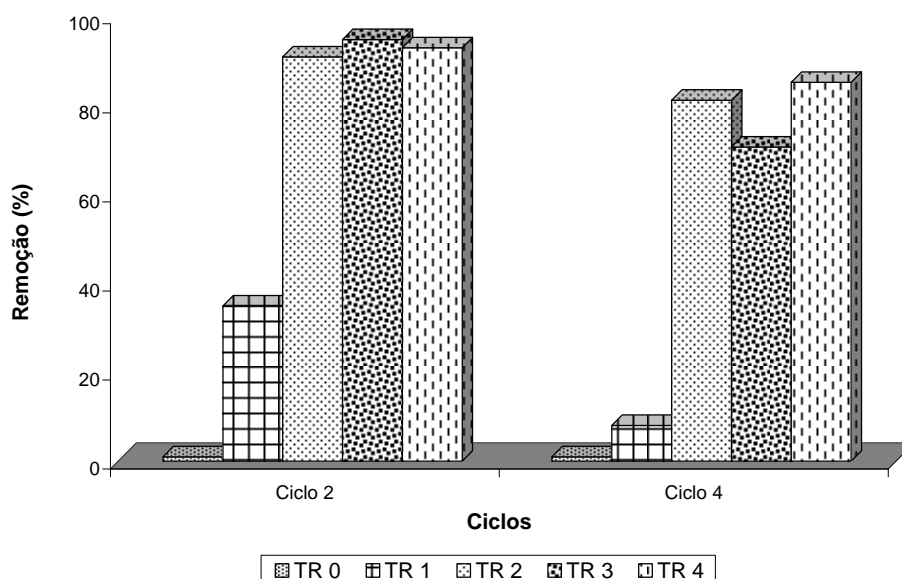


Figura 6: Remoção de nitrato, em percentual, dos tempos de reação dos Ciclos 2 e 4, alcançada pelo reator em batelada repetida, com *Aspergillus niger* AN400.

### Comparação de eficiências entre etapas I e II

Ao se comparar as duas etapas, constatou-se que os melhores resultados foram alcançados na Etapa II, para a maior parte dos parâmetros, conforme mostrado na Figura 7. Portanto, pode-se afirmar que os fungos se adaptaram muito bem ao meio com elevada concentração de glicose (5 g/L).

Provavelmente, a maior quantidade de glicose tenha proporcionado melhores condições de crescimento para os fungos. Há também o fato da maior concentração de glicose presente no meio ter fornecido maior possibilidade de combinação com a amônia armazenada nos vacúolos formando glucosamina (Papagianni *et al.*, 2005), o que pode explicar a melhor remoção de nitrogênio na Etapa II.

Ainda que a remoção média percentual de nitrogênio amoniacal tenha sido elevada na Etapa II (89%), a concentração média medida no efluente foi alta em ambas as Etapas (Etapa I – 17 mg/L e Etapa II – 16 mg/L). Em relação à matéria orgânica, praticamente, não houve diferença quanto à remoção média medida nas Etapas (Etapa I – 91% e Etapa II – 93%).

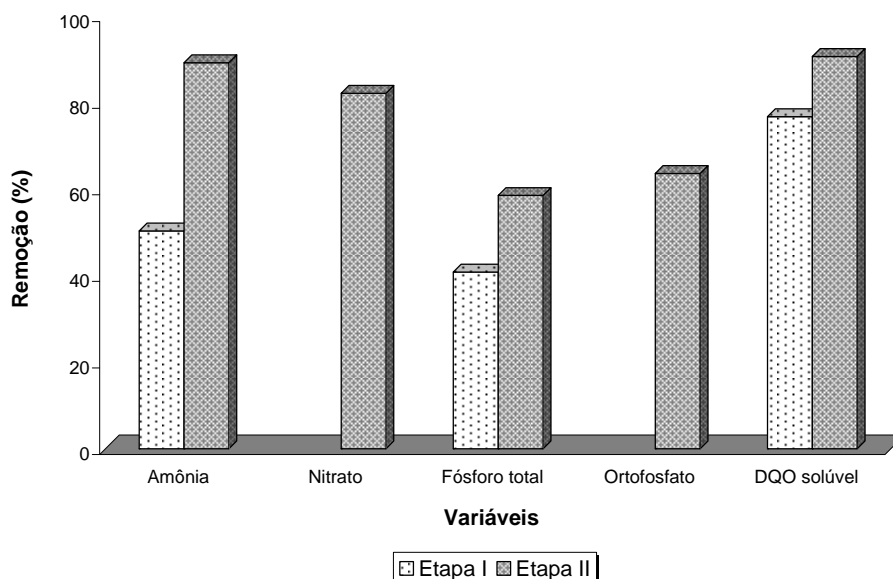


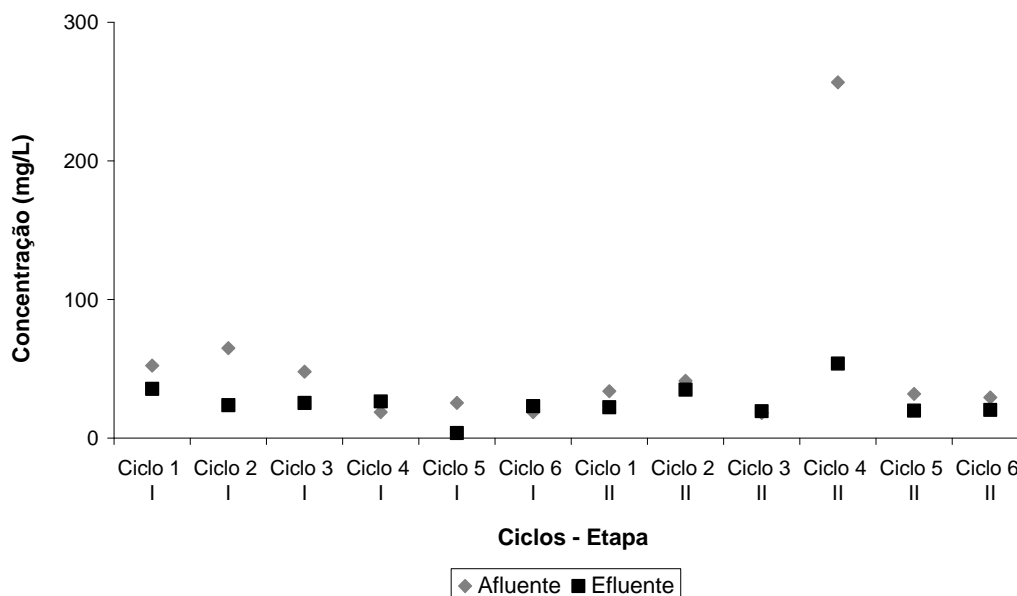
Figura 7: Porcentagem média final de remoção de acordo com as concentrações de glicose utilizada – 1 g/L (Etapa I) e 5 g/L (Etapa II), alcançada pelo reator em batelada repetida, com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.





Em relação à remoção de fósforo, o comportamento da concentração no afluente e no efluente foi similar durante todo o experimento, com exceção do Ciclo 4 da Etapa II, onde o nível de fósforo no afluente foi muito elevado (256 mg/L), provavelmente, devido a ocorrência de limpeza das linhas de produção e de equipamentos (Figura 9). Em alguns ciclos, a concentração do efluente foi superior ao do afluente, o que pode indicar que esse composto não foi assimilado pelos fungos, mas adsorvido no micélio ou armazenado nos vacúolos e, posteriormente, liberado.

Quanto ao ortofosfato houve comportamento semelhante, ou seja, em alguns ciclos houve um pequeno acréscimo da concentração no meio. Em estudos foi verificado que é comum em fungos o armazenamento nos vacúolos de fosfatos e polifosfatos como reservas (Korneberg, Rao & Ault-Riche, 1999).



**Figura 9: Concentrações de fósforo total no afluente e efluente por ciclos no reator em batelada repetida com inóculo de *Aspergillus niger* AN400.**

## CONCLUSÕES

Verificou-se que efluentes oriundos da indústria de beneficiamento de castanha de caju são adequados ao tratamento biológico, principalmente devido à presença de nitrogênio e DQO. Especificamente, o reator em batelada repetida com inóculo fúngico apresentou-se como uma alternativa viável para a remoção dos parâmetros analisados apresentando boas eficiências médias de remoção de DQO solúvel (93%), de amônia (89%), nitrito (98%), nitrato (82%), fósforo (58%) e ortofosfato (63%) na Etapa II, com adição de 5 g de glicose/L. Além disso, nesta Etapa, foi permitido o melhor controle das condições em relação ao pH, o qual apresentou-se menos alcalino que na Etapa I. A variação do pH na Etapa II se manteve mais constante, como possível consequência de uma maior produção de ácidos orgânicos, oriundos da degradação da maior concentração de glicose no meio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – AWWA - WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, 1998. 19º Edition.
2. CARLILE, M.J.; WATKINSON, S.C. The fungi. Academic Press – Hartcourt Brace & Company, San Diego, 1994. 482p.
3. CHAVES, K.O.; MONTEIRO, C.R.L; MUNIZ, C. R.; GOMES, R.B.; BUARQUE, H.L. de B. Adsorção de índigo carmim em biomassas mortas de *aspergillus niger*. Eng. sanit. ambient., Vol.13 - Nº 4 - out/dez 2008, 351-355.



4. CORSO, C. R.; JESUS, G. J. Interação Biosortiva entre *Aspergillus oryzae* paramorfológico e corante de efluente industrial.. In: XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2000, Porto Alegre. Anales do XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.. Rio Grande do Sul : ABES/RS, 2000. v. 27. p. 406-407.
5. CYBIS, L. F. A.; SANTOS, A. V. e GEHLING, G. R. Eficiência de reator sequencial em batelada (RSB) na remoção de nitrogênio no tratamento de esgoto doméstico com DQO baixa. Engenharia Sanitária Ambiental. Vol. 9 (3). p. 260-264. Julho-Setembro. 2004.
6. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ªed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 602 p.
7. FOSTER, J. W. Chemical Activities of Fungi. Academic Press, New York, 1949 apud K. de A. Rodrigues. Tratamento biológico de água residuária sintética de laticínios por decomposição fúngica. Dissertação de mestrado, Universidade federal do Ceará, 1999.
8. GRIFFIN, D. H. Fungal physiology. 2. ed. New York: Wiley-Liss, 1994. 458 p.
9. JERNEJC, K.; LEGISA, M. A drop of intracellular pH stimulates citric acid accumulation by some strains of *Aspergillus niger*., Journal of Biotechnology 112 (2004) 289–297.
10. KORNEBERG, A.; RAO, N. N.; AULT-RICHE, D. Inorganic polyphosphate: a molecule of many functions. Annu Rev Biochem, 125: 68-89, 1999.
11. LEITE, C. L.; GROPOSO, C.; SANTOS, E. R. D.; FIGUEIREDO, N. F.; GODINHO, P. da S.; ABRÃO, R. L. A particularidade de ser um fungo – I. Constituintes celulares. Biotemas, 19 (2):17-27, 2006.
12. LEWANDOWSKI, G. A., ARMENANTE, P. M., PAK, D. Reactor design for hazardous waste treatment using a White rot fungus. Water Research, v.24, n.1, 75–82, 1990
13. NETO, M. A. F.; FELIZ, J. P. L.; ARTHAUL, I. D. B.; LEITÃO, R. C.; SANTAELLA, S. T. Remoção de compostos nitrogenados de águas residuárias de refinarias de petróleo através de reatores biológicos com fungos. Ver. Tecnol. Fortaleza, 28 (1):85-96, 2007.
14. OLIVEIRA, S. D. de.; LEMOS, J.L.S.; BARROS, C.A.; LEITE, S.G.F. Emprego de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo: Estado da Arte. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 67p. (Série Tecnologia Ambiental, 45)
15. PAPAGIANNI, M.; WAYMAN, F. M.; MATTEY, M. Fate and role of ammonium ions during fermentation of citric acid by *Aspergillus niger*. Appl Environ Microbiol 2005;71:7178–86.
16. RODIER, J. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux residuels, eaux de mer. Paris: Dunod, 1975. 629 p.
17. RODRIGUES, K. A. Uso de reator biológico com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética com fenol. 2006, 144p. Tese. (Doutorado em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo), São Carlos, São Paulo, 2006.
18. RODRIGUES, K. de A. Tratamento biológico de água residuária sintética de laticínios por decomposição fúngica. Fortaleza, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará), 113p. 1999.
19. RODRIGUES, K. de A.; SAMPAIO, G. M. M. S.; SAMPAIO, M.; SANTAELLA, S. T. Remoção de fenol e água residuária sintética por uso de reator com fungos. In Anais do XV SINAFERM, Recife, 2005. CD-ROM.
20. SÁ, I.M.B. Biotratamento de efluente de uma indústria de laticínios por ação de fungos decompositores. Fortaleza. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 83p. 1997.
21. SANTAELLA, S. T. Estudo de tecnologias apropriadas para tratamento de efluentes da indústria de castanha de caju. Relatório Institucional de Pesquisa. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - UFC, Fortaleza, 1999, 31p.
22. SANTAELLA, S. T.; LEITÃO, R. C.; MENEZES, E. A.; SILVA, F.J.A.; ARAGÃO, K. S.; GIFFONI, D. A. Emprego de fungos para tratamento biológico dos efluentes da indústria de beneficiamento da castanha de caju. In Anais do VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, 8, 1-9, 2002.
23. SANTOS, V. L.; LINARDI, V. R. Biodegradation of phenol by a filamentous fungi isolated from industrial effluents – identification and degradation potencial. Process Biochemistry, 39 (1):1001-1006, 2004.
24. VASSILEV, N.; FENICE, M.; FEDERICI, F.; AZCON, R. Olive mill waste water treatment by immobilized cells of *Aspergillus niger* and its enrichment with soluble phosphate. Process Biochemistry, London, v. 32, n. 7, p. 617-620, 1997.