

**II-286 - INFLUÊNCIA DO USO DE GLICOSE COMO COSSUBSTRATO NA
REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE ÁGUA RESIDUÁRIA SINTÉTICA
CONTAMINADA COM ALDRIN POR USO DE REATOR COM BIOMASSA
IMOBILIZADA DE *Aspergillus niger* AN 400**

Rejane de Souza Paulino⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE.

Priscila Colares de Sousa

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo IFCE.

Bárbara Chaves Aguiar Barbosa

Mestre em Gestão Ambiental pelo IFCE. Doutoranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

Kelly de Araújo Rodrigues Pessoa

Engenheira Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Doutora em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP. Professora Efetiva do Departamento da Área de Química e Meio Ambiente e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE.

Glória Maria Marinho Silva Sampaio

Farmacêutica pela UFC. Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Professora Efetiva do Departamento da Área de Química e Meio Ambiente e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE.

Endereço⁽¹⁾: Av. Parque Central, S/N – Distrito Industrial – Maracanaú – Ceará - CEP: 61939-140 - Brasil - Tel: +55 (85) 8629-3673 - e-mail: rejanessouzap21@gmail.com.

RESUMO

Neste trabalho, avaliou-se a influência da glicose como cossubstrato, na remoção de matéria orgânica de água residuária sintética contaminada com o pesticida Aldrin por uso de reator com biomassa imobilizada, utilizando a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN 400 como inóculo. O reator foi operado durante dois ciclos, sendo o ciclo 1 constituído pela água residuária sintética contaminada com o pesticida Aldrin (5 mg.L⁻¹), e o ciclo 2 composto pela água residuária acrescida de glicose (500 mg.L⁻¹) como cossubstrato. A pesquisa foi gerida durante 15 dias, ocorrendo a retirada de alíquota para a análise das variáveis de pH e DQO, em tempos reacionais de 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 144 h. Foi observado inicialmente um pH de 4,18 e 4,87 para o ciclo 1 e o ciclo 2, respectivamente, e remoções máximas de matéria orgânica, expressa em DQO bruta, de 62% (ciclo 1) e 44% (ciclo 2) ambas no tempo reacional de 144 h. Os resultados obtidos nesta pesquisa, permitiram concluir a viabilidade do inóculo fúngico na remoção de matéria orgânica em meio contendo o poluente Aldrin, além de permitir verificar que a presença da glicose no ciclo 2 não foi preeminente para a obtenção da maior eficiência de remoção, podendo o etanol presente na solução estoque do pesticida Aldrin ter conferido altos valores de matéria orgânica neste estudo, contribuindo assim para as baixas remoções da variável DQO.

PALAVRAS-CHAVE: *Aspergillus niger* AN 400, glicose, cossubstrato, matéria orgânica, aldrin.

INTRODUÇÃO

Os pesticidas desempenham papel fundamental no aumento do rendimento na agricultura, pois promovem através de habilidades em controlar pragas, a maior produtividade e qualidade dos alimentos. Contudo o uso impróprio e intensivo desses compostos, sem a devida precaução na produção, estocagem, manipulação e destino final, podem ocasionar impactos negativos ao meio ambiente, uma vez que a disposição inadequada dos resíduos agroquímicos afeta a cadeia alimentar, poluem o solo, o ar, as águas superficiais e subterrâneas, e também prejudicam ao homem (ABHILASH e SINGH, 2009; SHARMA *et al.*, 2015).

O composto Aldrin é um inseticida organoclorado sintético, amplamente utilizado na contenção de pragas entre as décadas de 1950 e 1970 em culturas de algodão e milho. Entretanto esse composto, em conjunto com

outros pesticidas organoclorados, passou a ser proibido em muitos países tecnologicamente avançados, pois apresenta alta toxicidade e longa persistência no meio ambiente, além do que pode acumular-se em organismos vivos, atuando como disruptor endócrino (CETESB, 2008; SANTOS *et al.*, 2014; XIÃO *et al.*, 2011; KUSVURAN *et al.*, 2004; WROBEL *et al.*, 2015).

Mediante aos riscos que o pesticida Aldrin apresenta, uma vez que a exposição descomedida a esse composto resulta em problemas agudos e crônicos sobre a saúde humana (ABHILASH e SINGH, 2009; SHARMA *et al.*, 2015), aliado ao fácil transporte por longas distâncias através de processos atmosféricos, podendo ser encontrados resíduos contaminantes longe das regiões da origem de disposição, torna-se indispensável o monitoramento dos níveis dessa substância em cursos de água, lençóis freáticos e água de consumo humano (ROWLAND *et al.*, 2011; ALVES *et al.*, 2010).

Neste contexto, novas tecnologias têm sido desenvolvidas afim de promover a remediação de ambientes afetados por pesticidas organoclorados, assim como outros compostos xenobióticos (DAMS, 2006). Dentre essas técnicas, a biorremediação vêm desempenhando papel fundamental na recuperação de ecossistemas, uma vez que consiste na transformação de composto recalcitrantes, em substâncias não perigosas ou menos perigosas, por meio da utilização de microrganismos (KARIGAR e RAO, 2011). Entre esses microrganismos, os fungos vêm apresentando vasta versatilidade em remediar ambientes poluídos, pois são capazes de crescer e sobreviver em altas concentrações de compostos contaminantes, utiliza-los como fonte para a obtenção de energia, além do que se demonstram organismos hábeis na síntese de enzimas que atuam na remoção segura de contaminantes do ambiente (DAS e DASH, 2014).

Com base nas características singulares apresentada pelos organismos fúngicos, em especial pela espécie *Aspergillus niger*, o presente estudo tem por objetivo investigar a influência da glicose como co substrato na remoção de matéria orgânica em água residuária sintética contendo o pesticida Aldrin, por uso de reator em batelada sequencial com biomassa imobilizada utilizando o fungo *Aspergillus niger* AN 400 como inóculo.

MATERIAIS E METODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Produção do inóculo

Os esporos de *Aspergillus niger* AN 400 foram cultivados em placas de Petri estéreis contendo 15 mL de meio de cultura Sabouraud Dextrose, previamente esterilizadas a 121° C, durante 20 minutos. As placas permaneceram em temperatura média de $\pm 28^{\circ}$ C, durante sete dias em uma estufa bacteriológica, para crescimento dos esporos por toda a superfície. A remoção dos esporos das placas de Petri foi realizada com alça de Drigalsky e solução de Tween 80.

Para a contagem dos esporos foi preparada uma solução utilizando 50 μ L de suspensão de esporos, previamente agitada em agitador tipo Vórtex, acrescido de 950 μ L de solução Tween 80, resultando em diluição de 1:20. Em seguida, 20 μ L da solução preparada foram transferidos para câmara de Neubauer, em que se realizou a contagem dos esporos em microscópio óptico Bioval.

Solução estoque do pesticida Aldrin

Para a utilização do poluente, foi preparada uma solução estoque do pesticida Aldrin com uma concentração de 500 ppm, acrescida em 200 mL de etanol e 300 mL de água destilada.

Imobilização e operação do reator

Nesta pesquisa, foi montado um reator esterilizado com volume total de 4,5L e volume útil de 4L. A montagem do reator foi dividida em 2 momentos: no primeiro momento ocorreu a imobilização do fungo *Aspergillus*

niger AN 400 (Figura 1), na concentração de $2,0 \times 10^6$ esporos.mL⁻¹. O tempo de imobilização do reator durou 15 dias, sendo realizada a troca da água, contendo o meio nutritivo citado na tabela 1, a cada 3 dias.

Tabela 1: Composição do meio nutritivo

Composição	Concentração (g.L ⁻¹)	Composição	Concentração (g.L ⁻¹)
KH ₂ PO ₄	0,20	H ₂ MoO ₄	0,05
MgSO ₄	0,25	MnSO ₄ .5H ₂ O	0,05
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,01	Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,05
NaNO ₃	1,00	ZnSO ₄	0,04
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,00	Glicose	1,00

Fonte: Adaptado de Rodrigues (2006)

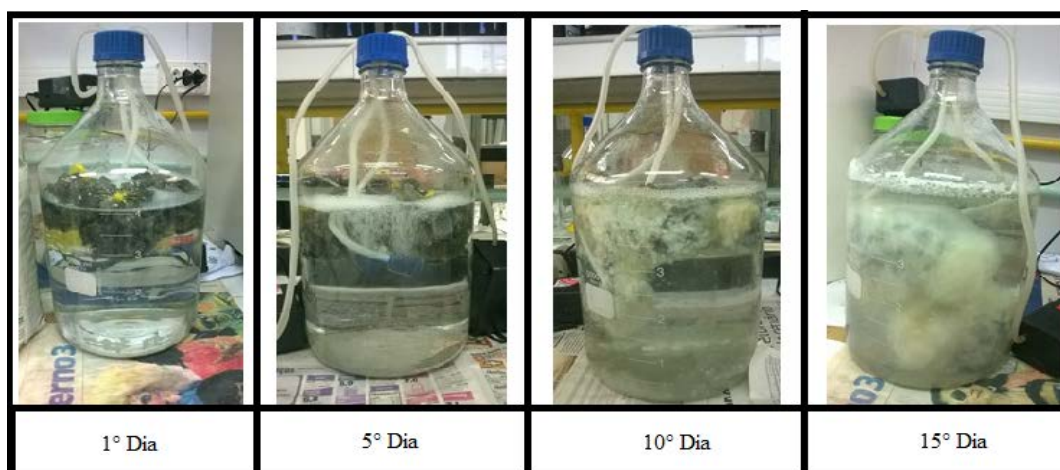


Figura 1: Imobilização da espécie fúngica *Aspergillus niger* AN 400 no meio suporte.

Após o período de imobilização, a composição do meio sintético de alimentação do reator foi de 1 mg.L⁻¹ de solução de Vishniac e uma concentração de 5 mg.L⁻¹ de Aldrin (solução estoque) durante o ciclo 1. No ciclo 2, foram usadas as mesmas concentrações de Vishniac e concentração do pesticida Aldrin, mais 500 mg.L⁻¹ de glicose.

A pesquisa foi realizada durante 15 dias, ocorrendo uma retirada de 10% volume útil do reator em tempos reacionais de 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 144 h para a determinação das variáveis: pH e DQO executadas de acordo com APHA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do parâmetro pH nos tempos de reação (TR) 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 144 h, durante o ciclo 1 e ciclo 2, estão representados na Figura 2.

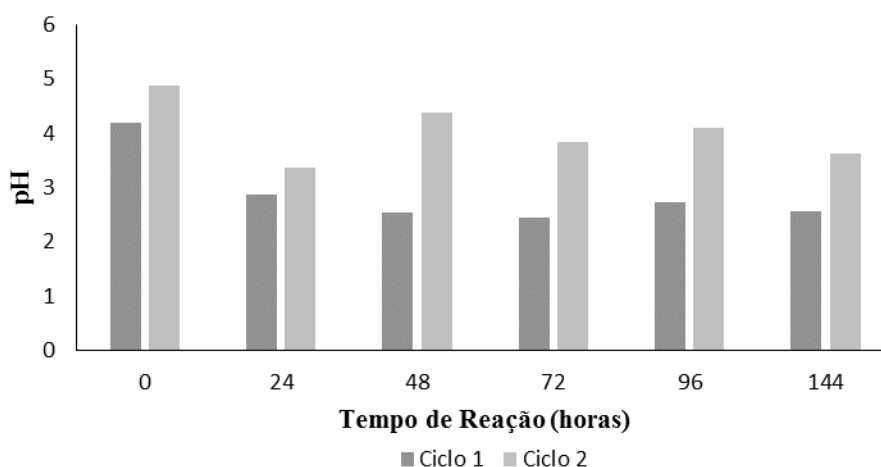


Figura 2: Variação dos valores de pH obtido nos reatores em batelada com biomassa imobilizada durante os dois ciclos, nos tempos reacionais de 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 144 h de experimento.

O pH inicial do meio no ciclo 1 foi de 4,18, o que é considerado um pH ótimo, pois segundo Wheller (1991) a faixa de pH entre 3,7 e 7,5, para os fungos do gênero *Aspergillus*, contribui para o crescimento e desenvolvimento dos mesmos. O que também pode ser verificado no pH inicial do ciclo 2, com pH 4,87, em que foi adicionada a glicose como fonte de carbono, a fim de fornecer energia para a atividade metabólica, além de induzir a produção de enzimas pelos fungos.

No ciclo 1, sem a adição de glicose, foi verificado queda gradativa do pH, com um aumento da basicidade no tempo de reação (TR) de 96 h, enquanto que no ciclo 2, com adição de glicose, o pH do meio sofreu mais oscilações, observando-se maior alteração no tempo reacional (TR) de 48 h, quando o valor do pH aumentou de 3,36 (TR 24 h) para 4,38 (TR 48 h).

As mudanças do pH no meio estão relacionadas, segundo Griffin (1994), devido ao metabolismo dos fungos, sendo esse diretamente relacionado à natureza da fonte de carbono e ao grau de crescimento alcançado pela cultura. Podem estar associadas a produção de ácidos orgânicos e o consumo de sais, a diminuição do valor do pH (EL-RAHIM *et al.*, 2009; ALI *et al.*, 2014; ZNAD *et al.*, 2004), visto que a disposição de substrato no meio, segundo Lopes *et al.* (2011) e Fadil *et al.* (2003), resulta na produção de ácidos orgânicos, podendo a exaustão desse substrato acarretar o consumo dos ácidos formados, promovendo o aumento do pH.

Dessa forma, os valores baixos de pH observados neste trabalho podem ser indicativos do consumo de cossustrato, e consequente produção de ácidos orgânicos. Além do que, observou-se que a maior remoção de matéria orgânica adquirida deste estudo, ocorreu nos menores valores de pH no ciclo 1 e no ciclo 2, o que segundo El-Rahim *et al.* (2009), já era esperado, uma vez que a remoção de matéria orgânica está diretamente relacionada aos baixos valores de pH, pois é nesses baixos valores de pH que as enzimas mais ativas, que favorecem a degradação dos compostos recalcitrantes, são sintetizadas (MORE *et al.*, 2010).

Em termos de matéria orgânica, observou-se que durante o período de operação, o ciclo 1 apresentou uma remoção máxima de 62% de matéria orgânica, expressa em DQO bruta, no tempo de reação (TR) de 144 h, além de apresentar durante todo o ciclo contínua diminuição na concentração da variável. O ciclo 2, por sua vez, apresentou oscilações mais significativas na remoção de DQO, observando-se uma eficiência máxima de apenas 44%, também no tempo reacional (TR) de 144 h (Figura 3). A instabilidade, apresentada no ciclo 2, está ligada, segundo Wanderley (2007), com a presença de subprodutos formados no meio, ou mesmo por substâncias excretadas pelos fungos oriundos do seu próprio metabolismo.

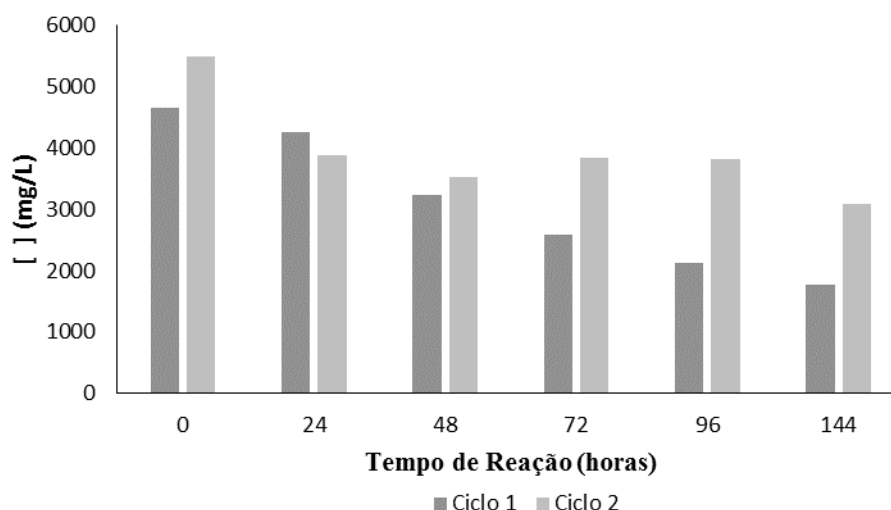


Figura 3: Variação da concentração de DQO nos reatores em batelada com biomassa imobilizada durante os dois ciclos, nos tempos reacionais de 0 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h e 144 h de experimento.

Muitos trabalhos utilizam a glicose como fonte de carbono para os microrganismos, pois além de minimizar o período de adaptação dos fungos, a glicose desempenha papel fundamental na eficiência do processo de degradação de compostos, uma vez que é fonte de carbono prontamente assimilável e influencia diretamente o metabolismo microbiano (GRIFFIN, 1994; PINHEIRO, 2004; SANTOS, 2006). Esse caráter de fácil assimilação da glicose, segundo Rodrigues *et al.* (2007), influencia no aumento mais rápido da biomassa, e, por conseguinte, na eficiência de remoção de matéria orgânica, devido a sua demanda maior de consumo pela população microbiana. Entretanto, esse aumento da biomassa não foi observado neste trabalho durante o tempo de operação do reator no ciclo 2, em que houve a adição de glicose.

Observou-se durante os ciclos em estudo, desprendimento de biomassa do meio suporte, o que pode ter contribuído para o aumento da concentração de matéria orgânica nos ciclos. A presença do etanol na solução estoque do pesticida Aldrin, no qual foi utilizado como substrato pela espécie fúngica também pode ter conferido alto valor de matéria orgânica neste estudo, pois segundo Yaykash *et al.* (2005), o etanol assim como o metanol, possuem um profundo efeito sobre o metabolismo da espécie fúngica *Aspergillus niger*, uma vez que a utilização desses álcoois resultam no aumento da permeabilidade da membrana celular, fazendo com que metabólitos sejam excretados mais facilmente pelas células fúngicas.

Diversos estudos têm apontado em seus experimentos, que o uso em excesso do cossubstrato pode causar uma inibição no processo degradativo dos fungos. Silveira (2013), por exemplo, em um estudo sobre degradação de 2,4-Dinitrofenol (2,4-DNF) por *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelada com biomassa dispersa, utilizando glicose como fonte de carbono nas concentrações de 0,5 g.L⁻¹, 3 g.L⁻¹, 5 g.L⁻¹ e 10 g.L⁻¹, para verificar a influência do aumento do substrato com a remoção do composto 2,4-DNF, obteve que a melhor remoção de DQO ocorreu na concentração de 0,5 g.L⁻¹, com uma eficiência de 31%, no TR de 144 h. Ainda segundo a autora, as concentrações 3 g.L⁻¹, 5 g.L⁻¹ e 10 g.L⁻¹ não favoreceram as reduções de concentrações de matéria orgânica, concluindo que altas concentrações de cossubstrato inibiram a remoção do poluente, o que também pode ter ocorrido nesta pesquisa para o ciclo 2, entretanto, a utilização da glicose na concentração de 0,5 g.L⁻¹, não conferiu melhores resultados de remoção como no trabalho de Silveira (2013), indicando que o excesso de cossubstrato ocorreu não apenas pela adição de glicose no meio, mas também pela presença do substrato etanol metabolizado pelo organismo fúngico, uma vez que a baixa disponibilidade da concentração de glicose no meio pode ter levado o microrganismo a recorrer ao pesticida Aldrin, assim como ao etanol, para suprir suas necessidades metabólicas (Rodrigues *et al.*, 2007), conferindo grande concentração de matéria orgânica no ciclo, dificultando assim a remoção de DQO pelo fungo, porém tais questões devem ser investigadas.

Sampaio (2005), analisando a remoção de metil paration e atrazina também por *Aspergillus niger* AN 400 em meio contendo água e glicose observou a inibição de remoção do pesticida quando havia um aumento da glicose no meio. Nesse mesmo estudo foi obtida uma remoção de 40% de metil paration no meio com 0,5 g.L⁻¹ de glicose e 35% de eficiência na concentração de 1 g.L⁻¹, resultado que intensifica a inibição do fungo na presença de altos valores de cossubstrato.

Rodrigues *et al.* (2007), por sua vez, utilizando a glicose, como substrato na concentração de 5 g.L⁻¹ alcançaram, aproximadamente, 100% de remoção de fenóis no 5 dia de batelada utilizando a espécie fúngica *Aspergillus niger* AN 400 como inóculo. Ademais, Santaella *et al.* (2009) *apud* Rodrigues e Marinho (2012), ao tratarem efluente de indústria de refinaria de petróleo em reatores cilíndricos de leito fixo e escoamento contínuo ascendente inoculado com *Aspergillus niger* AN 400, obtiveram assim como Rodrigues *et al.* (2007) resultados aceitáveis, com eficiência de remoção média de 28%, 83% e 88%, para os tempos de detenção hidráulica (TDH) de 4 h, 8 h e 12 h, respectivamente, até o oitavo dia de operação com adição de glicose (0,5 g.L⁻¹). No entanto, quando não houve a adição da glicose ao meio, os valores médios de remoção mudaram para 40%, 46% e 49%, para TDH de 4 h, 8 h e 12 h, respectivamente. Mostrando que em concentrações adequadas de glicose como cossubstrato, consegue-se adquirir uma máxima eficiência do metabolismo fúngico. Além do que, outros fatores, tais como, concentração do poluente, tempo de reação, tipo de microrganismo empregado, também culminam, associados a concentração ótima de substrato, para a utilização da eficiência máxima do organismo fúngico em decompor matéria orgânica.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram concluir que o fungo *Aspergillus niger* AN 400 apresentou condições ótimas de pH, além de um maior potencial de remoção de matéria orgânica no ciclo 1, em que não houve a adição de glicose no meio, com uma remoção de 62%, o que endossa a viabilidade do tratamento na remoção desta variável. Enquanto que o ciclo 2 apresentou uma provável inibição causada pelo uso do substrato etanol em conjunto com o substrato glicose. Contudo tais questões devem ser investigadas, se fazendo necessário realizar outros ciclos mantendo a concentração de glicose empregada neste estudo, sem a adição de etanol na solução estoque do pesticida Aldrin, a fim de avaliar o comportamento da espécie fúngica frente a essa condição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABHILASH, P. C.; SINGH, N. Pesticide use and application: An Indian scenario. **Journal of Hazardous Materials**, v. 165, p. 1-12, 2009.
2. ALI, M.; KAZMI, A. A.; AHMED, N. Study on effects of temperature, moisture and pH in degradation and degradation kinetics of aldrin, endosulfan, lindane pesticides during full-scale continuous rotary drum composting. **Chemosphere**, v. 102, p. 68-75, 2014.
3. ALVES, M. I. R.; FILHO, N. R. A.; OLIVEIRA, L. G. L.; FURTADO, S. T. F. Avaliação da Contaminação por Pesticidas Organoclorados em Recursos Hídricos do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Recursos Hídrico**, v. 15, n. 1, p. 67-74, 2010.
4. APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st edition. Washington, D.C. American Health Association, 2005.
5. CETESB. **Valores de referência de toxicidade para a saúde humana: Aldrin, Dieldrin e Endrin** – São Paulo, 2008.
6. DAMS, R.I. Pesticida: Usos e perigos à saúde e ao meio ambiente. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, 2006.
7. DAS, S.; DASH, H. R. Microbial Bioremediation: A Potential Tool for Restoration of Contaminated Areas. **Microbial Biodegradation and Bioremediation**, 2014.
8. EL-RAHIM, W. M. A.; EL-ARDY, O. A. M.; MOHAMMAD, F. H. A. The effect of pH on bioremediation potential for the removal of direct violet textile dye by *Aspergillus niger*. **Desalination**, v. 249, p. 1206-1211, 2009.
9. FADIL, K.; CHAHLAOUI, A.; OUAHBI, A.; ZAID, A.; BORJA, R. Aerobic biodegradation and detoxification of wastewaters from the olive oil industry. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 51, p. 37-41, 2003.
10. GRIFFIN, D. **Fungal Physiology**. New York: WileyLiss, 1994.

11. KARIGAR, C. S.; RAO, S. 2011. **Role of Microbial Enzymes in the Bioremediation of Pollutants: A Review**. Disponível em: <<http://www.hindawi.com>>. Acesso em: 02 maio 2015.
12. KUSVURAN, E.; ERBATUR, O. Degradation of aldrin in adsorbed system using advanced oxidation processes: comparison of the treatment methods. **Journal of Hazardous Materials**, v. 106B, p. 115-125, 2004.
13. LOPES, M. S. S.; OLIVEIRA, P. C. C.; ANDRADE, M. V. F.; ARAÚJO, R. S.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio em batelada com inóculo fúngico. **Rev. Eng Sanit Ambient**, v. 16, p. 17-26, 2011.
14. MARINHO, G.; RODRIGUES, K. **Fungos e Águas Residuárias Industriais: Nova Tecnologia**, coordenação Laboratório de Tecnologia Ambiental do IFCE. Recife: Imprima, 2012.
15. MORE, T. T.; YAN, S.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. T. Potential use of filamentous fungi for wastewater sludge treatment. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 7691-7700, 2010.
16. PINHEIRO, R. I. C. **Estudo do efeito da pressão na fisiologia de leveduras**. 2004. 103f. Tese (Doutorado em Engenharia Química e Biológica) – Universidade do Minho, Minho, 2004.
17. RODRIGUES, K. A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
18. RODRIGUES, K. A.; SAMPAIO, G. M. M.; ZAIAT, M.; SANTAELLA, S. T. **Influência da glicose sobre o consumo de fenol por *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelada**. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 12, n. 2, p. 222-228, 2007.
19. ROWLAND, G. A.; BAUSCH, A. R.; GRANNAS, A. M. Photochemical processing of aldrin and dieldrin in frozen aqueous solutions under arctic field conditions. **Environmental Pollution**, v. 159, p. 1076-1084, 2011.
20. SAMPAIO, G. M. M. S. **Remoção de Metil Paration e Atrazina em reatores de bancada com fungos**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
21. SANTOS, G. DOS. **Utilização de resíduos agroindustriais para a produção de omiloglucosidase por *Aspergillus awamori***. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2006.
22. SANTOS, S. J.; SCHAWANZ, T.G.; COELHO, A. N.; HECK-MAEQUES, M. C.; MEXIA, M. M.; EMANUELLI, T.; COSTABEBER, I. Estimated daily intake of organochlorine pesticides from dairy products in brazil. **Food Control**, 2015.
23. SHARMA, T.; BANERJEE, B. D.; MAZUMDAR, D.; TYAGI, V.; THAKUR, G.; GULERIA, K.; AHMED, R. S.; TRIPATHI, A. K. Association of organochlorine pesticides and risk of epithelial ovarian cancer: A case control study. **International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine**, 2015.
24. SILVEIRA, R.B. **Degradação do 2,4 – dinitrofenol (2,4 – DNF) por *Aspergillus niger* AN 400 em reatores em batelas**. Dissertação (Mestrado), 2013.
25. XIAO, P.; MORI, T.; KAMEI, I.; KIYOTA, H.; TAKAGI, K.; KONDO, R. Novel metabolic pathways of organochlorine pesticides dieldrin and aldrin by the white rot fungi of the genus *Phlebia*. **Chemosphere**, v. 85, p. 218-224, 2011.
26. YAYKASLI, K. O.; DEMIREL, G.; YASAR, A. Influence of alcohols on citric acid production by *Aspergillus niger* A-9 entrapped in polyacrylamide gels. **Journal of Food Engineering**, v. 70, p. 518-522, 2005.
27. WANDERLEY, C. R. ***Aspergillus niger* AN 400 como inóculo de reatores em batelada para a remoção do corante vermelho do congo em meio aquoso sintético**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração em Saneamento Ambiental, Universidade do Ceará). Fortaleza, 2007.
28. 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.
29. WROBEL, M. H.; GRZESZCZYK, M.; MLYNARCZUK, J.; KOTWICA, J. The adverse effects of aldrin and dieldrin on both myometrial contractions and the secretory functions of bovine ovaries and uterus in vitro. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 285, p. 23-31, 2015.
30. ZNAD, H.; MORKOS, J.; BALES, V. Production of gluconic acid from glucose by *Aspergillus niger*: growth and non-growth conditions. **Process Biochemistry**, v. 39, p. 1341-1345, 2004.