

FENOLOXIDASE E BIODEGRADAÇÃO DO CORANTE TÊXTIL AZUL BRILHANTE DE REMAZOL R (RBBR) PARA TRÊS ESPÉCIES DE MACROFUNGOS COLETADAS NA AMAZÔNIA

PHENOLOXIDASE AND BIODEGRADATION OF THE TEXTILE DYE REMAZOL BRILLIANT BLUE R FOR THREE MACROFUNGI SPECIES COLLECTED IN THE AMAZON

Marcos Diones Ferreira Santana⁽¹⁾

¹*Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Oeste do Pará*

Endereço para correspondência: Marcos Diones Ferreira Santana, Av. Mendonça Furtado, 2946, Fatima, Campus Amazônia, CEP 68040-470, Santarém, Pará, Brasil. E-mail para correspondência: santana.mdf@gmail.com

Luciana dos Santos Ipiranga Rodrigues⁽²⁾

Thaís Santiago do Amaral⁽²⁾

Yasmim Góes Pinheiro⁽²⁾

²*Instituto de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas.*

RESUMO

As indústrias têxteis contribuem amplamente com a contaminação ambiental. A solução mais indicada pela biotecnologia é biorremediação utilizando microrganismos com capacidade de degradar os resíduos industriais, principalmente os corantes sintéticos. O objetivo desse estudo foi avaliar a capacidade de três isolados de macrofungos do gênero *Geastrum* em oxidar componentes fenólicos e degradar o corante têxtil Azul Brilhante de Remazol R (RBBR). Culturas miceliais puras foram obtidas e blocos de 5×5 mm² foram inoculados em meio de cultura sólido Batata Dextrose Ágar (BDA) com ácido tânico (0,5 %) e mantidos por 24 h a 25±2 °C no escuro. Após, blocos das mesmas culturas puras foram inoculados em meio BDA com corante RBBR (0,02 %) e mantidos nas mesmas condições de cultivo por cinco dias. Foram consideradas positivas para a presença de fenoloxidase, as amostras que apresentaram halo marrom acastanhado no meio de cultura. A atividade enzimática foi classificada visualmente de acordo com a tonalidade do halo de oxidação e a partir de suas medidas de diâmetro. A avaliação da degradação do corante seguiu o mesmo parâmetro quanto ao halo de transparência no substrato. Os experimentos foram testados em cinco repetições. Para avaliação estatística, os experimentos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a nível de 5 % de significância. Os resultados apontaram que a espécie *G. subiculosum* foi a mais promissora quanto à oxidação do substrato e a degradação do corante RBBR, portanto, a mais indicada para estudos biotecnológicos.

Palavras-Chave: Resíduo industrial; Biorremediação; Basidiomycetes; Estrela da terra.

ABSTRACT

The textile industries contribute widely with the environmental contamination. The solution more indicated by biotechnology is to using bioremediation microorganisms with ability to degrade industrial waste, mainly synthetic dyes. The objective of this study was to evaluate the capacity of three isolates macrofungi of genus *Geastrum* in oxidize phenolic components and degrade the textile dye Remazol Brilliant Blue R (RBBR). Pure mycelial cultures were obtained and 5×5 mm² blocks were inoculated in solid culture media Potato Dextrose Agar (PDA) with tannic acid (0,5 %) and kept for 24 h at 25±2 °C in the dark. After, blocks from the

same pure cultures were inoculated in solid culture media PDA with RBBR dye (0,02 %) and kept under the same growth conditions for five days. It was considered positive for the presence of phenoloxidase the samples that showed brownish brown halo in the culture media. The enzymatic activity was visually classified according to its oxidation halo hue and from its diameter measures. The evaluation of the degradation of the dye followed the same parameter as the transparent halo in the substrate. The experiments were tested in five repetitions. For statistical evaluation, the experiments were submitted to Analysis of Variance (ANOVA) and the averages were compared by the Tukey test at the 5 % level of significance. The specie *G. subiculosum* was the most promising concerning the substrate oxidation and the degradation of the dye RBBR, therefore the most suitable for biotechnological studies.

Key Words: Industrial waste; Bioremediation; Basidiomycetes; Earthstar.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil desempenha um papel relevante na economia de muitos países e ao passo em que influenciam os valores monetários, também contribuem largamente com a contaminação ambiental (1,2). A produção de resíduos oriundos dessas indústrias, principalmente os corantes sintéticos, quando não tratados adequadamente, podem oferecer riscos à saúde humana (3) por serem geralmente mutagênicos e carcinogênicos (4,5) e também aos ecossistemas (6).

Nos ambientes naturais, esses efluentes são altamente contaminantes. Se despejados nos rios, diminuem a transparência da água e conseqüentemente, reduzem a penetração da radiação solar modificando a atividade fotossintética do ambiente (6,2), além de consumirem o oxigênio dissolvido por oxidação biológica e com isso, causam o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (1).

No Brasil, as indústrias têxteis se concentram nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, onde juntas agrupam cerca de 75 % das atividades industriais utilizam corantes sintéticos em algum processo de produção (5). Na região Norte, essa atividade não é acentuada e conseqüentemente, não é marcante na economia nacional, no entanto, atua diretamente no consumo de produtos desenvolvidos nos grandes centros, gerando resíduos contaminantes nos ecossistemas amazônicos.

Em relação à descontaminação, vários organismos podem ser utilizados na degradação desses efluentes como plantas, bactérias ou fungos, por apresentarem, em muitos casos, a capacidade de produção de enzimas hábeis na degradação desses produtos despejados nos ambientes naturais (7). No caso dos microrganismos, eles podem agir na transformação dos compostos usando diversas fontes de contaminação

ambiental para o crescimento, para nutrição, ou ainda possuem a capacidade de degradá-los e assim, tornaram-se os recursos mais acessados para a biorremediação (8,9).

Dentre esses microrganismos, os fungos basidiomicetos, especialmente os de podridão branca, são os mais indicados pela biotecnologia por sua eficiência na produção de bioprodutos. Esses fungos apresentam um enorme potencial na biodegradação de resíduos industriais por apresentarem enzimas fenoloxidasas e serem capazes de degradar e mineralizar compostos lignocelulolíticos, fenólicos e xenobióticos (10). Nesse sentido, esse grupo de fungos torna-se uma ferramenta com alto potencial de ação na recuperação de ambientes contaminados (11), por serem capazes de degradar e mineralizar um amplo espectro de corantes, além de inúmeros compostos de caráter tóxico e recalcitrante (12).

Em fungos do gênero *Geastrum* Pers., família Geastraceae, cujos representantes são popularmente conhecidos como estrelas da terra ou como visto na literatura especializada como “*earthstar*” devido ao aspecto estreliforme que os basidiomas adquirem na maturidade (13), pouco se conhece a respeito da produção dessa enzima e do seu potencial de uso como agente de descontaminação ambiental.

A diversidade do gênero, apesar de relativamente baixa, com cerca de 50 espécies descritas (14) em relação a outros grupos de basidiomicetos, têm aumentado significativamente (15-20). No Brasil, até o ano de 2009, 40 espécies tinham sido catalogadas (21), tendo a Amazônia, contribuído para o aumento gradativo com novas espécies (17), bem como novos registros de ocorrência (18). Esse aumento na diversidade, também confere mais possibilidades de exploração do gênero em processos biotecnológicos, como já relatado para o grupo (22,23).

Com o intuito de contribuir com informações para fins biotecnológicos desse grupo de basidiomicetos, esse estudo objetivou avaliar a habilidade de três isolados amazônicos do gênero *Geastrum* pertencentes às espécies *Geastrum lloydianum* Rick, *G. schweinitzii* (Berk. & M.A. Curtis) Zeller e *G. subiculosum* Cooke & Masee, em oxidarem componentes fenólicos e atuarem como potenciais ferramentas na degradação do corante sintético Azul Brilhante de Remazol R (RBBR), um efluente têxtil contaminante.

MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes foram coletados no Campi do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Região de Manaus-AM, no período chuvoso de 2014 e os experimentos para análise da presença da fenoloxidase e degradação do corante RBBR foram realizados no Laboratório de Microbiologia do mesmo instituto.

Obtenção das culturas puras

As culturas miceliais puras foram obtidas a partir da inoculação de fragmentos do contexto dos basidiomas ainda frescos em condições assépticas, em câmara de fluxo laminar com auxílio de um bisturi esterilizado e transferidos para placas de Petri (90 mm Ø) contendo 15 mL de meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA), acrescido de antibiótico (Tetraciclina 0,072 g/L) (Sigma®). As placas de Petri foram mantidas a 25±2 °C sem iluminação em estufa do tipo Demanda Biológica de Oxigênio (BOD) até obtenção de culturas puras.

Deteção da produção de enzimas

Para detectar a presença da enzima fenoloxidase, foram transferidos dois blocos de 5×5 mm² da cultura pura para placas de Petri (90 mm Ø) contendo 15 mL de meio BDA acrescido de ácido tânico (0,5 %), em seguida foram mantidos por 24 h a temperatura de 25±2 °C no escuro. As amostras que apresentaram halo marrom acastanhado no meio de cultura foram consideradas positivas, por indicarem a

oxidação degradativa do ácido tânico na presença da enzima oxidase (24). Foi utilizado como controle um isolado de *Phanerochaete chrysosporium* (Burds.) Hjortstam & Ryvarden por não apresentar fenoloxidase (controle¹) (25).

A atividade enzimática foi avaliada visualmente quanto à tonalidade do halo formado e classificada em três níveis: *fraco* (+), *médio* (++) e *forte* (+++) e os halos de oxidação do substrato foram mensurados com o auxílio de uma régua milimetrada.

Para verificação da degradação do corante industrial, quatro blocos de 5×5 mm² da cultura pura foram transferidos para placas de Petri (90 mm Ø) contendo 15 mL de meio BDA acrescido do corante RBBR (0,02 %). Os inóculos foram mantidos a 25±2 °C no escuro por cinco dias e como controle foram utilizadas placas não inoculadas (controle²). O potencial de degradação do corante também foi avaliado visualmente, mas levou-se em consideração a transparência do halo no substrato, classificado em *pouco transparente* (+), *intermediário* (++) e *transparente* (+++), sendo o diâmetro do halo também mensurado com o auxílio de uma régua milimetrada.

O estudo foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições e as médias das medições dos halos de oxidação e degradação foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e teste Tukey *a posteriori* com auxílio do programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

RESULTADOS

Os três isolados testados apresentaram reação positiva para o teste de fenoloxidase, havendo diferença entre as três espécies. O isolado da espécie *G. lloydianum* (Figura 1A) foi o que apresentou um halo menos aparente de oxidação (Figura 1B) e *G. subiculosum* (Figura 1E), o que mais oxidou o substrato, sendo este classificado de acordo com sua atividade enzimática como *forte* (+++) por meio da avaliação visual (Figura 1F).

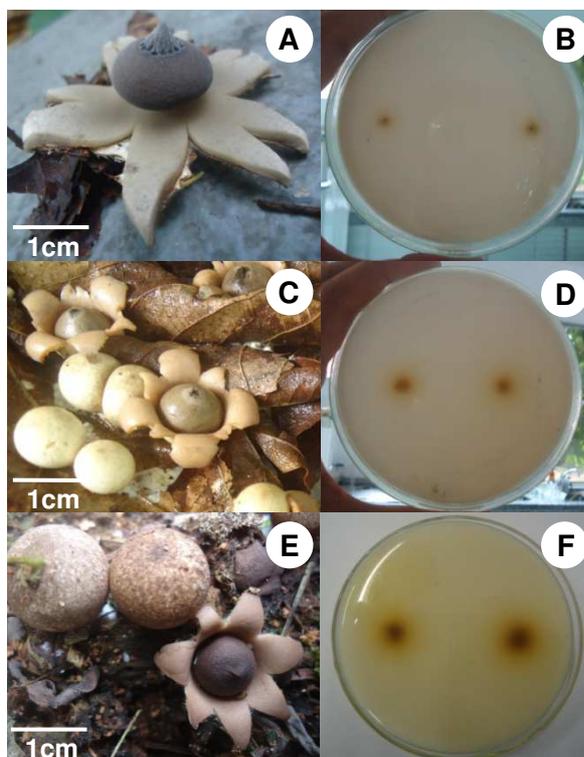


Figura 1. Produção de fenoloxidase para três isolados do gênero *Geastrum*. A-B) *Geastrum lloydianum*; C-D) *G. schweinitzii* e E-F) *G. subiculosum*.

Os substratos onde os espécimes se desenvolvem indicam forte relação com o grau de oxidação do meio de cultura. A espécie *G. lloydianum* foi coletada crescendo em solos arenosos sombreados com poucas folhas em decomposição, nesse caso, encontrando pouco material vegetal disponível para degradação. A coleta de *G. schweinitzii* foi realizada em acúmulo de folhas e restos de madeira em decomposição, portanto apresenta uma maior habilidade em produzir tais enzimas.

Já a espécie *G. subiculosum*, foi coletada colonizando diretamente a madeira em decomposição, e conseqüentemente, apresentou o maior potencial de oxidação do meio de cultura em virtude da demanda de produção de fenoloxidases.

Quanto à capacidade de degradar o corante sintético, *G. lloydianum* foi o único que não apresentou halo de transparência aparente (Figura 2A) e o melhor perfil de degradação foi observado para *G. subiculosum* (Figura 2C).



Figura 2. Degradação do corante Azul Brillhante Remazol R (RBBR) por isolados do gênero *Geastrum* mantidos por cinco dias a 25 ± 2 °C, no escuro. A) *Geastrum lloydianum*; B) Crescimento micelial de *G. schweinitzii* e C) *G. subiculosum*.

Na Tabela 1 é mostrada a diferença entre os três isolados quanto à oxidação do ácido tânico e a degradação do corante a partir da avaliação visual e do diâmetro dos halos no substrato. Entre os isolados testados, *G. subiculosum* apresentou o maior

halo de oxidação e conseqüentemente, o maior o halo de degradação do corante considerando a transparência deixada no substrato.

Tabela 1. Avaliação da atividade da enzima Fenoloxidase e da degradação do corante sintético RBBR para isolados de três espécies do gênero *Geastrum*.

Isolado	Oxidação do substrato		Degradação do corante	
	Avaliação visual ³	Halo de oxidação (mm) ⁴	Avaliação visual ⁵	Halo de degradação (mm) ⁶
Controle ¹	-	-	-	-
Controle ²	-	-	-	-
<i>Geastrum lloydianum</i>	+	4 ^c	-	-
<i>G. schweinitzii</i>	++	8,8 ^b	+	4,8 ^b
<i>G. subiculosum</i>	+++	13,2 ^a	+++	10,4 ^a
CV (%)		4.21		6.58

1. Controle do experimento de oxidação do ácido tânico: (-) ausência de oxidação. 2. Controle do experimento de degradação do corante: (-) ausência de degradação. 3. Avaliação visual quanto à tonalidade do halo marrom acastanhado no substrato: (+) *fraco*, (++) *médio*, (+++) *forte*. 4. Médias dos halos de oxidação. 5. Avaliação visual da transparência do halo de degradação do corante no substrato: (+) *pouco transparente*, (++) *intermediário* e (+++) *transparente*. 6. Médias dos halos de degradação. CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0.05). Média de cinco repetições.

DISCUSSÃO

O gênero *Geastrum* apresenta potencial biotecnológico como apontado por Guerra-Dore et al. (22) em estudo realizado com a espécie *G. saccatum* Fr., no qual detectou-se que a mesma apresenta ação anti-inflamatória, antioxidante e citotóxica. Karun e Sridhar (23) ao apresentarem relatos da associação ectomicorrízica para o gênero, também criaram possibilidades de uso do grupo na biotecnologia ambiental. Quanto às três espécies alvo desse estudo, não foram encontrados relatos na literatura quanto à produção de fenoloxidase, de igual forma, não há, antes do presente estudo, relato do potencial de uso como descontaminante ambiental, principalmente como degradador do corante sintético RBBR.

Souza et al., (26), testaram isolados de fungos basidiomicetos amazônicos quanto à produção de fenoloxidases e a degradação de efluentes industriais, concluindo que 50 % das linhagens testadas apresentaram halo de oxidação do substrato por fenoloxidases, sendo estas indicadas como linhagens em

potencial para degradação de corantes industriais, assim como foi observado para as espécies do gênero *Geastrum*, aqui estudadas. Silva et al., (27) fizeram as mesmas constatações para os isolados dos gêneros *Ganoderma* P. Karst., *Funalia* Pat. e *Trametes* Fr., em que também apresentaram capacidade de degradação do corante RBBR.

Algumas espécies de basidiomicetos que apresentam a enzima fenoloxidase, chegam a degradar até 54 % dos corantes sintéticos, podendo ultrapassar 70 % de degradação em um curto período de tempo dependendo da espécie utilizada (27-30). Apesar de nesse estudo não ter sido considerado o percentual de degradação do corante, o tempo de cultivo, o diâmetro e a total transparência do halo, sugerem que a espécie mais promissora apresente resultados superiores se cultivada em meio de cultivo líquido.

Apesar de ser pouco conhecida em basidiomicetos, essa atividade enzimática é observada em outras espécies do grupo,

onde além da produção da enzima fenoloxidase, também apresentam a capacidade de degradar corantes industriais (28). Assim, é sugerido que a produção e a atividade das fenoloxidasas nos fungos, estejam relacionadas com a degradação de produtos sintéticos (27,29), sendo este estudo mais uma evidência dessa constatação.

Yamanaka e Machado (30) também observaram que a produção de lacases produzidas pelo fungo *Psilocybe castanella* Peck estavam diretamente envolvidas na descoloração do corante RBBR. Tais dados compilados indicam que a intensidade do halo de oxidação parece estar relacionada com o potencial de degradação do referido corante sintético, como sinalizado pelas espécies *Geastrum* na clara relação entre a produção da enzima e a degradação do corante industrial.

Esses estudos evidenciam o relevante papel das enzimas fenoloxidasas, sobre tudo como indicadoras da capacidade de degradação de corantes industriais, contudo, requerem mais esforços em pesquisas para consolidação dessas evidências. Ampliam-se também as espécies de basidiomicetos a serem explorados biotecnologicamente, e sendo o gênero *Geastrum* de ampla distribuição (31), criam-se possibilidades de pesquisa para além da Amazônia.

CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

- (1) SILVEIRA, S.S.B.; SANTANNA, F.S.P. **Poluição Hídrica**. In: MARGULIS, S. (Ed). Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Brasília: PNDU/IPEA, 1990. p. 57-84.
- (2) REIF, R., *et al.* Fate of pharmaceuticals and cosmetic ingredients during the operation of a MBR treating sewage. **Desalination**, v. 221, n. 1, p. 511-517, 2008.
- (3) STRAUB, R.F.; VOYKSNER, R. D.; KEEVER, J.T. Determination of aromatic amines originating from azo dyes by hydrogen-palladium reduction combined

As três espécies produzem as enzimas fenoloxidasas, mas sugere-se que sua presença e intensidade estejam relacionadas com o substrato que as mesmas degradam. Apenas duas espécies degradaram o corante RBBR, sendo *G. subiculosum* a mais promissora para estudos biotecnológicos relacionados à biorremediação de ambientes contaminados com este corante.

Conclui-se também que a produção e a atividade das enzimas fenoloxidasas estão diretamente relacionadas com a degradação de produtos sintéticos, considerando que os diâmetros dos halos de oxidação são diretamente proporcionais aos halos da degradação do corante, no entanto, tais hipóteses requerem estudos futuros para consolidação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Microbiologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Jarlei Dominique Souza da Silva do Programa de Ciências Econômicas e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

with gas chromatography/mass spectrometry. **Analytical Chemistry**, v. 65, n. 15, p. 2131-2136, 1993.

- (4) JUNG, R.; STEINLE, D.; ANLIKER, R. A compilation of genotoxicity and carcinogenicity data on aromatic aminosulphonic acids. **Food and chemical toxicology**, v. 30, n. 7, p. 635-660, 1992.
- (5) GUARATINI, C.C.; ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. **Química nova**, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

- (6) DE SOUZA, C.R.L.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes reativos pelo sistema ferro metálico/peróxido de hidrogênio. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 226-228, 2005.
- (7) CONCEIÇÃO, D. M., *et al.* Fungos filamentosos isolados do Rio Atibaia, SP e refinaria de petróleo biodegradadores de compostos fenólicos. **Revista do Instituto Biológico**, v. 72, p. 99-106, 2005.
- (8) SOUZA, A. F.; ROSADO, F.R. Utilização de fungos basidiomycetes em biodegradação de efluentes têxteis. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 121-139, 2009.
- (9) PEREIRA, A. R.B.; FREITAS, D.A. F. Uso de micro-organismos para a biorremediação de ambientes impactados. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 6, n. 6, p. 995-1006, 2012.
- (10) MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. de (Ed.). **Microbiologia ambiental**. 2.ed. rev. ampl. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 647p il.
- (11) KAMIDA, H. M., *et al.* Biodegradação de efluente têxtil por *Pleurotus sajor-caju*. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 629, 2005.
- (12) MACHADO, K.M.G., *et al.* Biodegradation of reactive textile dyes by basidiomycetous fungi from Brazilian ecosystems. **Brazilian journal of microbiology**, v. 37, n. 4, p. 481-487, 2006.
- (13) SUNHEDE, S. **Geastraceae (Basidiomycotina)**: morphology, ecology and systematics with special emphasis on the North European species. (Synopsis Fungorum 1) **Fungiflora**, 1989.
- (14) KIRK, P. M., *et al.* **Dictionary of the Fungi**. 10rd ed. CAB International. Wallingford, 2008. 771p.
- (15) KUCHAR, F.; PAPINUTTI, L. *Geastrum episcopale*: a new noticeable species with red-violet exoperidium. **Mycologia**, v. 101, n. 4, p. 535-538, 2009.
- (16) HEMMES, D. E.; DESJARDIN, D. E. Earthstars (*Geastrum*, *Myriostoma*) of the Hawaiian Islands including two new species, *Geastrum litchiforme* and *Geastrum reticulatum*. **Pacific Science**, v. 65, n. 4, p. 477-496, 2011.
- (17) SILVA, B. D. B., *et al.* Two new species of *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) found in Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 96, n. 3-4, p. 445-456, 2013.
- (18) CABRAL, T. S., *et al.* A new species and new records of gasteroid fungi (Basidiomycota) from Central Amazonia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 183, n. 4, p. 239-253, 2014.
- (19) SOUSA, J.O., *et al.* New records of Geastraceae (Basidiomycota: Phallomycetidae) from Atlantic Rainforest Remnants and Relicts of Northeastern Brazil. **Darwiniana Nueva Serie**, v. 2, n. 2, p. 207-221, 2014.
- (20) SOUSA, J.O., *et al.* Updates on the geographic distribution of three *Geastrum* species from Brazilian semi-arid region. **Mycosphere**, v. 5, p. 467-474, 2014.
- (21) TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I. G. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). **Mycotaxon**, v. 108, n. 1, p. 441-444, 2009.
- (22) DORE, C.M.P.G., *et al.* Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β -glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. **International immunopharmacology**, v. 7, n. 9, p. 1160-1169, 2007.
- (23) KARUN, N.C.; SRIDHAR, K.R. Geasters in the Western Ghats and west coast of India. **Acta Mycologica**, v. 49, n. 2, p. 207-219, 2014.
- (24) ROSS, W.; CAMPBELL, W. A. Differentiation of wood-decaying fungi by their reactions on gallic or tannic acid medium. **Journal of Agricultural Research**, v. 57, n. 9, 1938.

- (25) DASHTBAN, M. *et al.* Fungal biodegradation and enzymatic modification of lignin. **International Journal of Biochemistry and Molecular Biology**, v. 1, n. 1, p. 36-50, 2010.
- (26) SOUZA, H.Q., *et al.* Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 116-124, 2008.
- (27) SILVA, C.M.M.S.; MELO, I.S.; OLIVEIRA, P.R. **Produção de enzimas Ligninolíticas por fungos isolados de solos sob cultivo de arroz irrigado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento.** Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento/Embrapa Meio Ambiente, 2004.18p.
- (28) LEONOWICZ, A. *et al.* Biodegradation of lignin by white rot fungi. **Fungal Genetics and Biology**, v. 27, n. 2, p. 175-185, 1999.
- (29) SILVA, C.M.M.S.; MELO, I.S.; VIEIRA, R.F. Production of phenol-oxidases and peroxidases by fungi isolated from irrigated rice. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 53-55, 2003.
- (30) YAMANAKA, R.; MACHADO, K. M. G. Influência do corante Azul Brilhante de Remazol R sobre o sistema enzimático ligninolítico de *Psilocybe castanella* CCB444 em meio de cultivo sintético. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. pg. 1119-1121, 2008.
- (31) TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I. G.. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). **Mycotaxon**, v. 108, n. 1, p. 441-444, 2009.

Enviado: 04/03/2016
Aceito: 05/04/2016
Publicado: 31/08/2016