

CRESCIMENTO DE FUNGOS DE PODRIDÃO BRANCA EM COMPÓSITOS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUO PLÁSTICO URBANO E DA INDÚSTRIA MADEIREIRA

André Luis Catto^{1*}, Katiandry Rossini¹, Ruth Marlene Campomanes Santana¹, Mateus Arduvino Reck², Rosa Mara Borges da Silveira², Eduardo Soares Rosseto²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Escola de Engenharia – Laboratório de Materiais Poliméricos LAPOL (andrecatto@terra.com.br)

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Instituto de Biociências – Departamento de Botânica.

Resumo: Na busca por novos materiais biodegradáveis, encontra-se a combinação de fibras naturais com materiais poliméricos, biodegradáveis ou não. A incorporação de fibras naturais na matriz de polímero termoplástico está associada à melhoria de suas propriedades devido a vantagens como o fato das fibras serem biodegradáveis e menos abrasivas, quando comparadas às fibras sintéticas. Os materiais produzidos com os polímeros sintéticos convencionais são considerados inertes ao ataque imediato de microrganismos. Assim, neste trabalho pretende-se avaliar o potencial de biodegradabilidade da madeira plástica obtida através de resíduos pós-uso de tampas de garrafa de água mineral de PP-EVA e de serragem de madeira. Foi realizado o monitoramento do cultivo de diferentes espécies de fungos (*basidiomicetos*) sobre os diferentes substratos em função do tempo, sendo feito acompanhamento visual e por análise gravimétrica dos compósitos, com a finalidade de avaliar qual das espécies de fungo apresenta maior cinética de crescimento e em qual espécie de madeira e então obter uma estimativa do potencial de degradação biótica destes materiais. Com base nos resultados apresentados neste trabalho, conclui-se que o fungo *Trametes villosa* (TV) foi aquele que melhor interagiu com a madeira contida nos compósitos, tanto na espécie de *Eucalyptus grandis* (Eu) quanto de *Pinus elliottii* (Pi).

Palavras-chave: *basidiomicetos*, *biodegradação*, *madeira plástica*, *reciclagem*.

Introdução

A evolução e as necessidades da vida moderna levam o homem a buscar novas fontes para a pesquisa e, até pouco tempo atrás, era importante descobrir materiais cada vez mais duráveis para a utilização diária, dentre os quais estão os polímeros [1]. Porém, a proliferação dos materiais poliméricos de base petroquímica traz consigo a diminuição do uso de recursos não renováveis e, em muitos casos, acarreta para a sociedade um acúmulo de grande quantidade de resíduos com tempo de decomposição muito longo, por não serem biodegradáveis [2]. Na busca por novos materiais biodegradáveis, encontra-se a combinação de fibras naturais com matrizes poliméricas, biodegradáveis ou não. As fibras naturais podem conferir ao compósito a característica de reforço e, além disso, o uso da fibra oriunda de um resíduo pode minimizar a poluição ambiental e diminuir o custo de produção dos materiais [3]. As fibras podem sofrer modificações químicas para aumentar a interação matriz-fibra, melhorando a adesão entre a fibra natural e a matriz polimérica [4].

Como os polímeros sintéticos convencionais são considerados inertes ao ataque imediato de microrganismos, provocam sérios problemas ambientais, pois após seu descarte, demoram em média 100 anos para decomporem, aumentando assim a quantidade de resíduo polimérico descartado no meio ambiente [5]. Os compósitos de fibra natural e polímero se encaixam como uma possibilidade de amenizar estes problemas. Porém, faz-se necessário um estudo mais detalhado sobre a possível biodegradabilidade desses materiais. A deterioração da superfície do polímero é um processo interfacial. Esta degradação modifica as propriedades mecânicas, físicas e químicas de um dado material. A biodeterioração dos polímeros é causada por microrganismos que colonizam sua superfície formando biofilmes. Esses biofilmes consistem de células embebidas em uma matriz polimérica de sua própria origem, contendo polissacarídeos e proteínas [6]. A biodegradação de um material ocorre quando o mesmo é usado como nutriente por um determinado conjunto de microrganismos (bactérias, fungos, algas), os quais devem possuir enzimas adequadas para romper algumas das ligações químicas da cadeia principal do polímero, sendo necessárias condições favoráveis de temperatura, umidade, pH e disponibilidade de oxigênio, para a atuação dos microrganismos [7,8].

Assim, neste trabalho, pretende-se avaliar o potencial de biodegradabilidade da madeira plástica obtida através de resíduos pós-uso de tampas de garrafas de refrigerante de PP-EVA e de serragem de madeira.

Dentre os fungos degradadores de madeira se destacam os de podridão-branca (“white-rot fungi”), por serem organismos mais efetivos na biodegradação dos materiais lignocelulósicos na natureza, devido a síntese de enzimas oxidativas capazes de degradar os constituintes primários da madeira [9], em relação aos fungos de podridão-parda [10, 11]. A degradação da madeira por fungos de podridão-branca pode ocorrer de duas formas: a mais comum envolve a

remoção simultânea de todos os componentes, a outra menos frequente, envolve a remoção seletiva de lignina e polioses, mantendo a celulose praticamente intacta. Neste caso, os materiais lignocelulósicos degradados por fungos de podridão branca adquirem uma aparência esbranquiçada e se rompem facilmente no sentido das fibras [12].

Será realizado o monitoramento do crescimento de diferentes espécies de fungos de podridão branca (*basidiomicetes*) sobre os diferentes substratos em função do tempo, sendo feito acompanhamento visual e por análise gravimétrica dos compósitos, com a finalidade de avaliar qual das espécies de fungo apresenta maior cinética de crescimento e em qual espécie de madeira e então ter uma estimativa do potencial de degradação biótica destes materiais.

Parte Experimental

Os materiais utilizados foram resíduos provenientes de tampas de garrafas de refrigerante de PP e o EVA (copolímero de etileno acetato de vinila) proveniente dos “liners” internos das tampas, fornecidos na forma de “flakes” pela empresa Prisma Montelur Termoplásticos; e 2 tipos de serragem: eucalipto (Eu) e pinus (Pi), das espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* respectivamente, proveniente do estado do Rio Grande do Sul. O pó de madeira (Eu e Pi) passou por separação de tamanho em um sistema de peneiras marca Bertel série Tyler de 32 e 16 mesh, e o tamanho de partículas selecionado foi entre > 250 e < 500 μm . As misturas foram processadas numa extrusora de rosca simples (L/D: 22), com o perfil de temperatura de 170° a 190°C e velocidade do parafuso de 65 rpm, e picotadas na forma de “pellets”.

Após, as amostras foram pesadas e colocadas em duplicata em erlenmeyers com 30 mL de água destilada e esterilizadas em autoclave a 127°C. Os fungos escolhidos para os experimentos foram os das espécies *Trametes villosa* (TV), *Pycnoporus sanguineus* (PS) e *Corioloropsis rigida* (CR), os quais foram isolados em placas de petry em meio de cultivo ágar extrato de malte (AEM) previamente autoclavadas, e acondicionados em estufa a 25°C, no escuro. Após uma semana, os fungos foram inoculados (a partir dos cultivos prévios) em cada amostra (substrato) e colocados então em estufa a 25°C, no escuro, por 60 dias para acompanhamento. A formulação e nomenclatura das amostras estão na Tabela 1.

Tabela 1. Nomenclatura e formulação das amostras.

Nomenclatura					
Amostras	Formulação		Fungos		
	Matriz	Carga	TV	OS	CR
PP-EVA	100%	0	✓	✓	✓
Pi	0	100%	✓	✓	✓
Eu	0	100%	✓	✓	✓
PP-EVA-Pi	70%	30%	✓	✓	✓
PP-EVA-Eu	70%	30%	✓	✓	✓



(a)



(b)

Figura 1. Fungos *Trametes villosa* (TV), *Pycnoporus sanguineus* (PS) e *Corioloropsis rigida* (CR), isolados em placas de petry em meio de cultivo ágar extrato de malte (AEM) (a) e amostras em estufa a 25° C, no escuro, por 60 dias (b).

Resultados e Discussão

Na amostra de pó de madeira da espécie *Pinus elliottii* (Pi) (Figura 2-a) foi observado através do acompanhamento gravimétrico semanal, que a maior perda de massa ocorreu nas amostras submetidas ao fungo *Trametes villosa* (TV) seguidas pelas submetidas ao *Pycnoporus sanguineus* (PS), indicando a maior degradação desta espécie de madeira por estes 2 fungos, o que pode ser visualizado pelas imagens das Figuras 4-a e 4-b. Já nas amostras

de *Eucalyptus grandis* (Eu) da Figura 2-b, a maior perda de massa ocorreu naquelas submetidas ao fungo *Pycnoporus sanguineus* (PS).

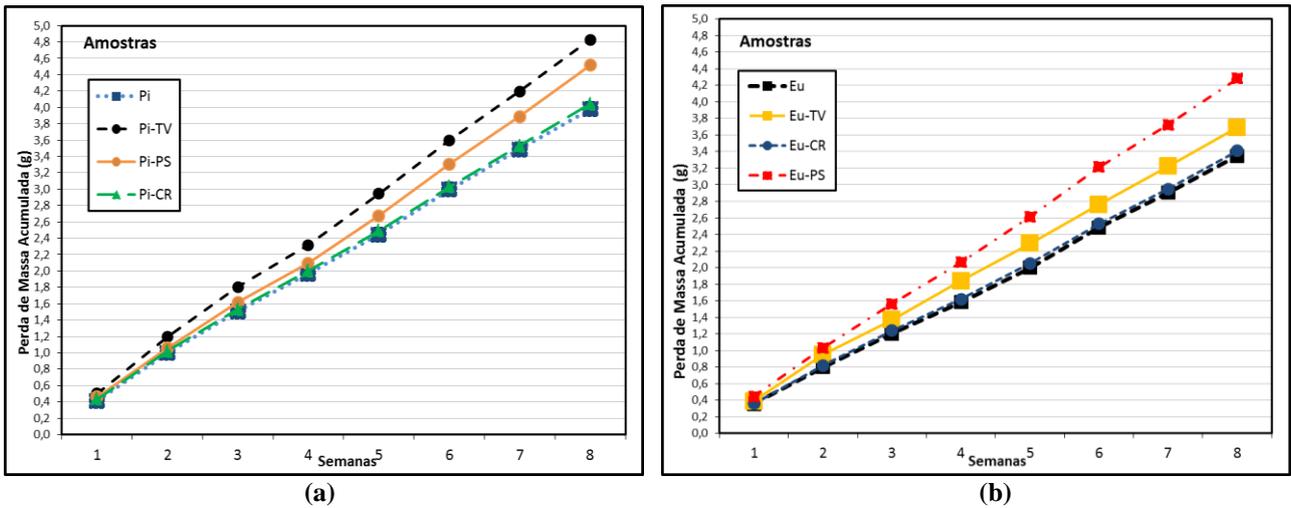


Figura 2. Acompanhamento da perda de massa pelas amostras de pinus (a) e eucalipto (b) durante oito semanas.

As Figuras 3-a e 3-b apresentam os resultados de perda de massa dos compósitos de PP/EVA/Pi e PP/EVA/Eu. Observa-se que para os compósitos com a espécie de madeira de pinus (Figura 3-a) o fungo TV foi aquele que ocasionou a maior perda de massa, comprovando ser este fungo o mais adequado entre os três testados para os ensaios de biodegradação destes compósitos [13]. Já para os compósitos com a espécie de eucalipto, os fungos TV e PS apresentaram resultados semelhantes, com os melhores resultados na perda de massa acumulada durante as oito semanas, sendo melhor visualizados nas Figuras 4-c e 4-d.

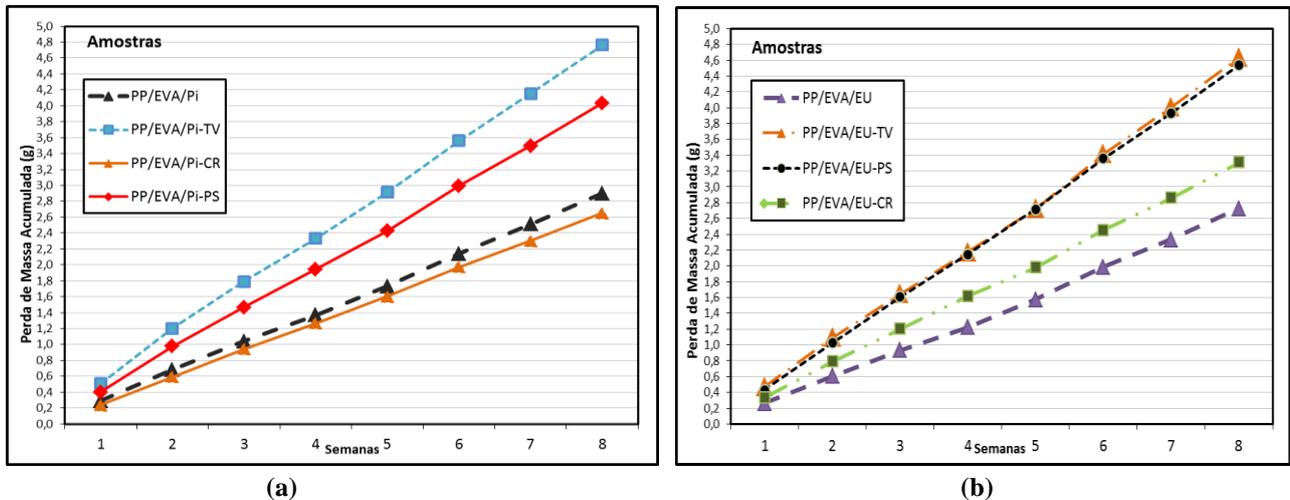


Figura 3. Acompanhamento da perda de massa dos compósitos: PP/EVA/Pi (a) e PP/EVA/Eu (b) durante oito semanas.

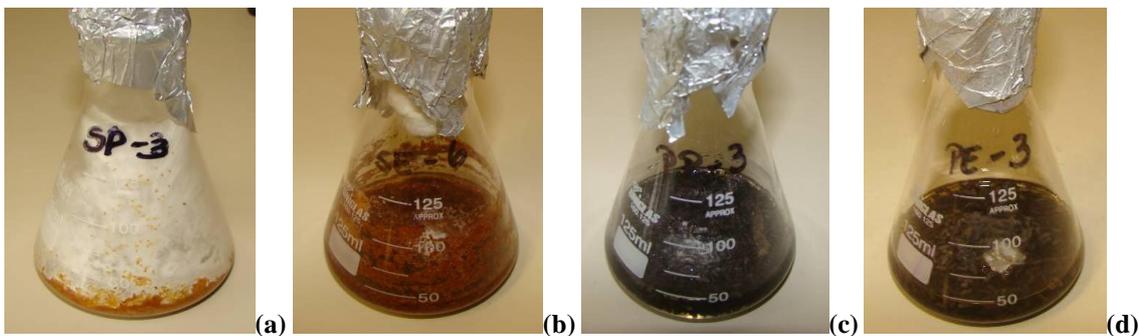


Figura 4. Imagens do crescimento dos fungos após 8 semanas: (a) TV na amostra de pinus, (b) PS na amostra de eucalipto. (c) TV na amostra de PP/EVA/Pi e (d) PS na amostra de PP/EVA/Eu.

A Tabela 2 apresenta os valores do parâmetro “a” das equações das retas dos gráficos de perda de massa acumulada das amostras, onde este parâmetro refere-se à inclinação da reta, o que indica a cinética de crescimento dos fungos nos diferentes meios, através das retas que apresentaram a maior inclinação e consequentemente a maior cinética de crescimento dos fungos e efetividade na perda de massa das amostras.

Tabela 2. Comparativo entre o parâmetro “a” das equações das retas do acompanhamento da perda de massa acumulada das amostras expostas a cada espécie de fungo.

Amostras - Parâmetro “a” ($y = ax + b$)				
Fungos	Pi	Eu	PP-EVA-Pi	PP-EVA-Eu
	0,5042	0,4257	0,3699	0,3498
TV	0,6102	0,4655	0,6005	0,5901
PS	0,5737	0,5454	0,5133	0,5839
CR	0,5094	0,4323	0,3440	0,4200

Pode-se assim comprovar que no geral as amostras expostas ao fungo *Trametes villosa* (TV) foram as que apresentaram a maior cinética de crescimento (perda de massa no período de tempo analisado), com exceção da espécie de madeira *Eucalyptus grandis* (Eu), onde o fungo *Pycnoporus sanguineus* (PS) foi mais efetivo.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, conclui-se que o fungo *Trametes villosa* (TV) foi aquele que melhor interagiu com a madeira contida nos compósitos, tanto na espécie de *Eucalyptus grandis* (Eu) quanto de *Pinus elliottii* (Pi), sendo que o fungo *Pycnoporus sanguineus* também apresentou resultados interessantes. Assim, este estudo preliminar serviu como uma avaliação inicial sobre a melhor espécie de fungo capaz de interagir com as fibras de madeira usadas neste estudo. Então, surgiram novas perspectivas para futuros estudos nesta área de biodegradação destes compósitos termoplásticos reforçados com resíduo de madeira.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Capes pelo apoio financeiro e ao Laboratório de Polímeros (Lapol) e Laboratório de Botânica da UFRGS pela infraestrutura disponibilizada.

Referências

1. F. M. Jesus. Tese de Mestrado, UERJ, Brasil, 2007.
2. H. Cabral; M. Cisneiros; J. M. Kenny; A. Vazquez; C. R. J. Bernal. Compos. Mater. 2005, 39, 51.
3. H. S. Yang; H. J. Kim; J. G. Son; H. J. Park; T. S. Hwang. Compos. Struct. 2004, 63, 305.
4. A. C. Wibowo; A. K. Mohanty; M. Mistra; L. T. Drzal. Ind. Eng. Chem. Res. 2005, 43, 4883.
5. A. Campos; S.M.M. Franchetti. Brazilian Archives of Biology and Technology 2005, 48, 235.
6. C. Mateo; J. M. Palomo; G. Fernandez-Lorente; J. M. Guisan; R. Fernandez-Lafuente. Enzyme Microb. Technol. 2007, 40, 1451–1463.
7. B. Singh; M. Sharma. Polym. Degrad. and Stab. 2008, 93, 561-584.
8. N. Lucas; C. Bienaime; C. Belloy; M. Queneudec; F. Silvestre; J.E. Nava-Saucedo. Chemosphere 2008, 73, 429–442.
9. A. L. Ferraz. Fungos decompositores de materiais lignocelulolíticos. In: E. Esposito; J. L. Azevedo. Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul: EDUCS Ed., 2004, 213-242.
10. E. Y. A. Okyno; M. V. S. Alves; D. E. Teixeira; M. R. Souza; M. A. E. Santana. Scientia Forestal, Piracicaba, 2004, 74, 1, 67-74.
11. F. M. Moraes; A. F. Costa. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 2007, 2, n.1, 44-50.
12. F. Hyodo. Soil Biology and Biochemistry 2000, 32, 653-658.
13. F. W. M. R. Schwarze. The British Mycological Society, Fungal Biology Reviews 2007, 21, 133-170.