

DETERIORAÇÃO FÚNGICA DA MADEIRA DE CLONES *EUCALYPTUS* SP. PLANTADOS NO LITORAL NORTE DA BAHIA

- João Basílio Mesquita⁽¹⁾; Larissa Luzia Peixoto Nascimento⁽²⁾; Itamara Bomfim Gois⁽³⁾; Klebson Soares Nascimento³
- (1) Engenheiro Florestal, Professor Associado, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Ciências Florestais, Jardim Rosa Elze, sn, CEP: 49100- 000, São Cristóvão, SE, Brasil
- (2) Graduanda em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Jardim Rosa Elze, sn, CEP: 49100- 000, São Cristóvão, SE, Brasil
- (3) Engenheira Florestal, Professora Voluntária, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Ciências Florestais, Jardim Rosa Elze, sn, CEP: 49100- 000, São Cristóvão, SE, Brasil
- (4) Engenheiro Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Jardim Rosa Elze, sn, CEP: 49100- 000, São Cristóvão, SE, Brasil
- basilio_mesquita@hotmail.com, larissalpeixoto@gmail.com, itamara.bgois@gmail.com, klebsonsn@hotmail.com

Identificação do evento: Apresentado no IV Congresso Brasileiro de Eucalipto – 07 a 08 de agosto de 2019, Salvador/BA.

RESUMO: Após o corte da madeira, os tocos remanescentes de *Eucalyptus* sp. devem ser retirados mecanicamente, o que eleva o custo de produção e promove a compactação do solo pelo tráfego intenso e pesado de máquinas. Uma alternativa para eliminação dos tocos remanescentes é a decomposição dos mesmos por agentes xilófagos. Neste trabalho avaliou-se a degradação *in vitro* de *Eucalyptus* sp. por fungos basidiomicetos com o intuito de selecionar isolados com potencial para biodegradação como alternativa ao processo mecanizado. Foram utilizados discos de madeira retirados de tocos remanescentes, sendo 12 árvores de 3 materiais genéticos (clones: 2361, 1277 e 1249) com idade aproximada de 7 anos. Foram confeccionados corpos de provas de 2,5x2,5x1,0 cm retirados de 3 regiões distintas no sentido medula casca (interna, intermediária e externa) de cada disco e de lados opostos. Os fungos foram inoculados nos corpos de prova e incubados a temperatura ambiente (28°C ± 3°C) por 14 semanas em vidros esterilizados. Os tratamentos utilizados foram: T1- *Pycnoporus sanguineus* e T2- *Phellinus gilvus*, T3- *Trametes villosa*, T4- *Hexagonia hydroides* e T5- *Lenzites stereoides*. Após a incubação foi analisada a perda de massa dos corpos de prova. A perda de massa dos corpos de prova foi influenciada pelos isolados, pela posição e pelos clones. O isolado de *P. sanguineus* foi o que apresentou maior potencial para biodegradação.

Palavras-Chave: fungos, agentes xilófagos, basidiomicetos, decomposição.

INTRODUÇÃO

Na produção industrial de madeira, o gênero *Eucalyptus* destaca-se pelo seu potencial de utilização, não somente por sua capacidade produtiva e adaptabilidade a diversos ambientes, mas, sobretudo, pela grande diversidade de espécies, o que torna possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diversos seguimentos.

As florestas plantadas são uma importante fonte renovável de recursos naturais que, entre suas vantagens, ajudam a preservar nossas florestas nativas. No Brasil, além do setor de celulose e papel outros segmentos utilizam florestas plantadas de eucalipto e pinus, numa área total estimada em 7,84 milhões de hectares (IBÁ, 2017).

Após o corte da madeira, os tocos remanescentes de *Eucalyptus* sp. devem ser retirados mecanicamente, o que encarece o custo de produção. A colheita mecanizada de florestas envolve o tráfego intenso e pesado de máquinas sobre o solo favorecendo a compactação dos solos e dificultando o crescimento e a distribuição das raízes no solo (DEDECEK & GAVA, 2005). Os espaços porosos perdidos com efeito da compactação são, na maioria, macroporos, que são importantes na movimentação de água e de ar pelo solo (LOPES et al., 2006), podendo, dessa forma, limitar o desenvolvimento da árvore. Além disso, com a compactação, pode-se necessitar do uso de subsolador para um novo plantio, o que acabará agregando um valor econômico ainda maior.

Uma alternativa para retirada dos tocos remanescentes é a decomposição dos mesmos por agentes xilófagos. Dentre estes se destacam os fungos basidiomicetos pertencentes as ordens Agaricales e Polyporales por apresentarem significativa produção de enzimas oxidativas (peroxidases e lacases) durante o crescimento micelial (fase vegetativa) e/ou formação de basidiomas (FERNADES et al., 2005; HAKALA et al., 2004).

Os fungos capazes de degradar a madeira pode ser dividido em três principais grupos. Os fungos de podridão mole (“soft-rot fungi”), caracterizado pela aparência mole. Os fungos de podridão parda ou marrom (“brown-rot fungi”) degradam a celulose e hemicelulose conferindo à madeira uma coloração marrom por não degradarem a lignina. A maioria dos fungos degradadores de madeira são os que causam a podridão branca (“white-rot fungi”), os quais degradam tanto lignina quanto celulose e hemicelulose. A madeira torna-se frágil e com coloração clara pela remoção da lignina. Existem várias espécies de basidiomicetos que causam a podridão branca e parda tanto em gimnosperma quanto em angiosperma (OLIVEIRA et al., 2005).

Com o intuito de avaliar e selecionar isolados de fungo que possam ser utilizados na degradação de tocos remanescentes de clones de *Eucalyptus* sp. em substituição ao processo mecanizado, este trabalho foi realizado com o

objetivo de avaliar a degradação fúngica “in vitro” de madeira de clones de *Eucalyptus* sp. em três posições (interna, intermediária e externa) na direção medula-casca de tocos remanescentes da colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Os isolados fúngicos foram obtidos de tocos remanescentes de plantações de *Eucalyptus* sp. localizadas no município de Entre Rios, Bahia, e identificados com auxílio de chaves (RYVARDEN, 2004; GIBERTONI, 2004; RYVARDEN & JOHANSEN, 1980), sendo distribuídos em ordens, famílias, gêneros e espécie segundo Kirk et al. (2001). Os isolados foram multiplicados pela transferência de fragmentos do micélio, para BDA e incubados a $28 \pm 3^\circ\text{C}$, por 7 dias (EIRA & MINHONE, 1997).

A avaliação da biodegradação foi realizada segundo a metodologia de Fernandes et al. (2005), com modificação. Foram utilizados discos de madeira retirados de tocos remanescentes após o corte das árvores. Foram utilizadas quatro árvores procedentes de três materiais genéticos (híbridos) de *Eucalyptus* sp., totalizando 12 árvores com 7 anos de idade. Foram confeccionados os corpos de prova de 2,5x2,5x1,0 cm retirados de três regiões distintas no sentido medula casca (interna, intermediária e externa) de cada disco e de lados opostos.

Os corpos de prova foram numerados e acondicionados em estufa a temperatura de $50 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72 horas e em seguida pesados e acondicionados em recipientes de vidro com capacidade de 500 mL utilizando 2 corpos de prova de lados opostos de cada disco por recipiente contendo 10 mL de água destilada. Os recipientes foram então autoclavados a 120°C por 30 minutos. Após o resfriamento, os micélios dos fungos foram inoculados nos corpos de prova em condições assépticas, pela transferência de discos inoculantes de 6mm de diâmetro retirados de placas de Petri contendo meio de cultura BDA previamente colonizados com *Pycnoporus sanguineus*, *Phellinus gilvus*, *Trametes villosa*, *Hexagonia hydroides* e *Lenzites stereoides*. Assim, os tratamentos foram: T1- *Pycnoporus sanguineus* e T2- *Phellinus gilvus* T3- *Trametes villosa* T4- *Hexagonia hydroides* e T5- *Lenzites stereoides*.

A incubação foi realizada a uma temperatura média de $28 \pm 3^\circ\text{C}$. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento. Após 14 semanas de incubação, foi retirado o micélio sobre os corpos de prova e em seguida submetidos a aclimação por 72 horas a temperatura de $50^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (ALVES et al., 2006). A perda de massa foi calculada pela equação: $P_m = \frac{P_i - P_f}{P_i} \cdot 100$, em que P_m é a perda de massa, em %; P_i é o peso inicial seco (antes da exposição ao fungo), em gramas; e P_f é o peso final seco (após a exposição ao fungo), em gramas.

Para determinação da densidade da madeira foram utilizados discos retirados das árvores utilizadas para o teste de biodegradação, sendo que foram confeccionadas cunhas opostas de cada disco para determinação da densidade básica (DURLO, 1991). As cunhas foram saturadas com água e pesadas. Em seguida, foram secas em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante. A densidade básica foi calculada pela equação: $D_b = \frac{M_s}{V_v}$, em que D_b é a densidade básica (g/cm³); M_s é a massa seca (g) e V_v é o volume verde (cm³).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que para a perda de massa (%) (Tabela 1), após 14 semanas de incubação, considerando a média geral, o isolado *Pycnoporus sanguineus* foi superior para biodegradação em comparação aos outros fungos com uma média de 8,21%. *P. sanguineus* em seis espécies de madeira da região Amazônica causou perda de massa que variou de 0,05 a 3,21% (ALVES et al., 2006). É importante ressaltar que os autores utilizaram apenas a região do cerne das madeiras testadas.

Tabela 1. Porcentagem de perda média de massa nas posições dos corpos de prova de clones de *Eucalyptus* sp. inoculados com *P. sanguineus*, *P. gilvus*, *T. villosa*, *H. hydroides* e *L. stereoides* e a média geral após 14 semanas de incubação, São Cristóvão, SE.

Isolado	Posição *			Média geral **
	Externa	Intermediária	Interna	
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	20,66 aA	1,68 aB	2,28 aB	8,21 a
<i>Phellinus gilvus</i>	1,37 bA	0,93 aA	1,29 aA	1,19 c
<i>Trametes villosa</i>	1,96 bcA	1,29 aA	1,33 aA	1,53 bc
<i>Hexagonia hydroides</i>	3,19 bA	1,41 aB	1,49 aB	2,03 bc
<i>Lenzites stereoides</i>	3,48 bA	1,85 aB	1,74 aB	2,36 b

* Média seguida por letras maiúscula distintas na linha diferem entre si ($p \leq 0,05$); * Média seguida por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ($p \leq 0,05$); ** Média geral de perda de massa entre os fungos ($p \leq 0,05$).

Silva et al. (2007), utilizando *P. sanguineus* para biodegradação de madeiras, observaram que a perda de massa ocasionada por este fungo em *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) foi de 5,68% no alburno e 0,35% no cerne; em *Anadenanthera macrocarpa* a perda de massa foi de 1,19% no cerne, em *Pinus elliottii* foi de 9,84% no alburno e em *Eucalyptus grandis* foi de 9,11% no cerne. Fica evidente a diferença de resistência que pode haver entre o cerne e o alburno dentro de uma mesma árvore analisada, bem como a diferença de resistência entre espécies distintas submetidas

a um mesmo fungo e a diferença de resistência de uma mesma árvore submetida a fungos distintos, fato que pode ser observado no presente trabalho.

A interação entre os fatores fungo-posição e fungo-clone evidenciou a superioridade do fungo *P. sanguineus* para o processo de biodegradação.

Com relação à posição no sentido medula-casca (interna, intermediária e externa), o *P. sanguineus* causou perda de massa na posição externa com valores de até 31,11%, com média de 20,66%. Para os isolados *H. hydnoides* e *L. stereoides* os valores na posição externa foram de 3,19% e 3,48%, respectivamente (Tabela 1). Os três isolados mostraram diferenças significativas na posição externa em relação às outras duas posições (interna e intermediária). A região externa é composta pelo alburno que é uma região de reserva de substâncias nutritivas e as regiões internas são compostas pelo cerne que pode conter óleos, resinas, gomas e/ou compostos fenólicos, substâncias frequentemente responsáveis pela coloração mais escura e maior resistência da madeira a fungos xilófagos (COSTA et al., 2006). Esses fungos desenvolveram-se melhor na região externa provavelmente estimulado por uma maior quantidade de nutrientes, favorecendo assim a biodegradação. Sendo assim, era de se esperar que o cerne apresentasse uma maior resistente.

Para os isolados de *P. gilvus* e *T. villosa* não houve diferença significativa entre as posições analisadas. O baixo desempenho dos isolados *P. gilvus* e *T. villosa* pode ter sido devido à inibição do crescimento decorrente da presença de extrativos na madeira.

Resultados semelhantes de biodegradação considerando a parte externa inoculada com *P. sanguineus* foram observados por Abreu et al. (2007) quando utilizaram *Pycnoporus cinnabarinus* em madeira de *Eucalyptus* sp. de aproximadamente 12 meses de idade. Os autores observaram uma perda de massa de 28,10% depois de 120 dias de incubação. Na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis*, o teor de extrativos totais apresentou tendência de crescimento em relação à idade e com maiores concentrações na base (SILVA et al., 2005). Sendo a parte mais externa do tronco mais jovem e possivelmente com menores teores de extrativos, fica fácil compreender a semelhança entre os resultados. Abreu et al. (2007), ainda avaliaram a biodegradação pelos fungos *Pleurotus ostreatus* e *Schizophyllum commune* onde a perda de massa foi de 19,18% e 9,14%, respectivamente.

Considerando a posição no sentido medula-casca, Paes (2002), utilizando os fungos *Postia placenta*, *Neolentinus lepideus* e *Polyporus fumosus* por 12 semanas de incubação, também constatou que a resistência depende da posição, sendo as amostras retiradas das posições mais externas mais deterioradas que as retiradas das posições mais internas.

Para os clones inoculados com *P. sanguineus* houve diferença significativa na perda de massa com valores variando de 5,53 a 10,67% (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de perda média de massa em clones de *Eucalyptus* sp. inoculados com *P. sanguineus*, *P. gilvus*, *T. villosa*, *H. hydnoides* e *L. stereoides*, após 14 semanas de incubação, São Cristóvão, SE.

Isolado	Clones		
	2361	1277	1249
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	10,67 aA	8,43 aB	5,54 aC
<i>Phellinus gilvus</i>	1,38 bA	0,95 bA	1,25 bA
<i>Trametes villosa</i>	1,29 bA	1,59 bA	1,70 bA
<i>Hexagonia hydnoides</i>	1,78 bA	2,21 bA	2,10 bA
<i>Lenzites stereoides</i>	2,43 bA	2,33 bA	2,31 bA

*Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si ($p \leq 0,05$); *Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ($p \leq 0,05$).

Embora todos os clones híbridos sejam de *Eucalyptus* sp. a procedência e os cruzamentos são diferentes, portanto, com diferentes graus de resistência e susceptibilidade à biodegradação. O poder biodegradativo de um fungo pode variar de espécie para espécie e inclusive dentro da mesma árvore nas diferentes posições a depender principalmente da quantidade e qualidade dos extrativos. Provavelmente o clone 1249 possui uma maior concentração de extrativos, e que ocasionou a redução do desenvolvimento do *P. sanguineus*. A densidade da madeira foi maior no clone 1249 (0,6g/cm³ contra 0,54g/cm³ dos outros dois clones). A densidade da madeira não garante boa resistência natural da madeira a fungos xilófagos (ALVES et al., 2006), entretanto, neste experimento foi a madeira de maior densidade que apresentou maior resistência. Este fato também foi observado por Paes et al. (2007), que testou a resistência natural das madeiras de leucena (*Leucaena leucocephala*), louro pardo (*Cordia trichotoma*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), nim indiano (*Azadirachta indica*) e teca (*Tectona grandis*). Por outro lado, os clones 2361 e 1277 apresentaram a mesma densidade e diferiram entre si quanto a resistência a biodegradação pelo *P. sanguineus*.

CONCLUSÕES

O *P. sanguineus* foi o isolado mais eficiente para biodegradação da madeira e a posição da madeira e o clone utilizado interferem diretamente no processo de degradação da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBÁ- **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório anual, 80p. 2017.

ABREU, L.D.; MARINO, R.H.; MESQUITA, J.B.; RIBEIRO, G.T. Degradação da madeira de *Eucalyptus* sp. por Basidiomicetos de podridão branca. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v.74, n.4, p.321-328, 2007.

ALVES, M.V.S.; COSTA, A.F.; ESPIG, D.S.; VALE, A.T. Resistência natural de seis espécies de madeira da região amazônica a fungos apodrecedores, em ensaios de laboratório. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p.17-26, 2006.

COSTA, C.G.; CALLADO, C.H.; CORANDIN, V.T.R.; CARMELLO-GUEREIRO, S. M. Xilema In: APPEZZATO-DA-GLORIA, B.;CARMELLO-GUEREIRO, S.M. (Org.). **Anatomia Vegetal**, Viçosa, UFV, 2006, cap.5, 438p.

DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.383-390, 2005.

DURLO, M. A. **Tecnologia da Madeira**: Peso específico da madeira- Santa Maria: CEPEF/FATEC Centro de Pesquisas Florestais, 1991, 29p. (Série Técnicas, 80).

EIRA, A.F.; MINHONI, M.T.A. **Manual teórico-prático do cultivo de cogumelos comestíveis**. Botucatu: Fundação de Pesquisa Agropecuária e Florestais, 1997. 75p.

FERNANDES, L.; LEITE, C.L.; ESPOSITO, E.; REIS, M.M. *In vitro* wood decay of *Eucalyptus grandis* by the basidiomycete fungus *Phellinus flavomarginatus*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Suitland, v.55, p.187-193, 2005.

GIBERTONI, T.B. *Aphylophorales (Basidiomycotina) em áreas de Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 260 p., 2004.

HAKALA, T.K.; MAIJALA, P.; KONN, J.; HATAKKA, A. Evaluation of novel wood-rotting polypores and corticioid fungi for the decay and biopulping of Norway spruce (*Picea abies*) wood. **Enzyme and Microbial Technology**, Amsterdam, v.34, p.255-263, 2004.

KIRK, P.M., CANNON, P.F., DAVID, J.C., STALPERS, J.A. **Dictionary of the fungi**. Londres: CABI Publishing, 655 p., 2001.

LOPES, S.E.; FERNADES, H.C.; VIEIRA, L.B.; MACHADO, C.C.; RINALDI, P.C.N. Compactação de um solo de uso florestal submetido ao tráfego de arraste de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.369-376, 2006.

OLIVEIRA, J.T.S.; SOUZA, L.C., LÚCIA, R.M.D.; JÚNIOR, W.P.S. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.819-826, 2005.

PAES, J.B. Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.761-767, 2002.

RYVARDEN, L. **Neotropical Polypores Part 1: Introduction, Ganodermataceae & Hymenochaetaceae**. Synopsis Fungorum 19. Oslo: Fungiflora, 229 p., 2004.

RYVARDEN, L., JOHANSEN, I. **A preliminary polypore flora of East Africa**. Oslo: Fungiflora, 636 p., 1980.

SILVA, C.A.; MONTIERO, M.B.B.; BRASOLIN, S.; CARBALHEIRA, G.A.; RICHTER, L.A.; BRAGA, M.R. Biodeterioration of brazilwood *Caesalpinia echinata* Lam.(Leguminosae-Caesalpinioideae) by rot fungi and térmites. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Issue 4, v. 60, p. 285-292, 2007.