



COMUNICADO
TÉCNICO

455

Colombo, PR
Outubro, 2020



Lignina frente a fungos apodrecedores de madeira

Tainise Vergara Lourençon
Washington Luiz Esteves Magalhães

Lignina frente a fungos apodrecedores de madeira

Tainise Vergara Lourençon, Engenheira Industrial Madeireira, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Aalto University/Finlândia; **Washington Luiz Esteves Magalhães**, Engenheiro químico, doutor em Ciências e Engenharia de Materiais, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

A lignina é um dos principais constituintes da madeira e também está presente em diversos vegetais, em quantidades que variam bastante. Na madeira estão presentes também componentes majoritários como celulose e hemicelulose, somados a componentes não estruturais conhecidos como extra-tivos e compostos inorgânicos.

A lignina é o material aromático renovável mais abundante na Terra e o segundo polímero orgânico mais abundante depois da celulose (Hatakka, 2001). Além disso, é conhecida por sua estrutura amorfa tridimensional, constituída por unidades fenilpropano metoxiladas (Chakar; Ragauskas, 2004).

Segundo Gellerstedt e Henriksson (2008), a lignina apresenta uma estrutura altamente irregular em comparação com a da celulose. Também é conhecida por apresentar grandes diferenças na madeira (onde é conhecida como protolignina ou lignina in situ) e após o processo de isolamento, que sempre envolve um mecanismo de despolimerização.

A lignina na planta apresenta como uma das principais funções a sustentação mecânica, sendo responsável pela rigidez e, por isso, é conhecida como

‘cimento’ da madeira. Além disso, é responsável pelo controle dos fluidos no vegetal (Grabber, 2005). Outra importante função da lignina, amplamente afirmada na literatura, é a de proteger a planta contra ataques de microorganismos (Habermeht; Fliegner, 1998). Esse conceito é muitas vezes utilizado com referência à lignina após derrubada da árvore, onde a lignina seria o agente de proteção da madeira, no entanto sem comprovações científicas.

Dentre os agentes biológicos capazes de degradar a madeira, os fungos apodrecedores são os responsáveis pelos maiores danos. Além da destruição de elementos da parede celular, o ataque desses fungos favorece a propensão ao ataque de insetos (Stangerlin et al., 2013).

Os fungos *Trametes versicolor* e *Gloeophyllum trabeum* são bastante conhecidos por causar apodrecimento da madeira. Principalmente em países como o Brasil, que apresenta uma combinação perfeita de umidade e calor, propícia para o crescimento de fungos (Mattos et al., 2014).

A lignina kraft é extraída da madeira pelo processo de polpação chamado

kraft, trata-se de uma lignina técnica. A forma da lignina como está na madeira é muito difícil de ser extraída sem que haja a sua modificação química. Desenvolvimento de aplicações com a lignina kraft é de grande interesse para a indústria (Dessbesell et al., 2020), especialmente para a indústria brasileira de polpação, uma vez que é a única lignina técnica em escala industrial disponível no País.

Para avaliar o efeito da lignina frente a microorganismos que causam os maiores danos em madeira, este trabalho teve por objetivo isolar a lignina e avaliar o desenvolvimento dos fungos *Trametes versicolor* e *Gloeophyllum trabeum* na presença desse composto.

Metodologia

Fungos de podridão branca e parda de madeira *Trametes versicolor* (Tv) e *Gloeophyllum trabeum* (Gt), respectivamente, foram utilizados para testar a capacidade antifúngica de lignina proveniente de processo kraft.

O licor negro onde encontrava-se a lignina removida da madeira de eucalipto (processo kraft) foi doado pela Suzano S.A.. Para isolar a lignina, fez-se uma precipitação com ácido clorídrico (HCl 1 M) até pH 9 (Lourençon et al., 2015). A lignina foi separada por centrifugação com 3.000 rpm, por 15 minutos. Após, as amostras foram secas, moídas e diluídas em etanol P.A., para serem misturadas ao meio de cultura BDA (batata,

dextrose, agar). Tal mistura resultou em uma concentração de 2 g/L de cultura. Esta mistura foi distribuída em 10 placas de Petri seguida da adição de discos dos fungos com diâmetro de 5 mm. O mesmo procedimento com adição de etanol foi realizado sem a adição da lignina, para obtenção de resultados controle.

Após a adição dos fungos (Figura 1), iniciou-se o processo de medições diamétricas das placas até que as amostras atingissem o máximo crescimento (~20 dias). Assim, avaliou-se o crescimento micelial dos fungos com e sem a presença da lignina isolada.



Figura 1. Início da avaliação do crescimento micelial na presença de lignina (esquerda) e placa controle (direita).

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos (Figura 2), o fungo Tv completou o crescimento in vitro por volta de 20 dias, tanto para a amostra controle quanto para amostra com lignina. Além disso, nos primeiros 11 dias, observou-se que, no substrato com a adição de lignina, o

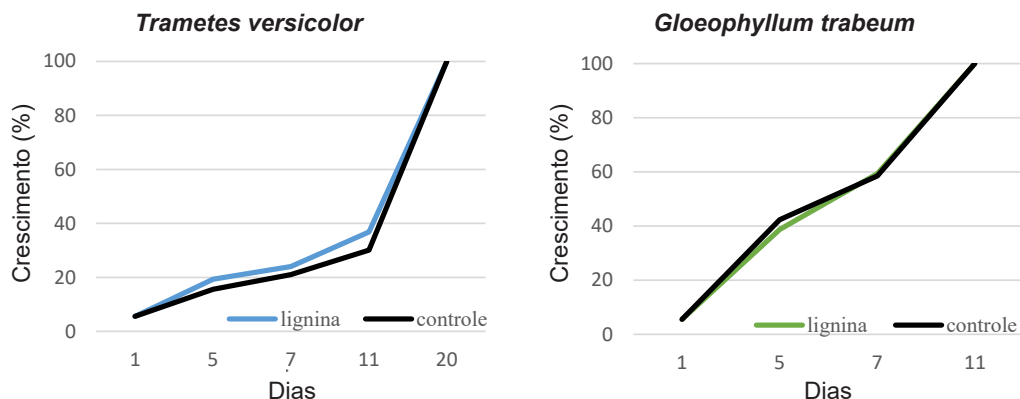


Figura 2. Crescimento dos fungos *Trametes versicolor* e *Gloeophyllum trabeum* com e sem a presença de lignina.

fungo desenvolveu-se ligeiramente mais que o fungo controle.

O desenvolvimento para o fungo Gt foi bastante similar entre as amostras analisadas. Porém, nesse caso o fungo atingiu crescimento máximo em um menor período de tempo, aos 11 dias, quando comparado ao Tv.

Em todos os casos, pode ser observado que tanto o fungo de podridão branca (Tv) quanto parda (Gt) não foram inibidos com a adição de lignina no substrato.

O fungo de podridão branca Tv é conhecido por liberar enzimas capazes de degradar justamente a lignina (Johansson et al., 2002). Assim, a não inibição do crescimento pela inserção de lignina poderia ser esperada para esse fungo.

Sabe-se que apenas alguns organismos anaeróbicos e fungos de podridão branca, como o Tv, são capazes de degradar a lignina (Nikolouli et al.,

2016). No entanto, este fator poderia ser excluído para o fungo Gt, que não teria tal capacidade. E mesmo nesse caso, observa-se que a lignina não funcionou como barreira para o desenvolvimento do fungo.

Árvores dificilmente serão atacadas por fungos, pelo simples fato de não apresentarem umidade propícia (fluxo de líquidos muito alto). No entanto, após abatimento, o teor de água da madeira reduz drasticamente e a partir de então, com umidade e calor favoráveis, poderá sofrer degradação por fungos. Contudo, observa-se que o conceito de lignina como componente protetor da planta contra ataques de microrganismos não poderia ser utilizado após o abatimento da árvore (i.e., madeira), pois nesse estágio a classe de fungos pode ser o microrganismo de ataque e, com base nos resultados, a lignina isolada não mostrou evidências de inibição para o crescimento do fungo.

Madeiras com alta durabilidade natural apresentam também altos teores de extrativos, que são componentes considerados bioativos (Valette et al., 2017). Estes componentes são muito variados, não fazem parte da parede celular da madeira e, normalmente, estão presentes em pequenas proporções que também podem variar bastante. Contudo, os extrativos estariam mais fortemente relacionados com a biodegradabilidade da madeira do que a lignina.

Conclusões

A lignina técnica kraft precipitada por HCl não apresentou capacidade de inibir o crescimento de fungos apodrecedores de madeira

Embora a lignina kraft não seja quimicamente idêntica à lignina natural encontrada no lenho das espécies arbóreas, estes resultados sugerem que se deve ter cautela ao afirmar que a durabilidade natural da madeira é devida à presença de lignina.

Referências

- CHAKAR, F. S.; RAGAUSKAS, A. J. Review of current and future softwood kraft lignin process chemistry. **Industrial Crops and Products**, v. 20, p. 131-141, 2004. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.04.016>>.
- DESSBESELL, L.; PALEOLOGOU, M.; LEITCH, M.; PULKKI, R.; XU, C. Global lignin supply overview and kraft lignin potential as an alternative for petroleum-based polymers. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 123, 109768, 2020. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109768>>.
- GELLERSTEDT, G.; HENRIKSSON, G. Lignins: major sources, structure and properties. In: BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. (Org.). **Monomers, polymers and composites from renewable resources**. [S.l.]: Elsevier Science, 2008. p. 201-224
- GRABBER, J. H. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. **Crop Science Society of America**, v. 45, p. 820-831, 2005.
- HABERMEHT, G. G.; FLIEGNER, W. Terpenes and their biological relevance. In: ATTA-UR-RAHMAN, A. (Org.). **Studies in natural products chemistry: structure and chemistry (Part F)**. [S.l.]: Elsevier, 1998. p. 3.
- HATAKKA, A. Biodegradation of lignin. In: HOFRICHTER, M.; STEINBUCHER, A. (Org.). **Biopolymers: biology, chemistry, biotechnology, applications, Lignin, humic substances and coal**. Weinheim: Wiley, 2001.
- LOURENÇON, T. V.; HANSEL, F. A.; SILVA, T. A. da; RAMOS, L. P.; BOLZON DE MUNIZ, G. I.; MAGALHÃES, W. L. E. Hardwood and softwood kraft lignins fractionation by simple sequential acid precipitation. **Separation and Purification Technology**, v. 154, p. 82-88, 2015. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1128/aem.68.4.2077-2080.2002>>.
- JOHANSSON, T.; NYMAN, P. O.; CULLEN, D. Differential regulation of mnp2, a new manganese peroxidase-encoding gene from the ligninolytic fungus *trametes versicolor*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, p. 2077-2080, 2002. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1128/aem.68.4.2077-2080.2002>>.
- MATTOS, B. D.; CADEMARTORI, P. H. G. de; LOURENÇON, T. V.; GATTO, D. A.; MAGALHÃES, W. L. E. Biodeterioration of wood from two fast-growing eucalypts exposed to field test. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 93, p. 210-215, 2014. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.04.027>>.

NIKOLOULI, K.; POURNOU, A.; MCCONNACHIE, G.; TSIAMIS, G.; MOSSIALOS, D. Prokaryotic diversity in biodeteriorated wood coming from the Bükkábrány fossil forest. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 108, p. 181-190, 2016. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.12.023>>.

STANGERLIN, D. M.; COSTA, A. F. da; GARLET, A.; PASTORE, T. C. M. Resistência natural da

madeira de três espécies amazônicas submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Ciência da Madeira**, p. 15-32, 2013.

VALETTE, N.; PERROT, T.; SORMANI, R.; GELHAYE, E.; MOREL-ROUHIER, M. Antifungal activities of wood extractives. **Fungal Biology Reviews**, v. 31, n. 3, p. 113-123, 2017. DOI: DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.01.002>>.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Versão digital (2020)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Florestas

Presidente

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annete Bonnet

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Guilherme Schnell e Schühli

Krisle da Silva

Marcelo Francia Arco-Verde

Marcia Toffani Simão Soares

Marilice Cordeiro Garrastazu

Valderês Aparecida de Sousa

Supervisão editorial/Revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Neide Makiko Furukawa

Fotos capa e texto:

Tainise Vergara Lourençon