

Efeitos do ataque de fungos de podridão nas características da madeira de eucalipto

Mayara Carzino Alcântara¹

Edson Alves de Lima²

Beatriz Cristina Goes³

Cristiane Vieira Helm⁴

Celso Garcia Auer⁵

Indiara Zeferino⁶

Resumo - Os fungos de podridão são conhecidos por degradarem a parte estrutural da madeira, porém poucos estudos existem sobre sua influência na madeira. Os fungos de podridão branca degradam a lignina deixando a madeira com uma coloração clara e os fungos de podridão parda, degradam a holocelulose, deixando mais escura. Este trabalho teve como objetivo analisar alterações nas características da madeira após ter sofrido ataque fúngico em laboratório. Para este estudo, amostras de *E. dunnii* foram submetidas ao ataque de fungos de podridão branca (*Pleurotus ostreatus*), parda (*Lentinula edodes*) além de uma testemunha. As amostras foram autoclavadas e foram colocadas em vidros previamente inoculados com o fungo em solução ágar. Estas amostras permaneceram em incubadora a 25±2 °C para o desenvolvimento dos fungos sem adição de água. Foram realizadas coletas aos 65, 131 e 219 dias após a implantação do experimento para análise de poder calorífico (PCS), teor de umidade (TU), teores de lignina (LIG), holocelulose (HOL) e extrativos totais (EXT), perda de massa (PM). Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de *Tukey*. O ataque dos fungos não influenciou no PCS, LIG E HOL. Os fungos afetaram EXT, PM e TU. O resultado mais expressivo foi no TU, onde o teor médio nas amostras atacadas pelos fungos foi 66% superior à umidade das amostras sem ataque. Este resultado demonstra que a madeira

¹ Graduanda em Engenharia Florestal. Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), may.carzino@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, doutor. Embrapa Florestas, edson.lima@embrapa.br

³ Graduanda em Engenharia Florestal. Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), g.beatrizc@yahoo.com.br

⁴ Química, doutora. Embrapa Florestas, cristiane.helm@embrapa.br

⁵ Engenheiro Florestal, doutor. Embrapa Florestas, celso.auer@embrapa.br

⁶ Graduanda em Engenharia Florestal. Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), indi.zeferino@gmail.com

submetida a longo período de secagem ao ar livre pode perder qualidade e diminuir a eficiência energética da queima devido ao elevado TU.

Palavras-chave: *Lentinula edodes*; *Pleurotus ostreatus*; eficiência energética.

Effects of wood rot fungi attack on the characteristics of eucalyptus wood

Abstract - Rot fungi are known for degrading the structure of wood, yet few studies discuss their effect on wood. White rot fungi degrade lignin, leaving wood with a light coloring, while the brown rot variety degrades holocellulose, making it darker. This study aimed at analyzing wood characteristics after being subjected to fungal attack in the laboratory. For this investigation, samples of *E. dunnii* were submitted to attack by white rot (*Pleurotus ostreatus*) and brown rot fungi (*Lentinula edodes*), as well as a control. Samples were autoclaved and placed in jars previously inoculated with the fungi in agar solution. These samples remained in the incubator at 25 ± 2 °C for fungal growth without adding water. Collections were made 65, 131 and 219 days after the onset of the experiment to analyze calorific value (CV), moisture content (MC), lignin (LIG) and holocellulose (HOL) content, total extractives (EXT) and mass loss (ML). Data were submitted to ANOVA and Tukey's test. Fungal attack had no effect on CV, LIG and HOL. The fungi affected EXT, ML and MC. The most significant result was in MC, where average moisture content in the samples attacked by the fungi was 66% higher than that of non-attacked samples. This finding demonstrates that wood dried in the open air for extended periods can suffer loss of quality and diminished burning efficiency due to high MC.

Keywords: *Lentinula edodes*; *Pleurotus ostreatus*; energy efficiency.

Introdução

A madeira sempre foi utilizada como um combustível em quase toda a nossa história. Por ser um combustível renovável que pode ser transformada em diferentes fontes de energia, a madeira pode ser utilizada diretamente na forma de combustível sólido (lenha), ou os resíduos podem ser transformados em outros combustíveis, dentre esses, os mais utilizados são os briquetes, que são utilizados em caldeiras industriais e uso em pizzarias.

Para que a madeira seja utilizada para um fim energético, necessita ser previamente seca, pois armazena muita água por ser um material higroscópico. Tendo em vista que quanto maior a umidade, maior será a energia gasta para evaporar a água presente na madeira, influenciando na eficiência energética. A melhor forma de retirada da água presente na madeira é a secagem natural, sendo esta a mais utilizada por grande parte das empresas. A secagem natural pode ser demorada, porém a madeira não sofre bruscamente, suas qualidades são menos alteradas e possui um menor custo. Esta secagem é normalmente feita ao ar livre, sem nenhum tipo de cobertura, fazendo com que a madeira fique exposta a variações climáticas como chuva, insolação, variação na umidade relativa do ar, entre outros fatores.

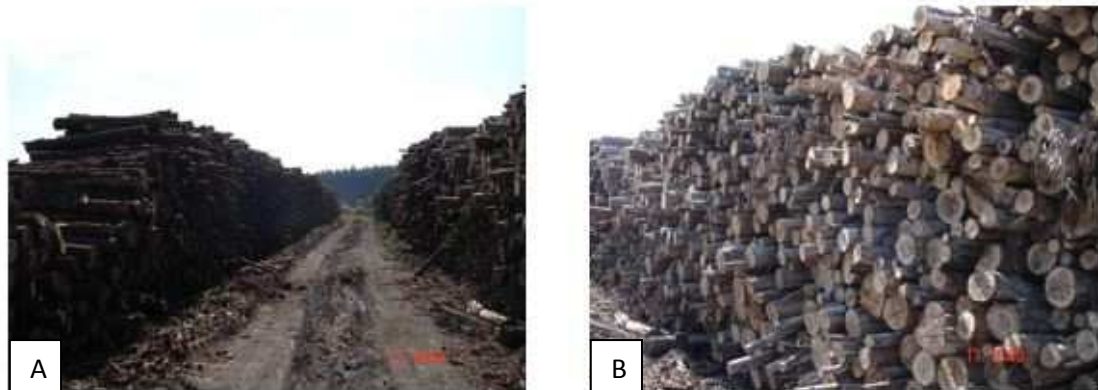


Figura 1: Vista do pátio industrial com armazenamento de lenha para energia
Fotos: Edson Alves de Lima

Quando exposta a essas variações, a madeira fica suscetível ao ataque dos fungos de podridão, esta é uma situação comum em pátios de secagem. Estes fungos afetam a qualidade da madeira, pois atacam a sua parte estrutural, alterando suas características. Dentre os fungos apodrecedores destacam-se os de podridão branca e parda.

Os fungos de podridão branca são aqueles que degradam primeiramente a lignina. Segundo Moreschi (2013) a madeira atacada por fungos perde seu aspecto lustroso e sua cor natural, tornando-se esbranquiçada, como resultado da destruição de seus pigmentos, podendo ser observadas linhas escuras demarcando a área atacada da não atacada (Figura 2A). Já os fungos de podridão parda são os que degradam principalmente a celulose e a hemicelulose. De acordo com Moreschi (2013) a madeira atacada por fungos de podridão parda, apresenta o aspecto de estar levemente queimada, adquirindo coloração parda (Figura 2B).



Figura 2: Características da madeira atacada por fungo de podridão branca (A); Características da madeira atacada por fungo de podridão parda (B).

Fotos: Mayara Carzino Alcântara

O objetivo deste trabalho foi analisar alterações nas características da madeira após ter sofrido ataque provocado por fungos apodrecedores.

Material e Métodos

Neste estudo, utilizou-se madeira de *Eucalyptus dunnii* e os fungos utilizados foram o *Pleorotus ostreatus* causador da podridão branca e *Lentinula edodes*, causador da podridão parda, provenientes do BAG da Embrapa Florestas. Para o experimento foram esterilizados potes de vidro em autoclave com 50mL de solução de ágar onde posteriormente foram inoculados os fungos. Os vidros foram deixados em incubadora com condições ideais para que o fungo se desenvolvesse além de uma testemunha.

Os corpos de prova após terem sido cortados, foram lixados para que tivessem dimensões de 2x2x2cm, foram identificados, secos em estufa e pesados (peso seco). Em seguida estes foram também autoclavados em frascos com água, para que não houvesse a ocorrência de qualquer outro microrganismo presente na madeira. A inoculação dos corpos de prova foi realizada em capela de fluxo laminar onde foram colocados 3 corpos de prova em cada vidro com a solução. O desenvolvimento dos fungos foi acompanhado durante o período em que os vidros permaneceram na incubadora a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e não houve adição de água durante o experimento. Foram realizadas coletas aos 65, 131 e 219 dias para que fossem realizadas as análises. Após as coletas os corpos de prova foram submetidos a uma limpeza superficial com um papel toalha para a retirada do excesso de micélio e então, ficaram em estufa por uma semana a 70°C para eliminação do fungo e para que não fosse prejudicial à análise de extrativos.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas. Para que as análises pudessem ser realizadas, os corpos de prova foram triturados em moinho tipo willey e peneirados em peneiras de 42 e 60 mesh. Foi utilizada apenas a amostra retida na peneira de 60 mesh para poder calorífico e a química da madeira (extrativos totais, lignina e holocelulose). Na análise química, primeiramente realizou-se a análise de extrativos totais, pelo Método de Soxhlet em solvente Tolueno-Etanol e Diclorometano, segundo a norma NBR 14853 (ABNT, 2014). Para a análise de lignina, utilizou-se o Método de Klason com digestão por 4 horas, conforme a norma NBR 7989 (ABNT, 2010). Para perda de massa e o teor de umidade foram utilizados os corpos de prova sem preparo. Para o ensaio de poder calorífico, foram realizadas três repetições em Bomba Calorimétrica (IKA C5000), segundo a norma NBR 8633 (ABNT, 1984). Na perda de massa foram utilizados os dados iniciais da primeira pesagem (peso seco) e uma nova pesagem foi realizada após cada coleta e secos em estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$. E o teor de umidade, realizou-se secagem direta em estufa à $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Foram realizadas as mesmas análises em amostras que não haviam sido submetidas ao ataque de fungos para comparação dos resultados. Em todos esses procedimentos foram realizadas três repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA e quando significativo ao teste de Tukey ($p\leq 0,01$).

Resultados e Discussão

Para as análises de lignina, holocelulose e poder calorífico não houve efeito significativo dos fungos, apesar de serem esperados efeitos nos teores de lignina e holocelulose, pois são constituintes alvo dos fungos utilizados no experimento. Os resultados que não apresentaram significância estatística não foram discutidos neste trabalho. Já para perda de massa, extrativos totais e teor de umidade, foram observados efeitos significativos.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de perda de massa, teor de extrativos totais e teor de umidade em função dos fungos inoculados. Os valores foram elevados na perda de massa para o fungo de podridão branca, chegando a 7,59% aos 131 dias. Quando se trata de energia, perda de biomassa significa perda de energia, sendo esse um ponto muito importante a se

considerar. Nota-se que o fungo de podridão branca provocou maiores perdas de massa, sendo o mais prejudicial neste quesito.

Tabela 1. Perda de massa (%), teores de extrativos totais (%) e umidade em base seca de amostras de *E. dunnii* inoculadas com fungos de podridão branca – PB (*Pleorotus ostreatus*) e podridão parda – PP (*Lentinula edodes*) além de testemunha – TE.

Coleta (dias)	Perda de massa (%)			Teor de extrativos totais (%)			Umidade em base úmida (%)		
	TE	PB	PP	TE	PB	PP	TE	PB	PP
<i>in natura</i>	0,00*			2,83			53,29		
65	1,51B**	3,98A	2,35B	3,70A	1,58B	1,17B	59,98A	63,31A	60,92A
131	2,52B	7,59A	2,03B	2,93A	0,61B	0,44B	7,28B	58,75A	58,22A
219	1,87AB	4,72A	1,15B	4,90A	0,73B	0,65B	3,37C	18,40B	45,42A

* Valor médio de três repetições do material *in natura*.

**Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos extrativos totais da madeira, é possível observar que os fungos diminuíram a quantidade de extrativos (Tabela 1). A remoção dos extrativos totais da madeira reduz o poder calorífico (TRUGILHO et al, 2014). Sendo assim, a madeira atacada por fungos de podridão acaba perdendo também poder calorífico, sendo um ponto negativo na produção de energia. No entanto não se observou a queda no poder calorífico neste experimento.

O teor de umidade foi a característica que apresentou o resultado mais expressivo para energia. Os fungos apresentaram alta retenção de água na madeira, o que na prática pode dificultar a secagem natural. Na Tabela 1 pode-se observar que a testemunha permitiu perda da água presente em sua estrutura chegando a 3,37%, ficando a umidade abaixo do ponto de saturação das fibras. Já os corpos de prova que foram atacadas por fungos apresentaram alto teor de umidade mesmo sem nenhuma adição de água durante o período de incubação. Segundo Lima (2008) a umidade influencia negativamente na quantidade de calor liberado durante a queima, diminuindo sua eficiência energética, pois parte da energia liberada durante a queima é para eliminar a água presente na madeira.

Conclusão

O ataque dos fungos provocou alterações importantes da biomassa para uso energético, como a perda de massa e o teor de umidade. Os fungos provocaram maior retenção de água na madeira, o que significa na prática a diminuição da sua eficiência energética. O *Lentinula edodes* influenciou negativamente para a característica de maior interesse para energia, pois foi o fungo que resultou em maior retenção de umidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633**: carvão vegetal: determinação do poder calorífico: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14853**: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona. Rio de Janeiro, 2010. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7989**: Pasta celulósica e madeira - Determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2010. 6 p.

LIMA, E. A. et al. Influência da Umidade no Poder Calorífico Superior da Madeira. **Comunicado Técnico 220**. ISSN 1517-5030. Embrapa Florestas, Colombo, PR. Dez 2008.

MORESCHI, J. C. Biodegradação da Madeira. **Biodegradação e Preservação da Madeira**, 4ª edição, v.1. Universidade Federal do Paraná, abril/2013

TRUGILHO, P. F. et al. EXTRACTIVES AND ENERGETIC PROPERTIES OF WOOD AND CHARCOAL. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v.38, n.2, p.369-376, 2014.