

DENSIDADE BÁSICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE EUCALIPTO PROVENIENTE DE SECA DO PONTEIRO

Ana P. CÂMARA¹; Gabrielly S. BOBADILHA¹; Graziela B. VIDAURRE¹; Suellen R. MARTINS¹; Dercílio J. V. LOPES¹; José T. S. OLIVEIRA¹; Marina VALIN²

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

² Empresa Suzano Papel e Celulose.

Resumo: A seca do ponteiro é resultado de algum estresse sofrido pela planta, que em geral apresenta secamento da porção apical da haste principal do vegetal, podendo ser causado por agente abiótico ou biótico. Embora sejam relatados diversos casos e causas, há poucas informações sobre seu efeito nas propriedades da madeira. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e a densidade básica da madeira de um clone de eucalipto diagnosticado com seca do ponteiro. O clone utilizado no experimento é proveniente de um plantio comercial do híbrido clonal de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos três anos de idade. Foram amostradas 30 árvores, 15 diagnosticadas com seca do ponteiro e 15 árvores sadias (controle) no município de Estreito, estado do Maranhão. Ao longo do tronco foram coletados discos em seis posições: 0%, DAP (diâmetro a altura do peito), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, utilizados nas análises de densidade básica e química. A densidade básica foi determinada pela razão entre a massa seca por seu volume saturado. A quantificação de extrativos foi realizada por meio de acetona. O teor de lignina, foi quantificado a partir de ácido sulfúrico a 72%, primeiramente para a determinação da lignina insolúvel e posteriormente, pelo método da espectrofotometria, a quantificação de lignina solúvel. Os parâmetros densidade básica, teor de lignina total e holocelulose da madeira não foram afetados pela presença da seca do ponteiro nas árvores, já o parâmetro teor de extrativos reduziu em função da seca do ponteiro.

Palavras-chave: Qualidade do lenho, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Abstract: The die-back is the result of drought stress suffered by some plant, which generally presents drying the apical portion of the main stem of the plant, which may be caused by abiotic and biotic agent. Although several cases and causes are reported, there is little information about its effect on the properties of wood. Thus, the aim of this study was to evaluate the chemical composition and the basic density of wood of a eucalyptus clone diagnosed with die-back. The clone used in the experiment comes from a commercial hybrid planting clonal *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* to three years old. They sampled 30 trees, 15 diagnosed with dry pointer and 15 healthy trees (control) in the municipality of Estreito, Maranhão state. Along the trunk disks were collected in six positions: 0%, DBH (diameter at breast height), 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial time, used in the analysis of chemical and basic density. The basic density was determined by dividing the dry weight by its saturated volume. The quantification of extractive was performed using acetone. The lignin content was quantified from sulfuric acid 72%, primarily for determining the insoluble lignin and subsequently by the spectrophotometry method, the quantification of soluble lignin. The basic density parameters, the total lignin content and holocelulose wood



were not affected by the presence of die back in the trees, as the extractives content parameter reduced depending on the die back.

Keywords: Quality of wood, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto insere-se num grupo de árvores versáteis que crescem em condições climáticas distintas e sob uma gama diversificada de habitats. Porém, as plantações de eucalipto especialmente propagadas clonalmente destinadas principalmente ao setor de celulose, são mais vulneráveis comparadas as florestas nativas à invasão de pragas e patógenos, em virtude do monocultivo e ao ciclo de rotatividade, pois permite uma acumulação de patógenos na ecologia do solo e exposição a constante perturbação (MASEKO, 2010).

Atualmente, diversas florestas de *Eucalyptus*, implantadas no Brasil, apresentam os sintomas da seca do ponteiro (*die back*) como em Vazante e Vale do Rio Doce, estado de Minas Gerais (ALVES, 2011; LEITE et al., 2014, FERREIRA; MILANI, 2002), Porto Velho, estado de Rondônia (CIPRIANI et al., 2012), contudo, as causas são variadas, como, deficiência nutricional de boro, ataque de pragas e distúrbio fisiológico.

A seca do ponteiro é uma anomalia que leva à redução do crescimento, sérios danos à produtividade do plantio e, em casos mais extremos, à morte da cultura, sendo frequentemente observada em plantas jovens de eucalipto, com maior ocorrência em períodos de baixa precipitação, ou em situações de estresse.

Os sintomas da ocorrência de seca de ponteiros caracterizam-se por morte das brotações terminais dos ramos do eucalipto e desfolha intensa, sendo em alguns casos, a sintomatologia expressa por queima nas bordas foliares, amarelecimento e bronzeamento (CIPRIANI et al., 2012). Embora a seca do ponteiro interfira nos estágios vegetativos, grande parte das árvores pode sobreviver e, nesse caso, desenvolver abaixo da porção da seca, brotações resultantes do processo hormonal, desencadeado a partir da morte da porção apical. Essas brotações desenvolvem-se de modo a assumir a função de dominante ou co-dominante apical, e possuem o tecido na condição de pós lesão. Quando isso ocorre, é sinal de que a injúria cessou, deixando apenas meras consequências da anormalidade e da expressão dos mecanismos de defesa em nível de casca e lenho (FERREIRA; MILANI, 2002).

Uma das causas mais comuns relacionadas ao aparecimento da seca do ponteiro é a deficiência em boro e também o estresse hídrico, afetando plantios com idade inferior a três anos, localizados em regiões de baixadas, conforme observado por Cipriani et al., (2012), Balloni (1979) e Ferreira e Milani (2002). Além destes, estudos evidenciam certa susceptibilidade clonal para o aparecimento de sintomas, como verificado por Cipriani et al., (2012) para o híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*, ao ser comparado a outros materiais cultivados em Rondônia, mostrando maior vulnerabilidade à seca de ponteiros, principalmente no norte do estado.

Contudo, o desenvolvimento de tecnologias de melhoramento genético viabilizou um híbrido artificial tolerante à Seca de Ponteiros do eucalipto do Vale do Rio Doce – SPEVRD, com espécies de *C. citriodora*, suscetível x *C. torelliana*, tolerante, sendo possível a resistência aos seus sintomas.

Apesar dos relatos sobre a sintomatologia, a relação desta injúria com as características da madeira é escassa. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e a densidade da madeira de um clone de eucalipto submetida a ocorrência da seca do ponteiro.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo utilizou-se madeira proveniente plantio comercial destinado a produção de celulose com híbrido clonal *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com 3 anos de idade, sob espaçamento 3,00 x 3,00m, cultivados no município de Estreitos, estado do Maranhão.

Foram amostradas 30 árvores, sendo 15 sem a presença dos sintomas da seca do ponteiro (controle) localizadas sob as coordenadas geográficas 47°19'3" W, 6°35'53" S a altitude de 208 m e 15 árvores que apresentaram os sintomas da seca do ponteiro, a 47°19'10"W, 6°36'59"S, sob altitude 250m. A área possui solo de textura arenosa, com precipitação entre 1600 mm à 1800 mm.

Das árvores coletadas, foram retirados discos ao longo do tronco em seis diferentes posições: 0, 25, DAP (diâmetro a altura do peito), 50, 75 e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo de 5 cm) para a realização das análises de densidade básica e análise química. Os procedimentos de coleta e amostragem estão demonstrados na Figura 1.



Figura 1. A) Plantio diagnosticado com seca do ponteiro. B) Marcação de árvores para a colheita. C) Amostragem dos discos. D) Identificação de discos.

Na determinação do volume das amostras, foi utilizado o método da balança hidrostática descrito no MB-26/1940 da ABNT, porém com substituição do mercúrio pela água. Para determinar a massa seca utilizou-se balança de precisão de 0,01g e para secagem completa das amostras (cunhas opostas) foi utilizada estufa de ventilação forçada a temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$. E por fim a densidade foi determinada pela razão entre a massa completamente seca da amostra por seu volume saturado.

Para a análise química, os discos remanescentes do fuste foram transformados em cavacos e, por conseguinte, homogeneizados. Após a secagem ao ar livre, o material foi triturado, peneirado, climatizado e pesado para a quantificação do teor de água. A partir da serragem foi realizada a determinação de extrativos em acetona, no qual o processo de



extração acontece em 4 a 5 horas, a partir de 2 gramas de serragem e 160 mL de acetona 99,5%. A quantificação de extrativos foi realizada segundo a Equação 1.

$$\text{Teor de extrativos (\%)} = \frac{B - A}{PA} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

A= massa seca do balão;

B= massa final do balão;

PA= Peso seco da amostra.

Após a remoção dos extrativos, procedeu-se a quantificação do teor de lignina, utilizando ácido sulfúrico a 72%, primeiramente para a determinação da lignina insolúvel e posteriormente, pelo método da espectrofotometria, a quantificação de lignina solúvel. A porcentagem de lignina total foi determinada pelo somatório das ligninas solúvel e insolúvel.

Segundo recomendações da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel M/68 (ABTCP, 1968) e Norma TAPPI - Technical Association of Pulp and Paper Industry T204 (1998), a porcentagem de celulose e outros polissacarídeos (holocelulose) obteve-se por diferença em função dos valores de extrativos e ligninas [% holocelulose = 100 - (teor de extrativo + teor de lignina)].

A análise estatística foi realizada por meio de delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) aplicando-se a análise de variância para os parâmetros considerados na pesquisa (densidade básica e composição química). Quando a análise de variância foi significativa, considerou-se o teste de média de Tukey ao nível de 5% de significância para distinguir as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores de F e p obtidos na análise de variância das informações do teor de extrativos em acetona, lignina total, holocelulose e densidade básica da madeira em função das árvores controle e das árvores que apresentaram os sintomas da seca do ponteiro. Houve efeito significativo apenas para a variável porcentagem de extrativos.

Tabela 1. Valores de F e p obtidos na análise de variância de extrativos totais, lignina e holocelulose da madeira de árvores saudáveis e com sinais de seca do ponteiro.

Fonte de Variação	Extrativos	Lignina Total	Holocelulose	Densidade básica
Tratamento	34,37**	4,73 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,73 ^{ns}
P	0,0002	0,0576	0,1716	0,1991

** – Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

ns – Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Para a densidade básica de 0,33 e 0,32 g.cm⁻³ os valores dos tratamentos controle e de seca do ponteiro, respectivamente, não diferiram significativamente para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos 3 anos de idade. A ausência de diferença estatística neste parâmetro provavelmente deve-se a idade do material, que pouco contribuiu para o incremento em densidade em ambos tratamentos, além disso, os maiores danos da seca do ponteiro são diagnosticados nas copas de plantas de eucalipto, em altura de 6 a 20m, conforme descrito por



Dick et al., (2006). Rodrigues (2013) analisando a influência de estresse abiótico para o mesmo híbrido aos 3 anos e 6 meses obteve valores de densidade básica de cavacos de $0,49 \text{ g.cm}^{-3}$ no tratamento de menor grau de estresse, sendo superior ao encontrado neste trabalho.

Segundo o mesmo autor, o teor de extrativos em acetona para árvores com características acima citadas, aumenta em função do fator estresse abiótico, enquanto que neste estudo, a ocorrência da seca do ponteiro tende a diminuir o teor de extrativos. Para esse parâmetro, houve diferença estatística significativa nos tratamentos avaliados (Figura 2). A lignina total embora não tenha demonstrado diferença estatística, aumentou 6,7% na madeira das árvores que apresentaram a seca do ponteiro em relação as árvores saudias, enquanto o teor de holocelulose da madeira diminuiu em 2,55% da madeira sadia para a diagnosticada com seca do ponteiro.

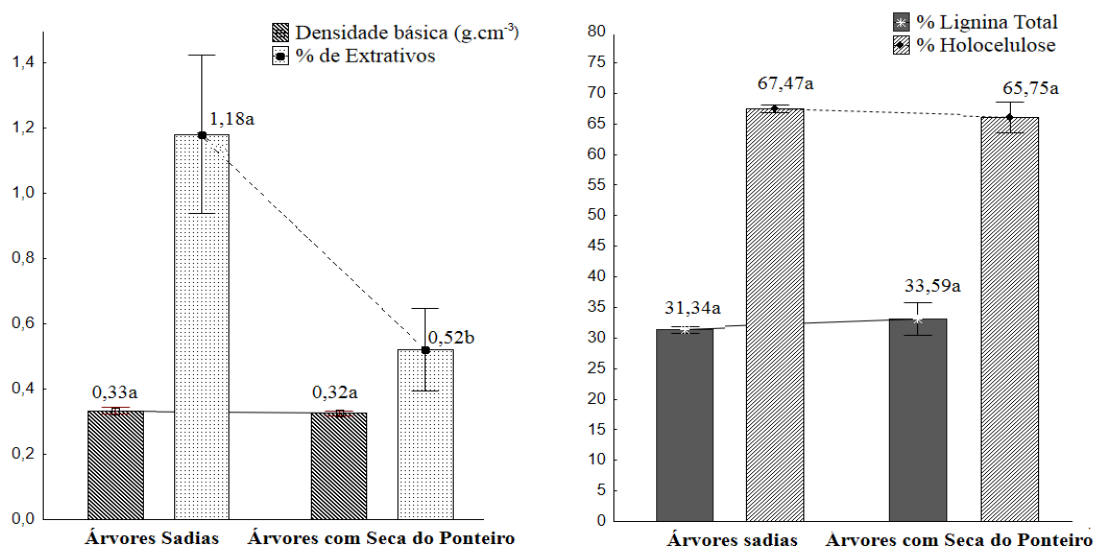


Figura 2. Propriedades físico químicas do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos 3 anos de idade no estado do Maranhão, Brasil.

Houve uma redução de 56% do teor de extrativos em acetona da madeira que apresentou os sintomas da seca do ponteiro para a madeira sadia. Fato esse contraditório, devido a injúria “ativar” as substâncias de defesa nas plantas e não reduzi-las como aconteceu neste trabalho. O *Pinus contorta* também demonstrou redução de extrativos, porém do tipo esteróides, ésteres e triglicerídeos, quando submetido às injúrias, nas porções 1,5m, 5,5m e 9,5m. Todavia, neste caso, a redução foi atribuída a invasão de fungos, que degradam rapidamente estes tipos de extrativos, não sendo isso avaliado no presente trabalho.

A composição química da madeira é considerada de grande importância principalmente para setor de celulose, uma vez que elevados teores de lignina e extrativos irão influenciar negativamente no consumo de reagentes químicos e no rendimento final em celulose, enquanto maiores teores de holoceluloses (hemiceluloses e celuloses) são desejáveis por melhorar o rendimento do processo de polpação. Sendo assim, os baixos teores de extrativos encontrados neste trabalho, tanto para árvores saudias quanto para árvores diagnosticadas com seca do ponteiro não terão alta interferência no processo de celulose, tendo em vista que para o mesmo híbrido foram encontrados 2% de extrativos totais (RODRIGUES, 2013) aos 3 anos e 6 meses de idade com elevado estresse abiótico, e 3,29% aos 6 anos de idade (SANTOS, 2005).



Um dos fatores prejudiciais de elevada porcentagem de extrativos é que estes podem ser liberados em diferentes estágios do processamento da madeira e levar à formação de *pitch*, que são depósitos que se acumulam no maquinário de polpação e acarretam grandes prejuízos às indústrias de polpa de celulose e de papel.

Contudo, propriedade física como a densidade básica também interfere na produção de polpa celulósica, uma vez que a utilização de material com baixa densidade pode elevar o consumo específico da fábrica (m^3 de madeira/tonelada de celulose produzida), o que constitui desvantagem, relacionada ao fornecimento de matéria prima para o digestor, apesar da baixa densidade facilitar a impregnação do licor branco (GOMIDE et al., 2005).

4. CONCLUSÕES

A ocorrência de seca do ponteiro no híbrido de eucalipto não influenciou a densidade básica, o teor de lignina total e holocelulose da madeira, contudo, na presença deste fator houve redução do teor de extrativos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão da bolsa de estudo e a empresa SUZANO PAPEL E CELULOSE pelo fornecimento do material analisado, nas pessoas dos engenheiros florestais Leandro Siqueira e Luiz Fabiano Moraes e dos engenheiros agrônomos Heitor Scaramussa Dallapiccola e Paulo Roberto Moreira Brandão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Ensaio físicos e mecânicos de madeiras - Método Brasileiro. MB-26/1940. Rio de Janeiro: 1940. 16p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP M68. Normas técnicas. São Paulo, 1968.

BALLONI, E.A. A utilização de boro em florestas plantadas. IPEF: Piracicaba, Circular Técnica n. 70, 1979.

CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; MENDES, A. M.; MARCOLAN, A. L. Seca de ponteiros do eucalipto em Rondônia: considerações sobre a escolha de clones para o estado, Porto Velho: EMBRAPA, Comunicado Técnico, n. 378. 2012.

DICK, M. A.; DOBBIE, K.; COOKE, D. E. L.; BRASIER C. M. *Phytophthora captiosa* sp. nov. and *P. fallax* sp. nov. causing crown dieback of *Eucalyptus* in New Zealand. Mycological research, v.110, p.393-404, 2006.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu: International Paper, 2002. 98p.



GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. REVISTA ÁRVORE, v.29, n.1, p.129-137. 2005.

LEITE, F. P. et al. Acúmulo de manganês em plantios de eucalipto e sua relação com a "seca de ponteiros do eucalipto do Vale do Rio Doce". REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO [online], v.38, n.1, p. 193-204, 2014.

MASEKO, B. O'C. Z. Die-back of cold tolerant eucalypts associated with *Phytophthora* spp. in South Africa. 2010. 147 p. Tese (Philosophiae Doctor) – Faculty of Natural & Agricultural Sciences, University of Pretoria.

RODRIGUES, B. P. Qualidade do lenho de árvores de clone de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* sob estresse abiótico e o impacto na produção de celulose. 2013. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

SANTOS, S. R. Influência da qualidade da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e do processo kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada. 2005. 178 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TAPPI - TECHNICAL DIVISIONS AND COMMITTEES. TAPPI test methods, Atlanta: Tappi Press, 1998.

WATSON, P. Impact of the Mountain Pine Beetle on Pulp and Papermaking. In: SAFRANYIK, L., WILSON, B. (Org.). The Mountain Pine Beetle a Synthesis of Biology, Management, and Impacts on Lodgepole Pine. Victoria: Natural Resources Canada, 2006. p. 255-275.