
**VARIABILIDADE DOS TEORES DE EXTRATIVOS
SOLÚVEIS EM ÁGUA QUENTE E EM ÁGUA FRIA
DAS MADEIRAS DE *Eucalyptus microcorys* E DE
*Eucalyptus pilularis***

TARCÍSIO GOMES DE LIMA
Mestre, Prof. Substituto, DPP-IF-UFRRJ
RICARDO MARIUS DELLA LUCIA
Ph.D., Prof. Titular, DEF-UPV
ALEXANDRE SANTOS PIMENTA
Dr., Prof. Adjunto, DEF-UPV

EXTRATO

O presente trabalho teve por objetivo estudar a variação, no sentido medula-casca e ao longo da altura da árvore, do teor de extrativos solúveis em água quente e água fria, das madeiras de *Eucalyptus microcorys* F. Muell. e *Eucalyptus pilularis* Sm. com idades de 20 anos, provenientes de um plantio da UFV. As amostras foram obtidas de 3 em 3 cm, no sentido medula-casca, e de 2 em 2 metro, ao longo da altura, de três árvores de cada uma das espécies. O teor de substâncias solúveis em água quente e em água fria variou, significativamente, na árvore, com uma tendência de aumento da medula para o cerne periférico. Nas camadas mais internas, também se pôde observar aumento dos teores no sentido base-topo. Nas camadas mais externas, o teor era constante mas, às vezes, decrescente. Os menores teores de extrativos foram observados na madeira do alburno.

Palavras chave: *Eucalyptus*, Extrativos solúveis, Tecnologia de madeira.

ABSTRACT

**VARIABILITY BARK-TO-PITH AND ALONG THE
TRUNK OF COLD AND HOT WATER SOLUBILITY
OF THE WOODS OF *Eucalyptus microcorys* AND
OF *Eucalyptus pilularis***

Variation in the bark-to-pith and along the trunk of three 20-year old trees of two eucalypt species was determined according to ASTM standards. Samples were taken at 3 cm intervals in the bark-to-pith direction and at every two meters along the trunk. Both cold and hot water mean extractive contents showed a tendency to increase in the radial direction, with maximum values in the most recently formed heartwood. Internal layers of wood also showed a tendency of increasing extractive contents with height. In the external layers extractive contents were the same along the height or, in a few cases, showed some reduction. Water solubility of sapwood was lowest.

Key words: *Eucalyptus*, Extractive contents, wood technology.

INTRODUÇÃO

Todas as espécies de madeira contêm, além de celulose, hemicelulose e lignina, pequenas quantidades, em alguns casos apreciáveis quantidades, de outras substâncias. Para distingui-las dos componentes fundamentais, essas substâncias são conhecidas como constituintes menores ou acidentais, que possuem baixo ou médio peso molecular, embora existam também algumas de alto peso molecular, tais como os taninos e as arabinogalactanas (D'ALMEIDA, 1988 e PANSIN & DE ZEEUW, 1980)

Esses componentes acidentais são compostos químicos não-essenciais para a estrutura da parede celular e da lamela média. Quase todos eles são solúveis, em água, ou em solventes orgânicos neutros e, por isso, são denominados extrativos (BARRICHELO & BRITO, 1976 e KIMO, 1986). Segundo BROWNING (1975) e SJÖSTRÖM (1993), os extrativos são constituídos por substâncias, tais como taninos, gomas, corantes, amidos, gorduras, resinas e fitosteróis, além de outros, que podem ser removidos com água fria ou quente, ou com solventes orgânicos, tais como etanol, tolueno, acetona ou diclorometano. Eles são responsáveis por determinadas características, tais como a cor, o desenho, o cheiro, a resistência ao apodrecimento, o gosto etc. Alguns extrativos são utilizados comercialmente, tais como breu, taninos, terebentina, ácidos graxos e cânfora. Outros são prejudiciais à saúde, como os alcalóides e alguns outros materiais fisiologicamente ativos. Algumas substâncias contribuem para a corrosão de metais, enquanto a presença de amido aumenta a susceptibilidade da madeira ao ataque de insetos e a presença de sílica impõe, resistência aos perfuradores marinhos (HILLIS, 1971 e BROWNING, 1975).

A sua distribuição na madeira é variável. As reservas alimentícias localizam-se nas células do parênquima. Terpenos e ácidos resinosos são encontrados nos canais de resinas e nas células epiteliais secretoras. No cerne, encontra-se ampla gama de polifenóis. Extrativos solúveis em água, como os

açúcares, são encontrados no alburno. O cerne de folhosas é rico em polifenóis e em extrativos gordurosos, que formam as tiloses (BROWNING, 1975 e FOELKEL, 1977).

Todos os compostos, formados na madeira, originam-se da fotossíntese. Os extrativos são resultados de transformações, sofridas pelos carboidratos no processo fisiológico da árvore. Os locais de formação e o deslocamento posterior, para um local definitivo na madeira dependem da função do extrativo (FOELKEL, 1977). A transformação do alburno em cerne é acompanhada por várias mudanças químicas, incluindo consumo de amido, aumento na formação de tilose (em alguns gêneros) e aumento na formação de vários extrativos (PANSIN & DE ZEEUW, 1980), resultando numa coloração mais escura deste tecido, que contrasta com a cor clara do alburno. Além disso, ele apresenta, ainda, baixa permeabilidade, durabilidade, às vezes, mais alta e densidade ligeiramente superior, tornando algumas das propriedades mecânicas dele um tanto superiores às do alburno (CHIMELO, 1986).

Os extrativos não se distribuem homogêneaemente pela árvore. A concentração de extrativos com atividades fúngicas e, conseqüentemente, a resistência natural, é maior nas partes externas do cerne e próximo à base da árvore, diminuindo em direção à medula e ao topo (Farmer, 1967, citado por OLIVEIRA et alii, 1986).

No gênero *Eucalyptus*, na Austrália, o teor de extrativos fenólicos aumenta da medula para o cerne periférico, com uma menor quantidade, encontrada no alburno. O mesmo padrão é encontrado em todos os níveis de altura no tronco. Os teores, entretanto, são menores nas partes mais altas na árvore. Comparado com a madeira de muitos outros gêneros, a quantidade de extrativos em eucaliptos é relativamente alta, existindo, ainda, considerável variação entre espécies (HILLIS & BROWN, 1988).

Estudo feito em *Eucalyptus pilularis* por Bamber & Curtin (1974), citados por HILLIS &

BROWN (1988), mostrou que o teor de extrativos total no cerne dessa espécie variou de 7,4 a 8,4%, com 2,9% no alburno. Em *E. grandis*, Bamber et alii (1969) encontraram que o cerne interno contém menos de um terço da quantidade de extrativos, encontrados no cerne externo de árvores maduras (citados por HILLIS & BROWN, 1988). Estudando a mesma espécie anterior, de dois a nove anos de idade, SANTOS (1992) verificou que não há variação no teor de extrativos solúveis em água quente, dentro do cerne. Esse teor, no entanto, decresce, linearmente, com a idade.

PETTERSEN (1984) listou a solubilidade em água quente de várias espécies de *Eucalyptus*, a partir de informações de alguns pesquisadores. Verifica-se que ela pode ser tão baixa quanto 1 a 2% (*Eucalyptus deglupta*, *E. camaldulensis*, *E. cloesiana* e *E. urophylla*), ou tão alta quanto 5 a 7% (*Eucalyptus tessellaris*, *E. gigantea* e *E. marginata*). BARRICHELO & BRITO (1983), estudando a composição química da madeira de *Eucalyptus grandis*, encontraram que sua solubilidade em água fria e quente foi de 2,04 e 2,93%, respectivamente. KIMO (1986), estudando essa mesma espécie, encontrou valores um pouco menores (1,41 e 2,64%).

Não há um único solvente capaz de remover todas as substâncias, classificadas entre os extrativos. Há, normalmente, necessidade de utilizar dois ou mais solventes, por exemplo, extração, usando-se solventes orgânicos e água. Extrações com solventes orgânicos visam quantificar ceras, gorduras, graxas, resinas, polifenóis, fitosteróis, hidrocarbonetos não-voláteis etc. Os componentes solúveis em água incluem sais orgânicos, açúcares, polissacarídeos, ciclitóis e algumas substâncias fenólicas (FOELKEL, 1977).

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se, neste trabalho, as madeiras das espécies *Eucalyptus microcorys* F. Muell. e de *Eucalyptus pilularis* Sm. As árvores, cultivadas no campus da Universidade Federal de Viçosa, tinha, por ocasião do abate, 20 anos de idade. Três árvores de cada espécie foram

escolhidas, de tal maneira que seus diâmetros eram, aproximadamente, iguais aos da média de cada parcela. Pequenas toras de 30 cm de comprimento foram retiradas de dois em dois metros, ao longo da árvore. A primeira foi retirada na base, a segunda, na altura do DAP, a terceira, a 3,30 m da base e, assim, sucessivamente, até que se atingisse o primeiro grande galho. Para que se pudesse mapear adequadamente o interior da tora, os pontos de corte de cada torete foram medidos 15 cm antes e 15 cm depois de cada posição predetermined. Uma linha, traçada ao longo da árvore logo após o abate também foi útil no posicionamento posterior das amostras. Os toretes foram então desdobrados, obtendo-se deles uma pequena tábua radial de 3 cm de espessura. As tábuas, obtidas de todos os toretes, foram, finalmente, seccionadas em baguetas radiais, a cada 3 cm na direção medula-casca e com dimensões finais de 2,5 por 2,5 por 30 cm de comprimento. Os 15 cm centrais de cada bagueta foram utilizados para a determinação da solubilidade da madeira em água quente e fria. Para essa determinação, as amostras foram convertidas em cavacos que, depois de secos ao ar, foram moídos em moinho Wiley. Utilizou-se nas extrações a serragem que ultrapassava a peneira de 40 mesh, mas que ficava retida na de 60 mesh.

A determinação da solubilidade em água fria e quente foi conduzida de acordo com os procedimentos descritos na norma ASTM D-1110-84 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994). Todas as extrações foram feitas em duplicata, como exigido pela norma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 reproduzem a variabilidade dos teores de extrativos solúveis em água, tanto na direção medula-casca quanto na direção da altura da árvore. Para efeito de descrição, adotaram-se os intervalos de classes referidos.

Nota-se, para água quente (Figura 1), que os valores encontrados no alburno estão dentro da menor classe (até 4%). Nas duas espécies,

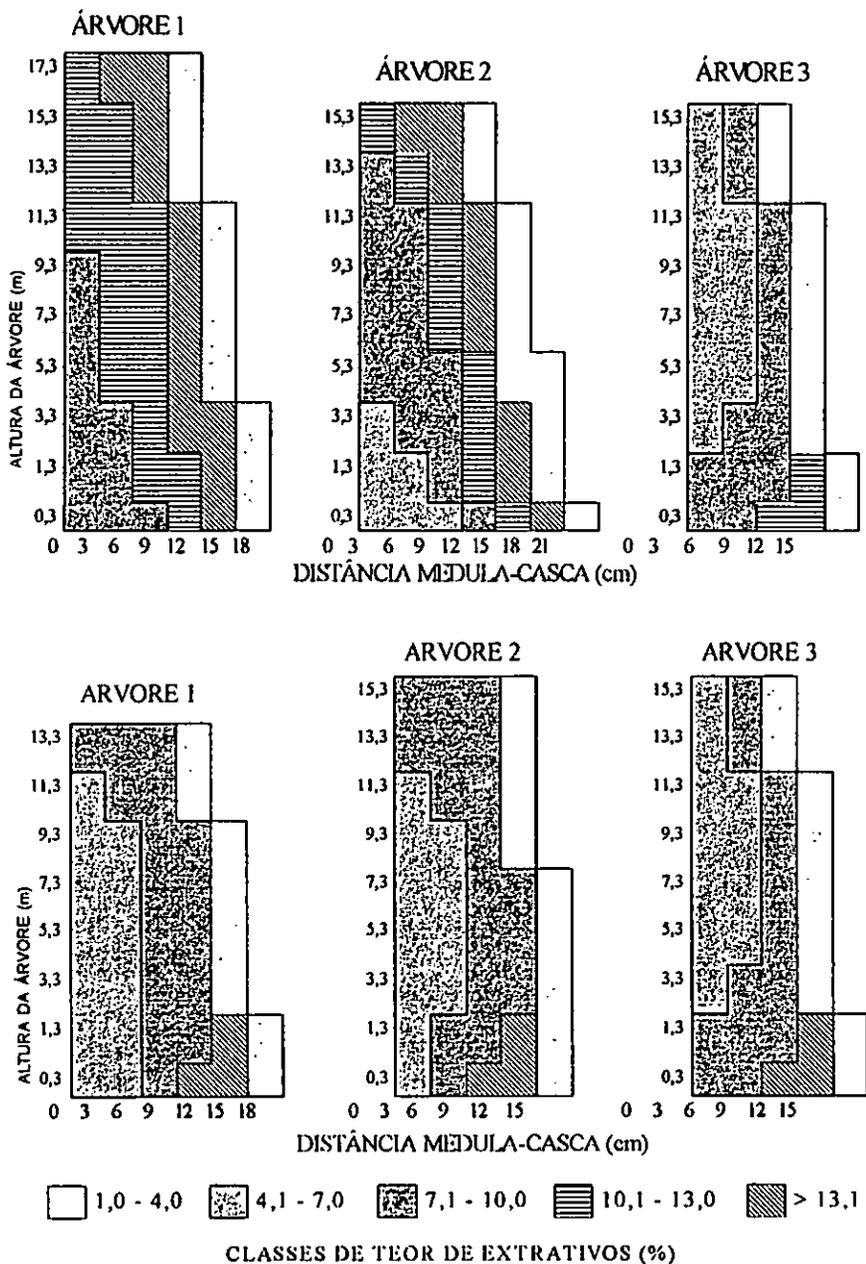


Figura 1- Descrição da variação nos sentidos radial e longitudinal, da solubilidade em água quente das madeiras de *Eucalyptus microcorys* e *E. pilularis*.

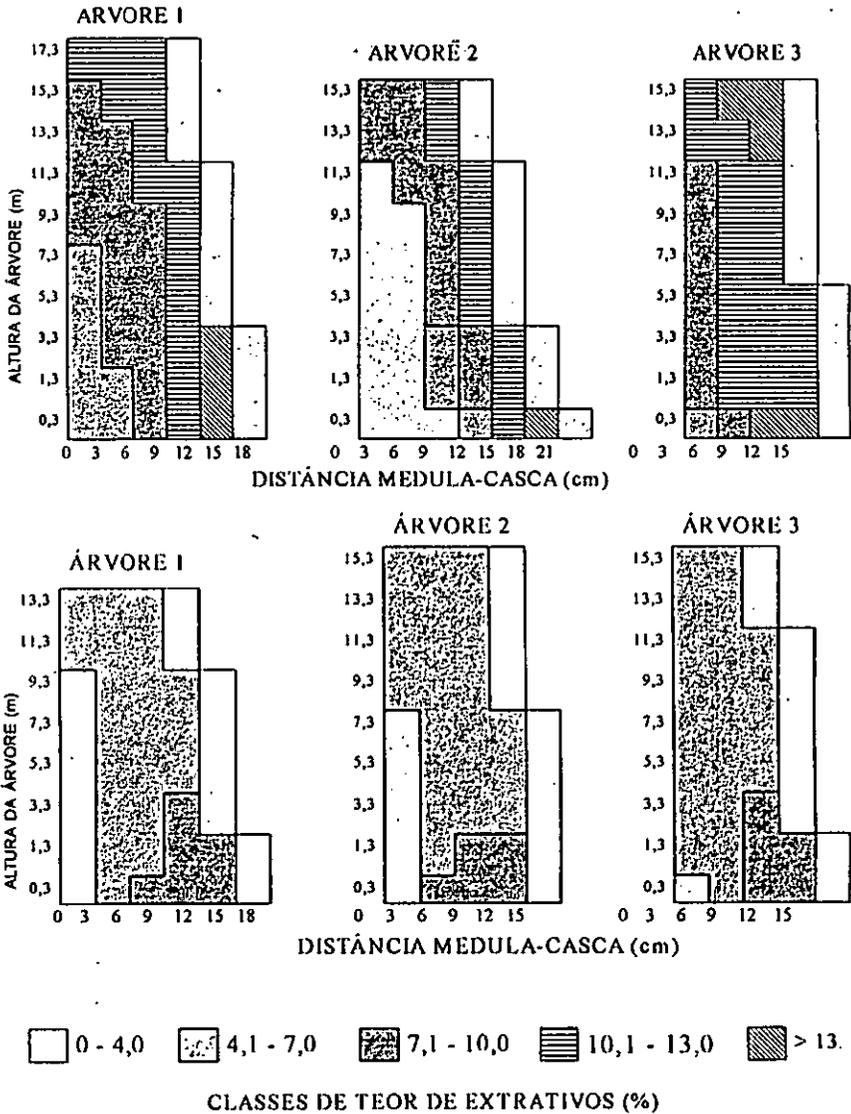


Figura 2 - Descrição da variação nos sentidos radial e longitudinal, da solubilidade em água fria das madeiras de *Eucalyptus microcorys* e *E. pilularis*.

os valores máximos foram observados no cerne periférico, sendo que em *E. microcorys*, eles estão dentro da classe que engloba valores acima de 13%, numa faixa que vai desde a base até o topo da árvore. Foram observados na base das árvores número 2 e 3 teores acima de 16%. Na madeira de *E. pilularis*, os teores máximos estão dentro da classe acima de 10%, sendo estes encontrados no cerne externo e apenas em alguns pontos na base da árvore, com nenhum valor superando os 13%. Em essência, pode-se perceber a nítida tendência de aumento nos teores à medida em que se afasta da medula e da base da árvore, com uma forte redução na região do alburno. Essa parece ser a forma mais comum de variação nesses teores (PANSKIN & DE ZEEUW, 1980). A variação medula-casca dos teores de extrativos numa certa altura pode, quase sempre, ser descrita por uma expressão polinomial de segundo grau, tendo a distância como variável independente. Os coeficientes de determinação dessas expressões são elevados e os erros padrões de estimativa, baixos, o que indica que se pode prever, com certa exatidão, o teor que se deve encontrar a certa distância da medula.

De qualquer modo, esses teores são bastante elevados, quando comparados com os de oito outras espécies do mesmo gênero publicados por PETERSEN (1984). A madeira de *E. microcorys* é considerada, na Austrália, como muito resistente ao apodrecimento; essa resistência pode estar relacionada com esses teores elevados de extrativos.

Também se observou solubilidade em água fria superior a 13%, especialmente, no cerne externo da base das três árvores de *E. microcorys* (Figura 2). Em *E. pilularis* os valores máximos não superaram 10%. Os menores teores de solubilidade em água fria foram encontrados no alburno e também numa camada, ao redor da medula, na árvore número 2 de *E. microcorys* e nas árvores 1 e 2 de *E. pilularis*.

Em média, os teores de substâncias solúveis em água quente e fria foram superiores na madeira de *E. microcorys* (9,88 e 7,80%,

respectivamente), quando comparados com 6,23 e 5,0%, encontrados em *E. pilularis*. Mas, em virtude do pequeno número de árvores de cada espécie avaliadas, essa diferença encontrada, talvez não possa ser generalizada.

RESUMO E CONCLUSÕES

De posse dos dados encontrados, pode-se concluir que:

- Dentro do cerne, os teores de extrativos solúveis em água quente e água fria aumentaram da medula para o cerne externo, sendo esta tendência encontrada em todos os níveis de altura nas árvores de *E. microcorys* e até, aproximadamente, 50% da altura em *E. pilularis*. Em alguns pontos, principalmente no topo da árvore, tornou-se difícil avaliar essa tendência em decorrência do pequeno número de amostras testadas.
- O alburno freqüentemente apresentou menor teor de substâncias solúveis em água quente (de 2 a 4%) e fria (de 1 a 3%), com exceção de uma árvore de *E. microcorys* e duas de *E. pilularis*, onde o teor de substâncias extratáveis com água fria, na região próxima à medula, foi tão baixo quanto no alburno.
- Ao longo da árvore, a tendência foi de aumento dos teores no sentido base-topo, nas camadas próximas à medula nas duas espécies. Nas camadas mais externas, não houve variação notável, às vezes, tendendo para decrescente na madeira de *E. pilularis*.
- Dentro do cerne, os menores valores de solubilidade em água quente e água fria foram encontrados na base da árvore, ao redor da medula. Em média, comparando as duas espécies, o teor de extrativos foi inferior na madeira de *E. pilularis*.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. *Annual book of ASTM standards*. Filadélfia,

- A.S.T.M., 1994. 608p.
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. *A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria da celulose e papel*. Brasília, PRODEPEF, 1976. 145p. (PNDU/FAO/IBDF/ BRA-45, Série Divulgação, 13).
- _____. *Química da madeira*. ESALQ, PIRACICABA, 1983. 86p.
- BROWNING, B.L. *The chemistry of wood*. New York, John Willey & Sons, 1975. 689p.
- CHIMELO, J.P. Anatomia da madeira. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT, Divisão de madeira. *Manual de preservação da madeira*. São Paulo, 1986. v.1, p. 42-67.
- D'ALMEIDA, M.L.O. Composição química dos materiais lignocelulósicos. In: *CELULOSE e PAPEL*. 2. ed. São Paulo, IPT, 1988. v. 1: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica. Cap. 3, p. 45-106.
- FOELKEL, C. E. B. *Constituição química da madeira*. Viçosa, MG, CENIBRA/UFV, 1977. 60p.
- HILLIS, W.E. Distribution, properties and formation of some wood extratives. *Wood Science and Technology*, New York, 5(4): 272-89. 1971.
- HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. *Eucalypts for wood production*. Austrália, CSIRO, 1988. 434p.
- KIMO, J.W. Aspectos químicos da madeira de *Eucalyptus grandis*, W. Hill ex Maiden, visando a produção de polpa celulósica. Viçosa, MG, UFV, 1986. 45p. (Tese M.S.)
- OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.S.; LOPEZ, G.A.C.; OLIVEIRA, L.C.S.; CANEDO, M.D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT, Divisão de madeira. *Manual de preservação da madeira*. São Paulo, IPT, 1986. v.1, p 99-274.
- PANSHIN, A.J. & DE ZEEUW, C. *Textbook of Wood Technology*. 4.ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1980. 722p.
- PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R., ed. *The chemistry of solid wood*. Washington, D.C., American Chemical Society, 1984, p. 56-126.
- SANTOS, Z.M. dos. *Avaliação da durabilidade natural da madeira de Eucalyptus grandis W. Hill: Maiden em ensaios de laboratório*. Viçosa, MG, UFV, 1992. 75p. (Tese M.S.)
- SJÖSTRÖM, E. *Wood chemistry - fundamentals and applications*. New York, Academic Press, 1993. 223p.