

IPEF, n.31, p.69-73, dez.1985

ANÁLISE DA MADEIRA DE COMPRESSÃO EM. *Pinus oocarpa* E *Pinus strobus* VAR. *chiapensis*. COMPOSIÇÃO QUÍMICA.

MARIO TOMAZELLO F^o
LUIZ E. C. BARRICHELO

Departamento de Silvicultura, ESALQ-USP
13400 - Piracicaba - SP

JULIO C. DA COSTA
Johnson & Johnson S.A.
Rodovia Presidente Dutra Km 157
12200 - S. José dos Campos - SP

ABSTRACT - In *Pinus oocarpa* and *P. strobus* var. *chiapensis* wood samples taken at different tree heights, the areas of compression and normal wood were delimited. These two types of wood were separated and ground for chemical analysis. In general, *P. strobus* var. *chiapensis* presented greater lignins and pentosans content and smaller holocelulose content in compression wood than the normal wood. For the *Pinus oocarpa* wood the differences were similar but less pronounced.

RESUMO - Discos de madeira foram obtidos em diferentes alturas de troncos de *Pinus oocarpa* e *Pinus strobus* var. *chiapensis* e demarcadas áreas com madeira de compressão e a correspondente madeira normal. Após a separação e moagem desses dois tipos de madeira foram conduzidas análises para determinação dos teores de vários constituintes químicos. De um modo geral, para o *Pinus strobus* var. *chiapensis* foram encontradas maiores teores de lignina e de pentosanas e menor teor de holocelulose na madeira de compressão em relação à normal. Para a madeira do *Pinus oocarpa* as diferenças na composição química da madeira de compressão e normal foram menos acentuadas, exceto para os extrativos.

INTRODUÇÃO

A intensa e crescente utilização da madeira de espécies de *Pinus*, proveniente de reflorestamentos, requereu o desenvolvimento de pesquisas sobre a qualidade de suas madeiras, dirigidas, principalmente, para a determinação da densidade básica e dimensões dos traqueídeos (HIGA et alii, 1973; FOELKEL et alii, 1975 a, b, c; AMARAL et alii, 1978; BARRICHELO & BRITO, 1978, 1979 a, b, c; FERREIRA et alii, 1978). Entretanto, algumas características que influenciam diretamente na qualidade da madeira de *Pinus* não tem sido estudadas em profundidade. Dentre estas se destaca a madeira de compressão, formada nos troncos inclinados das coníferas, na sua face inferior (DASDWELL & WARDROP, 1949; SINNOTT, 1952; SPURR & HYVARINEN, 1954; TOIT, 1964; WESTING, 1965; SCURFIELD, 1973; WILSON & ARCHER, 1977). Em *Pinus* e outras coníferas, a madeira de compressão é caracterizada na secção transversal do tronco pela medula excêntrica, madeira mais escura com tonalidade avermelhada e transição lenho

inicial/tardio mais gradual (PANSHIN & DEZEEUN,1970; KOLLMANN & CÔTÉ, 1980). A influência da madeira de compressão na qualidade e utilização da madeira pode ser detectada através da alteração das suas propriedades físico-mecânicas (PILLOW, 1930; KOEHLER, 1946; PEREM, 1958; WOOTEN et alii, 1967) até diminuição no rendimento em pasta celulósica (LADELL et alii, 1967; KOGA, 1981).

Com referência à composição química, a madeira de compressão possui, em comparação com a madeira normal, maiores teores de lignina e menores de celulose. Esse aumento de lignina ocorre na parede secundária dos traqueídeos, que apresenta alteração na sua estrutura, em relação aos traqueídeos da madeira normal (COTÉ et alii, 1966b, 1968; PARAHM & COTÉ, 1971; TIMMELL, 1973).

Considerando esses aspectos, o presente trabalho tem como objetivo estudar a composição química da madeira de compressão e normal em **Pinus strobus** var. **chiapensis** e **P. oocarpa**, visando fornecer subsídios para sua melhor caracterização.

MATERIAL E MÉTODOS

De um grupo de 25 árvores de **P. oocarpa** e de **P. strobus** var. **chiapensis** com 11 anos de idade, foram selecionadas 3 árvores/espécie, considerando a presença de madeira de compressão. A amostragem e as características da madeira de compressão foram descritas por TOMAZELLO F^o (1984) e de acordo com as normas TAPPI-T20 (1972). Discos de madeira com 1,5 cm de espessura foram obtidos pelo seccionamento dos troncos das árvores a cada 2 m no DAP e mantidos em condições normais de laboratório para secagem ao ambiente. Após secagem prévia foram delineadas, em cada um dos discos, as áreas com madeira de compressão e a equivalente normal. Essas áreas foram separadas do restante da madeira dos discos e convertidas em fragmentos menores, para se processar a moagem. A madeira transformada em serragem foi utilizada nas análises químicas. O teor de lignina foi determinado de acordo com o método do TAPPI T_{13m}-54; o de holocelulose, com o de MOORE & JOHNSON, 1967) ; o de pentosanas com a norma TAPPI T_{19m}-50; de extrativos em água quente com a norma ABCP M 4/68.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo PANSHIN & DE ZEEUWN (1970) o conteúdo médio de lignina, com base em peso seco, aumenta em cerca de 9%, e o de celulose diminui na ordem de 10% na madeira de compressão em relação à normal. Outro componente químico, a galactose, aumenta em cerca de 7-8% na madeira de compressão. Por outro lado, os mesmos autores e COTÉ et alii (1966a) apresentam resultados de pesquisas que demonstram haver diferenças mais acentuadas na composição química da madeira de compressão e normal, em inúmeras espécies de coníferas (Tabela 1). Essas diferenças referem-se, principalmente, a aumentos nos teores de lignina e galactose e diminuição no de celulose, na madeira de compressão.

A análise da Tabela 2 demonstra que, de um modo geral, os resultados obtidos para o **P. strobus** var. **chiapensis** são coincidentes com os apresentados na literatura. Para essa espécie, aumentos nos teores de lignina e diminuição nos de holocelulose na madeira de compressão foram de 19 e 7%, respectivamente. Para o **Pinus oocarpa** as variações percentuais foram menores, com aumentos de 8% para lignina e diminuição de 2% em celulose, na madeira de compressão.

Os demais constituintes analisados - pentosanas e extrativos - não têm sido comumente considerados nas determinações químicas. Aumentos no teor de pentosanas na ordem de 8-11% foram verificados na madeira de compressão de **P. strobus** var. **chiapensis** e **P. oocarpa**. Maior porcentagem de pentosanas foi também verificada para **Larix laricina** (KOLLMANN & COTÉ, 1968) enquanto que menores teores desse constituinte foram detectados na madeira de compressão de **Picea mariana** (LADELL et alii, 1967).

Para os extrativos foram observados maiores teores na madeira de compressão do **P. oocarpa** em relação ao **P. strobus** var. **chiapensis**. Com respeito aos extrativos, SHELBOURNE e RITCHIE (1968) não encontraram diferenças nos teores em madeira de compressão e normal para o **P. taeda**. Sob o aspecto anatômico verifica-se que o alto teor de lignina na madeira de compressão é resultado do acúmulo na camada S₂ da parede secundária, sendo a camada S₁ menos lignificada (COTÉ et alii, 1966a; TIMELL, 1981).

CONCLUSOES

A madeira de compressão possui uma composição química diferente da madeira normal em **Pinus strobus** var. **chiapensis** e **Pinus oocarpa**. Essa diferença na composição Química está relacionada com aumentos no teor de lignina, pentosanas e extrativos e diminuição no de holocelulose, na madeira de compressão em relação à normal. Entre as madeiras das duas espécies de **Pinus** houve diferenças quanto às porcentagens dos constituintes químicos analisados na madeira de compressão e normal.

AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado através do Projeto "Pesquisa Tecnológica para a Melhoria da Qualidade do Pinho" através de convênio firmado entre o IBDF/IPEF/DS. Material cedido pela Cia. Agro-Florestal Monte Alegre - CAFMA. Os autores agradecem às instituições.

TABELA 1. Composição química da madeira de compressão (MC) e normal (MN), em diferentes espécies de coníferas florestais (adaptado de CÔTE, SIMSON e TIMELL, 1966; PANSHIN & DE ZEEUWN, 1970).

ESPÉCIES	LIGNINA		CELULOSE (%)		GALACTOSE (%)		REFERÊNCIAS
	M.C.	M.N.	M.C.	M.N.	M.C.	M.N.	
Abies balsamea	39,8	31,7	32,4	41,2	7,1	1,0	CÔTE et alii (1966a)
	40,1	29,9	-	-	7,6	1,4	CÔTE et alii (1967a)
	38,9	30,1	-	-	16,6	2,1	TIMELL (1973)
	38,5	31,7	-	-	-	-	CÔTE et alii (1967b)
Larix decidua	38,3	26,2	32,1	42,6	9,4	2,0	CÔTE et alii (1966a)
Larix laricina	38,1	27,0	31,5	42,2	10,0	2,4	CÔTE et alii (1966a)
	38,9	28,3	-	-	20,1	3,9	TIMELL (1973)
Picea abies	30,8	29,1	30,9	40,1	7,7	2,3	CÔTE et alii (1966a)
							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	38,0	28,0	27,3	41,5	-	-	MEIER (1964)
Picea glauca	39,4	28,6	31,9	40,4	10,0	1,9	CÔTE et alii (1966a)
Picea mariana	39,5	30,2	31,2	41,1	8,7	2,0	CÔTE et alii (1966a)
	31,1	25,8	-	-	-	-	LADELL et alii (1967)
	37,0	28,0	-	-	17,7	3,7	TIMELL (1973)
Picea rubens	37,0	28,1	32,8	40,4	11,5	2,2	SCHEREUDER et alii (1966)
Picea sitchensis							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	30,9	25,8	53,7	60,6	-	-	
Pinus densiflora							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	36,3	26,6	46,1	56,2	-	-	
Pinus radiata							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	34,4	24,2	-	-	-	-	
Pinus resinosa	39,7	29,1	-	-	11,6	1,8	CÔTE et alii (1966a)
	42,2	23,5	-	-	14,5	2,7	LARSON (1969)
	34,9	27,2	-	-	16,3	6,6	LARSON (1969)
	38,8	27,7	-	-	20,3	2,9	TIMELL (1973)
Pinus rigida	37,6	28,1	32,7	43,9	11,5	1,4	CÔTE et alii (1966a)
Pinus strobus	39,4	29,0	30,9	40,9	11,0	3,8	CÔTE et alii (1966a)
Pinus sylvestris	37,9	27,4	31,8	40,3	11,6	3,1	CÔTE et alii (1966a)
							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	36,0	31,0	41,0	46,0	-	-	
Pinus taeda							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	35,2	28,3	46,1	58,7	-	-	
Sequoia sempervirens							PANSHIN & DE ZEEUWN (1970)
	37,7	32,2	38,0	44,3	-	-	
Tsuga canadensis	40,9	33,7	29,0	39,6	12,9	1,8	CÔTE et alii (1966a)
	39,2	30,9	-	-	20,3	3,0	TIMELL (1973)
Juniperus comunis	37,2	31,4	32,2	37,7	8,2	3,0	CÔTE et alii (1966a)
Thuja occidentalis	39,4	33,3	31,8	42,7	7,2	1,5	CÔTE et alii (1966a)

TABELA 2. Composição química da madeira de compressão e normal em *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Pinus oocarpa*.

ESPÉCIES	MADEIRA (TIPO)	LIGNINA (%)	HOLOCELULOSE (%)	PENTOSANAS (%)	EXTRATIVOS (%)
Pinus strobus chiapensis	Normal	27,7*	74,1	12,0	3,4
	Compressão	33,0	69,4	13,4	3,1
Pinus oocarpa	Normal	26,7	75,8	13,1	3,6
	Compressão	28,9	74,5	14,1	2,8

* Média dos valores obtidos para 3 árvores/espécie. Análises feitas em duplicata.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABCP. Normas de ensaio da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. Brasil.

AMARAL, A.C.; FERREIRA, M. & COUTO, H.T.Z. do, 1977. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de população de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba, (15): 47-67.

BARRICHELO, L.E.G. & BRITQ. J.O., 1978. A madeira de **Pinus taeda** como matéria-prima para celulose-kraft: 1.Influência dos teores de lenhos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3, Manaus, p.1-18.

BARRICHELO, L.E.G., 1979. **Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de Pinus caribaea var. hondurensis Barr e Gol f .para a produção de celulose-kraft**. Piracicaba, 167p. (Tese Livre-Docência-ESALQ).

BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O., 1979. Variabilidade radial da madeira de **Pinus caribaea** var. **hondurensis**. **IPEF** , Piracicaba, (18): 81-105.

COTÉ, W.A.; SIMSON, B.W. & TIMELL, T.E., 1966a. Studies on compression wood; 2. the chemical composition of wood and bark from normal and compression regions of fifteen species of gymnosperms. **Svensk papperstidning**, Stockholm, **69**(17): 547-8.

COTÉ, W.A.; TIMELL, T.E. & ZABEL, R.A., 1966b. Studies on compression wood: 1. distribution of lignin in compression wood of red spruce (**Picea rubens**). **Holz als Roh-und Merkstoff** ,New York 24: 432-8.

COTÉ, W.A.; DAV, A.C.; KUTSCHA, N.P. & TIMELL, T. E., 1967a. Studies on compression wood: 5.nature of the compression wood formed in the early springwood of conifers. **Holzforschung**, Berlin **21**(6): 180-6.

COTÉ, W.A.; PICKARD, P.A. & TIMELL, T.E., 1967b. Studies on compression wood: 4. fractional extraction and preliminary characterization of dysacrides in normal and compression wood of balsam-fir. **TAPPI**, Atlanta, 50(7): 350-6.

- COTÉ, W.A.; DAV, A.C. & TIMELL, T.E., 1968. Studies on compression wood: 7 distribution of lignin in normal and compression wood of tamarack. **Wood Science and Technology**. New York, 2: 13-37.
- DADSWELL, H.E. & WARDROP, A.B., 1949. What is reaction wood? **Australian Forestry**, Canberra, 13(1): 21-33.
- FERREIRA, M.; AMARAL, A.C.; BERTOLANI, F. & NICOLIELO, N., 1978. Rendimento em peso seco de madeira de plantações de pinheiros. **IPEF**, Piracicaba, (17): 78-89.
- FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; AMARAL, A.C.B. & VALLE, C.F., 1975a. Variações das características da madeira e propriedades da celulose sul fato de **Pinus oocarpa** em função da idade do povoamento florestal. **IPEF**, Piracicaba, (10): 81-7.
- FOELKEL, C.E.B.; DINIZ, A.S.; GARCIA, W. & FERREIRA, M., 1975b. Estudo da influência da densidade da madeira nas propriedades da celulose-kraft de **Pinus elliottii** obtida a uma mesma condição de cozimento. **O papel**, São Paulo, 36: 65-9.
- FOELKEL, C.E.B.; FERREIRA, M. & NEHRING, J.H. & LIM, M.B., 1975c. Variabilidade no sentido radial da madeira de **Pinus elliottii**. **IPEF**, Piracicaba, (10): 1-11.
- FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; GARCIA, W. & BRITO, J.O., 1976. Celulose kraft da madeira juvenil e adulta de **Pinus elliottii**. **IPEF**, Piracicaba, (12): 127-42.
- HIGA, A.R.; KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M., 1973. Variação da densidade básica da madeira de **Pinus elliottii** var. **elliottii** e **Pinus taeda**. **IPEF** Piracicaba, (7): 79-89.
- KOEHLER, A. , 1946. **Longitudinal Shrinkage of Wood**. Washington, USDA. 9p.
- KOGA, M.E.T., 1981. Matérias-primas fibrosas. In: **CELULOSE E PAPEL TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO DE PASTA CELULÓSICA**: Serviço Nacional da Indústria v.1 p.13-35.
- KOLLMANN, F.R. & COTÉ, W.A., 1968. Principles of Wood science and technology. Berlin, Springer-Verlag. 592p.
- LADELL, J.L.; CARMICHAEL, A.J. & THOMAS, G.H.S., 1967. Current working Ontario on compression wood in black spruce in relation to pulp yield and quality. In: **LAKE STATES FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE**, 8, Ottawa. Proceedings. p.52-60.
- LARSON, P.R., 1969. Incorporation of ^{14}C in the development walls of **Pinus resinosa** tracheids of compression and opposite woods. **TAPPI**, Atlanta, **52**(11): 2171-7.

- MEYER, H., 1964. General chemistry of cell walls and distribution of the chemical constituents across the cells. In: ZIMMERMANN, M.H. (ED). Formation of wood in forest trees. 137-153p. New York. Academic Press. 561p.
- MOORE, W.E. & JOHNSON, D.8., 1967. Procedures for the chemical analysis of wood and wood products. Madison, USDA. Forest Products Laboratory. 8p.
- PANSHIN, A. & DE ZEEUWN, C., 1970. Textbook of wood technology. 3.ed. New York, McGraw-Hill , 705p.
- PARHAM, R.A.; CÔTÉ, W.A., 1971. Distribution of lignin in normal and compression wood of *Pinus taeda*. **Wood Science and Technology**, New York, 5: 49-62.
- PEREM, E., 1958. The effect of compression wood on the chemical properties of white spruce and red pine. **USDA. Forest Service FPL technical note**, Madison, (13): 1-22.
- PILLOW, M.Y., 1930. Compression wood cause of bowing and twisting. **Wood Working Industries**, New York: 26-7.
- SCURFIELD, G., 1973. Reaction wood: its structure and function. **Science**, Washington, 179: 647-55.
- SCHREUDER, H.R.; CCTÉ, W.A. & TIMELL, T.E., 1966. Studies on compression wood; 3. isolation and characterization of a galactan from compression wood of red spruce (*Picea rubens*). **Svensk Papperstidning**, Stockolm, 69(19): 641-57.
- SHELBOURNE, C.J.A. & RITCHIE, K.S., 1968. Relationships between degree of compression wood development and specific gravity and tracheid: characteristics in loblolly pine. **Holzforschung**, Berlin, 22(6): 185-190.
- SINNOTT, E.W., 1952. Reaction wood and the regulation of tree form. **American Journal of Botany**. Columbus, 39: 69-78.
- SPURR, S.H. & HYVARINEN, M.J., 1954. Compression wood in conifers as a morphogenetic phenomena. **Botanical Review**, New York, 20: 551-60.
- TAPPI. **Testing Procedures of Technical Association of the Pulp and paper Industry**. Atlanta, EUA.
- TIMELL, T.E., 1973. Studies on opposite wood in conifers: 3. distribution of lignin. **Wood Science and Technology**, New York, 7: 163-72.
- TIMELL, T.E., 1981. Recent progress in the chemistry, ultrastructure and formation of compression wood. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WOOD AND PULPING CHEMISTRY, Stockholm, p.99-147.

- TOIT, A.J., 1964. Probable causes of compression wood formation. **Forestry in South Africa**, Pretoria, 4: 25-35.
- TOMAZELLO F^o, M., 1979. Dendrologia e anatomia da madeira de **Pinus strobus** var. **chiapensis**. **Boletim Informativo PPT**, Piracicaba, 4: 1-50.
- WESTING, A.H., 1965. Formation and function of compression wood in gymnosperms. **Botanical Review**, New York, 31: 381-480.
- WESTING, A.H., 1968. Formation and function of compression wood in gymnosperms: 2. **Botanical Review**, New York, 34: 51-78.
- WILSON, B.F. & ARCHER, R.R., 1977. Reaction wood: introduction and mechanical action. **Annual review Plant Physiology**, 28: 23-43.
- WOOTEN, T.E.; BAREFOOT, A.C. & NICHOLAS, D.D., 1967. The longitudinal shrinkage of compression wood. **Holzforschung**. Berlin, 21: 168-71.

Um nome se faz com um bom papel e muita fibra.

A Cia. Suzano de Papel e Celulose é a maior fabricante integrada de celulose de fibra curta, papel e cartão do País, parte do 12.º grupo econômico privado nacional.

Sempre se dedicando à pesquisa, com a finalidade de desenvolver recursos naturais de origem nacional e visando a melhoria da qualidade de seus produtos, a Cia. Suzano foi a pioneira mundial a utilizar, em escala industrial, 100% de celulose de eucalipto na produção de papel.

Além da celulose, a Cia. Suzano produz uma grande variedade de papéis de alta qualidade para impressão e escrita, cartões para embalagens, papéis couché e industriais, exportando-os para mais de 40 países, em cinco continentes.

Hoje, o nome da Cia. Suzano é sinônimo da qualidade de seus produtos.



Cia. Suzano de Papel e Celulose