

IPEF n.28, p.41-44, dez.1984

**OBTENÇÃO DE COMPOSTO MADEIRA-PLÁSTICO.
POLIMERIZAÇÃO DE METACRILATO DE METILA EM MADEIRA
DE *Pinus strobus* var. *chiapensis* ATRAVÉS DE RADIAÇÃO GAMA**

MARIA GUIOMAR CARNEIRO
UNIMEP, Depto. de Física, 13.400 - Piracicaba-SP

EPAMINONDAS S. DE B. FERRAZ
ESALQ/USP, Depto. Física e Meteorologia, 13.400 - Piracicaba-SP

MARIO TOMAZELLO FILHO
ESALQ/USP, Depto. de Silvicultura, 13.400 - Piracicaba-SP

RESUMO - Na obtenção de compostos madeira de **Pinus**-plástico, amostras de madeira foram impregnadas com metacrilato de metila e polimerizadas através de radiação gama de uma fonte de ^{60}CO , a várias taxas de exposição e dose total. A melhor taxa de polimerização foi obtida com dose total de 2,0 MR de radiação gama. Nas amostras tratadas verificou-se uma impregnação e polimerização uniformes, determinadas pelos valores de densidade no sentido longitudinal das peças. A densidade das amostras polimerizadas foi 2,6 vezes maior em relação à das testemunhas. O armazenamento das amostras de madeira impregnadas com o monômero, mesmo envolvidas em papel de alumínio e filme de polietileno, apresentam perdas de monômero, recomendando-se irradiar as amostras imediatamente após a impregnação.

ABSTRACT - To obtain **Pinus** wood-plastic composites, wood samples were impregnated with methyl metacrylate and polymerized by the use of gamma rays from a ^{60}CO at different dose exposure and total dose. The best percentage of polymerization was obtained with the exposure of 2,0 MR of gamma radiation. It was found that the impregnation and polymerization, determined by the density values along the samples were uniform. The density became 2,6 times higher in relation to the control samples. The storage of the impregnated wood samples showed losses of the monomer, even when wrapped with aluminum for and polyethylene film. It is recommended that the wood samples should be irradiated soon after impregnation.

INTRODUÇÃO

Os compostos de madeira-plástico, obtidos pela impregnação e posterior polimerização de monômeros no interior das células, constituem-se em uma das alternativas utilizadas para a melhoria das propriedades físico-mecânicas da madeira.

As espécies de **Pinus**, principalmente as de origem temperada, têm sido comumente utilizadas no desenvolvimento dessa linha de pesquisas, por disponibilidade de matéria-prima. Na obtenção dos compostos madeira-plástico são utilizados vários monômeros,

destacando-se o metacrilato de metila devido à sua rápida polimerização, excelentes propriedades físicas do polímero e produto final uniforme (CAMPA et alii, 1977).

No processo de polimerização pode-se utilizar a radiação gama ou temperatura, dependendo dos equipamentos disponíveis, sendo que, segundo MEYER (1977) nos E.U.A. a polimerização através de radiação gama é a mais utilizada (Tabela 1).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras, monômero e impregnação - O preparo e dimensões das amostras de madeira de **P. strobus** var. **chiapensis** o monômero utilizado e o processo de impregnação foram descritos detalhadamente por CARNEIRO (1982) e CARNEIRO et alii (1984).

Curva por irradiação - A polimerização do composto madeira-plástico foi iniciada através de raios gama de um irradiador Gamabeam 650, tipo IR 31, de acordo com a descrição de CARNEIRO(1982) Foram testadas as taxas de dose de 0,1 e 0,2 MR, e os intervalos de variação de doses totais de 0-2,0 MR.

Determinação da % de polimerização e densidade por varredura - A % de polimerização do monômero foi obtida de acordo com a fórmula proposta por DAVIES et alii (1969) e a densidade por atenuação de radiação gama, segundo FERRAZ (1976).

No exterior, têm sido produzidos compostos madeira-plástico com finalidades comerciais desde 1960 (MEYER, 1977). Nesse aspecto, para as condições brasileiras, a técnica de polimerização encontra boas possibilidades de aplicação, melhorando a qualidade da madeira de espécies de rápido crescimento e de menor densidade básica, como por exemplo, os pinheiros tropicais.

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivos pesquisar a melhor ia da qualidade **Pinus strobus** var. **chiapensis** pela polimerização do monômero de metacrilato de metila através de radiação gama de uma fonte de ^{60}CO .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da polimerização do metacrilato de metila em amostras de **P. strobus** var. **chiapensis** a duas taxas de dose, em função das doses totais crescentes de radiação gama são apresentados na Figura 1. Entre as taxas de radiação - 0,1 e 0,2 MR/h - e doses totais - 0,4 e 2MR - não foram observadas diferenças significativas para a porcentagem de polimerização do metacrilato de metila. Na dose total de 2MR a porcentagem de polimerização do manômero foi de 90 %. Doses totais em torno desse valor têm sido recomendadas por COLLINS et alii (1967), DAVIES et alii (1969) e SHIRAEVA et alii, (1971) para espécies de **Pinus** e de outras essências florestais.

Entretanto, para atingir essa dose total são necessários períodos de irradiação de 20 e 10 horas, nas taxas de dose de 0,1 e 0,2 MR/h, respectivamente. Esse longo tempo de irradiação, para a menor taxa de dose, constitui-se em uma limitação prática, recomendando-se taxas de doses iguais ou menores do que 0,2 MR/h, de modo que a fonte de ^{60}CO possa ser utilizada em várias sessões de irradiação/dia.

Tabela 1. Espécie de *Pinus* utilizados, respectivos processos de polimerização e monômero

ESPÉCIE	PROCESSO DE (*) POLIMERIZAÇÃO	MONÔMERO DE (**)	FONTE DE LITERATURA
P. ponderosa	R	ES	KENAGA et alii (1962)
P. resinosa	R	MCM, ES, AN	RAMALIGNAN et alii (1963)
P. strobus	R	ES, DI	RAFF et alii (1965)
P. lambertiana	R	ES	SIAU et alii (1965)
P. taeda, P. strobus	R	MCM	LOSS et alii (1967)
P. strobus	R	MCM, AV	UPDYKE (1967)
P. taeda	R	MCM, ES, AN	LOSS & ROBINSON (1968)
P. sylvestris	R	MCM, ES	MIETINEN et alii (1968)
P. resinosa	T	MCM	YOUNG & MEYER (1968)
P. resinosa	R	MCM	DAVIES et alii (1969)
P. strobus	T	MCM, ES	LANGWIG et alii (1969)
P. taeda	R	MCM	ADAMS et alii (1970)
P. sylvestre, P. patula	R	MCM, ES	AUTIO & MIETINEN (1970)
P. resinosa	T	ES, AN	JUNEJA & HODIGINS (1970)
P. strobus	R	MCM	TIMMONS et alii (1971)
P. strobus	T	MCM, ES, AN	DESAI & JUNEJA (1972)
P. strobus, P. taeda	T	MCM, ES, AN	ELWOOD et alii (1972)
P. rudis	R	MCM	BURILLO et alii (1975)
Pinus spp	R	MCM	CAMPA et alii (1977)
P. resinosa	R	MCM	MEYER, (1977)
P. resinosa	R, T	MCM, ES, AN	MEYER, (1981)
P. elliottii			
P. strobus chiapensis	R	MCM	CARNEIRO (1982)
P. taeda	T	MCM	ROWELL (1982)

(*) R = radiações; T = temperatura
(**) ES = estireno; MCM = metacrilato de metila; AN = acrilonitrila; D = divinilbenzene; AV = acetato de vinila

Fig. 1. Polimerização de metacrilato de metila em madeira de *Pinus*, a diferentes taxas de dose de radiação gama de ^{60}Co .

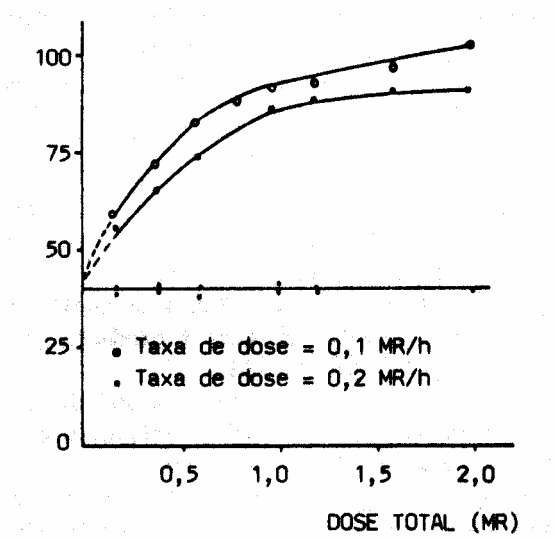


Fig. 2. Densidade do composto de *Pinus*-polimetacrilato de metila, a diferentes taxas de dose de radiação gama.

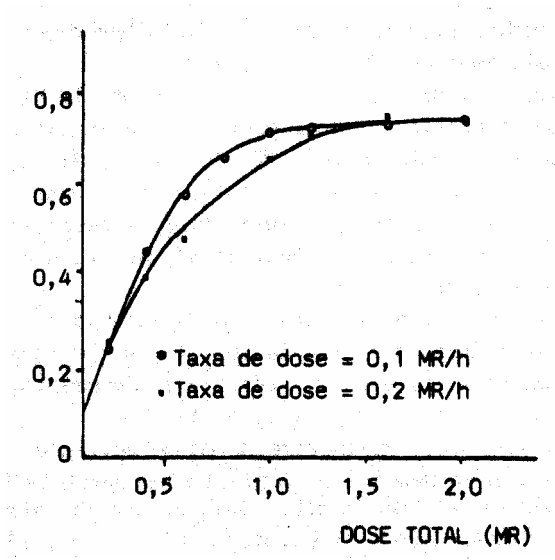
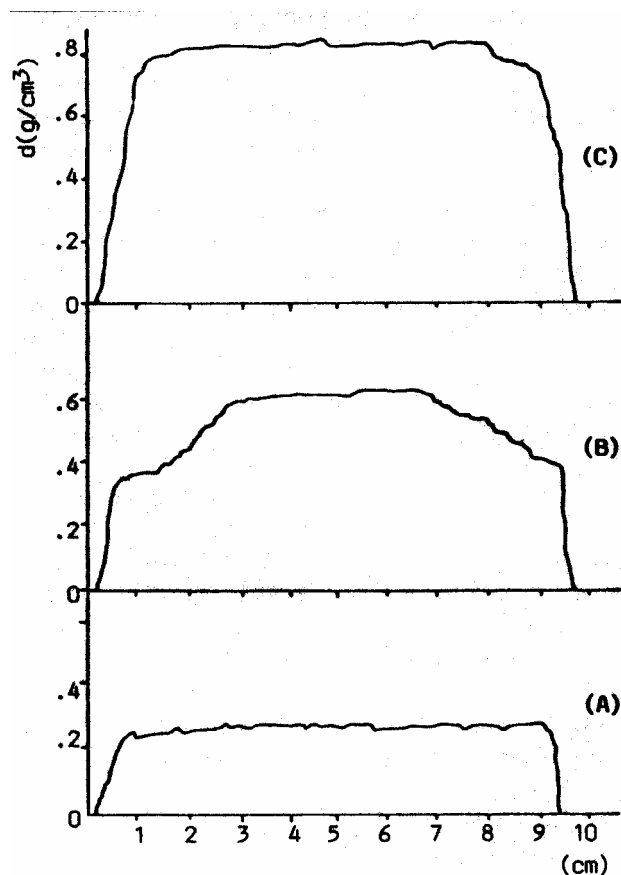


Fig. 3. Valores de densidade, obtidos por atenuação de radiação gama, ao longo das amostras de madeira de *Pinus*-polimetacrilato de metila, polimerizadas por radiação gama. (a) amostra com impregnação e polimerização homogênea; (b) amostra com impregnação e polimerização heterogênea; (c) amostra testemunha, sem tratamento.



A densidade do composto madeira-plástico das amostras e ao longo de sua secção mediana são apresentadas nas Figuras 2 e 3a,c. Verifica-se que a densidade inicial da madeira passa de 0,31 para 0,80 g/cm³, após a polimerização do metacrilato de metila, ou seja, 2,6 vezes mais o aumento da densidade tem sido a característica mais comumente observada, verificando-se também melhoria nas propriedades físico-mecânicas, diminuição da taxa de absorção de água das amostras tratadas (RAMALINGAM et alii, 1963; RAFF et alii, 1965; UPDYKE, 1967; MIETINEN et alii, 1968; YDUNG & MEYER, 1968; ADAMS et alii, 1970; JUNEJA & HODGINS, 1970; SHIRAEVA et alii 1971; CAMPA et alii, 1977; LEPAGE, 1979; MEYER, 1981)

Os valores de densidade obtidos ao longo das amostras, através do processo de varredura, mostram que a madeira de *P. strobus* var. *chiapensis* admite impregnação uniforme do monômero, resultando em um composto madeira de *Pinus*-plástico homogêneo (Figura 3a,c). A eficiência da polimerização em madeira de algumas espécies de *Pinus*, conforme destacam AUTIO & MIETINEN (1970) e CAMPA et alii (1977), constitui-se no principal fator para a escolha da madeira para a produção de composto madeira-plástico.

Das amostras tratadas, cerca de 30% apresentam perdas do monômero nas extremidades, durante as etapas de impregnação-irradiação. Em consequência, essas amostras mostraram menores taxas de polimerização e, conseqüentemente, menor valor de densidade em suas extremidades (Figura 3b). Recomenda-se, com base nessas informações, que as amostras sejam irradiadas logo após a impregnação do monômero. Pode-se, também, cortar as extremidades das peças tratadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADAMS, D.G., CHOONG, E.T. & MCLLHENNY, R.C. - Bending strength of radiation produced southern pine wood-plastic combinations. **Forest products journal**, Madison, **20**(4): 25-8, 1970.
- AUTIO, T. & MIETTINEN, J.K. - Experiments in Finland on properties of wood polymers combinations. **Forest products journal**, Madison, **20**(3): 36-42, 1970.
- BURILLO, V.G. et alii - The influence of wood extractives in the polymerization of methacrylate by gamma radiation. **Journal of radiation curing**, México, **2**: 1-6, 1975.
- CAMPA, J.P. et alii - Obtencion de materiales madeira-polímero por irradiacion. In: World Forest Congress, 7, Buenos Aires, 1977. **Proceedings**. Buenos Aires, 1977. v.5, p.645-9.
- CARNEIRO, M.G. - **Polimerização de metacrilato de metila em madeira de Schizolobium parahyba (Guapuruvu) e Pinus strobus var. chiapensis através radiação gama e temperatura**. Piracicaba, 1982. 89p. (Tese-Mestrado-ESALQ)
- CARNEIRO, M.G.; FERRAZ, E.S. de B.; TOMAZELLO FILHO, M. - Estudo das variáveis que afetam a polimerização de metacrilato de metila em madeira de **Schizolobium parahyba** (Guapuruvu) , através da radiação gama. **IPEF**, Piracicaba, (27): 31-40, 1984.
- COLLINS, C.H. et alii - Rates of polymerization of monomers in maple and birch using a variable dose rate gamma source. **Forest products journal**, Madison, **17**(10): 52-6, 1967.
- DAVIES, A.G. ; ASBURY, B.H. & SMITH, C.G. - Radiation polymerization kinetics in wood polymer preparation. **Wood science**, Madison, **2**(2): 91-9, 1969.
- DESAI, R.L. & JUNEVA, S.C. - Weather-ometer studies on wood-plastic composites. **Forest products journal**, Madison, **22**(9): 100-3, 1972.
- ELWOOD, E.L.; GILMORE, R.C. & STAMM, A.J. - Dimensional stabilization of wood with vinyl monomers . **Wood science**, Madison, **4**(3): 137-41, 1972.
- ESCOBEDO, J.F.; NASCIMENTD FILHO, F.N. & FERRAZ, E.S.B. - Dosimetria de um irradiador ⁶⁰Co Gammabeam 650-I. características básicas do irradiador de ⁶⁰Co

- Gammabeam 650-1. Características básicas do irradiador e calibração do ponto central da cavidade Interna. **Energia Nuclear na Agricultura**, Piracicaba, **2**(1): 24-37,1980.
- FERRAZ, E.S.B. - Determinação da densidade de madeiras por atenuação de radiação gama de baixa energia. **IPEF**, Piracicaba (2): 6-8,1976.
- JUNEJA, S.C. & HODGINS, J.W. - The properties of thermo-catalytically prepared wood-polymer composites. **Forest products journal**, Madison, **20**(12): 14-8, 1970.
- KENAGA, D.L.; FENNESSEY, J.P. & STANPETT. V.T. - Radiation grafting of vinyl monomers to wood. **Forest products journal**, Madison, **12**(4): 161-8, 1962.
- LANGWIG, J.W.; MEYER, J.A. & DAVIDSON, R.W. - New monomers used in making wood-plastics. **Forest products journal**, Madison, **19**(11): 57-61, 1969.
- LEPAGE, E.S. - Compostos madeira-plástico à base de madeira de **Pinus elliottii** e monômero de metacrilato de metila. São Paulo, 1979. 161p. (Tese-Doutoramento-EP/USP)
- LOOS, W.E.M. WALTERS, R.E. & KENT, J.A. - Impregnation of wood with vinyl monomers. **Forest products journal**, Madison, **17**(5): 40-8, 1967.
- LOOS, W.E. & ROBINSON, G.L. - Rates of swelling of wood in vinyl monomers. **Forest products journal**, Madison, **18**(9): 109-11, 1968.
- MEYER, J.A. - Wood-plastic materials and their current commercial applications. **Polymer plastic technol. Eng.**, **9**(2): 181-206, 1977.
- MEYER, J.A. - Wood polymer materials: state of the art. **Wood science**, Madison, **14**(2): 49-54, 1981.
- MIETTINEN,J.M. et alii - Mechanical properties of wood-plastic combinates made of four finish wood species by impregnation with methyl-metacrylate or polyester and gamma polymerization. Helsinki, Institute for Technical Research, 1968. p.5-56
- RAFF, R.A.V.; HERRICK,I.W. & ADAMS, M.F. - Polymerization of styrene and styrene-divinylbenzene in wood. **Forest products journal**, Madison, **15**(7): 260-2, 1965.
- RAMALINGAM, K.V.; WEREZAK,G.N. & HODGINS, J.W. - Radiation-induced graft-polymerization of styrene in wood. **Journal of polymer science**, (part c) **2**: 153-67, 1963.
- ROWEN, R.M.; MOISUK, R. & MEYER, J.A.- Wood polymers composites: cell wall grafting with alkaline oxides and lumen treatments with methyl metacrylate. **Wood science**, Madison, **15**(2): 90-6, 1982.

- SHIRAYEVA, C.V. et alii - Radiation chemical process of modification of wood by polymers. In: Symposium on radiation chemistry, Budapest, may 10-15, **Proceedings**. Tihany, International Atomic Energy Agency, 1971. p.783-94
- SIAU, J.F.; MEYER, J.A. & SKAAR, C. - Wood-polymer combinations using radiations techniques. **Forest products journal**. Madison, **15**(10): 426-34, 1965.
- TIMMONS, T.K.; MEYER, J.A. & COTÉ, W.A. - Polymer location in the wood-polymer composite. **Wood science**, Madison, **4**(1): 13-24, 1971.
- UPDYKE, L.J. - Mechanical properties of some wood-plastic combination prepared by a radiation process. **Forest products journal**, Madison, **17**(12): 59, 1967.
- YOUNG, R.A. & MEYER, J.A. - Heartwood and sapwood impregnations with vinyl monomers. **Forest products journal**, Madison, **18**(4) 66-8, 1968.