ESTUDO DO CICLO DA PRENSA PARA PRODUÇÃO DE PAINEIS WAFERBOARD.

PARTE II — EFEITOS SOBRE A ESTABILIDADE DIMENSIONAL.

Jorge Luis Monteiro de Matos® Sidon Keinert Jr.**

SUMMARY

In this research were studied the influence of important variables of the press cycle over the dimensional stability of waferboards, manufactured from taeda pine.

Were analysed the moisture content of the particles (3%, 5% and 10%), the press closing time (35 and 100 sec), the pressing time (8 and 15 min) and the use of 1% wax

over the particles.

A high moisture content of the particles (10%) resulted in a fast heat transfer to the core, consequently high temperatures at this point. Using 35 sec closing time and 15 min pressing time, the boards made out of 10% moisture content particles showed significant improvements in thickness swelling, water absorption and springback.

The main conclusion is that if variables of the press cycle are controlled, boards with excellent dimensional stability can be produced.

1. INTRODUÇÃO

O ciclo de prensagem é considerado uma das fases mais importantes na produção de painéis de partículas de madeira. Neste estágio que são conferidas a maior parte das propriedades e formas de uso final dos painéis. É também considerada a fase mais crítica do processo, pois dele depende o fluxo de produção.

Muitos parâmetros influem sobre a consolidação do material, tais como o teor de umidade das partículas, o tempo de fechamento dos pratos da prensa, o tempo de prensagem, etc., conferindo características distintas ao produto final. O teor de umidade das partículas atua diretamente sobre a resistência da madeira à compressão, em conjunto com a temperatura torna o material mais plástico e este oferecerá menor resistência a compactação. Entretanto, excessivo conteúdo de umidade interferirá na reação química de polimerização da resina, especialmente nas camadas mais interiores (KELLY, 1977)6. Elevados teores de umidade requerem também tempo mais longo de prensagem até que uma quantidade suficiente de umidade seja evaporada e se possa obter uma maior ligação interna (HEEBINK et alii, 1972)4. Outro fator de grande influência sobre a consolidação dos painéis é o tempo de fechamento dos pratos da prensa, ou o tempo decorrido desde o contato dos pratos com o material, até atingir-se a espessura desejada. Tempos mais rápidos de fechamento promovem o aquecimento das camadas superficiais anterior ao aquecimento do miolo, não havendo uniformidade na densificação do painel (SUCHSLAND. 1967)9 cujas camadas superficiais densificarão mais que as interiores. Em combinação com o teor de umidade o tempo de fechamento confere as mais importantes características finais aos painéis.

Outras variáveis do ciclo como a pressão aplicada, temperatura da prensa, tempo de prensagem são também relevantes para a consolidação dos painéis. O tempo mínimo para prensagem depende basicamente da temperatura da prensa, do tempo de fechamento e da distribuição da umidade nas partículas (LEHMANN et alii, 1973)7.

A estabilidade dimensional em chapas de partículas é importante especialmente quando o produto se destina para usos exteriores ou a fabricação de móveis ou produtos que requeiram estabilidade. A capacidade de resistir a ação da umidade, mantendo as dimensões originais confere maior qualidade ao produto. As partículas de madeira são higroscópicas por natureza e apresentam tendência a absorver e perder umidade com grande facilidade em função das condições ambientais. O domínio correto

Pesquisador do INPA/Manaus-AM. Professor Titular da UFPR - PR.

^{72 —} REVISTA FLORESTA

das variáveis do ciclo da prensa pode contribuir muito para reduzir estes problemas, evitando-se que ocorram acentuadas liberações de tensões e o produto perca suas propriedades iniciais e degrade rapidamente.

2. MATERIAL E METODOS

Foram manufaturados 78 painéis nas dimensões de $50 \times 55 \times 1.3$ cm, densidade de 0.7 g/cm³ com partículas de *Pinus taeda*, idade de 9 anos, densidade média da espécie de 0.38 g/cm³. A espessura média das partículas do tipo *wafer* obtidas em gerador de partículas à base de disco foi de 0.48 mm e comprimento médio de 3.0 cm.

Sobre as partículas aplicou-se 5% de resina fenol-formaldeído. Em parte do material aplicou-se 1% de parafina, conforme delineamento experimental.

As partículas foram secas até teores de umidade de 3%, 5% e 10% procurando-se avaliar os efeitos da umidade sobre a estabilidade dimensional das chapas. Os colchões foram formados após a aplicação da resina e parafina e no interior dos colchões foram dispostos termopares para monitoramento do desenvolvimento da temperatura durante a prensagem. A temperatura da prensa foi mantida em 180°C, a pressão específica aplicada de 40 kg/cm² em tempos de fechamento de 35 e 100 s. e o tempo de prensagem de 8 e 15 min. (TABELA 1).

As propriedades avaliadas foram a variação em espessura e absorção de água após períodos de 2 e 24 horas de imersão em água e também a taxa de não retorno em espessura (springback).

A norma empregada para avaliação das propriedades foi a ASTM D $1037-78~B^{\circ}$ retirando-se 2 corpos de prova por painel nas dimensões de 15.2~x~15.2~cm.

O método estatístico empregado foi uma análise fatorial de covariância, avaliando-se os efeitos principais das variáveis do ciclo da prensa e suas interações. (WINNER, 1971)¹⁰.

TABELA 1 — Delineamento experimental

Espécie: Pinus taeda.

Dimensões dos painéis: $50 \times 55 \times 1,3$ cm. Densidade: 0,7 g/cm³ (condicionado a 12%)

Umidade das partículas: 3%, 5% e 10%. Umidade do colchão: 8%, 9,5% e 13%. Resina fenol-formaldeído: 5% (base peso seco do material).

Parafina: 1% (base peso seco de material).

Tempos de fechamento, 35 e 100 s. Tempos de prensagem: 8 e 15 min. Temperatura da prensa: 180°C.

Pressão específica: 40 kg/cm² — 8 min.

40 Kg/cm² — 2 min. 20 Kg/cm² — 2 min. 10 Kg/cm² — 5 min. 5 Kg/cm² — 6 min. 15 min.

Número de repetições: 5 Total de chapas: 78 (2perdas).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Umidade das partículas

O principal efeito da umidade consiste na capacidade de rápida transferência de calor até as camadas mais interiores dos painéis. Devido a isto a consolidação ocorreu com maior facilidade em painéis cujas partículas apresentavam maior teor de umidade, pois tornaram-se menos resistentes a compressão resultando em menor acúmulo de tensões residuais. Este fato refletiu-se sobre a variação em espessura ou inchamento em espessura que foi menor em painéis cujas partículas apresentavam teor de umidade de 10% após a imersão em água por períodos de 2 e 24 horas. Também a absorção de água nestes períodos seguiu a mesma tendência, resultando em menor absorção de água em painéis cujas apresentavam inicialmente partículas 10% de umidade.

A comparação de médias de variação em espessura e absorção de água para chapas fabricadas de partículas com 3% e 5% de umidade mostrou que estas não apresentaram diferenças significativas entre si (TABELA 2).

A maior estabilidade dimensional devido ao teor de umidade de 10% pode ser explicada pelo fato que, no momento de consolidar-se uma chapa as partículas mais secas tornam-se menos plásticas e oferecerão maior resistência a compactação. Deste modo as tensões finais de prensagem serão maiores nesta condição

e quando o material for exposto à água ou absorver umidade do ambiente apresentará tendência a liberar estas tensões. Outro aspecto que pode ser ressaltado refere-se a contribuição da umidade para mais rápida transferência de calor ao centro dos painéis e a cura mais rápida e efetiva da resina.

TABELA 2: Valores médios percentuais de variação em espessura absorção de água e springback para painéis waferboard sob as diferentes condições impostas.

Tempo de Prensagem	Umidade das	Tempo de	Parafina	Variação em espessura		Absorção de água		Springback
(min.)			(%)	(% 2 hs.	24 hs.	(% 2 hs.	24 hs.	(%)
	3	35	1 0	16,33 46,02	36,71 53,87	11,75 52,36	35,08 77,79	39,27 53,55
8		100	1 0	18,11 38,11	33,55 47,66	16,98 46,56	39,46 71,26	31,80 44,14
	5	35	1 0	14,52 39,26	31,68 47,69	10,05 46,99	34,86 72,28	31,00 44,50
		100	1 0	18,92 40,64	39,02 50,36	16,79 49,2	45,35 7 4,4 3	38,14 48,58
	5	35	1 0	11,64 33,04	24,81 41,00	10,40 33,30	29,98 56,61	22,15 36,92
15		100	1 0	15,56 35,58	31,19 41,79	14,32 51,17	38,73 69,87	30,05 39,64
	10	35	1 0	10,54 17,66	20,80 26,72	8,87 19,10	24,06 37,76	15,94 16,90
		100	1 0	11,80 21,83	22,82 31,10	11,32 26,85	28,35 44,36	18,68 24,50
8		35	1 0	14,69 40,18	31,97 48,33	10,23 48,42	35,91 74,26	31,15 44,73
	5	100	1 0	19,05 41,02	39,20 50,65	17,02 50,12	46,11 75,48	38,26 48,73
15	1 - 1	35	1 0	11,53 32,43	24,71 40,80	10,28 35,56	29,71 56,22	21,96 36,51
		100	1 0	14,82 34,75	30,66 40,92	13,64 47,31	37,98 68,74	28,99 37,91

74 — REVISTA FLORESTA

Podemos observar uma relação linear decrescente entre a porcentagem de umidade presente no colchão de partículas e a variação em espessura dos painéis (Figura 1).

FIGURA 1: Relação linear entre a variação em espessura após 24 hs (Y) e a umidade do colchão (X) para painéis do tipo waferboard.

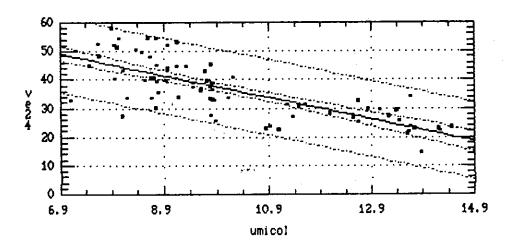
Y = 74,9943 + (-3,7764)X

R = 0,774479

R2 = 0.5998

F = 113,9136

78 OBSERVAÇÕES



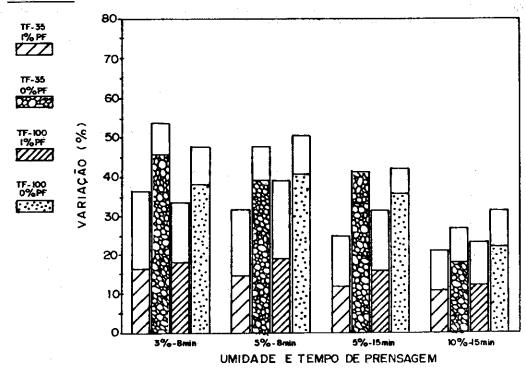
Tempo de fechamento

Uma variável de grande influência sobre a estabilidade dimensional dos painéis foi o tempo de fechamento dos pratos da prensa, até atingir-se os espaçadores. Para um tempo de fechamento mais lento (100 s.) ocorreu maior inchamento em espessura e maior percentual de água absorvida, em observações realizadas após períodos de 2 e 24 hs. Um tempo de fechamento mais rápido (35 s.) proporcionou maior estabilidade dimensional aos painéis, com menores valores médios de variação em espessura e absorcão de água.

Sob a influência do tempo de fechamento os valores médios não diferiram

ao comparar-se as médias de chapas cujas partículas apresentavam teor de umidade de 3% e 5% prensadas em 8 minu. tanto após períodos de 2 hs. como 24 hs.. Neste caso poderia-se atribuir a uma não diferenciação entre os teores de umidade presentes nas partículas. Assim os efeitos devidos ao tempo de fechamento equipararam-se pois a umidade, neste caso, não contribuiu de modo distinto para a consolidação dos painéis, mesmo sabendo-se que esta é de grande importância para a redução de tensões de compressão. Esta evidência é confirmada pelo fato que a estabilidade dimensional não foi afetada por diferenças de umidade nas partículas de 3% e 5%.





Tempo de prensagem

A análise dos efeitos do tempo de prensagem sobre a estabilidade dimensional foi realizada apenas em paineis cuja umidade inicial das partículas foi de 5%. O inchamento em espessura apresentou-se maior para aquelas chapas prensadas em 8 min. Alcançou-se maior eficiência na cura da resina nas camadas mais interiores em tempo mais longo de prensagem (15 min.), quando a temperatura nestas camadas foi maior e suficiente para consolidação do painel. Para a absorção de água, nas primeiras 2 horas de imersão não houve diferenciação entre as médias devidas ao tempo de prensagem. A diferença se apresenta na comparação das médias obtidas após 24 horas de imersão em água quando tempo de prensagem mais longo (15 min.) proporcionou maior estabilidade dimensional.

76 — REVISTA FLORESTA

Aplicação de parafina

Em todas as condições analisadas os valores médios de absorção de água e variação em espessura foram menores naquela condição em que aplicou-se 1% de parafina sobre as partículas. A redução da higroscopicidade dos painéis colaborou para o incremento da resistência à penetração de água e consequente eliminação das tensões de prensagem.

Efeito da interação entre as variáveis

Os efeitos de cada uma das variáveis principais foram analisados anteriormente. A seguir são apresentados os resultados da combinação dos efeitos destas variáveis sobre as propriedades dimensionais.

Umidade das partículas x tempo de fechamento

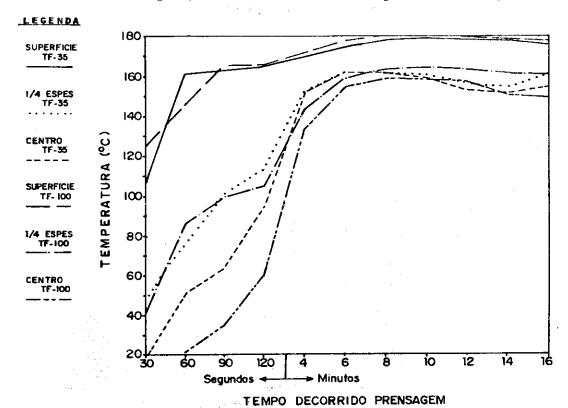
Esta interação apresentou médias com diferenças significativas apenas na condição em que as partículas continham 3% e 5% de umidade e que os painéis foram prensados em 8 min. É interessante observar que isoladamente as variáveis umidade e tempo de fechamento não proporcionaram diferenças significativas entre as médias de inchamento em espessura dos painéis produzidos nestas condições, mas a combinação de ambas demonstrou que a menor variação em espessura ocorreu em painéis que continham 3% de umidade nas partículas e com tempo de fechamento de 100 s. e também em painéis com 5% de umidade

e tempo de fechamento de 35 s. Esta tendência não se manifestou para a absorção de água onde a interação não foi significativa.

Umidade das partículas x aplicação de parafina

Elevados teores de umidade presentes nas partículas proporcionaram isoladamente sensíveis reduções na variação em espessura e absorção de água, o mesmo ocorrendo com a aplicação de 1% de parafina. A combinação de 10% de umidade com 1% de parafina resultou em painéis com menor valor médio de inchamento em espessura e absorção de água em observações feitas após 2 e 24 hs. de imersão em água.

FIGURA 3: Diferenças de absorção de água (AAA), base peso, após períodos de 2 e 24 44hs. de imersão em água. (As áreas não hachuradas correspondem as diferenças).



REVISTA FLORESTA - 77

Tempo de fechamento x Aplicação de parafina

Esta interação apresentou diferenças significativas entre as médias apenas na condição em que comparou-se painéis com teor de umidade nas partículas de 3% e 5%, prensados em 8 min., onde o tempo de fechamento de 35 s. para consolidação de painéis nos quais aplicou-se 1% de parafina resultaram em menores valores médios de absorção de água e variação em espessura.

A ação da parafina resultando em partículas menos higroscópicas, associada com um tempo de fechamento mais rápido, fazendo a transferência de calor mais acelerada ao centro dos painéis, proporcionaram uma eficiente combinação de variáveis tornando eficaz o controle da estabilidade dimensional. Observa-se também que esta combinação é

mais eficiente no caso das partículas apresentarem inicialmente baixos teores de umidade. Nas comparações de médias de painéis obtidos de partículas com umidade inicial de 10% e 5%, prensadas em 15 min. esta interação não mostrou diferenças significativas entre as médias.

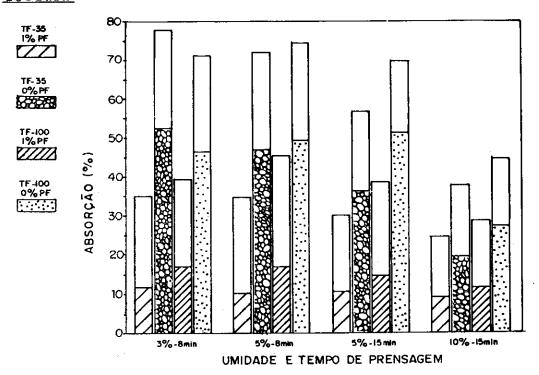
Unidade das particulas x Tempo de fechamento x Aplicação de parafina

A combinação de todas as variáveis resultou em valores médios de maior estabilidade em painéis cujas partículas apresentavam teor de umidade de 10%, tempo de fechamento de 35 ou 100 s. (não diferiram) e a aplicação de 1% de parafina, proporcionando menores valores de variação em espessura. Não houve efeito desta combinação sobre a absorção de água.

FIGURA 4: Desenvolvimento da temperatura em diferentes posições nos painéis influenciado pelo tempo de fechamento (TF) da prensa.

Umidade das partículas 10% Tempo de prensagem 15 min. (Cada linha representa a média de 5 painéis)

LEGENDA



78 — REVISTA FLORESTA