

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* Engelm AOS 30 ANOS DE IDADE

WOOD CHARACTERISTICS OF PLANTATION SLASH PINE AT AGE 30

Clovis Roberto Haselein¹ Emerson Cechin² Elio José Santini¹ Darci Alberto Gatto³

RESUMO

No presente estudo, seis árvores de um povoamento de *Pinus elliottii* com 30 anos de idade foram coletadas e transformadas em toras de 2,5 m de comprimento. De cada uma das duas primeiras toras, retirou-se um pranchão central, do qual foram confeccionados, segundo a norma ASTM D143-93 (1995), nas regiões próximas à medula e à casca, os corpos de prova utilizados nos ensaios de flexão estática. As propriedades de flexão (módulos de elasticidade e de ruptura) e massa específica básica a 12% de umidade foram relacionados como número de anéis de crescimento e a porcentagem de lenho tardio determinados na secção transversal para cada corpo de prova. Os resultados evidenciaram, para as propriedades estudadas, a existência de diferenças significativas entre as posições.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, flexão estática, lenho outonal, número de anéis de crescimento.

ABSTRACT

In this study, six trees from a 30 year slash pine stand were harvested. The stumps were converted into 2,5 m logs and the two first were processed into pith centered cants. After air-seasoning, the cants were transformed into small clear static bending specimens according to ASTM D143-93 (1995). Samples were taken near the pith and the bark. Bending stiffness (MOE) and strength (MOR) and basic density measured at 12% moisture content were related to the number of growth rings and percentage summer wood determined at every specimen cross-section. Significant differences were found between radial positions. In general, larger increase in properties of the juvenal wood as a function of the increase of the growth rings and percent summer wood were observed.

Key words: slash pine, static bending, summer wood, growth rings.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

2. Engenheiro Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

3. Engenheiro Florestal, Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

INTRODUÇÃO

O uso estrutural da madeira no Brasil ainda é incipiente, principalmente daquela oriunda de florestas plantadas. O limitado emprego da madeira para tal fim pode ser atribuído à baixa durabilidade natural, ao pouco conhecimento de suas propriedades, à indefinição de padrões e, até mesmo, aos hábitos culturais. Esses fatores desfavoráveis podem, algumas vezes, induzir a substituição da madeira por outros materiais de construção, nem sempre mais econômicos e de melhor qualidade. Em contraste, nos Estados Unidos (EUA) e no Canadá, a maioria das habitações familiares são construídas em madeira (MCKEEVER & ANDERSON, 1992), sendo que no primeiro, uma grande parcela dessa madeira provem hoje de florestas plantadas de pinus.

Por ser a madeira proveniente das florestas nativas muito cara por causa da distância de transporte até os grandes centros consumidores (geralmente vem do norte do Brasil), a área de florestas de pinho do Paraná (*Araucaria angustifolia*) ser escassa, a utilização da madeira de eucalipto, apesar de promissora para essa finalidade ainda ser bastante problemática, faz-se necessário estabelecer alguns critérios para o uso da madeira de pinus (*P. elliottii* e *P. taeda*), uma das alternativas viáveis atualmente.

Aparentemente, há um consenso geral de que as florestas plantadas de pinus produzem madeira muito leve e macia, principalmente quando comparada com a madeira de pinho. A dúvida que surge é se a madeira de pinus produzida no Brasil possui qualidade inferior à produzida no sul dos EUA. Da mesma forma, existe a idéia, nem sempre correta, de que o incremento das florestas de pinus naquele país é muito menor do que no Brasil e, como conseqüência, a madeira é mais densa e com anéis de crescimento mais estreitos.

No entanto, a rotação típica para florestas de pinus nos EUA é de 30 anos, pouco superior à utilizada no Brasil. Os plantios são feitos em espaçamentos que podem variar desde 1,8 x 1,8 m até 3,5 x 3,5 m. No primeiro caso, são feitos dois desbastes, um pré-comercial e outro comercial, ao passo que no segundo, apenas um desbaste é realizado em idades que variam entre 18 e 20 anos. Aparentemente, em termos gerais, os mesmos problemas são encontrados para florestas plantadas dessas espécies: madeira juvenil pode constituir uma grande parcela da madeira nessa idade, podendo variar, para as espécies de pinus sulistas, desde 6 até 14 anos da idade da árvore (McALISTER & CLARK III, 1992). Já BIBLIS et al (1993) relatam que a produção de lenho juvenil para tais espécies pode estender-se desde 10 até 20 anos. É sabido que madeira juvenil apresenta características indesejáveis, tais como uma maior contração longitudinal e baixa resistência mecânica em conseqüência dos ângulo das microfibrilas, dentre outras.

Os objetivos do presente trabalho são determinar as propriedades de flexão estática da madeira de *Pinus elliottii* próximo à medula (possivelmente lenho juvenil) e próximo à casca (possivelmente lenho adulto), e estabelecer uma relação entre número de anéis de crescimento e porcentagem de lenho outonal com a massa específica, MOR e MOE.

REVISÃO DE LITERATURA

As propriedades físicas e mecânicas da madeira de uma espécie podem variar muito, dependendo do sítio (profundidade, fertilidade, estrutura do solo etc.), tratos silviculturais, origem (florestas plantadas ou nativas) e tipo de povoamento. MacPEAK et al (1990) observaram que uma quantidade significativa da madeira de *Pinus elliottii* de 20 anos de idade, plantada em espaçamentos de 3,5 x 3,5 m, não atendia às classes visuais das normas norte-americanas (SPIB, 1994) de inspeção da madeira de pinus. Por outro lado, toda madeira proveniente de um povoamento com 50 anos de idade, plantada em espaçamento de 1,8 x 1,8 m atendia, em termos de resistência mecânica, às classes visuais da referida norma. BIBLIS et al (1990) também encontraram para *Pinus elliottii*, com 27 anos de idade, plantado em espaçamento de 1,8 x 1,8 m, que a grande maioria das peças testadas atendiam a essas exigências. Já McALISTER et al (1997) não encontraram efeito significativo do espaçamento (1,8 x 2,4; 2,4 x 2,4; 3 x 3 e 4,5 x 4,5 m) nas propriedades de flexão da madeira de *Pinus elliottii* com 40 anos, em povoamentos que não haviam sofrido desbastes. O diâmetro do lenho juvenil à altura do peito (DAP) foi de 14 cm no segundo espaçamento e de 16 cm no último.

Segundo FAUST et al. (1999), o espaçamento inicial influencia a quantidade de lenho juvenil produzido no tronco, mas não a idade de transição lenho juvenil/adulto. Observaram também que a idade de transição depende da região geográfica. Porém, para uma mesma localidade, não haveria variação da idade de transição entre *P. elliottii* e *P. taeda*.

Apesar de não serem conclusivos, esses estudos evidenciam provavelmente a maior quantidade de madeira juvenil produzida em espaçamentos iniciais mais abertos nos quais a competição inicia mais tarde. Os manejadores, tanto no Brasil como em outros países, têm-se preocupado em aumentar o volume produzido de madeira, sem muita preocupação com a sua resistência. E mesmo até agora, o mercado brasileiro ainda não tem pago o prêmio necessário para uma madeira de pinus de melhor qualidade em termos de resistência mecânica.

Ao analisar madeira proveniente de plantios de pinus com 25, 30 e 35 anos de idade, plantados em espaçamentos de 1,8 x 1,8 m, BIBLIS et al (1993) observaram que parte da madeira não atendia aos valores de resistência estabelecidos pela SPIB. Com o aumento da idade, aumentou a porcentagem de peças que satisfaziam as exigências da norma em termos de resistência da classe.

Já McALISTER & POWERS JR (1992) encontraram, tanto para madeira de *P. taeda* como para a de *P. elliottii*, com 15 anos de idade, valores de MOE e MOR correspondentes a 1/5 e 2 respectivamente, daqueles publicados para madeira dessas espécies com mais de 50 anos de idade (WOOD HANDBOOK, 1987). As diferenças em massa específica básica foram apenas 10 a 20% menores do que as publicadas, evidenciando que essa variável, isoladamente, não explica a baixa resistência encontrada.

DURLO (1988) encontrou para madeira de desbaste de *Pinus elliottii*, com 15 anos de idade, que a massa específica aparente a 12% variou desde 0,37 até 0,53 g/cm³. O MOE para a mesma madeira variou de 56.000 até 138.000 kgf/cm², com uma média de 92.000 kgf/cm².

De acordo com STUMP (1992), a madeira de pinus, aos 20 anos, possui um MOE médio de 60.000 kgf/cm² comparado com 105.000 kgf/cm² para madeiras de árvores adultas de *Araucária angustifolia*. A massa específica média a 15% de umidade seria, segundo o autor, de 0,42 e 0,58 g/cm³, respectivamente para madeira de pinus e pinho.

Em geral, tais trabalhos evidenciam as dificuldades enfrentadas pelo implantador de florestas em decidir por espaçamento inicial, tratos silviculturais e rotação, visando à produção de madeira de pinus com características previsíveis. Mesmo para madeira adulta das diferentes espécies de pinus e para madeiras de pinho, existem certas diferenças, dependendo da fonte consultada, como mostra a Tabela 1.

TABELA 1: Massa específica aparente (MA15%) e básica (ME) , MOR e MOE à flexão de algumas espécies de pinus e de pinho.

Espécie	Fonte	MA15% (g/cm ³)	ME (g/cm ³)	MOR		MOE	
				Verde	12%	Verde	12%
				(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
Pinho	IPT	0,55	-	609	873 ¹	109300	-
Pinho	IPR	0,56	-	608	813 ¹	90875	-
Pinho	WH	-	0,46	506	949	94914	113194
Pinho	IFC	-	0,47	450	772	83800	111200
<i>P. taeda</i>	WH	-	0,47	513	899	98429	129207
<i>P. elliottii</i>	WH	-	0,54	612	1146	107569	139207
<i>P. caribaea</i>	WH	-	0,68	787	1174	132177	157487

Em que: ¹ 15% de umidade, MA15% = massa específica aparente a 15% de umidade, ME = massa específica básica, MOR = módulo de ruptura, MOE = módulo de elasticidade, Pinho = *Araucaria angustifolia*, IPT = Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (MAINIERI & CHIMELO, 1989), IPR = Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis Ataliba Paz (PEDROSO & MATTOS, 1987); WH = Wood Handbook (1987), IFC = Instituto Forestal do Chile (s.d.).

Uma das formas de contornar o problema de madeira muito leve como o de estabelecer, com precisão, as características da espécie, é por meio da seleção da madeira em classes de resistência, que é uma prática rotineira em países que, tradicionalmente, utilizam a madeira como material de construção, mas que não é comum no Brasil atualmente.

A classificação de madeiras, no Brasil, é dificultada pelo grande número de espécies e pelos métodos incompletos de classificação. Para madeiras de pinus, o manual da ABPM (1990) permite a classificação visual da madeira mas não sugere a classificação com base na resistência mecânica.

SALES (1998) propôs uma classificação de resistência para madeiras de coníferas, baseada em testes destrutivos de resistência à compressão paralela às fibras. As normas SPIB (1994) estabelecem métodos para classificação visual ou mecânica da madeira de pinus sulistas em que, pelo primeiro método, ajustes são feitos em razão das propriedades da madeira livre de defeitos e, pelo segundo método, mediante de testes não-destrutivos. Ambos são corrigidos em razão da quantidade de defeitos, tais como quantidade de nós, rachaduras, defeitos de processamento, entre outros. A norma sugere também que a madeira Adensa@ de pinus é aquela que possui, no mínimo, seis anéis de crescimento por polegada medidos em uma linha radial e, pelo menos, 1/3 de lenho tardio; ou

quatro anéis de crescimento por polegada associada a, pelo menos, 50% de lenho outonal. O limite de 50% de lenho tardio é uma maneira prática de determinar a transição de lenho juvenil para adulto (McALISTER & POWERS JR, 1992). Por outro lado, madeira com menos de 15% de lenho tardio é classificada como extremamente leve pelas mesmas especificações. Porém, DURLO (1988) afirma que a boa correlação entre massa específica e a largura dos anéis de crescimento não é suficiente para prever que uma seja função da medição da outra.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas seis árvores de 30 anos de idade de um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm, localizado no Campus da UFSM. Dos troncos, foram retiradas as duas primeiras toras, com comprimento de 2,5 m cada uma, perfazendo um total de doze toras. As toras foram transportadas e, em seguida, desdobradas na serraria da UFSM onde foi retirado um pranchão central de cada tora de, aproximadamente, 8 cm de espessura, incluindo a medula, para a confecção dos corpos de prova. Os pranchões foram secos ao ar e aplainados até uma espessura nominal de 6 cm. Após, foram confeccionados corpos de prova livres de defeito para os ensaios de flexão estática, segundo as recomendações da norma ASTM D143-93-parte B (1995). Os corpos de prova foram retirados de duas posições de cada tora: próximo à medula (M) e próximo à casca (C) como mostrado na Figura 1.

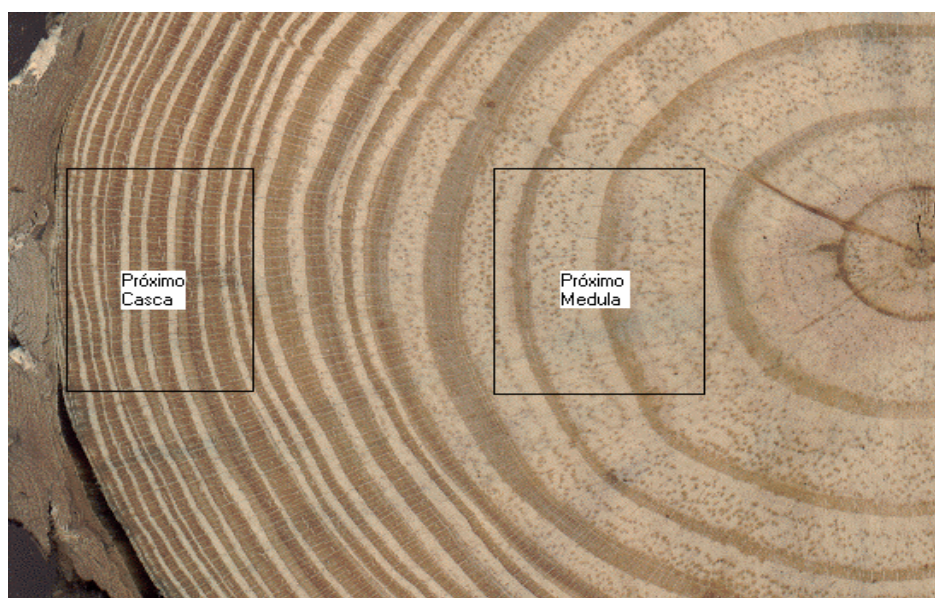


FIGURA 1: Posição de retirada dos corpos de prova na seção transversal da tora.

A seguir, foram marcados, numerados e levados à câmara climatizada a 65% de umidade relativa e 20⁰C até estabilização do peso. Uma vez climatizados, foram medidos (comprimento, largura e espessura) e pesados para determinação da massa específica aparente. De cada corpo de

prova, foram retiradas pequenas amostras que foram levadas à estufa a 103^oC para determinação do teor de umidade. Por sua vez, o teor de umidade foi utilizado para calcular o peso seco e, então, a massa específica básica (peso seco e volume a 12% de umidade) de cada corpo de prova. A porcentagem de lenho tardio (LT) e o número de anéis de crescimento (NA) foram medidos com o uso de um paquímetro na seção transversal de cada corpo de prova.

Os testes de flexão estática foram realizados em uma máquina universal de ensaios hidráulica, marca AMSLER, com capacidade de 20 toneladas. Valendo-se dos dados de carga e deformação foram determinados o módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática. Utilizou-se um pacote estatístico para realizar teste de médias entre as posições radiais e entre a primeira e a segunda tora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados nas Tabelas 2 e 3 e Figuras 2 e 3. Os valores médios para as variáveis pesquisadas foram de ME 12% = 0,50 g/cm³; MOR = 807 kgf/cm²; MOE = 92.400 kgf/cm²; NA = 6,1 e LT = 37%. Diferenças significativas foram encontradas entre a primeira e a segunda tora para ME 12% e MOR, enquanto que para MOE, NA e LT a diferença não foi significativa entre a primeira e a segunda tora. Por esse motivo, apenas os valores correspondentes à média das duas toras são apresentados na Tabela 2 para MOE, NA e LT. Também foram encontradas diferenças significativas em todas as propriedades analisadas, considerando a posição medula/casca, tendência semelhante à esperada.

Quando comparada com a madeira próxima à medula, a madeira próxima à casca apresentou valores 42, 39 e 36% maiores para ME 12%, MOR e MOE, respectivamente.

Ainda assim, em geral, os valores são menores do que os citados na literatura (WOOD HANDBOOK, 1987) para madeira adulta (0,59 g/cm³, 1.140 kgf/cm², 139.000 kgf/cm² respectivamente, para massa específica básica a 12% de umidade, MOR e MOE). Apenas na primeira tora, a média da massa específica próximo à casca (0,59 g/cm³) é a mesma daquela citada pela fonte anterior. Os valores de MOR e MOE da madeira próximo à casca superam, no entanto, os da madeira adulta de *Araucária angustifolia* (MOR de 949 kgf/cm² e MOE de 113000 kgf/cm²) conforme comparação entre os valores citados na Tabela 1).

MUNIZ & PALMA (1998) encontraram para madeira de *Pinus elliottii* com 30 anos de idade valores médios um tanto diferentes (ME 12% = 0,518 g/cm³; MOR = 785 kgf/cm² e MOE = 123.900 kgf/cm²) principalmente em termos de MOE. Para o lenho juvenil o valor de MOE = 86.300 kgf/cm² e para o lenho adulto de 161.400 kgf/cm² são muito maiores do que os encontrados no presente trabalho. Esse valor de MOE do lenho adulto supera aquele publicado pelo WOOD HANDBOOK (1987). Já os valores de MOR (649 e 921 kgf/cm², respectivamente, para o lenho

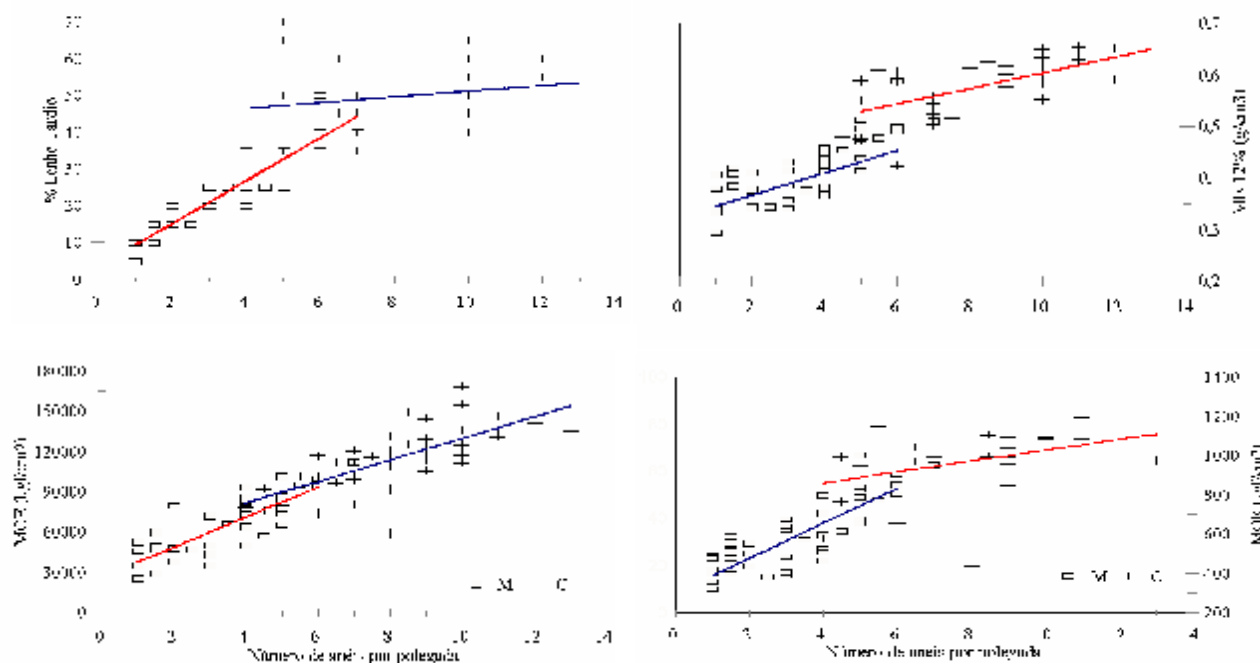


FIGURA 2: Porcentagem de lenho tardio, massa específica básica a 12%, módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) em razão do número de anéis de crescimento por polegada linear nas posições próxima à medula (M) e à casca (C).

juvenil e adulto), determinados pelos autores, são similares ao do presente estudo. Da mesma forma, ME 12% (0,45 e 0,56 g/cm³) são compatíveis aos valores de 0,42 e 0,57 g/cm³ mostrados na Tabela 2.

TABELA 2: Propriedades da madeira de *Pinus elliottii* próxima à medula (M) e próxima à casca (C).

Posição	Número C. Prova	ME 12% (g/cm ³)	MOR (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)	NA (p/ pol)	LT (%)
M	44	0,42 j	612 j	65300 j	3,5 j	24 j
Tora 1	16	0,46 i	706 i			
Tora 2	28	0,39 ii	558 ii			
C	51	0,57 jj	976 jj	115700 jj	8,2 jj	49 jj
Tora 1	22	0,59 i	1040 i			
Tora 2	29	0,56 ii	928 ii			
Todas	94	0,50 (0,10)	807 (247)	92400 (34350)	6 (3,0)	37 (16)

Em que: Valores entre linhas e mesma coluna separados por índices i,ii (tora) ou j,jj (medula/casca) denotam diferença significativa a 95% de probabilidade. ME 12% = massa específica básica a 12% de umidade; MOR = módulo de ruptura; MOE = módulo de elasticidade; NA = número de anéis de crescimento por polegada; LT = lenho tardio. Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão estimado.

Na Tabela 3, são apresentadas as equações ajustadas para as propriedades analisadas em razão da LT e NA, enquanto que a Figuras 2 mostra tanto os dados observados como os ajustados. Pode-se observar que as propriedades variam bem menos próximo à casca do que próximo à medula. No entanto, apenas para LT em razão de NA não foi encontrado modelo significativo, sugerindo que, aparentemente, o LT estabilizou-se, independentemente do número de anéis de crescimento.

TABELA 3: Equações ajustadas para as propriedades em razão do número de anéis de crescimento e da porcentagem de lenho tardio.

Propriedade	Posição	Equação Ajustada	R^2_{Aj}	S_{yx}	F
MOR (kgf/cm ²)	Todas	331,16 + 38,70 NA + 6,49 LT	70,84	133,56	115,20
	Medula	295,91 + 79,81 NA + 1,52 LT	66,39	102,11	43,48
	Casca	612,14 + 25,26 NA + 3,19 LT	64,68	85,29	15,65
MOE (kgf/cm ²)	Todas	27703 + 8613 NA + 337 LT	78,97	15748	177,54
	Medula	24686 + 8550 NA + 449 LT	65,45	13197	31,56
	Casca	46613 + 7985 NA + 65 LT	50,96	17293	15,65
ME 12% (g/cm ³)	Todas	0,300 + 0,015 NA + 0,0029 LT	80,39	0,03	193,66
	Medula	0,316 + 0,017 NA + 0,0017 LT	58,70	0,04	31,56
	Casca	0,339 + 0,013 NA + 0,0026 LT	38,24	0,05	16,48
LT (%)	Todas	11,82 + 4,20 NA	65,55	6,46	179,85
	Medula	3,47 + 5,83 NA	44,89	11,74	93,07
	Casca	42,37 + 0,78 NA	1,65	8,52	
MOR (kgf/cm ²)	Todas	-358,30 + 2.321,91 ME12%	84,64	96,92	519,22
	Medula	-467,14 + 2.579,82 ME12%	72,52	92,33	114,49
	Casca	-215,61 + 2.075,02 ME12%	60,39	100,47	77,23
MOE (kgf/cm ²)	Todas	-63.484 + 310.458 ME12%	78,41	15958	342,39
	Medula	-54.249 + 285.988 ME12%	54,28	15181	52,05
	Casca	-52.249 + 292.399 ME12%	51,95	16768	55,06

Em que: MOR = módulo de ruptura (kgf/cm²); MOE = módulo de elasticidade (kgf/cm²); ME 12% = massa específica básica a 12% de umidade (peso seco/volume a 12% de umidade); LT = porcentagem de lenho tardio; NA = número de anéis de crescimento por polegada linear; ns = não-significativo ao nível de 95% de probabilidade.

Por outro lado, o MOE foi a propriedade que menos se estabilizou em razão do NA. A Figura 2 sugere que há um aumento linear do MOE com o aumento de NA, mesmo para madeira próximo à casca. Apesar de outros fatores, certamente, estarem envolvidos, como por exemplo, a localização geográfica, existe a expectativa de que os valores ainda possam aumentar consideravelmente com a idade. A média de 115.000 kgf/cm² é 1,21 vezes menor do que o da Tabela 1, enquanto que a mesma comparação para MOR e ME 12% resultaram em 1,17 e 1,03 vezes menor respectivamente.

A Figura 3 mostra que as propriedades de flexão são menores do que as esperadas em razão da massa específica, de acordo com a equação ajustada pelo WOOD HANDBOOK (1987) para madeira adulta de coníferas (MOE = 220.000 (ME 12%)^{0,90} e MOR = 1.799,96 (ME 12%)^{1,05}).

Diferenças maiores são verificadas para o MOE, sendo que o MOR estimado aproxima-se do esperado para maiores valores de massa específica. Tais valores menores podem ser atribuídos aos ângulos das microfibrilas na parede celular das células do lenho juvenil, como sugerido por McALISTER & POWERS Jr (1992). O gráfico mostra também os valores ajustados por MUNIZ & PALMA (1998) para madeira de *Pinus elliottii* (MOE=366864 (ME12%) - 51643,50 e MOR = 1979,48 (ME12%) - 213,16, ambos em kgf/cm²).

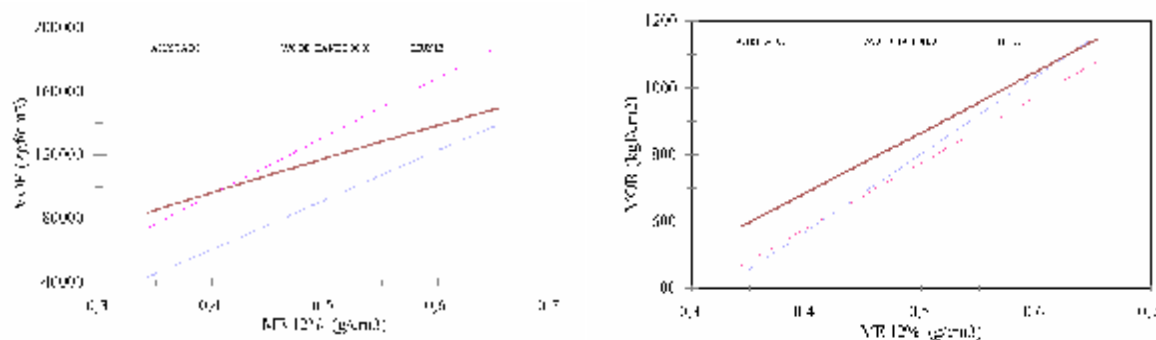


FIGURA 3: Módulos de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR) em função da massa específica básica a 12% de umidade (peso seco/volume a 12%), ajustados no presente trabalho, comparados com as equações apresentadas pelo WOOD HANDBOOK (1987) e MUNIZ & PALMA (1998).

CONCLUSÕES

As propriedades da madeira, próximo à casca, foram significativamente superiores àquela formada próximo à medula em *Pinus elliottii* com 30 anos de idade. No entanto, os valores encontrados ainda são menores que aqueles esperados para madeira adulta dessa espécie. Critérios de classificação baseados no número de anéis de crescimento e porcentagem de lenho tardio podem fornecer subsídios para a seleção da madeira, sendo que 50% de lenho tardio ou seis anéis por polegada (equivalente a um crescimento anual de aproximadamente 8 mm), são aparentemente, valores qualitativos de resistência mecânica aceitáveis para a madeira de *Pinus elliottii*. Por causa da facilidade de obtenção, essas variáveis podem ser usadas como alternativa para classificação mecânica de madeira estrutural dessa espécie, enquanto não surgir, no mercado, um método mais adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MADEIRAS. **Catálogo de normas de madeira serrada de pinus**. Caxias do Sul: Spectrum Comunicação. 1990. 34p.

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test methods for establishing clear wood strength values:** ASTM D2555-88. Philadelphia, Pa, 1995.
- _____. **Standard methods of testing small clear specimens of timber:** D 143-94. Philadelphia, 1995.
- BIBLIS, E.J.; BRINKER, R.; CARINO, H.F. *et al.* Effect of stand age on flexural properties and grade compliance of lumber from loblolly pine plantation timber. **For. Prod. J.**, Madison, v. 43, n. 2, p. 23-28, Feb. 1993.
- DURLO, M.A. Determinação de variáveis para caracterização de *Pinus elliottii* com finalidade estrutural. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1988. p. 1097 - 1113.
- FAUST, T.D.; CLARK III, A.; COURCHENE, C.E. *et al.* Effect of intensive forest management practices on wood properties and pulp yield of young, fast growing southern pine. **Proceedings Tappi International Environmental Conference**, Nashville, v. 2, p. 501-512, Apr., 1999.
- INSTITUTO FORESTAL DO CHILE. **Madera estructura y propiedades.** Santiago, Chile, (s.d.).
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1989. 418 p. (Publ. IPT N. 1791).
- McALISTER, H.; POWERS Jr., H.R. Physical and mechanical properties of half-sib families of rust-resistant loblolly and slash pine. **For. Prod. J.**, Madison, v. 42, n. 11/12, p. 15-20, 1992.
- McALISTER, H.; CLARK III, A.; SAUCIER, J.R. Effect of initial spacing on mechanical properties of lumber sawn from unthinned slash pine at age 40. **For. Prod. J.**, Madison, v. 47, n. 7/8, p. 107-109, 1997.
- McALISTER, H.; CLARK III, A. Shrinkage of juvenile and mature wood of loblolly pine from three locations. **For. Prod. J.**, Madison, v. 42, n. 7/8, p. 25-28, 1992.
- McKEEVER, D.B.; ANDERSON, R.G. Timber products used to build U.S. single-family houses in 1988. **For. Prod. J.**, Madison, n. 4, p. 11-18 1992.
- MUÑIZ, G. B.; PALMA, H.A.L. Variação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus elliottii*. In: EBRAMEM, 6., 1998, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis, 1998.
- PEDROSO, O.; MATTOS, J.R. **Estudos sobre madeiras do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Ataliba Paz, 1987. 181p.
- SALES, A. Metodologia para a obtenção dos sistemas de classes de resistência para madeira. In: EBRAMEM, 6., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1998.
- SHEPARD, R.K.; SHOTTAFER, J.E. Specific gravity and mechanical property-age relationships in red pine. **For. Prod. J.**, Madison, v. 42, n. 7/8, p. 60-66, 1992.
- SOUTHERN PINE INSPECTION BUREAU. **Standard grading rules for southern pine lumber.** Pensacola, FL, 1994.