

Classificação visual de coníferas: análise da aplicação do método norte-americano às espécies de *Pinus* sp plantadas no Brasil

Visual grading of softwoods: analysis of application of the North American method to *Pinus* sp species planted in Brazil

Marcelo Rodrigo Carreira
Antônio Alves Dias

RESUMO: A utilização estrutural da madeira serrada oriunda de florestas plantadas apresenta, no Brasil, um considerável potencial para expansão, pois as restrições sobre as florestas nativas são irreversíveis e o mercado se volta, em larga escala, para o uso das madeiras de reflorestamento, destacando-se as espécies do gênero *Pinus* como promissoras. Entretanto, como resultado do crescimento acelerado, a madeira proveniente destas espécies apresenta defeitos, tornando-se imprescindível a realização de classificação para sua aplicação estrutural. Por outro lado, atualmente, no Brasil, não há procedimentos normatizados para a classificação de peças estruturais de madeira. Neste trabalho foi verificada a adequação das regras de classificação visual do *Southern Pine Inspection Bureau* (SPIB) aplicadas à madeira de *Pinus* provenientes de florestas plantadas na região de Lages, Santa Catarina. Foi realizada a classificação visual de 600 peças de *Pinus* sp. Parte destas peças (96), distribuídas em igual número em quatro classes de resistência (de acordo com as regras de classificação visual), foi testada à flexão estática em relação ao eixo de maior inércia, com a finalidade de determinar e avaliar a resistência e a rigidez à flexão de cada classe. O método de classificação visual descrito nas regras do SPIB mostrou-se adequado para ser aplicado na madeira proveniente de florestas de *Pinus* sp plantadas no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Madeira serrada, Classificação visual, *Pinus*

ABSTRACT: The structural use of lumber from planted forests presents, in Brazil, a considerable potential for expansion, whereas the restrictions on the native forests are irreversible and the market turns, in wide scale, for the use of the reforestation lumber, standing out the lumber of *Pinus* sp as one of the most promising species. However, as a result of the fast growth, the coming lumber of these species presents many defects, becoming indispensable the accomplishment of the grading for its structural application. On the other hand, now in Brazil there are not established procedures for the grading of structural lumber. In this work the adequability of *Southern Pine Inspection Bureau* (SPIB) grading rules applied to lumber of reforestation from city of Lages – SC, were verified. The visual grading of 600 pieces of *Pinus* sp was accomplished. A part of these pieces (96) distributed in the same number in four structural grades it was tested to the static edgewise bending, with the purpose of determining bending strength and stiffness of each grade. The method of visual grading described in the rules of SPIB was shown appropriate to be applied in the lumber from forests of *Pinus* sp planted in Brazil.

KEYWORDS: Lumber, Visual grading, *Pinus*

INTRODUÇÃO

Até bem pouco tempo, a madeira era considerada como de disponibilidade abundante e de preço bastante competitivo quando comparado com o de outros materiais de construção. Entretanto, a exploração das florestas nativas de forma simplesmente extrativista, acabou levando à escassez de determinadas espécies e à conseqüente elevação do valor comercial da madeira. Esta constatação, observada a nível mundial, desencadeou a produção de madeira em florestas plantadas que, por meio de um manejo adequado, possibilita a produção de um material de características físicas e mecânicas adequadas para aplicações estruturais. O setor de madeira serrada oriunda de florestas plantadas apresenta, no Brasil, um considerável potencial para expansão, visto que as restrições sobre as florestas nativas são irreversíveis e o mercado se volta, em larga escala, para o uso das madeiras de reflorestamento, destacando-se a madeira de *Pinus* como um dos gêneros mais promissores.

Os solos e as condições climáticas no Brasil (luz e umidade) são altamente favoráveis para a formação de florestas de *Pinus*, as quais apresentam uma produtividade ($m^3/ha/ano$) entre 5 e 6 vezes maior que aquela obtida na Escandinávia, Rússia, Canadá e outras regiões tradicionalmente produtoras de madeiras de coníferas, conforme ABPM (1991). Entretanto, como resultado deste crescimento acelerado, a madeira proveniente destas espécies apresenta baixa densidade e com a presença de muitos nós, tornando-se imprescindível a realização da classificação para sua aplicação estrutural.

A norma brasileira NBR 7190 "Projeto de Estruturas de Madeira", da ABNT (1997), não abrange os procedimentos para a classificação estrutural de peças de madeira. Porém, a qualidade da madeira é levada em conta no dimensionamento dos elementos estruturais por meio do coeficiente parcial de modificação K_{mod3} . Este coeficiente é adotado igual a 1,0 no caso de madeira de primeira categoria, e igual a 0,8 no caso de madeira de segunda categoria. A condição de madeira de primeira categoria, descrita na norma NBR 7190-97, somente pode ser admitida se todas as peças estruturais forem classificadas como isentas de defeitos, por meio de método visual normatizado, e também submetidas a uma classificação mecânica que garanta a homogeneidade da rigidez das peças que compõem o lote.

Madsen (1992) afirma que, de toda a madeira produzida na América do Norte, cerca de 95 a 98% ainda é classificada apenas visualmente, e a quantidade de madeira classificada visualmente é estimada em 235.000.000 m^3/ano , correspondendo a um valor aproximado de 10 bilhões de dólares.

De acordo com Galligan e McDonald (2000), na América do Norte a maior parte da madeira estrutural ainda é classificada apenas visualmente, porém, o volume de madeira também classificada mecanicamente vem aumentando progressivamente.

A classificação visual é baseada na premissa de que as propriedades mecânicas de uma peça estrutural diferem das propriedades mecânicas de corpos-de-prova isentos de defeitos em função da presença de características de crescimento, e que tais características podem ser notadas e avaliadas pelo olho humano. Com o auxílio de regras de classificação, estas características de crescimento são usadas para selecionar a madeira em classes de qualidade.

Na América do Norte, a maioria das espécies é distribuída em grupos, sendo que a madeira obtida a partir de espécies de um mesmo grupo é tratada como equivalente. As espécies são geralmente agrupadas quando têm as mesmas propriedades mecânicas, ou quando a madeira de duas ou mais espécies é muito semelhante anatomicamente ou, ainda, por conveniência de comercialização, segundo Green e Kretschmann (1999). Desta forma, o *Pinus elliotii* e o *Pinus taeda* fazem parte do grupo *Southern Pine* e são classificados visualmente de acordo com as regras do *Southern Pine Inspection Bureau - SPIB* (1994).

O SPIB é uma organização sem fins lucrativos, dedicada à manutenção de normas de qualidade para a indústria de *Southern Pine* dos Estados Unidos.

Uma função importante do SPIB é a formulação e publicação de regras de classificação para a madeira serrada obtida do *Southern Pine*. Estima-se que mais de 95% da produção industrial de *Pinus* é classificada e comercializada em conformidade com estas regras. O SPIB também mantém uma equipe de supervisores de qualidade. Esta equipe inspeciona as práticas de classificação nas serrarias associadas. Por meio de treinamento dos classificadores, o SPIB auxilia as serrarias na manutenção de um alto grau de eficiência na classificação e observação das exigências das regras no embarque de todas as mercadorias.

Em 1970 foi editada a norma PS 20-70 (American Softwood Lumber Standard). Esta norma incorporou várias características aos critérios até então vigentes, incluindo as dimensões verde e seca para a determinação da retração da madeira. Sob as exigências da PS 20-70, uma regra nacional de classificação (National Grading Rule) foi escrita determinando características uniformes para a classificação de todas as espécies de coníferas na dimensão de dimension lumber. (NIST, 1999)

Nos Estados Unidos, a norma National Grading Rule fixa as condições para a elaboração de regras de classificação visual de coníferas. De acordo com esta norma, as regras de classificação visual do SPIB, bem como todas as outras regras de classificação visual em vigor nos Estados Unidos, devem ser fundamentadas na norma ASTM D245 (1993), para a definição de seus critérios de classificação.

Os princípios básicos da classificação visual, descritos na norma ASTM D245 (1993) permitem a avaliação de qualquer peça de madeira em termos de uma razão de resistência à flexão.

De acordo com a norma ASTM D245 (1993), a razão de resistência é uma relação hipotética entre a resistência de uma peça de madeira com características visíveis de crescimento que reduzem sua resistência, e a resistência de um corpo-de-prova isento de defeitos desta mesma madeira. Para Madsen (1992), o conceito de razão de resistência é realmente hipotético, pois os efeitos das características de crescimento ainda não são completamente compreendidos e são somente aproximados, usando algumas considerações grosseiras. A Tabela 1 apresenta as classes visuais descritas na norma National Grading Rule, e também mostra a razão de resistência à flexão mínima associada a cada classe com o objetivo de fornecer um índice comparativo de qualidade.

A determinação da máxima dimensão admissível para os defeitos, em cada classe da Tabela 1, é feita substituindo-se os valores da razão de resistência à flexão dados na Tabela 1, e as dimensões reais da seção transversal das peças nas equações dadas na norma ASTM D245. As regras de classificação visual do SPIB trazem estes dados compilados em Tabelas para o padrão norte-americano de dimensões da seção transversal (2" x 4", 2" x 6"...).

A classificação visual é realizada pelo exame das quatro faces e das duas extremidades (se-

ções transversais) de cada peça. Nas faces são avaliados, por todo o comprimento das peças, a localização e a natureza dos nós, inclinação de fibras, empenamentos e fendas, atribuindo-se um nível de qualidade visual em função da dimensão destes defeitos. Nas extremidades das peças avalia-se a quantidade de anéis, concomitantemente à quantidade de madeira de inverno presente em 2,5 cm medidos em uma linha radial representativa, atribuindo à peça de madeira um nível de densidade. Portanto, a classificação visual avalia tanto a qualidade visual, denotada pela quantidade de defeitos quanto a densidade da madeira. Com relação aos defeitos, a classificação visual da madeira pelo método norte americano é feita comparando-se os limites estabelecidos para os defeitos em cada classe com a medida dos maiores defeitos presentes nas peças. A seguir são apresentadas informações para avaliação dos parâmetros que influem na classificação visual.

Tabela 1

Classes de qualidade visual.
(Visual quality grades)

Dimensões	Classe	Razão de resistência a flexão (%)
	Select Structural	67
Caibros e pranchas	Nº 1	55
	Nº 2	45
	Nº 3	26
	Select Structural	65
Postes	Nº 1	55
	Nº 2	45
	Nº 3	26

Fonte - National Grading Rule

Nós

Em cada peça são medidos os três maiores nós posicionados, respectivamente, no centro da face larga, na borda da face larga e na face estreita (Figura 1).

Um conjunto de nós é tratado como um nó individual. Entretanto, observa-se que, no caso de se ter dois ou mais nós próximos, mas com fibras inclinadas em torno de cada nó, individualmente, não se deve considerar como um conjunto de nós.

Inclinação de fibras

A inclinação das fibras é medida pelo ângulo de inclinação das fibras em relação à extremidade da peça (Figura 2).

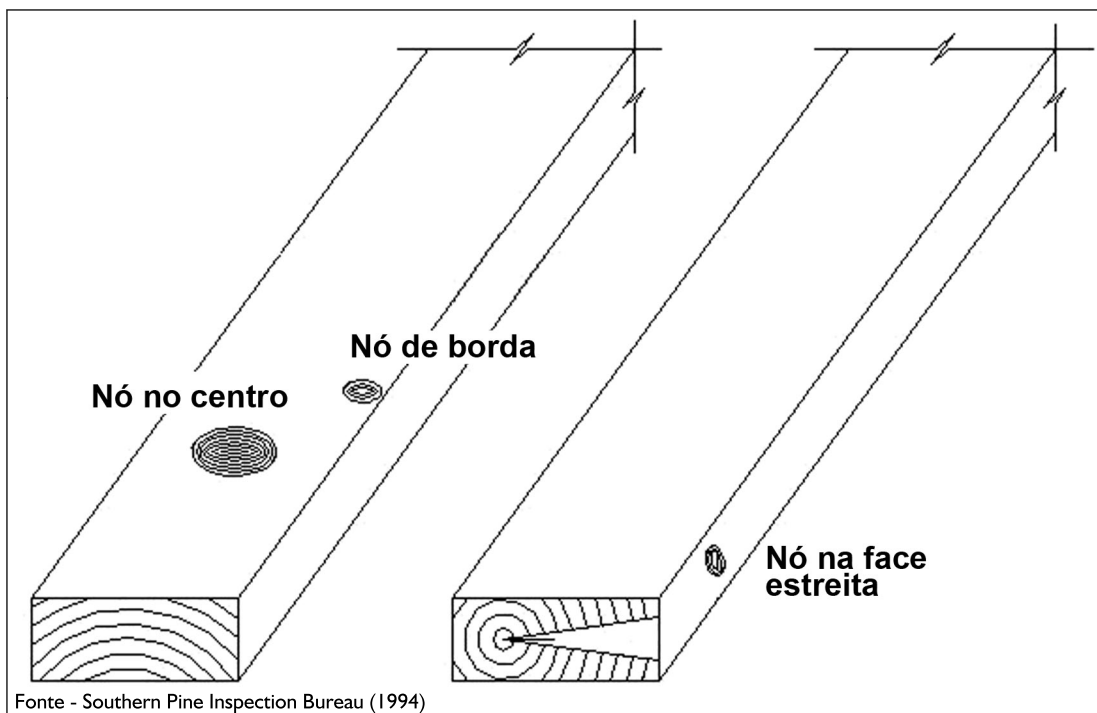


Figura 1
Identificação dos nós em uma peça de madeira.
(Knots identification in lumber)

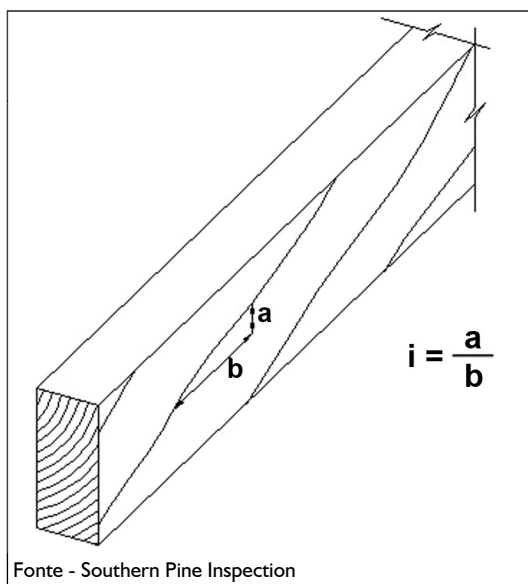


Figura 2
Medição da inclinação das fibras de uma peça de madeira.
(Measurement of slope of grain)

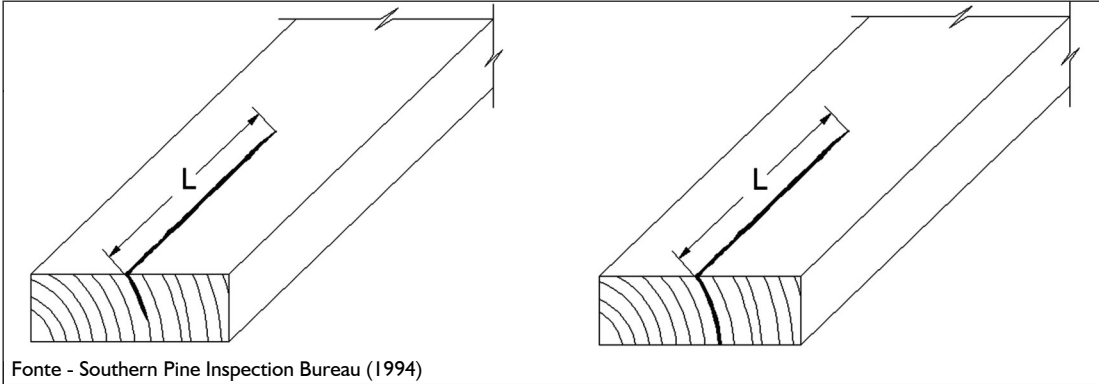
A inclinação das fibras é verificada nas quatro faces, sendo que deve-se medir a máxima inclinação observada. Os desvios localizados em torno dos nós devem ser desconsiderados. Os desvios em torno dos nós somente são considerados quando a peça tiver menos de 89mm de largura, ou altura inferior a 38mm.

Racha anelar e fenda

De acordo com as regras de classificação visual do SPIB, as rachas entre os anéis de crescimento, e as fendas devem ser medidas pelo seu comprimento paralelo ao comprimento da peça (Figuras 3 e 4).

Densidade

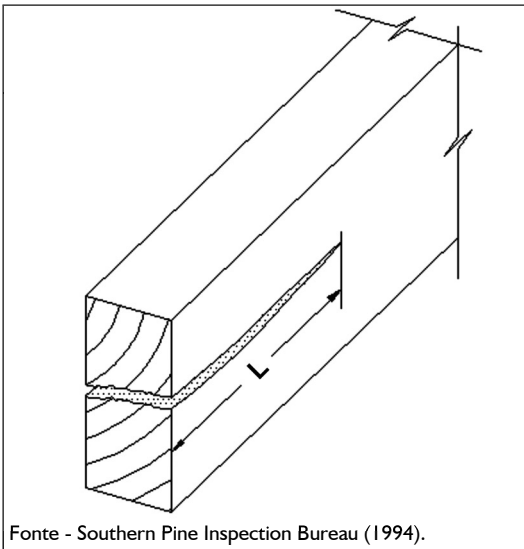
Além da qualidade visual denotada pela quantidade de defeitos, o método norte-americano de classificação visual também define três classes de densidade (dense, medium, coarse), conforme a quantidade de madeira de inverno presente na peça de madeira, e o número de anéis de crescimento existentes em uma extensão de 2,5 cm medida na direção radial (Tabela 2).



Fonte - Southern Pine Inspection Bureau (1994)

Figura 3

Formas de medir uma racha anelar.
(Forms of measuring shake)



Fonte - Southern Pine Inspection Bureau (1994).

Figura 4

Medição de uma fenda que atravessa a peça em espessura.
(Measurement of split)

Tabela 2

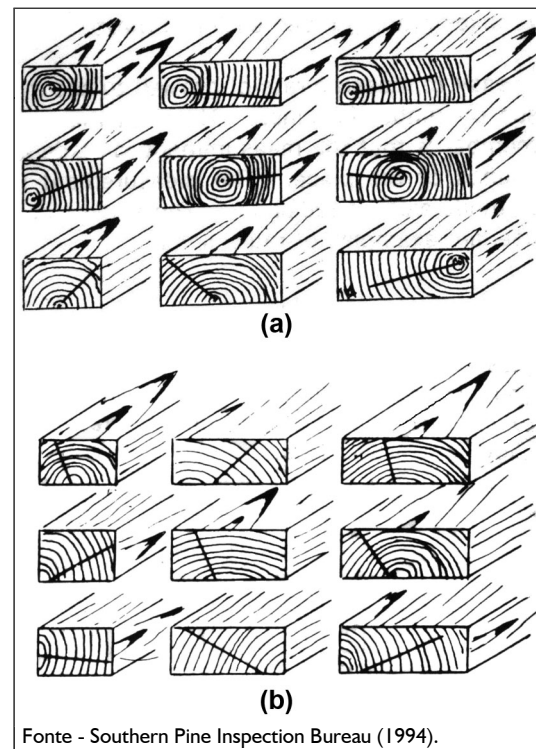
Classes de densidade.
(Density grades)

Classe	Anéis / 2,5cm	Quantidade de madeira de inverno
Dense	≥ 6	$> 1/3$
Medium	≥ 4	$> 1/2$
Coarse	< 4	

Fonte - National Grading Rule

Observa-se na literatura que, na prática, as classes medium e coarse são agrupadas e recebem o nome de non-dense, sendo designadas por "ND". As madeiras da classe dense são designadas por "D".

A Figura 5 apresenta as possíveis formas de medir a densidade em peças de madeira com e sem medula.



Fonte - Southern Pine Inspection Bureau (1994).

Figura 5

Linha radial representativa em peças contendo medula(a) e não contendo medula (b).
(Representative radial line in pieces containing pith (a) and not containing pith (b))

Neste escopo, foi aplicado neste trabalho o método norte-americano de classificação visual de coníferas (*Southern Pine*) descrito nas regras de classificação visual do *Southern Pine Inspection Bureau*- SPIB (1994) para a classificação visual de peças estruturais de madeira do gênero *Pinus* e verificação da adequação deste método às espécies de *Pinus* sp plantadas no Brasil. Determinou-se também o valor característico do módulo de ruptura à flexão (MOR) para cada classe visual por meio de análise estatística da distribuição de resistência de cada classe.

Os objetivos principais deste trabalho compreendem a verificação da eficiência, bem como da adequação das regras de classificação visual do SPIB aplicadas à madeira de coníferas das espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* provenientes de florestas plantadas no Brasil e a determinação de valores de propriedades de resistência e de rigidez para o lote em estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

Foram utilizadas pranchas de madeira das espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, sendo que as mesmas se encontravam misturadas no lote recolhido para análise.

As pranchas de madeira utilizadas apresentaram dimensões nominais de 3,5cm x 12,5cm x 2,60m. As peças de madeira foram doadas pela Battistella Indústria e Comércio de Madeiras Ltda. e são provenientes do Planalto Catarinense, região de Lages, Santa Catarina.

A madeira foi extraída de árvores com idade em torno de 30 anos.

Tabela 3

Limitações nos defeitos em cada classe para peças de seção transversal de 3,5cm x 12,5cm e comprimento de 2,60m.

(Limitations in the defects in each grade for cross section of 3,5cm x 12,5cm and length of 2,60m)

Classe	Fibras inclinadas	Nós (cm)				Fendas	Racha superficial
		no centro da face larga	na borda da face larga	Face estreita			
				D	L		
Select Structural	1:12	4,8	2,7	1,7	8,8	12,5	60,0
Nº 1	1:10	6,2	3,6	2,1	10,4		
Nº 2	1:8	7,5	4,5	2,6	11,4	18,8	90,0
Nº 3	1:4	9,4	6,2	2,7	12,5	43,3	-

Métodos

Classificação visual

Inicialmente foram classificadas visualmente, pelo método do SPIB (1994), 600 pranchas de madeira de dimensões nominais 3,5 x 12,5 x 260 cm. Posteriormente, foram selecionadas 96 pranchas, sendo distribuídas em igual quantidade nas classes SS-D (Select Structural – Dense), SS-ND (Select Structural Non-Dense), Nº 2-D (Nº 2- Dense) e Nº 2-ND (Nº 2 – Non-Dense). O lote em estudo possuía as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* misturadas.

A madeira utilizada nos testes foi seca em estufa. Foi medido o teor de umidade de doze peças retiradas aleatoriamente do lote com um medido elétrico Digisystem, modelo DUP 8805 e constatou-se que a umidade média das mesmas estava em torno de 12%. Portanto, não foi necessária a correção das propriedades mecânicas em função da umidade.

Para as peças em estudo foi necessário calcular a dimensão máxima permitida para os defeitos. Estas dimensões limites são apresentadas na Tabela 3.

Devido à falta de prática em medir visualmente os defeitos, construiu-se um gabarito de acrílico, no qual foram marcadas as dimensões máximas admissíveis para os nós, e a máxima inclinação permitida para as fibras em cada classe. A Figura 6 ilustra a classificação visual realizada utilizando o gabarito.

Teste de flexão estática em relação ao eixo de maior inércia

Este teste foi realizado nas 96 peças pré-selecionadas para a determinação das propriedades de resistência e rigidez à flexão em relação ao eixo de maior inércia das pranchas. A norma adotada nos ensaios foi a ASTM D4761-96. Nestes testes foram mensurados a rigidez (MOE) bem como o módulo de ruptura à flexão (MOR) das pranchas.

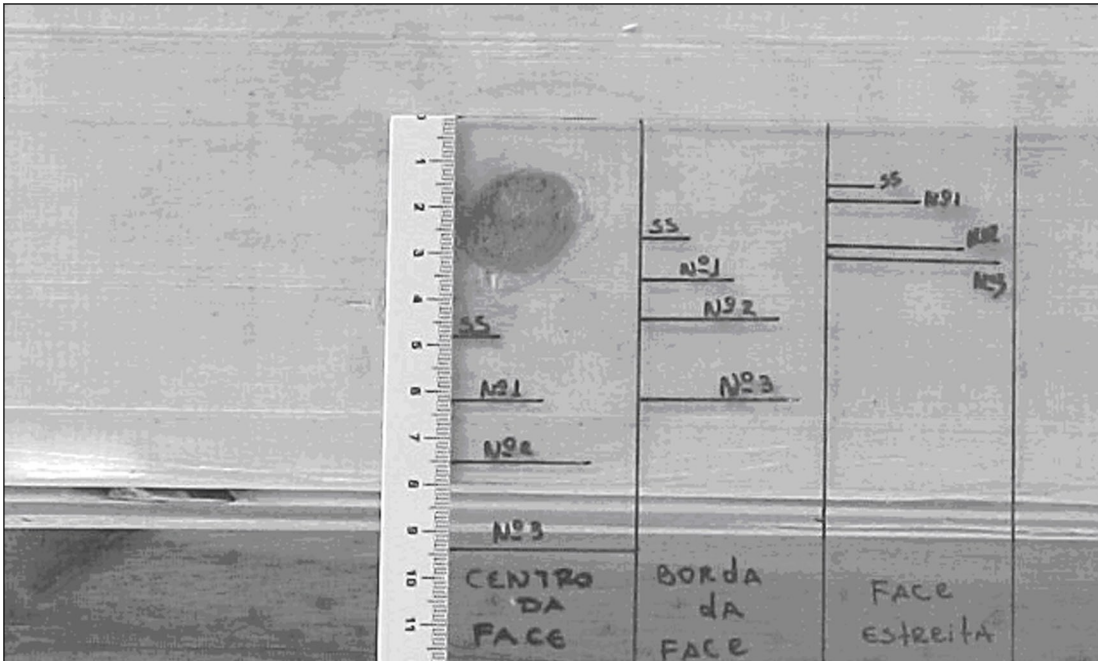


Figura 6
Detalhe do gabarito de acrílico usado na classificação visual.
(Detail of the acrylic pattern used in the visual grading)



Figura 7
Detalhe dos contraventamentos.
(Bracing detail)

As pranchas foram apoiadas sobre duas rótulas espaçadas de 2,40m e foram aplicadas duas cargas concentradas nos terços das mesmas. A relação L/h (vão/altura da prancha) utilizada neste ensaio foi de 19, estando dentro dos limites da norma ASTM D4761-96 que estipula valores entre 17 e 21 como aceitáveis. Foi utilizada uma bomba hidráulica manual, um cilindro de 250 kN, um anel dinamométrico com capacidade de 50 kN e um relógio comparador com resolução de 0,01mm. A velocidade de carregamento aplicada foi em torno de 36 MPa/min, levando as peças à ruptura entre 1min a 10min. As pranchas de madeira também foram devidamente contraventadas para evitar a perda de estabilidade lateral (Figura 7).

Para a determinação do MOE foram aplicadas duas intensidades de força: 1400N e 2800N. Os carregamentos foram definidos limitando-se o deslocamento vertical máximo em L/200, considerando-se um MOE médio de 10.000 MPa. Em seguida as pranchas foram levadas à ruptura.

As pranchas foram testadas aleatoriamente, isto é, sem seguir uma seqüência com relação às classes de resistência. A disposição das peças, com relação aos defeitos também foi aleatória.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação visual

A Tabela 4 apresenta o resultado da classificação visual realizada nas 600 peças. Observa-se uma grande quantidade de peças sem defeitos.

Tabela 4

Peças de madeira recolhidas para análise.
(Lumber pieces collected for analysis)

	SS-D	SS-ND	Nº2-D	Nº2-ND	Outras classes	Total
Quantidades	324	92	24	62	98	600

Tabela 5

Estatística descritiva dos resultados obtidos nos testes de flexão estática em relação ao eixo de maior inércia.
(Descriptive statistics of the results obtained in edgewise static bending tests)

	Nº2-ND		Nº2-D		SS-ND		SS-D	
	MOR (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Média	51,22	7608	74,83	9182	126,70	9899	170,10	14303
Desvio padrão	20,51	1166	33,80	2041	34,87	2462	46,56	2360
Variância da amostra	420,63	1359893	1142,75	4165789	1216,15	6059997	2167,41	5570388
Mínimo	19,43	4662	33,19	6529	75,65	5756	86,72	8468
Máximo	93,46	10101	152,10	15683	217,04	15698	294,68	18751
Contagem	24	24	24	24	24	24	24	24

A classificação visual estrutural das pranchas de *Pinus Sp* mostrou-se como um método barato e eficaz, considerando-se o volume de madeira classificada, em torno de 7m³, em apenas dois dias e empregando duas pessoas, sendo uma classificando e outra empilhando as peças, ambas sem prática nos procedimentos de classificação.

MOR e MOE segundo o eixo de maior inércia

A Tabela 5 apresenta a estatística descritiva para os dados do MOR e do MOE respectivamente, em relação ao eixo de maior inércia das peças.

Após uma análise estatística observou-se que os dados do MOR não apresentavam distribuição normal. Portanto, foi necessária uma transformação exponencial nos resultados antes de determinar os valores característicos do MOR.

Os valores característicos encontrados para o MOR, após o tratamento estatístico, e o valor médio do MOE em relação ao eixo de maior inércia das peças estruturais das espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* da amostra em estudo são dados na Tabela 6. Estes resultados foram obtidos após o tratamento dos dados Para efeito de comparação, esta Tabela também apresenta os valores estabelecidos pelo SPIB para o *Southern Pine*.

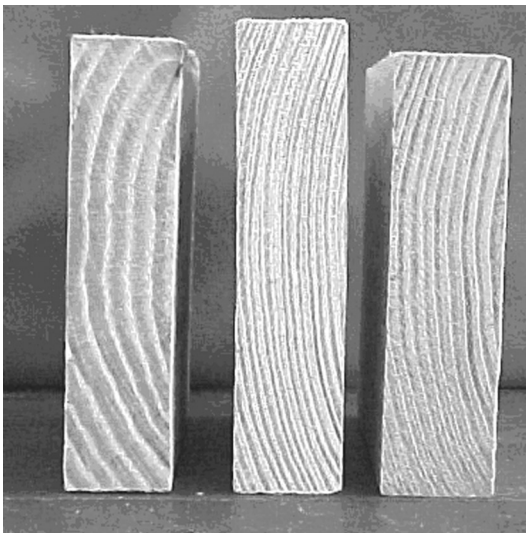
Tabela 6

Propriedades mecânicas de peças estruturais de *Pinus taeda* e *elliottii* agrupados e com dimensões nominais de 3,5cm x 12,5 cm.

(Mechanical properties of structural pieces of *Pinus taeda* and *elliottii*, and with nominal cross section of 3,5cm x 12,5 cm)

Classe	Amostra em estudo		Southern Pine Norte Americano	
	MOR _k (MPa)	MOE _m (MPa)	MOR _k (MPa)	MOE _m (MPa)
Nº2-ND	21,9	7608	19,9	9520
Nº2-D	28,7	9182	25,0	11560
SS-ND	79,5	9899	40,6	11560
SS-D	107,6	14303	46,6	12920

Pode ser notada uma grande proximidade entre valores do MOR para as classes Nº 2-ND e Nº 2-D do lote avaliado e os fornecidos pelo *Southern Pine* norte-americano. A grande diferença encontrada para as classes SS-ND e SS-D muito provavelmente se deve à presença de grande quantidade de madeira de alta densidade no lote, tendo peças com mais da metade da seção transversal contendo madeira de inverno, conforme mostrado na Figura 8. Os valores obtidos para o MOE médio em relação o eixo de maior inércia para as quatro classes em estudo são próximos aos valores Tabelados para o *Southern Pine* norte-americano. Assim, pode-se sugerir, a princípio, a utilização das propriedades mecânicas Tabeladas para o *Southern Pine* norte-americano como indicadores das propriedades mecânicas de peças estruturais da espécie *Pinus* proveniente de florestas plantadas no Brasil.

**Figura 8**

Peças de madeira com elevada densidade.
(Dense Lumber)

As classes Nº2-D e SS-ND apresentaram entre si valores equivalentes do MOE medido em relação ao eixo de maior inércia.

As quatro classes em estudo apresentaram diferenças significativas no MOR medido em relação ao eixo de maior inércia. Observou-se diferença da ordem de 275% nos valores característicos do MOR entre os grupos SS e Nº2, ilustrando a necessidade de classificar a madeira de coníferas provenientes de florestas plantadas e destinadas a aplicações estruturais.

CONCLUSÕES

A classificação visual utilizando as regras do SPIB apresentou bons resultados, sendo indicada também para o *Pinus* produzido no Brasil.

O lote avaliado apresentava muitas peças com elevada densidade que influenciaram significativamente elevando os valores das propriedades mecânicas (Figura 8).

Considerando-se os resultados obtidos, pode-se a princípio, utilizar as propriedades mecânicas Tabeladas para o *Southern Pine* norte-americano como indicadores das propriedades mecânicas de peças estruturais da espécie *Pinus* provenientes de florestas plantadas na região de Lages-SC.

As classes Nº2-D e SS-ND apresentaram valores equivalentes do MOE medido em relação ao eixo de maior inércia.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

MARCELO RODRIGO CARREIRA é Mestre em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) e Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) – Unidade de Campo Mourão – BR 369 – km 0,5 Campo Mourão, PR – 87301-005 - E-mail: mcarreira@cm.cefetpr.br

ANTÔNIO ALVES DIAS é Doutor em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) e Professor Doutor da Escola de Engenharia de São Carlos – Av. Trabalhador São-carlense, 400 - São Carlos, SP - 13566-590 - E-mail: dias@sc.usp.br

Os autores agradecem à Battistella Indústria e Comércio de Madeiras pelo fornecimento de toda a madeira utilizada nos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190; projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABPM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MADEIRA. **Catálogo de normas de madeira serrada**. Curitiba: ABPM, 1991.

ASTM - AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. **D245 - standard practice for establishing structural grades and related allowable properties for visually graded lumber**. West Conshohoken: ASTM, 1993.

ASTM - AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. **D4761 - standard test methods for mechanical properties of lumber and wood-base structural material**. West Conshohoken: ASTM, 1996.

GALLIGAN, L.W.; McDONALD, K.A. Machine grading of lumber: practical concerns for lumber producers. USDA. **Forest Service. FPL General technology report**, n.7, 2000.

GREEN, D.W.; KRETSCHMANN, D.E. Lumber stress grades and design properties. In: USDA. FOREST SERVICE. FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison: FPL, 1999. cap.6

MADSEN, B. **Structural behaviour of timber**. Vancouver: Timber Engineering, 1992.

NIST - NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **PS 20-American softwood lumber standard**. Washington: NIST, 1999.

SPIB - SOUTHERN PINE INSPECTION BUREAU. Standard grading rules for *Southern Pine* lumber. **Pensacola**, 1994.