

## DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DO OSB

**Gustavo Lacerda Dias** (gustlad@hotmail.com), **Altevir Castro dos Santos** (altevir@unioeste.br), **André Luiz Lima** (lima\_76@hotmail.com), **Carlos Alberto Szücs** (ecv1cas@ecv.ufsc.br).  
Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Civil.

**RESUMO:** As chapas de OSB (*Oriented Strand Board*) constituem um material relativamente novo no Brasil, cujo início de produção e comercialização em nosso país é bastante recente. Existe uma vasta gama de aplicações estruturais do OSB, como por exemplo no fechamento de estruturas de piso e parede de edificações em madeira, ou ainda na composição de vigas-I, quando pode formar a alma do perfil. Para uso estrutural, é necessário que sejam conhecidas as propriedades mecânicas do OSB, que variam segundo as três direções ortogonais, embora o material possa ser considerado ortotrópico numa escala macroscópica, uma vez que as propriedades relativas às duas direções na superfície da chapa são relativamente próximas em comparação com as propriedades verificadas na direção da espessura. Este trabalho trata da determinação de propriedades mecânicas das chapas de OSB produzidas no Brasil. Foram empregadas na pesquisa normas norte-americanas da ASTM – *American Society for Testing and Materials*, que oferecem metodologias de ensaio específicas para cada propriedade, levando em conta a orientação em relação às três direções ortogonais da chapa. Foram determinadas as seguintes propriedades: resistência e módulo de elasticidade à flexão (direções vertical, longitudinal e transversal); resistência e módulo de elasticidade ao cisalhamento ao longo da espessura.

**Palavras-chave:** OSB, propriedades mecânicas, caracterização

## DETERMINATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF OSB

**ABSTRACT:** The boards of OSB (*Oriented Strand Board*) are a relatively new product in Brasil. Its production and selling is very recent in our market. There are several structural applications of OSB, for example as wall and floor sheathing, or yet as the web of wood I-joists. For structural applications, it is necessary to know the mechanical properties of OSB, which differ amongst the three orthogonal axis, although it can be considered an orthotropic material because the properties along two orthogonal axis in the surface of the board are relatively close to each other, compared to the property along the third axis. This paper deals with the determination of some mechanical properties of OSB produced in Brasil. The tests were run according to ASTM standards, which have specific methodologies for each property, according to the three major axis. The following mechanical properties were determined: resistance and modulus of elasticity in flexure (bending edge-wise and bending flat-wise); shear resistance and shear modulus of elasticity through-the-thickness.

**Keywords:** OSB; mechanical properties

## 1. INTRODUÇÃO

O *Oriented Strand Board* (OSB) está no mercado mundial desde o início da década de 1980, considerado como uma segunda geração das chapas *Waferboard*. O OSB é uma chapa estrutural, produzida a partir de lascas de madeira, sendo que a camada interna pode estar disposta aleatoriamente ou perpendicular as camadas externas (Mendes, et al. 2003).

Os países que mais utilizam estas chapas são os Estados Unidos e o Canadá, destacando-se seu emprego na construção civil, devido às suas características físicas e mecânicas, o que possibilita seu emprego para fins estruturais. Nestes países, a partir da década de 90, este produto passou a competir em larga escala com as chapas de compensado, devido à redução dos custos de produção, ao aumento da resistência mecânica e ao aumento da estabilidade dimensional (EINSFELD, et al. 1998).

No Brasil o OSB é um produto recente, tendo iniciado sua produção no ano de 2002 e seu emprego no setor da construção civil requer maior conhecimento de suas características estruturais, neste enfoque, este trabalho apresenta os resultados de propriedades mecânicas de chapas de OSB com 12mm e 18mm de espessura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A NBR 7190/97 não apresenta procedimentos para determinação das propriedades mecânicas das chapas reconstituídas de madeira, sendo assim foram utilizados os procedimentos propostos pelas normas norte-americanas da ASTM - American Society for Testing and Materials.

### 2.1. Ensaio de Flexão Estática

A resistência da madeira à flexão é um valor convencional, dado pela máxima tensão que pode atuar em um corpo-de-prova no ensaio de flexão, calculado com a hipótese da madeira ser um material elástico, sendo dado por:

$$f_M = \frac{M_{\max}}{W_e}$$

onde:

$M_{\max}$  é o máximo momento aplicado ao corpo-de-prova, em N·mm;

$W_e$  é o módulo de resistência elástico da seção transversal do corpo de prova, dado por  $bh^2/6$ , em mm<sup>3</sup>.

O módulo de elasticidade de um corpo-de-prova prismático está relacionado à medida da sua rigidez à flexão. Contudo, algumas normas de ensaio podem divergir com relação à forma de se obter a medida da deflexão no meio do vão, o que traz algumas implicações importantes e que precisam estar bem compreendidas. As normas ASTM empregadas neste estudo para os ensaios de flexão estática apresentam este tipo de diferença. Enquanto a norma ASTM D3043-95 – *Standard methods of testing structural panels in flexure*, utilizada no ensaio de flexão das chapas na posição horizontal (transversal e longitudinal) especifica ensaio a quatro pontos, a norma ASTM D 4761-96 – *Standard test methods for mechanical properties of*

*lumber and wood-base structural material*, utilizada no ensaio de flexão das chapas na posição vertical, prevê ensaio de flexão a três pontos.

Na Figura 1 são apresentados os esquemas de ensaio a três e quatro pontos, bem como a maneira como deve ser feita a medida da deflexão no meio do vão.

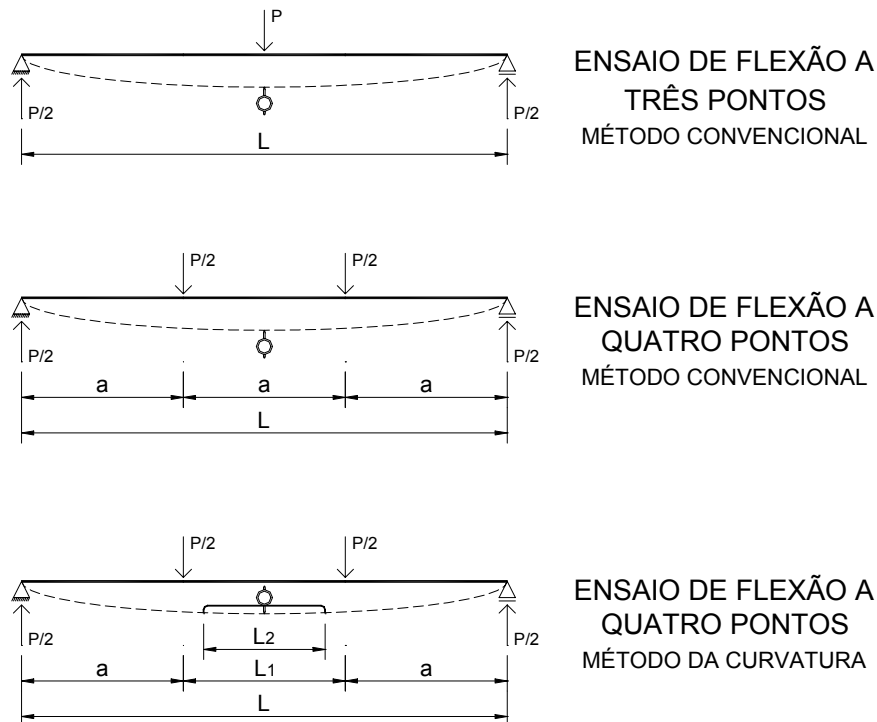


Figura 1 – Esquema do ensaio de flexão estática.

Segundo GUITARD (1987), a diferença fundamental entre estes dois métodos está no produto final, isto é, no módulo de elasticidade à flexão obtido. Na flexão a três pontos, o diagrama carga-deslocamento é obtido com o registro simultâneo da carga aplicada e da deflexão total no meio do vão. A interpretação dos resultados é feita com base na teoria clássica da resistência dos materiais aplicada às vigas retas. Neste caso, obtém-se o módulo de elasticidade aparente ( $E_a$ ), pois o deslocamento vertical registrado no meio do vão incorpora tanto uma parcela devida a momento fletor, bem como outra devida a esforço cortante. O módulo de elasticidade é obtido a partir da inclinação do trecho inicial retilíneo do diagrama carga-deslocamento. No caso de peças de seção retangular, temos:

$$E_a = \frac{L^3}{48 \cdot I} \cdot \frac{(F_{50\%} - F_{10\%})}{(v_{50\%} - v_{10\%})}$$

onde:

$F_{10\%}$  e  $F_{50\%}$  são as cargas correspondentes a 10% e 50% da carga máxima, aplicada ao corpo-de-prova, em N;

$v_{10\%}$  e  $v_{50\%}$  são os deslocamentos no meio do vão correspondentes a 10% e 50% da carga máxima  $F_{máx}$ , em mm;

$I$  corresponde ao momento de inércia da seção transversal do corpo-de-prova, em mm<sup>4</sup>;

$L$  é o vão entre os apoios, em mm.

O esquema estrutural do ensaio a quatro pontos apresenta um trecho central com momento fletor constante e, ao mesmo tempo, esforço cortante nulo. Neste caso, se for obtida a deflexão total no meio do vão, isto é, referente aos apoios extremos, obtém-se o módulo de elasticidade aparente ( $E_a$ ) através da seguinte equação:

$$E_a = \frac{(F_{50\%} - F_{10\%}) \cdot a}{(v_{50\%} - v_{10\%}) \cdot 2bh^3} (3L^2 - 4a^2)$$

onde:

$F_{10\%}$  e  $F_{50\%}$  são as cargas correspondentes a 10% e 50% da carga máxima, aplicada ao corpo-de-prova, em N;

$v_{10\%}$  e  $v_{50\%}$  são os deslocamentos no meio do vão correspondentes a 10% e 50% da carga máxima  $F_{máx}$ , em mm;

“b” e “h” correspondem respectivamente à largura e à altura da seção transversal do corpo-de-prova, em mm;

“L” é o vão entre os apoios, em mm;

“a” é a distância entre o apoio e o ponto de aplicação da carga.

No entanto, no ensaio a quatro pontos emprega-se geralmente o Método da Curvatura, no qual registra-se o deslocamento vertical no meio do vão, porém relativo a outro ponto situado entre os pontos de atuação do carregamento (sendo preferível um ponto o mais afastado possível do meio do vão). A interpretação dos resultados é feita a partir do registro da variação da curvatura em função das cargas aplicadas. Neste caso, obtém-se o módulo de elasticidade à flexão ( $E_x$ ) baseado exclusivamente na deformação por momento fletor. O desenvolvimento matemático conduz à equação:

$$E_x = \frac{(F_{50\%} - F_{10\%}) \cdot a}{(v'_{50\%} - v'_{10\%}) \cdot 8bh^3} (3(L - L_1)L_2^2)$$

onde:

$F_{10\%}$  e  $F_{50\%}$  são as cargas correspondentes a 10% e 50% da carga máxima, aplicada ao corpo-de-prova, em N;

$v'_{10\%}$  e  $v'_{50\%}$  são os deslocamentos no meio do vão, medidos entre os pontos de aplicação de carga, correspondentes a 10% e 50% da carga máxima  $F_{máx}$ , em m;

“b” e “h” correspondem respectivamente à largura e à altura da seção transversal do corpo-de-prova, em m;

“L” é o vão entre os apoios, em mm;

“ $L_1$ ” é a distância entre os pontos de aplicação de carga, em mm;

“ $L_2$ ” é a distância de referência para medição do deslocamento no vão central, em mm;

“a” é a distância entre o apoio e o ponto de aplicação da carga.

Como visto, os dois métodos podem fornecer valores diferentes para o módulo de elasticidade, devido ao fato da parcela do deslocamento devida ao cisalhamento estar sendo considerada ou não. Entretanto, de acordo com BODIG & JAYNE (1992), quanto maior a

relação entre o vão entre apoios e a altura da peça, menor a contribuição da parcela de esforço cortante na deflexão da viga. Para valores L/h de aproximadamente 21, esta contribuição é praticamente desprezível. A norma ASTM D 4761-96, que adota o ensaio de flexão a três pontos, preconiza que a relação L/h para o ensaio de chapas na posição vertical deve estar situada entre 17 e 21. Nestes casos, o módulo de elasticidade aparente ( $E_a$ ) se aproxima do módulo de elasticidade ( $E_x$ ).

## 2.2. Ensaio de Cisalhamento

O objetivo deste ensaio é a determinação da resistência e da rigidez ao cisalhamento. Os corpos-de-prova e os procedimentos de ensaios foram executados de acordo com o método B (corpos-de-prova de grandes dimensões) da norma norte-americana ASTM D 2719-89 - *Standard test methods for structural panels in shear through-the-thickness*.

No corpo-de-prova a área de cisalhamento deve ter no mínimo 610 mm de lado. Quando a espessura da chapa for menor que 12,7 mm, duas ou mais chapas devem ser coladas para garantir no mínimo essa espessura, tendo sido este procedimento adotado no caso das chapas de 12 mm. As quinas do corpo-de-prova devem ser arredondadas, com raio de 12,5 mm. As extremidades do corpo de prova são enrijecidas através de guias de madeira maciça coladas rigidamente em ambos os lados do corpo-de-prova, sendo necessárias para receber a aplicação do carregamento.

Segundo BODIG & JAYNE (1992), o ensaio de cisalhamento ao longo da espessura foi concebido de modo a submeter o corpo-de-prova a um estado puro de tensões de cisalhamento no plano da chapa. O dispositivo de ensaio transforma as forças de tração aplicadas às extremidades do dispositivo em esforços cisalhantes ao longo das arestas da chapa (ver Figura 2). A deformação deve ser registrada posicionando-se um transdutor de deslocamento, em ambas as faces, na direção da diagonal da chapa coincidente com a direção de atuação das forças de tração. Fazendo-se uma transformação adequada, esta medida pode ser usada para a determinação da deformação de cisalhamento da chapa.

A resistência ao cisalhamento deve ser tomada como sendo:

$$\tau = 0,707 \cdot \left( \frac{P}{L \cdot t} \right)$$

onde:

$\tau$  é a resistência ao cisalhamento (N/m<sup>2</sup>);

“P” é a força máxima aplicada (N);

“L” é o comprimento de cisalhamento de uma das arestas do CP (m);

“t” é a espessura do corpo-de-prova (m).

O módulo de elasticidade ao cisalhamento no plano da chapa é obtido a partir da relação tensão-deformação ao cisalhamento. A norma ASTM D 2719-89 fornece a equação para o cálculo do módulo de elasticidade ao cisalhamento (G), reproduzida a seguir:

$$G = 0,3536 \cdot \frac{P}{\Delta} \cdot \frac{L_1}{L \cdot t}$$

onde:

G é o módulo de elasticidade transversal, em MPa;

$P/\Delta$  é o coeficiente angular da curva carga x deformação, em N/mm;

“ $L_1$ ” é o comprimento da medida do deslocamento, em mm;

“L” é o comprimento de cisalhamento das arestas do corpo-de-prova, em mm;

“t” é a espessura do corpo-de-prova, em mm.

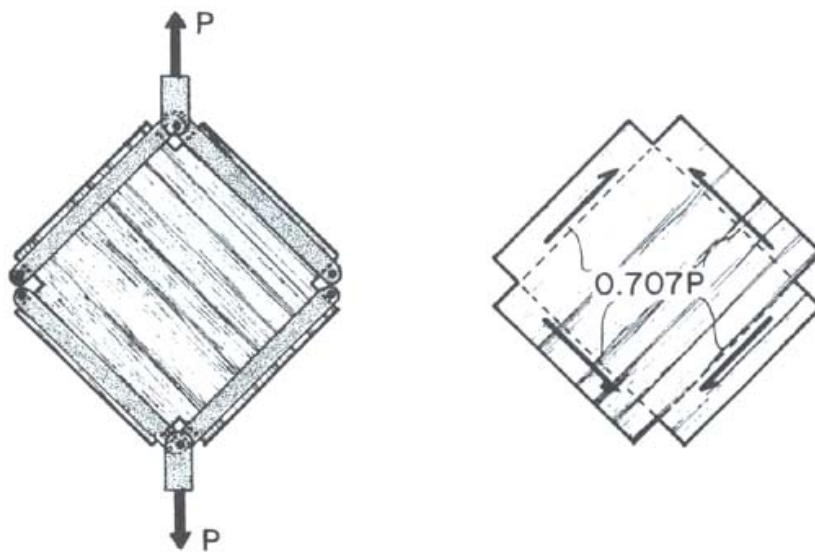


Figura 2 – Esquema do ensaio de cisalhamento (fonte: BODIG & JAYNE, 1992).

Ainda segundo BODIG & JAYNE (1992), este método requer corpos-de-prova de grandes dimensões e um intrincado dispositivo de ensaio, sendo por esta razão pouco empregado. Entretanto, fazem a ressalva de que este método constitui-se num dos poucos métodos diretos de determinação do módulo de elasticidade ao cisalhamento, tornando-se uma opção promissora e que conduz a resultados satisfatórios.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho experimental está inserido na programação de atividades do GIEM – Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira, tendo os ensaios sido realizados nas dependências do Laboratório de Experimentação de Estruturas da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foram determinadas as seguintes propriedades mecânicas das chapas de OSB: resistência e rigidez na flexão nas direções longitudinal, transversal e vertical; resistência e rigidez ao cisalhamento ao longo da espessura.

Foi feita a caracterização de chapas de OSB com espessuras de 12mm e 18mm. Foram selecionados 8 chapas de cada espessura, além de uma extra para testemunho. A escolha foi aleatória, a partir de um universo composto por 200 chapas de 12mm e 300 chapas de 18mm.

Buscou-se retirar os corpos-de-prova de diferentes regiões em cada chapa.

Na Figura 3 é mostrada a montagem do ensaio à flexão da chapa nas posições longitudinal e transversal. As propriedades de resistência e rigidez obtidas neste ensaio são importantes quando a chapa recebe carregamento normal ao seu plano. No caso de diafragmas de piso e parede, por exemplo, estas propriedades definem a espessura da chapa a ser empregada, bem como o espaçamento entre montantes de parede ou entre as vigas de piso.



Figura 3a – Ensaio de flexão transversal e longitudinal.



Figura 3b – Ensaio de flexão transversal e longitudinal.

É apresentada na Figura 4 a realização do ensaio à flexão da chapa na posição vertical. A resistência e rigidez obtidas neste ensaio são fundamentais em determinados casos, como por exemplo quando do emprego do OSB compondo a alma de perfis em madeira.



Figura 4 – Ensaio de flexão vertical.

O ensaio de cisalhamento ao longo da espessura está ilustrado na Figura 5. Em perfis de madeira sujeitos a flexão e em diafragmas de piso e parede submetidos a carregamento lateral (ex.: vento), a rigidez ao cisalhamento ao longo da espessura é empregada no cálculo da deflexão e da distorção destes elementos, respectivamente.



Figura 5 – Ensaio de cisalhamento.

#### 4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A seguir são apresentadas as tabelas contendo os valores das propriedades mecânicas obtidas nos ensaios.

Tabela 01 – Resumo das propriedades do OSB: chapa de 18mm

Corpo de prova N°	Resistência (MPa)				Rigidez - Circular (MPa)		Rigidez - Aparente (MPa)			Rigidez (MPa)
	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Vertical	Cisalhamento	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Vertical	Cisalhamento
CP-01	19,0	29,1	90,7	5,1	3004,4	6062,6	2852,5	6149,9	5788,2	1788,1
CP-02	19,1	24,6	67,1	4,9	2610,8	5273,1	2531,5	5495,2	4379,8	1893,0
CP-03	19,3	27,5	85,7	5,5	2967,9	5686,0	2708,2	5852,5	5443,4	1755,8
CP-04	16,7	29,7	64,4	5,4	2769,2	6042,1	2581,7	6043,2	4345,7	1817,4
CP-05	16,8	26,1	67,5	4,6	2839,0	5633,1	2629,8	5682,6	4615,8	1867,7
CP-06	17,6	24,5	90,0	4,5	2701,3	5322,6	2626,2	5716,5	5094,6	1753,1
CP-07	19,6	29,4	67,0	5,1	3065,2	5673,7	2900,8	6116,0	4804,4	1707,8
CP-08	18,8	27,8	63,6	5,4	3110,4	5499,5	2924,5	5879,9	4257,5	1865,3
Média	18,4	27,3	74,5	5,1	2883,5	5649,1	2719,4	5867,0	4841,2	1806,0
Desvio-Padrão	1,1	2,1	12,0	0,4	180,8	292,3	153,0	229,4	557,4	65,8
CV	6,3	7,7	16,1	7,7	6,3	5,2	5,6	3,9	11,5	3,6

Tabela 02 – Resumo das propriedades do OSB: chapa de 12mm

Corpo de prova N°	Resistência (MPa)			Rigidez - Circular (MPa)		Rigidez - Aparente (MPa)			Rigidez (MPa)
	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Vertical	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Transversal	Flexão Longitudinal	Flexão Vertical	Cisalhamento
CP-01	14,7	22,7	78,4	2314,4	5303,0	2253,3	5431,8	4222,3	1698,3
CP-02	15,1	23,6	58,6	2505,1	5640,4	2282,8	5727,9	4257,0	1568,3
CP-03	17,2	25,0	61,3	2567,6	5401,5	2577,6	6060,4	4541,9	1716,8
CP-04	14,8	23,0	81,6	2191,2	5471,0	2209,2	5533,4	4558,7	1775,3
CP-05	16,4	21,5	71,5	2680,2	4883,9	2530,2	5243,3	4809,1	1687,0
CP-06	14,5	22,7	87,4	2444,4	5369,0	2399,0	5629,3	4185,4	1826,1
CP-07	16,1	22,0	79,7	2639,7	4995,2	2494,5	4993,6	4324,5	1763,9
CP-08	15,9	22,4	79,8	2771,7	4952,2	2722,8	5084,7	4868,3	1806,4
Média	15,6	22,9	74,8	2514,3	5252,0	2433,7	5463,1	4470,9	1730,3
Desvio-Padrão	0,97	1,07	10,17	193,36	274,83	178,98	353,03	266,06	82,33
CV	6,23	4,67	13,60	7,69	5,23	7,35	6,46	5,95	4,76

A partir de uma análise das tabelas acima, observa-se inicialmente que os coeficientes de variação das chapas de OSB, tanto para os valores de resistência bem como para os de rigidez, são significativamente inferiores àqueles normalmente apresentados pela madeira maciça. Isto é uma característica típica das chapas de madeira reconstituída em geral, e se deve ao processo industrial que tende a homogeneizar as propriedades do material.

As propriedades mecânicas das chapas de OSB de 18mm de espessura apresentaram valores ligeiramente superiores aos das chapas de 12mm de espessura, à exceção dos resultados de resistência à flexão vertical, cujos resultados foram semelhantes. A maior diferença foi verificada nas resistências à flexão longitudinal e transversal, que foi de aproximadamente 18 por cento.

Os ensaios de flexão e de cisalhamento apresentaram formas de ruptura típicas, conforme pode ser observado nas figuras abaixo. No caso do ensaio de cisalhamento das chapas de 12mm de espessura, de acordo com o prescrito pela norma ASTM D-2719 (1989), foram coladas duas chapas para evitar problemas de flambagem durante o carregamento. Este procedimento foi adotado, porém em função de limitações do dispositivo de ensaio, não foi possível atingir a ruptura do material. Entretanto, a carga alcançada permitiu a determinação do módulo de cisalhamento (G), cujos valores estão apresentados na tabela 02.



Figura 6 – Ruptura típica verificada no ensaio de flexão vertical.

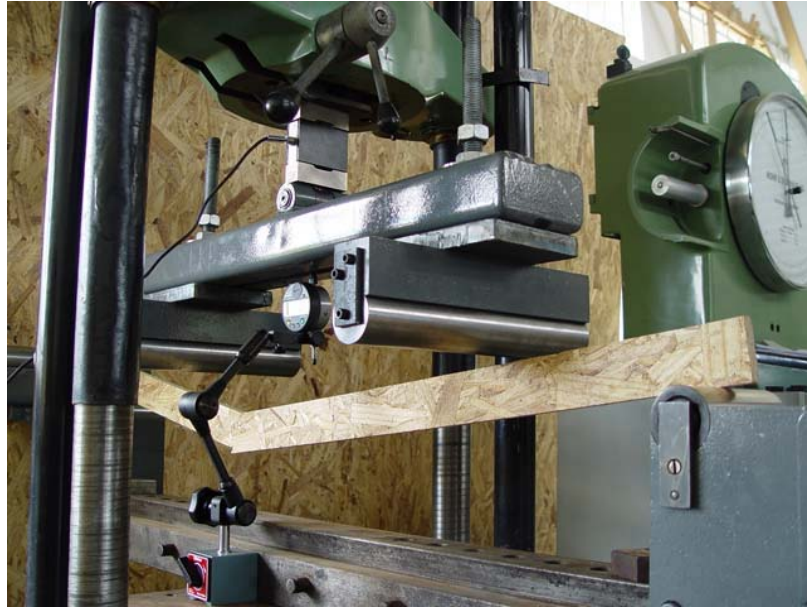


Figura 7 – Ruptura típica verificada nos ensaios de flexão transversal e longitudinal.



Figura 8 – Ruptura típica dos corpos-de-prova de cisalhamento ao longo da espessura.

Os resultados obtidos de resistência e rigidez, aliados às formas coerentes de ruptura das chapas, denotam a viabilidade dos procedimentos de ensaio contidos nas normas ASTM adotadas neste estudo experimental, sendo os valores de resistência e rigidez à flexão um pouco superiores aos fornecidos pelo fabricante.

Com relação aos resultados do ensaio de cisalhamento, os valores obtidos para o módulo de cisalhamento ( $G$ ) são superiores aos encontrados por STAMATO (2002), que utilizou o mesmo procedimento de ensaio, empregando chapas de compensado naval com 12mm de espessura, composto por 5 lâminas.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e à CAPES pelas bolsas de pesquisa concedidas. À empresa MASISA do Brasil pela doação do lote de painéis de OSB para ensaio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). **NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira**. ABNT. Rio de Janeiro.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1989). **D 2719-89: Standard test methods for structural panels in shear through-the-thickness**. ASTM. Philadelphia.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1995). **D 3043-95: Standard methods of testing structural panels in flexure**. ASTM. Philadelphia.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1996). **D 4761-96: Standard test methods for mechanical properties of lumber and wood-base structural material**. ASTM. Philadelphia.

BODIG, J.; JAYNE, B.A. (1992). **Mechanics of wood and wood composites**. Krieger Publishing Company. Malabar, Flórida.

EINSFELD, R.A., et al. (1998). **Manufatura e características das chapas OSB (oriented strand board)**. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 6, 22 a 24 julho de 1998. Florianópolis: **Anais**. Florianópolis: IBRAMEM.

GUITARD, D. (1987). **Mécanique du matériau bois et composites**. Cepadues-editions. France.

IWAKIRI, S. Painéis de partículas orientadas “OSB”. **Revista da Madeira: (ABPM)**, Curitiba. n. 41, p. 52-53. 1999.

MENDES, L.M., et al. OSB – Opção no Mercado. **Revista da Madeira: (ABPM)**, Curitiba. Ano 12, Edição Especial. p. 82-86. 2003.

STAMATO, G. C. **Ligações em Estruturas de Madeira Composta por Chapas de Madeira**. São Carlos, 2002. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 159p.