

## Ensaio Experimental de Espécies do Gênero *Pinus* – Avaliação das Propriedades Mecânicas da Madeira<sup>1</sup>

Martha Andreia Brand<sup>2</sup>  
Luciana Becker Pástor Krambeck<sup>2</sup>  
Romullo Luiz Simão<sup>3</sup>  
Flávio José Simioni<sup>2</sup>  
Carlos Roberto Sanquetta<sup>4</sup>  
José Geversson Sasso<sup>5</sup>

<sup>2</sup> Professores da Universidade do Planalto Catarinense - UNIPLAC

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal da KLABIN

<sup>4</sup> Professor da Universidade Federal do Paraná

<sup>5</sup> Aluno Bolsista

**Resumo:** O objetivo neste trabalho é caracterizar a madeira de espécies do gênero *Pinus*, quanto as propriedades mecânicas, provenientes de testes de procedência e progênie, instalados na INDÚSTRIA KLABIN S.A., no município de Correia Pinto / SC. Foi coletado material de 6 famílias, com 5 repetições cada, totalizando 30 árvores, com 9 anos de idade. Das 6 famílias, uma foi de *Pinus taeda*, tradicionalmente utilizada na região e serviu de parâmetro para a avaliação da potencialidade do *Pinus greggii*. As análises estatísticas demonstram que algumas famílias de *Pinus greggii* (30, 45 e 43) apresentaram resultados de propriedades mecânicas similares ao *Pinus taeda*. Enquanto que as famílias 38 e 39 foram as que mais se distanciaram em relação a testemunha. As famílias de *Pinus greggii* que apresentam potencialidade futura para usos estruturais são as de número 30, 43 e 45.

**Palavras-Chave:** Propriedades Mecânicas; Usos Potenciais; Novas Espécies.

### 1. Introdução

Com o surgimento dos incentivos fiscais nos anos 60, foram implantadas extensas áreas de plantio das espécies de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Porém, os plantios foram inicialmente direcionados para a indústria de celulose e papel, formando assim uma matéria-prima de baixa qualidade para o uso em outros ramos da indústria de base florestal.

A preocupação com o uso de recursos naturais renováveis tem sido constante e o uso múltiplo das florestas está se tornando cada vez mais importante. Porém, devido ao fato da espécie de *Pinus elliottii* ter apresentado alguns problemas tecnológicos para a utilização em alguns ramos do setor madeireiro, o *Pinus taeda* está suprimindo, quase que exclusivamente, a indústria da madeira na região sul do Brasil em todos os segmentos do setor.

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio financeiro da FUNCITEC, UNIPLAC e KLABIN S.A.

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 2  
SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades  
mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec -  
Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

Assim, as empresas que tem plantios desta espécie sabem o risco de se ter todo o  
suprimento de madeira baseado em apenas uma espécie. Pragas como a vespa da  
madeira e algumas doenças já ameaçaram a espécie de *Pinus taeda*. Preocupadas com  
este risco, as empresas vem implantando experimentos com outras espécies do mesmo  
gênero, trazidas de outros países, para determinar quais são as que tem potencialidade  
para suprir a indústria de base florestal, juntamente com o *Pinus taeda*.

Uma destas espécies é o *Pinus greggii*, trazido do México nos anos 90, e que  
tem demonstrado bons resultados de crescimento e desenvolvimento nos municípios onde  
foram implantados testes de procedência e progênie. Porém, o fato da espécie apresentar  
bons resultados de crescimento não significa que terá desempenho adequado nas  
utilizações industriais da madeira.

Assim, o objetivo neste trabalho é caracterizar a madeira de espécies do gênero  
*Pinus*, quanto as propriedades mecânicas, provenientes de testes de procedência e  
progênie, instalados na INDÚSTRIA KLABIN S.A., no município de Correia Pinto /  
SC.

Este estudo contribuirá para comparar a qualidade da madeira de *Pinus taeda* e  
*Pinus greggii* em relação as propriedades mecânicas e indicar quais das famílias de  
*Pinus greggii* tem potencialidade de utilização para fins estruturais.

## 2. Revisão teórica

### 2.1 Espécies estudadas

As espécies selecionadas para este estudo foram o *Pinus taeda* e o *Pinus greggii*,  
e, portanto, serão feitas as descrições relacionadas a elas para a compreensão das  
peculiaridades de cada espécie.

#### 2.1.1 *Pinus greggii* Engelm.

O *Pinus greggii*, conhecido como pino gaberato, pino gabarillo ou pino prieto, é um  
pinheiro endêmico do México que apresenta altura variada, geralmente entre 10 e 25 m  
e acículas de coloração verde-clara. A copa, irregularmente arredondada, pode  
apresentar os galhos inferiores na posição horizontal ou, ainda, de forma pendente, com  
galhos tocando o chão (PERRY, 1991).

Do ponto de vista morfológico, o *Pinus greggii* é muito semelhante ao *Pinus*  
*patula*, do qual pode ser diferenciado, segundo MIROV (1967), pelas acículas mais  
curtas, ásperas e eretas. Devido a essa semelhança, quando foi introduzido na África do  
Sul, vindo da Itália, em 1910, recebeu o nome de *P. pseudo-patula* (POYNTON, 1977).  
Outros autores, como PERRY (1991) e DONAHUE *et al.* (1995), citam, ainda a  
semelhança morfológica de *P. greggii* com *P. attenuata* Lemon.

O *P. greggii* distribui-se de forma limitada e descontínua pelas montanhas de  
Sierra Madre Oriental (norte e centro-leste do México), estando presente nos estados de  
Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo e Puebla. Sua principal ocorrência está  
nas baixas encostas das serras ao nordeste, entre as latitudes 20 °N e 26° N e longitudes  
98 °W e 101 ° W, onde é encontrado, principalmente, em solos profundos, um tanto  
argilosos, em altitudes de 1500 m a 2500 m (POYNTON, 1977).

Há duas populações distintas de *P. greggii*, uma na região norte e outra no centro-leste do México. A do norte cresce menos, é mais resistente ao frio e à seca que a do centro-leste (CANCORE, 1998). O intervalo de praticamente 400 Km entre as duas ocorrências geográficas da espécie ainda não é bem explicado. Outras espécies, incluindo *P. patula*, são encontradas neste intervalo (DONAHUE & LOPEZ UPTON, 1996).

Quanto à coloração, a madeira de *P. greggii* é amarela-pálida e pouco resinosa (PERRY, 1991), sendo uniforme ao longo da altura do fuste e ao longo dos raios. No entanto, quanto às características físicas, há uma forte estrutura definida dos anéis de crescimento com diferenças na densidade entre o lenho inicial e tardio, sendo esta similar à do *P. elliottii*. A retratibilidade radial é consideravelmente menor, internamente (próximo à medula), do que externamente. Esta diferença mostra uma íntima associação com as diferenças de densidade. Segundo MURILLO (1988), a madeira de *P. greggii* apresenta densidade de 450 a 550 Kg/cm<sup>3</sup>.

Toras de *P. greggii* são facilmente descascadas e serradas, e a madeira não apresenta desvio excessivo de grã. Quanto a resina, existe diferença entre as duas regiões testadas. De forma generalizadas, a madeira de *P. greggii* não é muito resinosa. O efeito de sítio é altamente significativo sobre a densidade da madeira, a largura do anel, a porcentagem de lenho tardio, o comprimento dos traqueóides, a retração, o desvio de grã e a produção de resina. Porém, esse efeito é irrelevante sobre a inclinação dos ramos (MALAN, 1994).

Segundo este autor, a forma do fuste e a alta concentração de nós são aspectos negativos da espécie. Na sua origem, a madeira de *P. greggii* é empregada na construção em geral, como escora para minas e como lenha (PERRY, 1991).

O *Pinus greggii* apresentou baixo teor de cinzas (0,08%), o que é um aspecto positivo para a produção de polpa e papel e obteve rendimento de 44% a 45% em polpa kraft pré-hidrolisada não branqueada (DHAWAN *et al*, 1990), sendo valores dentro dos limites de rendimento obtidos de *P. taeda* e *P. elliottii* (43 a 37%).

Ensaio de qualidade do papel mostraram que *P. pseudostrobus* e *P. greggii* apresentaram, dentre as espécies tropicais, maior resistência ao rasgo, ao estouro e à tração, sendo a polpa de *P. greggii* de melhor qualidade do que a de *P. pseudostrobus* (SHARMA *et al*, 1987).

O crescimento de *P. greggii* vem se demonstrando satisfatório em vários países em testes de utilização da madeira, tanto para serraria quanto para papel. No entanto, devido ao pequeno número de material genético testado, não se pode tirar conclusões definitivas sobre o potencial real da espécie, a sua adaptabilidade em diferentes sítios nos trópicos e subtropicais ou sobre o grau de variação genética entre procedências. Como infelizmente muitas populações naturais de *P. greggii* abrangem áreas menores que 50 hectares e sofrem constantes intervenções de lenhadores e criadores de gado, sua variação genética está ameaçada (DONAHUE & LOPEZ UPTON, 1996).

### 2.1.2 *Pinus taeda* L.

Segundo MARCHIORI (1995), as sinonímias da espécie são *Pinus lutea* Wlatter e *Pinus heterophylla* Small.

A espécie é oriunda das planícies adjacentes ao Golfo do México e costa atlântica do sudeste dos Estados Unidos. O *Pinus taeda* cresce em geral até a altitude de 800 m. Embora coincidente com a área original do *Pinus elliottii*, apresenta uma

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 4  
SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec - Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.  
distribuição mais ampla, alcançando o Texas, Arkansas, Tennessee e Virgínia. É conhecido por Loblolly pine.

Trata-se da espécie madeireira mais importante dos Estados Unidos na atualidade. No sul do Brasil é cultivado sobretudo nas terras mais altas da Serra Gaúcha e Catarinense.

As árvores alcançam cerca de 20 m de altura e 100 cm de DAP, produzindo copa densa, casca gretada e ramos acinzentados. As folhas aciculares e verde escuras reúnem-se em grupos de 3 por fascículo e medem de 15 a 20 cm de comprimento. Apresentam com frequência 2 canais resiníferos, raramente 3 a 4, dispostos no meio do colênquima.

Ainda segundo MARCHIORI (1995), a espécie assemelha-se ao *Pinus elliottii*, diferindo, entretanto, em vários aspectos de fácil reconhecimento. As acículas de *Pinus taeda*, mais curtas e de cor mais escura, tem seção transversal triangular e cones praticamente sésseis, tendentes à cor acinzentada.

A madeira é indicada para construções, móveis e caixotaria. As fibras são longas e adequadas à fabricação de papel. Produz bastante resina.

## **2.2 Caracterização tecnológica da madeira**

Um dos principais objetivos da atividade florestal é a produção de madeira para diversos fins. A aptidão para cada tipo de utilização é determinada por uma série de propriedades desse material.

Embora a experiência de uso e a disponibilidade da madeira frequentemente decidam quais as espécies a serem utilizadas para uma determinada finalidade, atualmente requer-se um conhecimento mais detalhado para uma utilização eficiente, bem como para a utilização de madeiras desconhecidas e, ainda, para a indicação de espécies em projetos de reflorestamento.

Se, por exemplo, para a indústria de polpa e papel interessam a densidade, o comprimento das fibras ou traqueóides, para a indústria moveleira importa a estabilidade dimensional, características de superfície, coloração, etc. E para fins estruturais, interessa a resistência da madeira para os diversos tipos de esforços solicitantes, como compressão, tração e especialmente flexão.

Para BENDTSEN & SENFT (1986), o entendimento das características da madeira é essencial para o uso efetivo. Desta forma, para se classificar a madeira em categorias de resistência, há a necessidade de se conhecer as variáveis e de que forma elas influenciam na resistência.

### **2.2.1 Fatores que influenciam na qualidade da madeira**

Os fatores que influenciam na qualidade da madeira são: local de plantio; massa específica; largura dos anéis de crescimento; porcentagem de lenho tardio; lenho juvenil e adulto; Inclinação da grã e nodosidade e outros fatores.

#### **2.2.1.1 Local de plantio**

De acordo com ZOBEL & KELLISON (1978), citados por KELLISON (1981), a introdução de espécies exóticas têm produzido resultados drásticos. Certos problemas estão associados com o plantio de espécies com rápido crescimento. Esta afirmação se baseia no fato de que o rápido crescimento inicial, e alta produção de volume em idades

mais avançadas, não levam em consideração a suscetibilidade da madeira para um determinado produto final desejado. Um exemplo clássico de madeira de qualidade inferior tem sido verificado com a espécie *Pinus caribea* encontrada na África do Sul. Mesmo em árvores com bom crescimento e forma adequada. A massa específica é menor, tanto quanto a produção de polpa e a qualidade do papel produzido. Similar, mas menos drástica, é a redução da massa específica da espécie de *Pinus taeda* levada dos Estados Unidos para o Brasil, África do Sul e Austrália.

### 2.2.1.2 Massa Específica

A massa específica é importante, pois permite tirar conclusões a respeito da adaptabilidade da madeira como material de construção. Esta é a causa da madeira ser procurada para fins estruturais, devido à boa relação de resistência/peso que apresenta (KOLLMAN, 1951).

A relação geral entre a massa e a resistência é bem estabelecida para a madeira. A definição massa por unidade de volume é mais exata e independente da posição no espaço. Já a razão peso por volume depende da gravidade (KOLLMAN, 1951).

As diferenças de arranjo dos tecidos, dimensões do lúmen das células e espessuras das paredes celulares determinam valores próprios de massa específica para cada espécie de madeira. Salienta-se que a resistência da madeira está estreitamente relacionada com a sua massa específica.

A grande variabilidade da madeira pode ser expressa pelas variações da massa específica. Esta afirmação é comum a vários autores como BENDTSEN & SENFT (1986), KOLLMAN (1951) e KOLLMAN & COTÊ JR (1968), entre outros.

Embora a densidade constitua-se numa medida que reflete a somatória de inúmeras variáveis através dos anéis de crescimento, KOCH (1972), KOLLMAN & COTÊ JR (1968) afirmam que, como regra geral, a grande variabilidade da densidade das coníferas depende mais da variabilidade da porcentagem de lenho tardio do que da variabilidade das densidades individuais dos lenhos inicial e tardio.

Tal variabilidade ocorre entre indivíduos nos sentidos longitudinal e radial. Segundo BARRICHELO (1979), as variações que ocorrem dentro das árvores são geralmente as mais significativas. Segundo KOLLMAN (1951), no caso específico de *Pinus*, as variações da massa específica podem ser tão acentuadas no sentido longitudinal da árvore a ponto de sugerir diferentes classes de qualidade apenas em função da posição de origem da peça.

### 2.2.1.3 Lenho juvenil e adulto

Devido ao rápido crescimento de muitas espécies do gênero *Pinus*, plantadas no Sul do Brasil, estas atingem dimensões de comercialização ainda muito jovens. Segundo KNIGGE & SCHULTS (1966), a madeira de árvores jovens difere daquela de árvores mais velhas, devido a maior porcentagem de lenho juvenil nas primeiras.

Quando comparado com o lenho adulto, o lenho juvenil caracteriza-se pela massa específica mais baixa, maior ângulo das microfibrilas, traqueóides mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina e menor de celulose e menor resistência (BENDTSEN & SENFT, 1986).

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 6  
SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades  
mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec -  
Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

Peças estruturais que contenham uma determinada quantidade do lenho juvenil apresentam qualidades estruturais inferiores, sendo o motivo pelo o qual as diferenças entre as propriedades do lenho juvenil e adulto são importantes para a utilização da madeira (KNIGGE & SCHULTZ, 1966).

Diversas pesquisas têm demonstrado modificações nas propriedades da madeira em função do rápido crescimento e da maior proporção de lenho juvenil, o que, segundo BENDTSEN & SENFT (1986) justifica um questionamento a respeito da aplicabilidade das tensões admissíveis até agora utilizadas para madeiras de povoamento naturais em madeiras de florestas manejadas.

#### 2.2.1.4. Outros fatores

A umidade, a temperatura, as dimensões do corpo de prova e a velocidade de ensaio têm influência sobre os resultados dos testes de resistência da madeira. Estas e outras características levaram à normatização dos métodos de teste, sendo que, atualmente, a maioria dos países possui normas para a execução de ensaios com madeira.

Quanto maior a temperatura e a umidade até o ponto de saturação das fibras, tanto menor é a resistência da madeira aos diversos esforços solicitantes.

A maioria das normas determina que os testes devem ser realizados a um teor de umidade de 12% e uma temperatura de 20°C.

As propriedades mecânicas da madeira têm seus valores aumentados com o decréscimo do teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, sendo que esse efeito se deve à contração da peça, pois ao se remover a umidade, as unidades estruturais (microfibrilas) se aproximam, aumentando significativamente a quantidade de ligações por meio de pontes de hidrogênio. Acima do ponto de saturação das fibras, mudanças no conteúdo de umidade não têm efeitos aparentes sobre a resistência da madeira (KOLLMAN & COTÊ JR., 1968; KOCH, 1972; KLOCK, 1989).

O aumento da resistência da madeira devido ao decréscimo no teor de umidade pode ser resultante, tanto do fortalecimento e rigidez dos elementos estruturais da madeira, como da sua compactação, que por sua vez decorre do encolhimento que acompanha a perda de água.

KNIGGE & SHULTZ (1966) relatam que, embora a mudança na resistência com a alteração no teor de umidade siga uma tendência similar para a maioria das propriedades de resistência, a magnitude varia de uma para outra. Por exemplo, a resistência à compressão usualmente altera-se mais que a flexão, que por sua vez, muda mais que o módulo de elasticidade de flexão.

De modo geral, a maioria das propriedades é afetada pelas mudanças de temperatura, havendo redução da resistência com sua elevação e aumento da resistência com sua diminuição, estando a magnitude das alterações relacionada positivamente com o conteúdo de umidade na madeira (KOCH, 1972; KNIGGE & SCHULTZ, 1966).

A velocidade de ensaio influi na resistência verificada no material testado sendo que quanto maior a velocidade, menor serão os valores resultantes do teste. Para possibilitar a comparação de resultados, a velocidade de carga para os diferentes testes está normatizada.

### 3. Material e Métodos

### **3.1 Coleta das árvores**

O material selecionado para a realização do estudo foi proveniente de um teste de procedência e progênie instalado no Município de Correia Pinto, em Santa Catarina. Este teste pertence a empresa Klabin S.A. e recebe o apoio da CANCORE.

Foi coletado material de 6 famílias, com 5 repetições cada, totalizando 30 árvores, com 9 anos de idade. Das 6 famílias, uma foi de *Pinus taeda*, considerada como testemunha para os testes. Esta espécie é tradicionalmente utilizada na região e serviu de parâmetro para a avaliação da potencialidade do *Pinus greggii*.

Foram retirados toretes de 90 cm de comprimento no DAP. Devido as árvores coletadas terem diâmetros bastante reduzidos, foi adotado como padrão para coleta a retirada do torete a partir de 1,30 m para baixo, em direção à base da árvore. Os toretes foram levados para a serraria, onde foram desdobrados para a confecção dos corpos de prova para a determinação das propriedades mecânicas da madeira.

### **3.2 Propriedades mecânicas da madeira**

A determinação das propriedades mecânicas da madeira obedeceu a Norma ABNT NBR 7190 para as propriedades de compressão paralela às fibras; cisalhamento e dureza Janka. Para a determinação da flexão estática foi utilizada a Norma COPANT 555. Todos os testes mecânicos foram feitos em corpos-de-prova climatizados a 12% de umidade de equilíbrio, em Máquina Universal de Ensaios com capacidade para 30000 Kg. O teste de compressão paralela às fibras é dado pela máxima tensão de compressão que pode atuar em um corpo-de-prova com seção quadrada de 5,0 cm de lado e comprimento de 15 cm.

A resistência ao cisalhamento foi feita paralelo às fibras da madeira e é a máxima tensão de cisalhamento que pode atuar na seção crítica de um corpo-de-prova prismático.

A flexão estática é dada pela máxima tensão que pode atuar em um corpo-de-prova, considerando que a madeira é elástica.

A dureza da madeira, proposta por Janka, é determinada convencionalmente pela tensão que, atuante em uma das faces de um corpo-de-prova prismático, produz a penetração de uma semi-esfera de aço com área diametral de 1 cm<sup>2</sup>.

### **3.3 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o Completamente Casualizado (DCC), utilizando para a comparação de médias o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, procurando-se avaliar as diferenças entre famílias. O teste utilizado para a verificação da homocedasticidade foi o Teste de Hartley

## **4. Resultados e Discussão**

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da flexão estática das famílias avaliadas no trabalho. Para melhor visualização dos resultados obtidos serão apresentados em

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 8  
 SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec - Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

forma de gráficos os dados comparativos entre as famílias através das Figuras 1 e 2. Os valores obtidos, tanto para a tensão de ruptura como para o módulo de elasticidade são considerados baixos segundo MAINIERI & CHIMELO (1989).

Tabela 1 – Valores de flexão estática no DAP das famílias avaliadas.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Tensão de ruptura (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo de Elasticidade (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
<i>Pinus taeda</i>	999	650,16 a	55040,23 ab
<i>Pinus greggii</i>	30	600,91 ab	62991,74 a
<i>Pinus greggii</i>	38	476,20 d	40468,90 c
<i>Pinus greggii</i>	39	557,25 bcd	54958,32 ab
<i>Pinus greggii</i>	43	513,28 cd	48704,35 bc
<i>Pinus greggii</i>	45	559,37 bc	51339,14 b

Fonte: Dados de laboratório

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

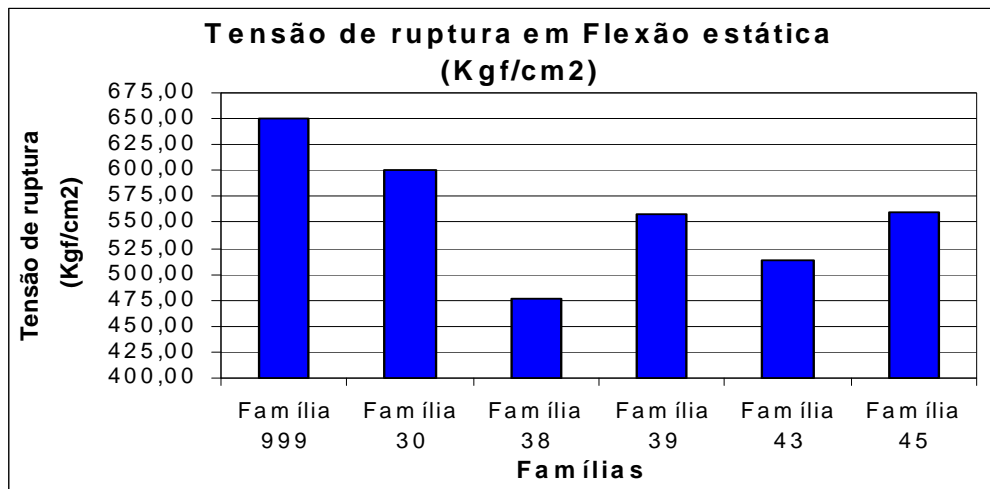


Figura 1 – Comparação da tensão máxima de ruptura exercida sobre os corpos de prova submetidos a esforços de flexão estática nas famílias avaliadas.

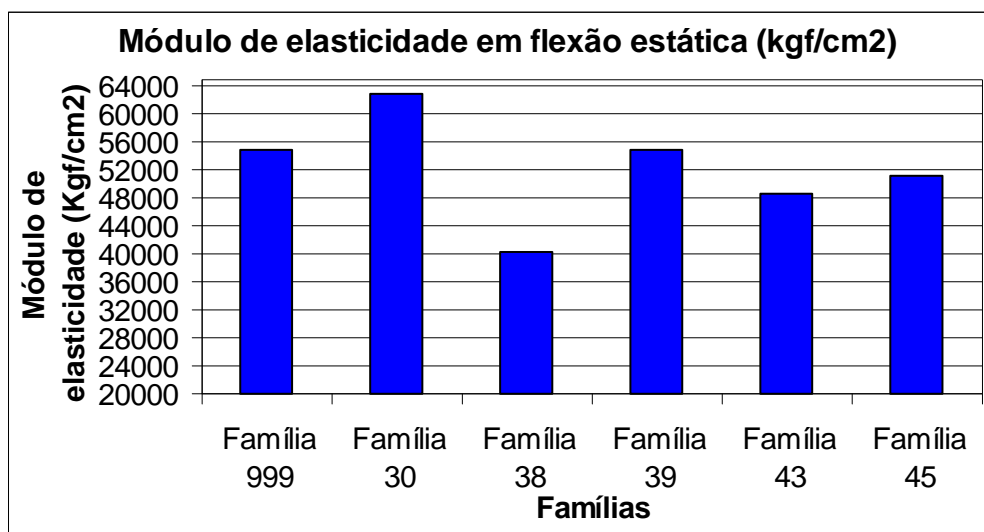


Figura 2 - Comparação do módulo de elasticidade dos corpos de prova submetidos a esforços de flexão estática nas famílias avaliadas

Para a compressão paralela às fibras, os resultados estão apresentados na Tabela 2. Os valores obtidos para a tensão de ruptura são considerados baixos segundo MAINIERI & CHIMELO (1989).

Tabela 2 – Valores de Compressão paralela às fibras no DAP das famílias avaliadas.

Espécie	Família	Tensão de ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )
<i>Pinus taeda</i>	999	272,69 a
<i>Pinus greggii</i>	30	267,67 a
<i>Pinus greggii</i>	38	263,64 a
<i>Pinus greggii</i>	39	248,53 a
<i>Pinus greggii</i>	43	287,04 a
<i>Pinus greggii</i>	45	288,31 a

Fonte: Dados de laboratório

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para melhor visualização dos resultados obtidos serão apresentados em forma de gráfico os dados comparativos entre as famílias através da Figura 3.

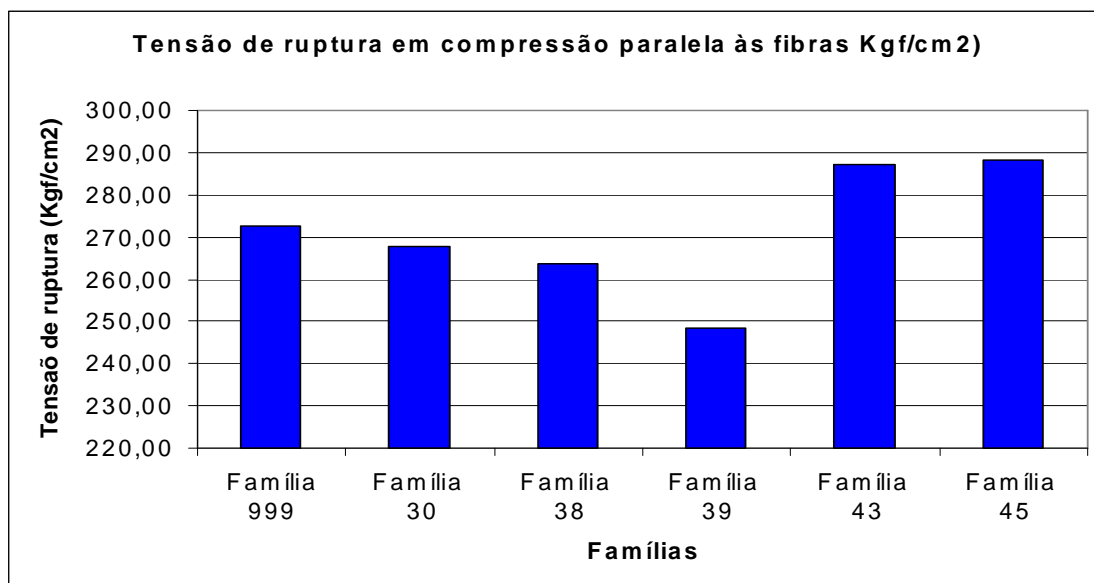


Figura 3 - Comparação da tensão máxima de ruptura exercida sobre os corpos de prova submetidos a esforços de compressão paralela às fibras nas famílias avaliadas

Para a dureza Janka, os resultados estão apresentados na Tabela 3. Os valores obtidos para a força máxima são considerados baixos segundo MAINIERI & CHIMELO (1989).

Tabela 3 - Valores de Dureza Janka no DAP das famílias avaliadas.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	FORÇA MÁXIMA (Kgf)		TENSÃO NA FORÇA MÁXIMA (kgf/cm <sup>2</sup> )	
		Médias Transformadas	Médias não Transformadas	Médias Transformadas	Médias não Transformadas
<i>Pinus taeda</i>	999	5,66 a	305,19	5,71 a	321,12
<i>Pinus greggii</i>	30	5,53 ab	258,13	5,59 ab	271,62
<i>Pinus greggii</i>	38	5,31 ab	209,45	5,36 ab	220,40
<i>Pinus greggii</i>	39	5,28 b	199,97	5,33 b	210,43
<i>Pinus greggii</i>	43	5,39 ab	228,48	5,44 ab	240,43
<i>Pinus greggii</i>	45	5,51 ab	252,29	5,56 ab	265,48

Fonte: Dados de laboratório

Nota: Médias (transformadas por ln x) seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para melhor visualização dos resultados obtidos serão apresentados em forma de gráficos os dados comparativos entre as famílias através das Figuras 5 e 6.

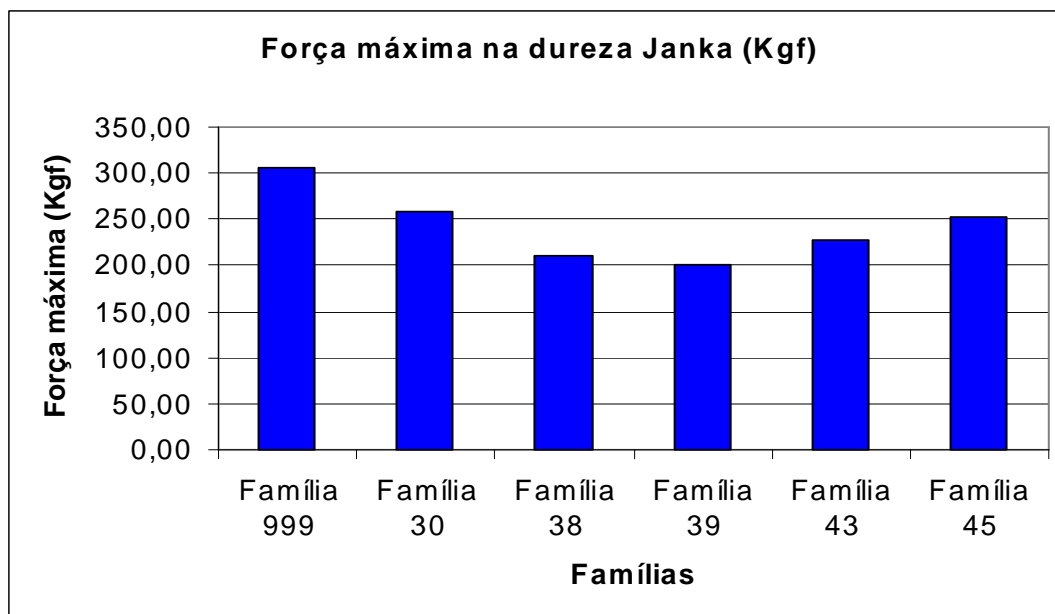


Figura 5 – Comparação da força máxima que os corpos de prova resistiram em teste de dureza Janka nas famílias avaliadas.

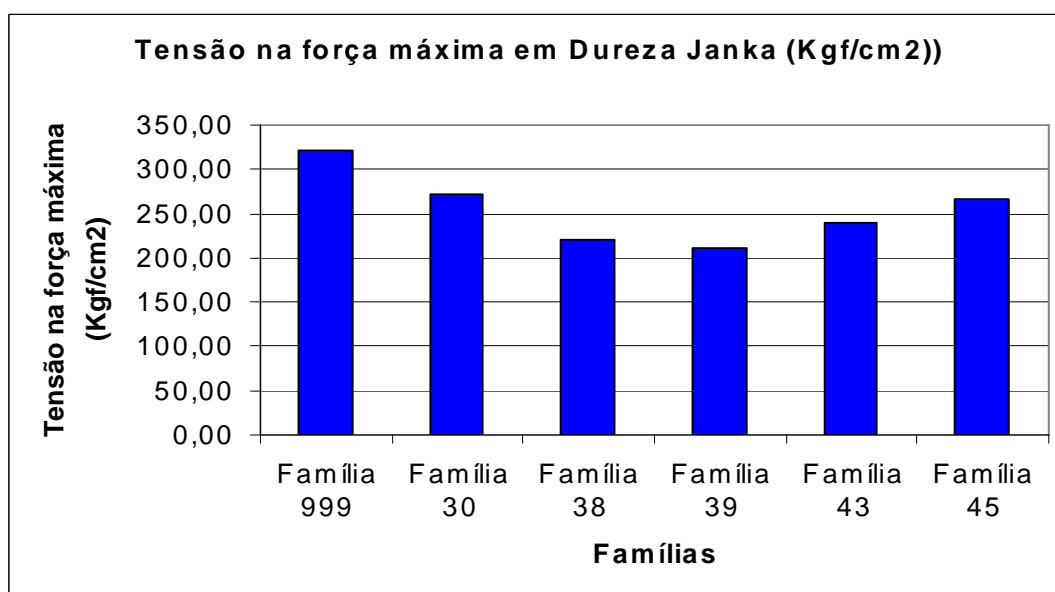


Figura 6 – Comparação da tensão da força máxima máxima que os corpos de prova resistiram em teste de dureza Janka nas famílias avaliadas.

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 12 SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec - Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

Os resultados de cisalhamento estão apresentados na Tabela 4. Os valores obtidos para a tensão máxima são considerados médios segundo MAINIERI & CHIMELO (1989).

Tabela 4 - Valores de cisalhamento no DAP das famílias avaliadas.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Força Máxima (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
<i>Pinus taeda</i>	999	93,39 a
<i>Pinus greggii</i>	30	96,19 a
<i>Pinus greggii</i>	38	89,21 a
<i>Pinus greggii</i>	39	89,06 a
<i>Pinus greggii</i>	43	93,55 a
<i>Pinus greggii</i>	45	93,14 a

Fonte: Dados de laboratório

Nota: Médias seguidas de mesma letra não deferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A família com maior resistência ao cisalhamento são as de número 30 e 999, respectivamente, sendo a de menor resistência as famílias 38 e 39, sendo que estatisticamente não houve diferença significativa entre todas as famílias avaliadas. O comportamento da resistência ao cisalhamento pode ser visto na Figura 7.

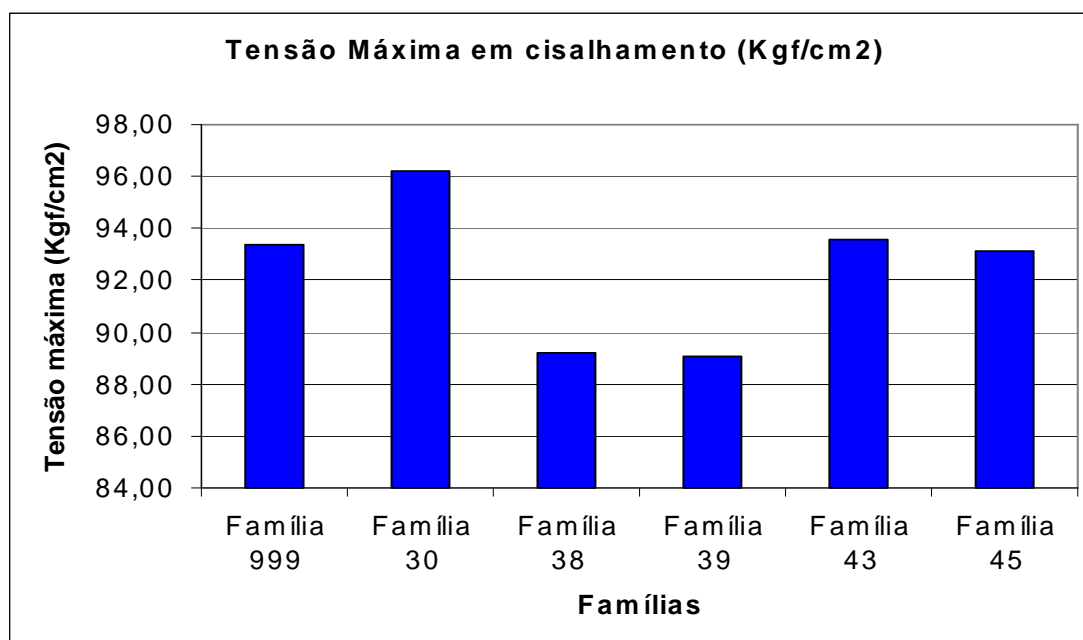


Figura 7 - Comparação da tensão máxima que os corpos de prova resistiram em teste de cisalhamento nas famílias avaliadas.

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 13 SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec - Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

Difícilmente árvores com nove anos de idade serão utilizadas em aplicações que requeiram ótimo desempenho nas propriedades mecânicas. Porém, a análise feita aqui teve o propósito de apoiar o teste de procedência e progênie no sentido de indicar quais as famílias de *Pinus greggii* apresenta potencialidade para uma futura utilização da madeira para fins estruturais, nas quais as propriedades mecânicas são importantes.

Assim, pode-se dizer que as famílias de *Pinus greggii* que tiveram as propriedades mecânicas mais próximas do *Pinus taeda* são madeiras de melhor qualidade. Isto pode ser afirmado, pois o material de *Pinus taeda* avaliado é proveniente de melhoramento genético de longo período, enquanto que o *Pinus greggii* ainda se apresenta como material selvagem.

## 5 CONCLUSÕES

- ✓ Para a flexão estática as famílias com melhor desempenho foram as famílias 999 (*Pinus taeda*) e a 30 (*Pinus greggii*) por apresentarem as maiores resistências a flexão estática, tanto na tensão de ruptura como no módulo de elasticidade. Em contrapartida as famílias com piores desempenhos foram as 38 e 43.
- ✓ Para a compressão paralela às fibras, não houve diferença significativa entre as famílias para tensão de ruptura.
- ✓ As famílias com melhor propriedade de dureza são as de número 999 (*Pinus taeda*) e as 30 e 45, sendo a de pior qualidade a família 39.
- ✓ Quanto a dureza, a única família de *Pinus greggii* que não apresentou resultado estatisticamente igual ao *Pinus taeda* foi a 39.
- ✓ Os valores obtidos para flexão, compressão e dureza são considerados baixos e médios para cisalhamento, decorrente da baixa idade do material analisado.
- ✓ De forma geral, as famílias de *Pinus greggii* que apresentaram resultados de propriedades mecânicas similares ao *Pinus taeda* foram as famílias 30, 45 e 43. Enquanto que as famílias 38 e 39 foram as que mais se distanciaram em relação a testemunha.
- ✓ As famílias de *Pinus greggii* que apresentam potencialidade futura para usos estruturais são as de número 30, 43 e 45.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de Madeira – NBR 7190. Rio de Janeiro: ABNT. 1997.

BARRICHELO, L.E.G. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira em *Pinus caribaea* Mor. Var. *hondurensis* Berr. E Golf. Para a produção de celulose e papel. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979, 167p. (Tese de Livre Docência).

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 14 SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec - Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

BENDTSEN, B.A. & SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown eastern cottonwood and Loblolly Pine. *Wood and Fibre Science*. 1986, ve 18 (1) : 21-38p.

CANCORE. **Annual report – 1998**. Raleigh: North Carolina State University, 1998.

COPANT Comisión Panamericana de Normas Técnicas. **Método de ensayo de flexión estática 555**. Abril de 1973.

DHAWAN, R.; KARIRA, B.G.; SHARMA, Y.K. Dissolving grade pulps from tropical pines. **Indian Forester**, Dehra Dun – India, 1990, 116(8):650-654 p.

DONAHUE, J.K; LOPEZ UPTON, J. Geographic variation in leaf, cone and seed morphology of *Pinus greggii* in native forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam – Holanda, n. 82: 145 – 157, 1996.

DONAHUE, J.K; PERRY, J.P.; SQUILLACE, A.E.; LIU, S. Geografic variation in stemxylem terpene chemistry in native populations of *Pinus greggii* Engelm. **Forest Genetics**, Zvolen –slovakia, 2 (4):217-225 p., 1995.

KELLISON, R. C. **Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification**. V.7,n.1, pag.279-291, jan./dez.2000 17º IUFRO World Cogress. Japão, pag. 77-87, 1981.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo. IPT. 1989. 418 p.

KLOCK, U. Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schied e *Pinus caribaea* Morelet var *hondurensis* Barr e Golf. 1989. Curitiba. Mestrando. 143 p. Universidade Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal.

KNIGGE, W.; SCHULTZ, H. Growndise der Forestbenutzung. Varlang Paul Parey, Hamburg and Berlin, 1966. 584p.

KOCH, P. Utilization of the southern pines. : USDA. Forest Service, 1972. 2v. (Agric. Handbook, 420).

KOLLMANN, F. F. P. Technologie des holzes und der holzwerka - toffe. Band I. Springer Verlag. 1951. 1050p.

----- & COTÊ JR. , W.A Principles of wood science and technology. Berlin, Springer, 1968. 2v.

MALAN, F.S. The wood properties and quality of *Pinus pringlei* Shaw and *P. greggii* Engelm. Compared with that of *P. patula* and *Pinus elliottii* grows in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, 1994, n. 171: 43-52 p.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia da Gimnospermas**. UFSM, 1995.

MIROV, N.T. **The genus *Pinus***. New York: the Ronald Press Company, 1967. 602 p.

BRAND, M. A. ; KRAMBECK, L. B. P. ; SIMAO, R. L. ; SIMIONI, F. J. ; SANQUETTA, C.R. ; 15  
SASSO, J.G. . Ensaio Experimental de espécies do gênero *Pinus* na avaliação das propriedades  
mecânicas da madeira. In: III Encontro de Ciência e Tecnologia, 2004, Lages. Anais do III ECTec -  
Encontro de Ciência e Tecnologia. Lages : Universidade do Planalto Catarinense, 2004.

MURILLO, O. Natural variation in wood specific gravity of *Pinus greggii*, *P. leiophylla*  
and *P. pringlei*. **CANCORE – Bulletin of Tropical Forestry**, Raleigh, n. 5, 1988.

PERRY, J.R. **The pines of Mexico and Central America**. Portland: Timber Press,  
1991.

POYNTON, R.J. **Tree planting in Southern Africa**. Vol. 1 The Pines. Republic of  
South Africa. 1977. S.A. Forestry Research institute. Department of Forestry, 575 p.

SHARMA, Y.K.; BHANDARI, K.S.; DHOUNDIYAL, S.N. Note on pilot plant trials  
on pulp and paper making characteristics of *Pinus greggii* and *Pinus pseudostrobus*.  
**Indian Forester**, Dehra Dun – India, 1987, 113 (7): 479-483 p.