

Manuscrito avaliado e aceito pelo comitê científico do II CBCTEM

Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural

Rodrigo F. Terezo¹, Carlos A. Szücs², Ângela do Valle², Carlos A. de P. Sampaio¹, Ângela M. Stüpp¹

¹ Núcleo de Engenharia de Biosistemas, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Lages- SC, Brasil

² Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Catarina e Coordenador do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira – GIEM/UFSC. Campus Universitário Trindade – Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO Esta pesquisa teve por objetivo o estudo de diversas propriedades físicas e mecânicas da espécie de paricá (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum*), com vistas à sua aplicação no setor da construção civil, bem como de sua classificação quanto à resistência mecânica. Estas propriedades foram obtidas de árvores com idades de crescimento de 6, 10, 19 e 28 anos. A espécie apresentou densidade média de 0,311 g/cm³, tendo aumentado de acordo com a idade da árvore. Análogo a esta, a resistência à compressão paralela às fibras também apresentou esta tendência. Contrariamente, observou-se perda de resistência à tração paralela e normal às fibras ao longo da idade. A resistência ao cisalhamento foi equivalente entre as idades, e essa equivalência também foi observada na resistência à compressão paralela às fibras (20 MPa), ao fendilhamento (0,35 MPa) e ao embutimento paralelo às fibras (6,73 MPa). O módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras também se mostrou equivalente (11.050 MPa), porém, distintas entre as idades para a resistência à flexão (8.740 MPa). A partir disto, entende-se que a madeira de paricá, independentemente da idade, pode ser denominada como dicotiledônea de classe C-20, pois atende aos quesitos especificados no item 10.6 da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997). Desta forma, infere-se que é possível a sua utilização como elemento estrutural.

Palavras-chave: Propriedades de resistência, *Schizolobium parahyba* var *amazonicum*, madeira de floresta plantada.

Paricá timber properties in different ages for structural use

ABSTRACT This research aimed to study various physical and mechanical properties of the specie of paricá (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum*), with a view to its application in the construction sector as well as its ranking as the mechanical strength. These properties were obtained from trees with 6, 10, 19 and 28 years old. The specie showed medium density of 0.311 g/cm³, having increased according to the age of the tree. Analogous to this, resistance to parallel compression to the fibers also showed this trend. Moreover, it was observed a loss of tensile strength parallel to and normal to the fiber along the age. The shear strength was equivalent between the ages, and this equivalence was also observed in the resistance to compression parallel to the fibers (20 MPa), to the cracking (0.35 MPa) and to the inlay parallel to the fibers (6.73 MPa). The modulus of elasticity by compression parallel to the fibers also showed equivalent (11.050 MPa), but different between the ages from bending strength (8.740 MPa). Thus, it is understood that paricá timber, no matter the age, can be denominated as a dicotyledonous of C-20 class, therefore attends the requirements specified on 10.6 topic on Brazilian Code NBR-7190/07. In this way, is possible its employment as structural element.

Keywords: Strength properties, *Schizolobium parahyba* var *amazonicum*, timber from forest planted.

Introdução

A madeira é um dos produtos mais valiosos que as árvores oferecem. Sendo produzida a partir do tecido formado pelas plantas lenhosas com funções de sustentação mecânica, a madeira continua presente em todos os setores e, por ser um material naturalmente resistente, é frequentemente utilizada como material de construção (CARNEIRO, 2010).

A demanda de madeiras como material de construção aumenta com a expansão do setor, não só nos usos tradicionais (estruturas, pisos e esquadrias), mas também como material principal, tendo o seu uso aumentado pelos sistemas *wood-frame* e perfilados de madeira roliça. Esta expansão tem requerido matérias primas de características uniformes, de amplo suprimento e baixo custo. Características estas encontradas principalmente em madeiras de florestas plantadas, homogêneas e de rápido crescimento (ICIMOTO, 2012).

Segundo Almeida et al. (2013), antes de a madeira ser empregada numa construção civil, seja ela uma casa, telhado, ponte, silo ou qualquer outra utilização de peças de madeira que se comportem como elemento estrutural, é imprescindível a classificação e caracterização das suas propriedades físicas e mecânicas, que são as principais propriedades da madeira a serem levadas em conta quando utilizada em estruturas. O desconhecimento das propriedades das espécies madeiras, que potencialmente podem servir como alternativas às espécies florestais com tendência a escassez, diminui suas oportunidades de utilização. Além disso, estudos sobre as características da madeira, de um modo geral, são importantes para definir sua viabilidade no setor da economia florestal (BOTELHO, 2011).

De acordo com Santos (2013), são as propriedades ligadas ao comportamento físico da madeira que mais apresentam influência direta sobre as propriedades mecânicas da mesma. Altos valores de teor de umidade, por exemplo, interferem nos valores de resistência e rigidez. Dentre as propriedades da

madeira, as propriedades mecânicas são as características mais importantes a serem analisadas num ensaio de caracterização. A padronização dos ensaios é necessária para fins de comparação entre espécies de madeira. O Anexo B da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997), referente às Estruturas em Madeira, apresenta as recomendações relativas a procedimentos de ensaios para a caracterização de espécies de madeira. Segundo a mesma norma, a classificação da resistência tem por objetivo padronizar as propriedades orientando a escolha do material para projetos estruturais.

Para a classificação, o fator tempo deve ser considerado de maior importância, já que ele está intimamente ligado à heterogeneidade da madeira de uma mesma árvore. Segundo Pulkki (1991) *apud* Silva (2002), o fator tempo age em concomitância com a qualidade genética e o nível de melhoramento da árvore, a variação entre procedências, as condições ambientais, os tratamentos silviculturais, o sítio e o controle de pragas e doenças, interferindo na variabilidade das características da estrutura e propriedades do lenho. Klock (2000) destaca que os estudos sobre a qualidade da madeira devem levar em consideração as variações da idade. Estas variações implicam na existência de grandes diferenças nas propriedades da madeira, cujas causas são difíceis de serem identificadas, isoladamente, devido à multiplicidade de fatores e a grande interação entre eles.

Flórez (2012) acredita que, com a tendência de aproveitamento das florestas plantadas em ciclos cada vez mais curtos devido ao rápido crescimento, obtêm-se árvores de dimensões comerciais em um período mais curto de tempo, gerando maior quantidade de madeira juvenil, existindo a possibilidade de a madeira ser de qualidade inferior em relação à madeira adulta e, portanto, com inferiores propriedades. Desta forma, com o propósito de subsidiar a definição do melhor uso racional da madeira, deve-se procurar compreender melhor o seu comportamento, o qual passa pelo conhecimento

das suas características intrínsecas que, devido à sua natureza e origem biológica, apresentam uma grande variabilidade, especialmente quando se considera a idade, origem, entre outras.

Assim sendo, este trabalho teve por objetivo caracterizar diversas propriedades físicas e mecânicas da espécie paricá (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum*) com vistas à sua aplicação no setor da construção civil, em especial em elementos estruturais, bem como de sua classificação quanto à resistência mecânica.

Material e Métodos

Amostragem das árvores

O material deste experimento foi a madeira de paricá proveniente de florestas plantadas do Estado do Pará. As madeiras de árvores com idades de 6 e 10 anos foram adquiridas em plantios do município de Aurora do Pará. Já as árvores com idades de 19 e 28 anos foram retiradas de plantações do município de Tomé-açu.

No plantio da empresa Tramontina S/A foram escolhidas duas áreas: Uma plantada em 1995 com 400 árvores de 10 anos de idade e outra plantada em 1998, também com 400 árvores de paricá com 6 anos de idade. Destas populações foram sorteadas oito árvores em cada uma das cinco amostras em cada plantio, perfazendo quarenta árvores por plantio, numa população total de oitocentas árvores para os dois plantios. A coleta do material experimental se deu em novembro de 2005.

Devido ao grande porte das árvores de 19 e 28 anos, foram selecionadas cinco árvores de cada idade no plantio pertencente ao Sr. João Francisco de Deus Neto, no total de dez árvores. A seleção e derrubada destas árvores se deu em novembro e dezembro de 2007.

No campo, observou-se que na primeira árvore derrubada, com idade estimada de 30 anos, o cerne se apresentava comprometido. A partir de então, foram realizadas batidas no

tronco das demais árvores para a detecção de uma provável degradação interna por meio da auscultação para coleta apenas das árvores íntegras.

As toras foram identificadas e divididas em toretes de 2,50 m e estes, identificados por árvore, idade e posição no fuste. Os toretes foram desdobrados em serrarias particulares. Optou-se por pranchas com espessuras entre 5 e 16 cm para que se tivesse um maior aproveitamento das toras. As tábuas receberam a mesma codificação e foram secas em estufa $102 \pm 3^\circ$ até atingir umidade final de 10 %.

Caracterização física e mecânica

Os testes de caracterização física e mecânica dos quatro lotes de madeira seguiram o critério de amostragem e metodologia de ensaio conforme a NBR-7190/97. Os testes realizados foram: densidade; compressão paralela às fibras, flexão, tração paralela às fibras, compressão normal às fibras, tração normal às fibras, fendilhamento e embutimento paralelo às fibras.

Também, foram realizados testes de cisalhamento seguindo os padrões de velocidade de carregamento segundo a NBR-7190/97. Porém, os corpos-de-prova de cisalhamento paralelo às fibras tiveram sua geometria similar ao do teste de cisalhamento da Norma Francesa NF B 5-32/1942 – “*Essai de cisaillement*”. Pesquisas realizadas por Santos Neto, Szücs e La Rovere (1998) revelaram que este modelo de corpo-de-prova simula com eficiência a ruptura da madeira por cisalhamento puro, já que o sistema de forças atua sobre o eixo longitudinal da peça.

Outra característica do modelo de corpo-de-prova adaptado, como pode ser observado na Figura 1, é de que são produzidas duas áreas (zona A e zona B), por meio de três sulcos dispostos transversalmente, para que se possa obter a ruptura por cisalhamento na área mais fraca entre as duas zonas.

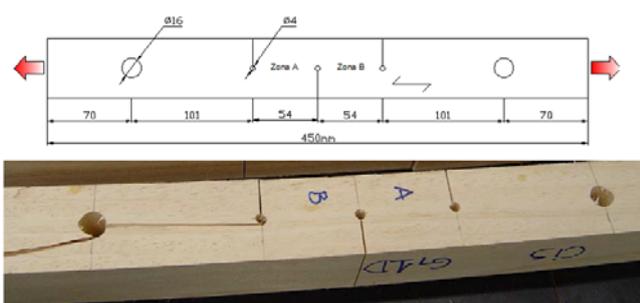


Figura 1. Desenho esquematizado do corpo de prova, e corpo de prova ensaiado.

Figure 2. Schematic of specimens before and after the tests.

O corpo-de-prova adotado possui dimensões maiores do que o da NF B 5-32. Esta nova geometria foi concebida para que a área de ruptura de cisalhamento fosse igual da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997). Devido ao aumento dessa área, as distâncias entre os pontos de aplicação da carga em relação à área de cisalhamento e à extremidade do corpo-de-prova foram aumentadas proporcionalmente para se evitar rompimentos por cisalhamento fora da zona determinada ou por fendilhamento.

Foram também introduzidos pequenos furos de ϕ 4mm entre os sulcos, sugeridos por Santos Neto, Szücs e La Rovere (1998), para minimizar o acúmulo de tensões e evitar uma ruptura prematura do corpo-de-prova.

Todos os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de peças de 250 cm de comprimento e isentas de defeitos. Foram eliminados 30 cm dos topos das peças para evitar a influência de defeitos de fissuras e rachaduras sobre os corpos-de-prova, sendo somente utilizada a parte central restante das peças com 190 cm de comprimento.

Foram elaborados desenhos esquemáticos para a extração dos corpos-de-prova para cada bitola de peça. Desta maneira pode-se contabilizar o número total de peças necessárias para a confecção dos corpos-de-prova.

Os corpos-de-prova receberam identificação correspondente à das peças de origem. Essa codificação foi necessária e realizada de maneira meticulosa para que, ao final, se pudesse

correlacionar os valores dos ensaios de todos os corpos-de-prova com a velocidade de propagação da onda ultrassônica obtida nas peças de origem.

Equipamentos

O equipamento de ensaio empregado para os testes de cisalhamento, tração normal às fibras, embutimento paralelo às fibras, tração paralela às fibras e fendilhamento foi a Máquina Universal de Ensaios Kratos, uma máquina eletromecânica operada com o auxílio de um programa computacional.

Para os testes de compressão paralela às fibras, flexão e compressão normal às fibras foi utilizada a Máquina Universal de Ensaios Mohr & Federhaff, um equipamento servo-hidráulico em que são acoplados, além dos dispositivos metálicos para ensaios, transdutores de deslocamentos eletrônicos e célula de carga. Estes sensores eletrônicos são conectados a um equipamento de aquisição de dados chamado *Spider*. Após o armazenamento de todos os dados em arquivos digitais, foram gerados os gráficos de tensão x deformação e determinados os valores máximos de resistência, bem como os valores de módulo de elasticidade para os ensaios de compressão paralela às fibras e de flexão. A confecção dos gráficos e a determinação desses valores seguiram as recomendações da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997).

Análise estatística

Neste estudo foi empregada a análise múltipla de variância e das médias, tendo como base a distribuição normal dos dados. Foram aplicados os Testes de Cochran, Teste de Normalidade dos Resíduos por Kolmogorov-Smirnov (K-S), a ANOVA e Duncan. O nível de confiabilidade empregado foi o de 95%. Foram analisadas as médias das propriedades anatómicas das fibras dos quatro lotes (PRUDÊNCIO JUNIOR, 2002).

Resultados e Discussão

Os resultados das propriedades físico-mecânicas da madeira de paricá em quatro idades diferentes estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados mostram que a madeira de paricá, independentemente da idade, pode ser denominada como dicotiledônea de classe C-20, já que atende aos quesitos especificados no item 10.6 da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997), que preconiza levar em consideração o valor característico de resistência à compressão paralela às fibras e o seu respectivo

módulo de elasticidade médio, ambos a 12% de teor de umidade. Assim, é possível a sua utilização como elemento estrutural.

Há um aumento da densidade da madeira à medida que a árvore fica mais velha. Entretanto, os valores nas idades de 19 e 28 anos foram menores do que os valores das árvores de 6 e 10 anos de idade. A espécie apresentou, em média, densidade de 0,311 g/cm³. Este resultado teve o mesmo comportamento que o de Loureiro et al. (2000), corroborado por Jesus (2004),

Tabela 1. Valores de propriedades físicas e mecânicas do paricá em diferentes idades
Table 1. Values of physical and mechanical properties of parica wood in different ages.

Propriedade Física		6 anos		10 anos		19 anos		28 anos	
		Valor	-	Valor	-	Valor	-	Valor	-
Densidade	Media	327,99 kg/m ³		347,47 kg/m ³		272,87 kg/m ³		296,26 kg/m ³	
	D.P.	45,75		39,94		32,21		48,24	
	C.V.	13,95		11,49		11,81		16,28	
Propriedades Mecânicas		6 anos		10 anos		19 anos		28 anos	
		Resistência	Módulo E						
Compressão Paralela	Caract	22,90 MPa		20,05 MPa		21,40 MPa		22,08 MPa	
	Media	30,84 MPa	11.418,09 MPa	30,03 MPa	10.479,19 MPa	26,96 MPa	11.751,65 MPa	29,46 MPa	10.582,63 MPa
	D.P.	4,66	2.309,00	5,53	1.869,49	4,72	2.100,83	5,02	2.222,20
	C.V.	15,11 %	19,64 %	18,42 %	17,29 %	17,51 %	17,56 %	17,04 %	20,60 %
Flexão	Caract	44,13 MPa		41,95 MPa		33,12 MPa		31,19	
	Media	57,50 MPa	9.293,41 MPa	61,11 MPa	9.332,38 MPa	44,63 MPa	8.190,51 MPa	45,88 MPa	8.137,64 MPa
	D.P.	9,61	1.140,02	11,08	1.656,58	9,72	1.652,11	9,90	1.418,18
	C.V.	16,72 %	11,91 %	18,14 %	17,20 %	21,78 %	19,82 %	21,59 %	17,09 %
Compressão Normal	Caract	2,45 MPa		1,88 MPa		1,54 MPa		1,65 MPa	
	Media	3,15 MPa		2,78 MPa		2,00 MPa		2,24 MPa	
	D.P.	0,59		0,61		0,34		0,46	
	C.V.	18,76 %		21,79 %		17,22 %		20,52 %	
Tração Paralela	Caract	58,86 MPa		51,65 MPa		33,68 MPa		41,96 MPa	
	Media	80,83 MPa		63,52 MPa		46,73 MPa		54,94 MPa	
	D.P.	15,05		11,58		9,18		10,76	
	C.V.	18,62 %		18,22 %		19,64 %		19,59 %	
Tração Normal	Caract	3,88 MPa		2,97 MPa		2,88 MPa		2,39 MPa	
	Media	3,23 MPa		2,86 MPa		2,68 MPa		2,56 MPa	
	D.P.	0,58		0,57		0,51		0,51	
	C.V.	17,85 %		19,94 %		19,20 %		19,94 %	
Cisalhamento	Caract	2,06 MPa		2,03 MPa		1,80 MPa		2,12 MPa	
	Media	2,72 MPa		2,62 MPa		2,35 MPa		2,99 MPa	
	D.P.	0,46		0,53		0,37		0,69	
	C.V.	17,02 %		20,19 %		15,82 %		23,08 %	
Fendilhamento	Caract	0,35 MPa		0,35 MPa		0,34 MPa		0,36 MPa	
	Media	0,48 MPa		0,50 MPa		0,47 MPa		0,52 MPa	
	D.P.	0,10		0,09		0,08		0,11	
	C.V.	20,58 %		18,85 %		18,20 %		20,32 %	
Embutimento Paralelo	Caract	6,45 MPa		7,68 MPa		6,00 MPa		6,80 MPa	
	Media	8,75 MPa		9,92 MPa		8,85 MPa		10,14 MPa	
	D.P.	1,52		1,77		1,65		1,53	
	C.V.	17,32 %		17,83 %		18,64 %		15,13 %	

Valores característicos a 12% umidade; Média – Valores médios a 12% de umidade; D.P. – Desvio-padrão; Erro – Erro relativo da amostra; C.V – Coeficiente de Variação. Amostras com 13 corpos-de-prova no mínimo para cada propriedade e idade.

que afirmam que a madeira possui densidade baixa. Hillig et al. (2012) verificaram, para a *Araucaria angustifolia*, variação da massa específica entre as idades 32, 33, 43, 49, 49, 53 e 58 anos de idade, mas não puderam estabelecer um padrão de variação. Ainda, estudando a *Toona ciliata* aos 6, 12 e 18 anos, Braz et al. (2013) encontraram valores médios de 0,318 g/cm³ para a densidade básica, tendo observado uma tendência de crescimento dos valores de densidade em função do aumento da idade.

Para Panshin e Zeeuw (1970) *apud* Burger e Richter (1991), determinadas espécies podem apresentar aumento ou diminuição da densidade básica em função da idade, de acordo com as condições ambientais a que estejam submetidas. Apesar disto, é difícil determinar a influência direta da idade da árvore na densidade básica, pois os resultados são, frequentemente, mascarados pelas condições ambientais durante o ciclo de vida da árvore.

Com base na Tabela 1 e com os dados provenientes das fichas de caracterização mecânica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e do Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA – LPF e do anexo E da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997), foi produzido o

gráfico da Figura 2 a seguir. É possível observar, nas diferentes idades, o desempenho da madeira de paricá proveniente de floresta plantada em comparação com a de árvore nativa e de outras espécies exóticas plantadas no Brasil.

Pela Figura 2 percebe-se que a madeira de paricá, independentemente da idade, possui resistência à compressão paralela às fibras semelhante ao da madeira de árvore nativa pesquisada pelo IPT, porém menor do que a madeira nativa estudada pelo LPF, assim como das demais espécies exóticas de floresta plantada. Ainda, observa-se uma pequena tendência de crescimento de resistência ao longo da idade, análogo às propriedades anatômicas pesquisadas, as quais também tendem a aumentar conforme a idade da árvore. Semelhante a este, Braz et al. (2013) encontraram resistência média de 27 MPa, e notaram o mesmo comportamento de aumento de resistência em função da idade para a *Toona ciliata*.

Além disso, observa-se uma perda de resistência à tração paralela às fibras ao longo da idade, obtendo-se valores médios menores que das espécies exóticas plantadas.

A Figura mostra, também, que a madeira jovem de paricá possui resistência à tração normal às fibras superior às demais

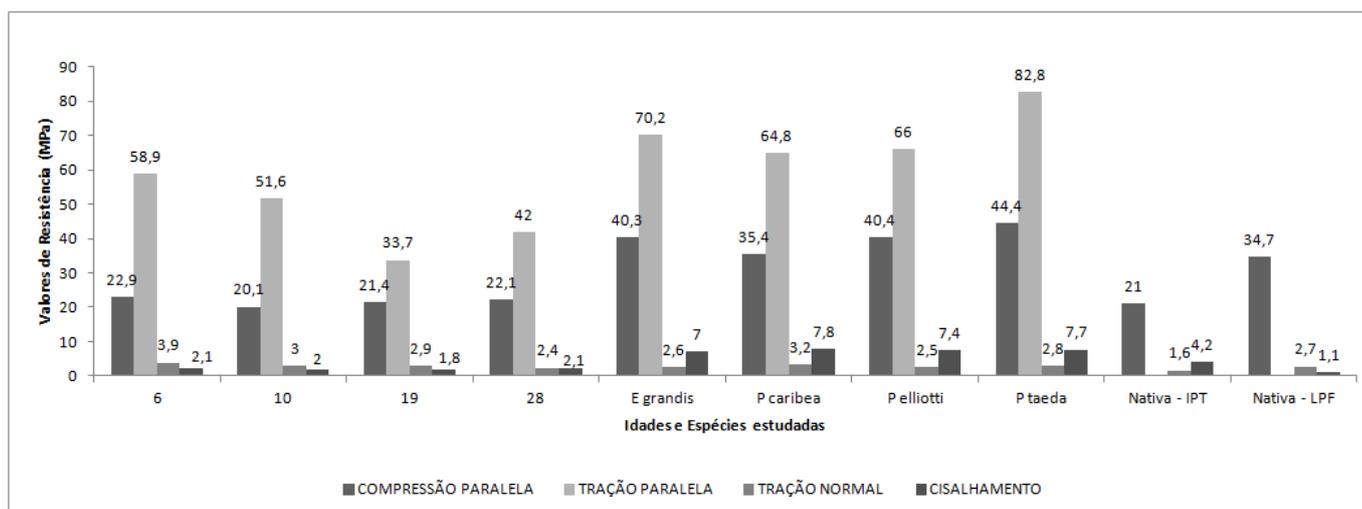


Figura 3. Valores de Resistência a Compressão paralela, Tração paralela, Tração normal e Cisalhamento.

Figure 4. Values of parallel compression strength, parallel tensile, normal tensile and shear strength.

idades, às estudadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1988) e Laboratório de Produtos Florestais (LPF, 1989) e às espécies exóticas, obtendo-se uma perda de resistência à medida que a idade aumenta. Para Burger e Richter (1991), a inclinação das microfibrilas reflete na resistência à tração, o que pode esclarecer tal perda de resistência ao longo da idade. Os pesquisadores afirmaram que quanto mais vertical for a orientação das microfibrilas, maior será a resistência à tração da madeira. Esta inclinação para o paricá não foi determinada neste experimento.

Pode-se observar que a resistência ao cisalhamento é equivalente entre as idades, sendo, porém, inferior à resistência da espécie nativa estudada pelo IPT, e das demais espécies exóticas. Por outro lado, é superior à espécie nativa pesquisada pelo LPF, revelando a influência do sítio e trato silvicultural em relação a esta propriedade para o paricá. Para os testes de cisalhamento, os valores dos coeficientes de variação obtidos foram menores que os apresentados no anexo E da Norma NBR 7190 da ABNT (ABNT, 1997) para outras espécies. Esta

norma admite um coeficiente de variação de 28% para resistências a solicitações tangenciais. Assim, o modelo proposto de corpo-de-prova é adequado e possível de ser empregado em testes de cisalhamento.

Os valores médios encontrados para o MOR e MOE à flexão estática da madeira foram de 52,28 MPa e 8.738 MPa, respectivamente. Pode-se verificar um crescimento entre os 6 e 10 anos, seguido por queda nas demais idades para ambos os parâmetros. Na Tabela 2 é possível perceber que, no geral, houve diferença significativa entre as idades, com exceção entre as idades 6 e 10, e 19 e 28 anos. Braz et al. (2013) obtiveram valores médios de 46 MPa e 5.105 MPa para o MOR e MOE, respectivamente. Almeida et al. (2013) constataram, para árvores de 10 anos de paricá, módulo de ruptura e módulo de elasticidade médios de 50 e 8.900 MPa, respectivamente. Vi-daurre (2010) conseguiu valores de MOE para as idades 5, 7, 9 e 11 de 5.107 MPa, 6.332 MPa, 5.422 MPa, e 6.383 MPa, respectivamente, os quais se apresentaram relativamente abaixo dos encontrados nesta pesquisa, como pode ser verificado na Tabela 2. Nassur (2010) encontrou para o MOR um

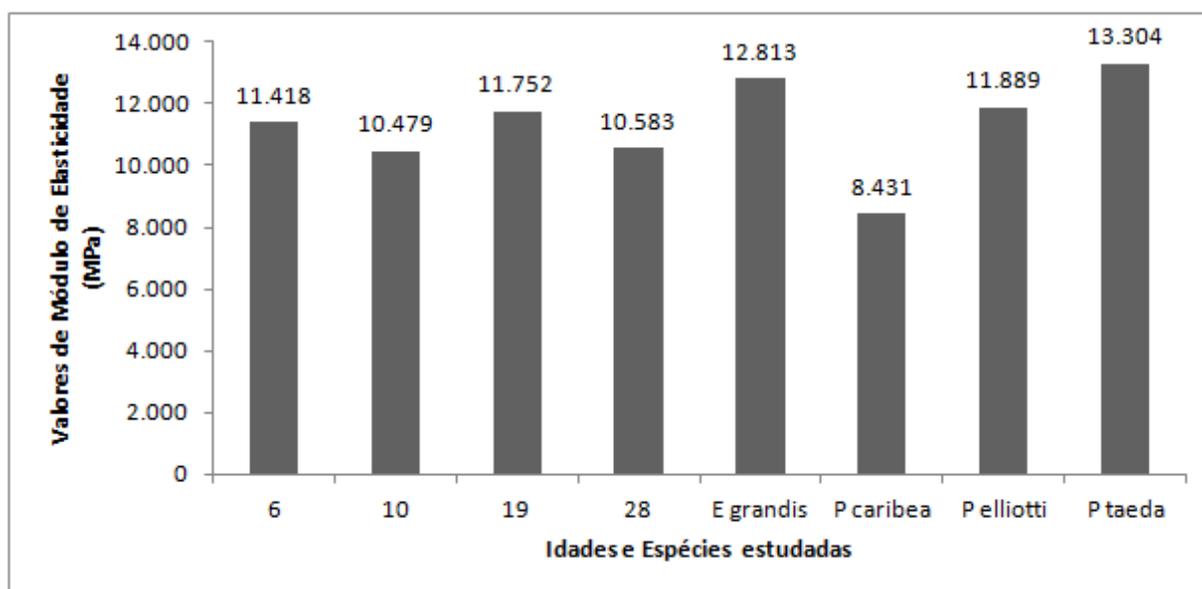


Figura 5. Valores de Módulo de Elasticidade a Compressão Paralela.

Figure 6. Values of modulus of elasticity at parallel compression.

valor de 29,02 MPa e para o MOE de 8.198 MPa. Apesar de estes autores terem estudado a *Toona ciliata*, sua caracterização se assemelha com a do *Schizolobium parahyba* var *amazonicum*, o que possibilita a comparação.

Como pode ser visto na Figura 3, para o módulo de elasticidade a compressão paralela às fibras percebeu-se a ocorrência de variação entre as espécies plantadas, porém com uma variação não acentuada e com valores próximos a 11.000 MPa. Isso revela que a madeira de paricá possui desempenho equivalente a estas espécies exóticas de florestas plantadas no Brasil.

A Tabela 2 mostra a comparação entre as propriedades físico-mecânicas da madeira de paricá nas idades de 6, 10, 19 e

28 anos. Observa-se que, para as propriedades de densidade básica e tração paralela, houve diferença significativa entre todas as idades. Na tração paralela há uma tendência de perda de resistência ao longo da idade, com valores das duas idades iniciais maiores que os valores das duas idades finais. Nestas propriedades, tanto a idade como o sítio e tratamentos silviculturais influenciaram nos resultados. Para a compressão normal, as idades iniciais de 6 e 10 anos se diferenciaram significativamente das demais idades, havendo uma igualdade entre as idades de 19 e 28 anos. Porém, para a propriedade de cisalhamento paralelo às fibras houve somente diferença entre as idades finais de 19 e 28 anos.

Tabela 2. Comparação entre médias das propriedades do paricá em diferentes idades.

Table 3. Comparison of average values of paricá wood properties in different ages.

Propriedade	Idade	Tratamentos			Propriedade	Idade	Tratamentos		
		B	C	D - 28 anos			B	C	D - 28 anos
Densidade	A - 6 anos	≠	≠	≠	Tração //	A - 6 anos	≠	≠	≠
	B - 10 anos		≠	≠		B - 10 anos		≠	≠
	C - 19 anos			≠		C - 19 anos			≠
Compressão //	A - 6 anos	=	=	=	Tração ⊥	A - 6 anos	=	≠	≠
	B - 10 anos		=	=		B - 10 anos		=	=
	C - 19 anos			=		C - 19 anos			=
Flexão	A - 6 anos	=	≠	≠	Cisalhamento	A - 6 anos	=	=	=
	B - 10 anos		≠	≠		B - 10 anos		=	=
	C - 19 anos			=		C - 19 anos			≠
Compressão ⊥	A - 6 anos	≠	≠	≠	Fendilhamento	A - 6 anos	=	=	=
	B - 10 anos		≠	≠		B - 10 anos		=	=
	C - 19 anos			=		C - 19 anos			=
					Embutimento	A - 6 anos	=	=	=
						B - 10 anos		=	=
						C - 19 anos			=

Sendo: A – árvores de 6 anos; B – árvores de 10 anos; C – árvores de 19 anos; e D – árvores de 28 anos.

Conforme as Tabelas 2 e 3, os valores médios de resistência e módulo de elasticidade a compressão paralela às fibras, a resistência ao fendilhamento, e a resistência ao embutimento paralelo às fibras foram equivalentes em todas as idades. Já os valores médios de resistência e módulo de elasticidade à flexão revelam uma diferença entre as duas idades mais jovens em relação às duas idades mais adultas, as quais podem estar relacionadas tanto com a idade como com o sítio e trato silvicultural.

Tabela 4. Comparação entre médias do módulo de elasticidade do paricá em diferentes idades.

Table 5. Comparison of average values of modulus of elasticity of paricá wood in different ages.

Módulo de Elasticidade (E)	Idade	Tratamentos		
		B	C	D - 28 anos
Compressão //	A - 6 anos	=	=	=
	B - 10 anos		=	=
	C - 19 anos			=
Flexão	A - 6 anos	=	≠	≠
	B - 10 anos		≠	≠
	C - 19 anos			=

Por fim, verifica-se que há uma diferença significativa entre os valores médios na maioria das propriedades da madeira de paricá. Isso se deve ao fato de as árvores apresentarem idades distintas e, também, por terem se desenvolvido com tratamentos silviculturais e em sítios diferentes. Vale ressaltar que, com base nessas diferenças apresentadas entre a maioria das propriedades, torna-se importante uma caracterização, mesmo que simplificada, dos lotes de madeira de floresta plantada. Essas características poderão ser utilizadas como referência para a concepção de produtos com melhor desempenho e maior confiabilidade.

Conclusões

- Não houve diferença significativa entre os lotes para o módulo de elasticidade e resistência à compressão paralela às fibras, o que também foi observado para a resistência ao fendilhamento e ao embutimento paralelo às fibras;
- Os valores médios de resistência e de módulo de elasticidade à flexão revelam uma diferença entre as duas idades mais jovens em relação às duas idades mais adultas;
- Para a compressão normal, as idades iniciais de 6 e 10 anos se diferenciaram significativamente das demais idades, havendo uma igualdade entre as idades de 19 e 28 anos.
- Com base na NBR-7190/97, todos os lotes de paricá pesquisados podem ser classificados como pertencentes à classe C-20 de resistência.
- A maioria das propriedades avaliadas apresentaram diferenças significativas e servem como referência para a concepção de produtos de paricá com melhor desempenho e maior confiabilidade.

Referências

- ALMEIDA, D. H. de; SCALIANTE, R. de M.; MACEDO., L. B. de; MACÊDO, N. A.; DIAS, A. A.; CHRISTOFORO, A. L.; JUNIOR, C. C. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb) em peças de dimensões estruturais. Revista Árvore, Viçosa - MG, v.37, n.6, p.1175-1181, 2013
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- BOTELHO, M. N. Caracterização das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica - RJ. 2011. 27p.
- BRAZ, R. L.; OLIVEIRA, J. T. da S.; RODRIGUES, B. P.; ARANTES, M. D. C. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. Floresta, v. 43, n. 4. Curitiba, 2013. p. 663 - 670

- BURGER, Luiza M.; RICHTER, Hans G. Anatomia da Madeira. São Paulo: Nobel, 1991. 155 p.
- CARNEIRO, R. P. Colagem de junta de madeira com adesivo epóxi. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Pará. Belém, 2010. 90p.
- FLÓREZ, J. B. Caracterização tecnológica da madeira jovem de Teca (*Tectona grandis* L.f.). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 2012. 85p.
- HILLIG, E.; MACHADO, G. de O.; HOLK, D. L.; CORRADI, G. M. Propriedades físicas da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze em função da posição no fuste para diferentes idades. *Cerne*, v. 18, n. 2. Lavras, 2012. p 257-263.
- ICIMOTO, F. H. Dormentes em madeira laminada colada de *Pinus oocarpa*. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais). Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 2012. 126p.
- KLOCK, U. Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000. 257 p.
- NASSUR, O. A. C. Variabilidade das propriedades tecnológicas da madeira de *Toona ciliata* M. Roem. com dezoito anos de idade. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2010. 84 p.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. Textbook of technology. New York: McGraw-Hill, 1964. 404 p.
- PRUDÊNCIO JUNIOR, L. R. Métodos estatísticos. Notas de aula da disciplina Métodos Estatísticos do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis: 2002. 82 p.
- SANTOS NETO, Almir B. da S.; SZÜCS, C. A.; LA ROVERE, H. L. Proposta de ensaio para cisalhamento paralelo às fibras da madeira. VI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira – EBRAMEM. Anais... Florianópolis, 1998. Vol 1.
- SANTOS, C. V. F. dos. Caracterização físico-mecânica de elementos Estruturais roliços perfilados de Amaru. Itapeva, SP. 2013. 68f.
- SILVA, J. DE C. Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. 160 p.
- SZÜCS, C. A. (Coord.). Móveis e madeiras em Santa Catarina. Projeto Arranjos Produtivos Locais – APL. Relatório Técnico, vol 1. Florianópolis, 2004.
- VIDAURRE, G. B. Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Shizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2010.