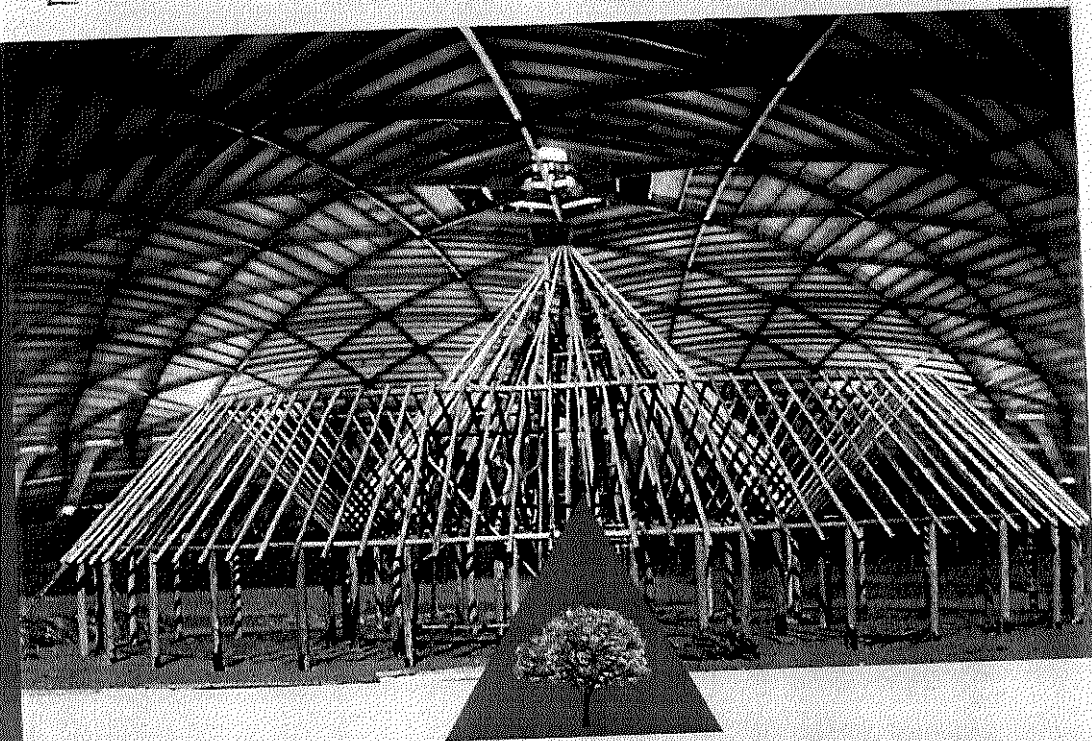


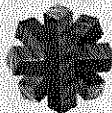
# VIII EBRAMEM

ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS  
E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA



24 a 26 de julho de 2002  
*Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.*

Realização  
FECV-UFU IBRAMEM



VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA  
UBERLÂNDIA – JULHO DE 2002

ANÁLISE DAS RELAÇÕES PROPOSTAS PELA NORMA BRASILEIRA NBR 7190 PARA  
CARACTERIZAÇÃO SIMPLIFICADA DA RESISTÊNCIA DE MADEIRAS

Fabrizio Moura Dias (fmdias@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira - Área Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais.

Francisco Antonio Rocco Lahr (frocco@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira - Departamento de Engenharia de Estruturas.

**RESUMO:** Apresentam-se neste trabalho aferições das expressões propostas pela norma brasileira NBR 7190/1997 – Projeto de Estruturas de Madeira, que permitem a estimativa das resistências da madeira de espécies usuais a partir da resistência à compressão paralela às fibras. Para esse estudo utilizaram-se resultados de quarenta espécies nativas do grupo dicotiledôneas, ensaiadas nos últimos anos no Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM), do Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP). O método utilizado para as respectivas aferições foi o teste “pairing”, que permite a comparação de pares de resultados. Através desse teste, pôde-se verificar que das expressões propostas pela NBR 7190/1997 algumas não fornecem resultados equivalentes aos obtidos nos ensaios experimentais. Neste caso, foram indicadas as expressões mais coerentes para a estimativa mencionada.

**Palavras-chave:** madeira, resistência, rigidez.

ANALYSIS OF THE EXPRESSIONS PROPOSED BY THE BRAZILIAN CODE  
NBR 7190 TO SIMPLIFIED CHARACTERIZATION OF WOOD MECHANICAL PROPERTIES

**ABSTRACT:** This paper presents the calibration of the expressions proposed by the Brazilian Code NBR 7190/1997 - Design of Timber Structures, being these a simplified method of characterizing mechanical properties of common wood species by means of tests of strength in compression parallel to the grain. For this study results from forty Brazilian native species of hardwoods were used. For the calibration, the "pairing" test was employed, allowing the comparison of pairs of results. Through of this test it could be verified that of the expressions proposed by NBR 7190/1997 some don't supply equivalent results to the obtained in the experimental tests. In this case, it was indicated the most coherent expressions for the mentioned estimate.

**Keywords:** wood, strength, stiffness.

1261091  
160902

SYSNO	1261091
PROD	002400
ACERVO EESC	

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas possibilita um uso mais racional da madeira. A atual NBR 7190/1997: Projeto de estruturas de madeira, da Associação brasileira de Normas Técnicas estabelece três alternativas para a caracterização das propriedades das madeiras para emprego estrutural. Os valores das propriedades são referidos à condição-padrão de umidade (12%).

Para espécies não conhecidas, adota a caracterização completa, determinada pelas seguintes propriedades:

- resistência à compressão paralela e normal às fibras;
- resistência à tração paralela às fibras;
- resistência à tração normal às fibras (considerada nula para efeito de projeto estrutural);
- resistência ao cisalhamento paralelo às fibras;
- resistência ao embutimento paralelo e normal às fibras;
- densidade básica e aparente.

Para espécies pouco conhecidas, adota a caracterização mínima, determinada pelas seguintes propriedades:

- resistência à compressão paralela às fibras;
- resistência à tração paralela às fibras;
- resistência ao cisalhamento paralelo às fibras;
- densidade básica e aparente.

Para espécies usuais, a NBR 7190/1997 adota a resistência à compressão paralela às fibras como referência e permite a estimativa de outras propriedades a partir dela, através de equações estabelecidas.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo, aferir as equações propostas pela NBR 7190/1997, que permitem a caracterização simplificada das resistências da madeira do grupo de dicotiledôneas, a partir dos ensaios de resistência à compressão paralela às fibras.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A atual norma NBR 7190/1997 recomenda expressões para a caracterização simplificada das resistências da madeira a partir da resistência à compressão paralela às fibras. As Equações 1 a 3 são as consideradas nesta pesquisa, para verificação dos resultados analisados e aferição dessas respectivas expressões.

$$f_{c0,k} / f_{t0,k} = 0,77 \quad (1)$$

$$f_{tM,k} / f_{t0,k} = 1,0 \quad (2)$$

$$\text{Para dicotiledôneas: } f_{V0,k} / f_{c0,k} = 0,12 \quad (3)$$

Nas quais:  $f_{c0,k}$  = resistência característica da madeira à compressão paralela às fibras;

$f_{t0,k}$  = resistência característica da madeira à tração paralela às fibras;

$f_{tM,k}$  = resistência característica convencional no ensaio de flexão estática;

$f_{V0,k}$  = resistência característica ao cisalhamento.

Essas equações tratam-se de parâmetros imprescindíveis para o dimensionamento de elementos estruturais de madeira.

Foram considerados, nas análises, os resultados da experimentação realizada na madeira de quarenta espécies nativas, do grupo dicotiledôneas (ver Tabela 1), no Laboratório de Madeira e Estruturas de Madeira (LaMEM), do Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP).

Tabela 1 – Nomes das espécies

Nome vulgar	Nome científico	Nome vulgar	Nome científico
Angelim-amargoso	<i>Vatairea fusca</i>	Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>
Angelim-araroba	<i>Vataireopsis araroba</i>	Goiabão	<i>Planchonella pachycarpa</i>
Angelim-ferro	<i>Hymenolobium</i> sp	Guaiçara	<i>Luetzelburgia</i> sp
Angelim-pedra-verdadeiro	<i>Dinizia excelsa</i>	Guarucuia	<i>Peltophorum vogelianum</i>
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	Ipê	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Angelim-saia	<i>Vatairea</i> sp	Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>
Angico-preto	<i>Piptadenia macrocarpa</i>	Jatobá	<i>Hymenaea</i> sp
Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Louro-preto	<i>Ocotea</i> sp
Cafearana	<i>Andira stipulacea</i>	Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>
Canafistula	<i>Cassia ferruginea</i>	Mandioqueira	<i>Qualea paraensis</i>
Casca-grossa	<i>Ocotea odoriferar</i>	Oiticica Amarela	<i>Clarisia racemosa</i>
Castelo	<i>Calycophyllum multiflorum.</i>	Oiuchu	<i>Pradosia</i> sp
Catanudo	<i>Calophyllum</i> sp	Parinari	<i>Parinari excelsa</i>
Cedro-amargo	<i>Cedrela odorata</i>	Piolho	<i>Tapirira</i> sp
Cedro-doce	<i>Cedrella</i> sp	Quarubarana	<i>Erisma uncinatum</i>
Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Rabo-de-arraia	<i>Vochysia haenkeana</i>
Champanhe	<i>Dipteryx odorata</i>	Sucupira	<i>Diplotropis incexis</i>
Copaíba	<i>Copaifera cf. ret</i>	Tachi	<i>Tachigali myrmecophila</i>
Cupiúba	<i>Goupia glabra.</i>	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
Cutiúba	<i>Goupia paraensis</i>	Umirana	<i>Qualea retusa</i>

Os métodos adotados para esse estudo compreenderam os seguintes passos:

- Calculou-se a resistência característica de cada propriedade em questão através dos resultados obtidos nos ensaios experimentais, seguindo prescrições da norma NBR 7190/1997. As resistências características foram calculadas pela Equação 4, e as classes de resistência obtidas, para dicotiledôneas, constam da Tabela 2.

$$f_{w,k} = \left( 2 \frac{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{\frac{n}{2}-1}}{\frac{n}{2} - 1} - f_{\frac{n}{2}} \right) 1.1 \tag{4}$$

Onde:

f<sub>w,k</sub>: resistência característica;  
n: número de corpos-de-prova ensaiados.

Os resultados foram colocados em ordem crescente,  $f_1 \leq f_2 \leq \dots \leq f_n$ , desprezando-se o valor mais alto para número de corpos-de-prova ímpar, não se tomou para  $f_{w,k}$  valor inferior a  $f_1$ , nem a 0,70 do valor médio.

Tabela 2 – Classes de resistência das dicotiledôneas.					
DICOTILEDÔNEAS					
(valores na condição padrão de referência, U = 12%)					
Classes	$f_{c0,k}$ MPa	$f_{vk}$ MPa	$E_{c0,m}$ MPa	$\rho_{bas,m}$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{apa}$ kg/m <sup>3</sup>
C20	20	4	9500	500	650
C30	30	5	14500	650	800
C40	40	6	19500	750	950
C60	60	8	24500	800	1000

Fonte: NBR 7190/1997.

Onde:  $f_{c0,k}$  - resistência característica à compressão paralela às fibras;  
 $f_{vk}$  - resistência característica ao cisalhamento;  
 $E_{c0,m}$  - módulo de elasticidade médio na compressão paralela às fibras;  
 $\rho_{bas,m}$  e  $\rho_{apa}$  - densidade básica e densidade aparente, respectivamente.

- Aplicou-se as relações entre propriedades propostas pela NBR 7190/1997;
- Comparou-se os valores médios obtidos pelos quocientes entre resistências características com os valores apresentados pela NBR 7190/1997;
- Calculou-se usando as expressões descritas pela norma, os valores das resistências características para cada propriedade analisada;
- Aplicou-se o teste “pairing” para verificar se as expressões para a caracterização simplificada da madeira, proposta pela NBR 7190/1997, fornecem resultados equivalentes aos obtidos através dos ensaios experimentais. A aplicação do teste “pairing” é procedimento usual em análise desta natureza, conforme registram diversos autores, entre eles LAHR (1983) e LOGSDON (1998).

### 3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 3 constam os valores característicos da resistência à compressão paralela às fibras de todas espécies estudadas. Esses valores foram utilizados para calcular as relações expressas na Tabela 4. As respectivas relações são para aferição das expressões apresentadas pela NBR 7190/1997, Equações 1 a 3 (apresentadas anteriormente). Essas expressões são utilizadas para a estimativa das resistências da madeira a partir da resistência à compressão paralela às fibras.

Observa-se, na Tabela 4, que os valores médios obtidos pelos quocientes entre resistências características, diferem bastante dos apresentados pela NBR 7190/1997, exceto para  $f_{c0,k}/f_{t0,k}$ . Devido a essa diferença, calculou-se as resistências características utilizando as expressões fornecidas na referida normalização. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 3 – Apresentação dos resultados das resistências características das espécies.

Espécies (Nomes científicos)	Resistências características			
	$f_{c0,k}$ (MPa)	$f_{t0,k}$ (MPa)	$f_{tM,k}$ (MPa)	$f_{v0,k}$ (MPa)
<i>Vatairea fusca</i>	47,7	51,0	78,4	13,2
<i>Vataireopsis araroba</i>	45,3	49,1	78,4	8,4
<i>Hymenolobium</i> sp	71,0	81,0	107,0	13,6
<i>Dinizia excelsa</i>	72,7	77,0	90,2	13,4
<i>Hymenolobium petraeum</i>	44,5	56,5	72,5	9,3
<i>Vatairea</i> sp	51,1	70,4	76,7	12,1
<i>Piptadenia macrocarpa</i>	55,6	77,3	84,2	18,0
<i>Sebastiania commersoniana</i>	45,6	67,2	64,1	13,8
<i>Andira stipulacea</i>	42,4	59,0	66,4	7,2
<i>Cassia ferruginea</i>	36,4	59,4	79,4	13,0
<i>Ocotea odorifera</i>	44,5	92,5	87,5	9,4
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	54,5	86,4	99,9	15,6
<i>Calophyllum</i> sp	51,0	47,4	58,2	12,3
<i>Cedrela odorata</i>	30,4	41,6	49,5	11,0
<i>Cedrella</i> sp	27,9	48,8	44,4	6,6
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	28,9	45,7	46,0	8,3
<i>Dipteryx odorata</i>	96,2	90,6	128,7	13,5
<i>Copaifera</i> cf. <i>ret</i>	44,1	52,7	67,2	10,3
<i>Goupia glabra</i>	39,9	54,1	55,6	12,0
<i>Goupia paraensis</i>	55,3	75,2	88,8	12,6
<i>Apuleia leiocarpa</i>	65,4	81,3	83,2	17,4
<i>Planchonella pachycarpa</i>	43,1	83,5	95,2	12,1
<i>Luetzelburgia</i> sp	58,9	80,8	99,4	18,5
<i>Peltophorum vogelianum</i>	61,1	64,0	80,3	17,5
<i>Tabebuia serratifolia</i>	62,9	75,9	99,4	14,9
<i>Mezilaurus itauba</i>	68,4	72,6	95,3	16,3
<i>Hymenaea</i> sp	78,7	114,0	120,6	21,0
<i>Ocotea</i> sp	42,1	53,5	60,0	10,4
<i>Manilkara huberi</i>	79,5	109,4	125,8	20,8
<i>Qualea paraensis</i>	59,2	65,1	80,2	13,9
<i>Clarisia racemosa</i>	73,5	74,2	90,5	15,2
<i>Pradosia</i> sp	72,3	91,0	89,2	14,6
<i>Parinari excelsa</i>	56,2	78,5	82,0	12,0
<i>Tapirira</i> sp	43,7	51,1	53,1	12,4
<i>Erisma uncinatum</i>	27,2	40,5	59,1	6,7
<i>Vochysia haenkeana</i>	48,7	51,0	64,9	9,4
<i>Diploptropis incaxis</i>	90,5	83,4	118,8	17,1
<i>Tachigali myrmecophila</i>	75,8	77,6	98,5	14,6
<i>Bagassa guianensis</i>	55,0	66,1	85,4	19,1
<i>Qualea retusa</i>	52,1	37,7	51,2	11,3
Média	55,0	68,4	81,4	13,2

Tabela 4 – Resultados das aferições das expressões utilizadas pela NBR 7190/1997

Espécies (Nomes científicos)	Relações		
	$f_{c0,k}/f_{t0,k}$	$f_{tM,k}/f_{t0,k}$	$f_{v0,k}/f_{c0,k}$
<i>Vatairea fusca</i>	0,94	1,54	0,26
<i>Vataireopsis araroba</i>	0,92	1,60	0,17
<i>Hymenolobium</i> sp	0,88	1,32	0,17
<i>Dinizia excelsa</i>	0,94	1,17	0,17
<i>Hymenolobium petraeum</i>	0,79	1,28	0,16
<i>Vatairea</i> sp	0,73	1,09	0,17
<i>Piptadenia macrocarpa</i>	0,72	1,09	0,23
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,68	0,95	0,20
<i>Andira stipulacea</i>	0,72	1,12	0,12
<i>Cassia ferruginea</i>	0,61	1,34	0,22
<i>Ocotea odorifera</i>	0,48	0,95	0,10
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0,63	1,16	0,18
<i>Calophyllum</i> sp	1,08	1,23	0,26
<i>Cedrela odorata</i>	0,73	1,19	0,26
<i>Cedrella</i> sp	0,57	0,91	0,14
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,63	1,00	0,18
<i>Dipteryx odorata</i>	1,06	1,42	0,15
<i>Copaifera cf. ret</i>	0,84	1,28	0,19
<i>Goupia glabra</i>	0,74	1,03	0,22
<i>Goupia paraensis</i>	0,73	1,18	0,17
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,80	1,02	0,21
<i>Planchonella pachycarpa</i>	0,52	1,14	0,14
<i>Luetzelburgia</i> sp	0,73	1,23	0,23
<i>Peltophorum vogelianum</i>	0,96	1,25	0,27
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,83	1,31	0,20
<i>Mezilaurus itauba</i>	0,94	1,31	0,22
<i>Hymenaea</i> sp	0,69	1,06	0,18
<i>Ocotea</i> sp	0,79	1,12	0,19
<i>Manilkara huberi</i>	0,73	1,15	0,19
<i>Qualea paraensis</i>	0,91	1,23	0,21
<i>Clarisia racemosa</i>	0,99	1,22	0,20
<i>Pradosia</i> sp	0,79	0,98	0,16
<i>Parinari excelsa</i>	0,72	1,04	0,15
<i>Tapirira</i> sp	0,86	1,04	0,24
<i>Erisma uncinatum</i>	0,67	1,45	0,16
<i>Vochysia haenkeana</i>	0,96	1,27	0,18
<i>Diploptropis incexis</i>	1,08	1,42	0,20
<i>Tachigali myrmecophila</i>	0,98	1,27	0,19
<i>Bagassa guianensis</i>	0,83	1,29	0,29
<i>Qualea retusa</i>	1,38	1,36	0,30
Média	0,80	1,19	0,20

Tabela 5 – Resultados obtidos para as resistências características utilizando as expressões da NBR 7190/1997.

Espécies (Nomes científicos)	Resistências características		
	$f_{t0,k}$ (MPa)	$f_{tM,k}$ (MPa)	$f_{v0,k}$ (MPa)
<i>Vatairea fusca</i>	61,9	50,9	5,7
<i>Vataireopsis araroba</i>	58,8	49,1	5,4
<i>Hymenolobium</i> sp	92,1	81,0	8,5
<i>Dinizia excelsa</i>	94,5	77,0	8,7
<i>Hymenolobium petraeum</i>	57,8	56,5	5,3
<i>Vatairea</i> sp	66,3	70,4	6,1
<i>Piptadenia macrocarpa</i>	72,1	77,3	6,7
<i>Sebastiania commersoniana</i>	59,2	67,2	5,5
<i>Andira stipulacea</i>	55,1	59,0	5,1
<i>Cassia ferruginea</i>	47,3	59,4	4,4
<i>Ocotea odorifera</i>	57,8	92,5	5,3
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	70,8	86,4	6,5
<i>Calophyllum</i> sp	66,2	47,4	6,1
<i>Cedrela odorata</i>	39,5	41,6	3,6
<i>Cedrella</i> sp	36,3	48,8	3,4
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	37,5	45,7	3,5
<i>Dipteryx odorata</i>	124,9	90,6	11,5
<i>Copaifera</i> cf. <i>ret</i>	57,3	52,7	5,3
<i>Goupia glabra</i>	51,8	54,1	4,8
<i>Goupia paraensis</i>	71,8	75,2	6,6
<i>Apuleia leiocarpa</i>	84,9	81,3	7,8
<i>Planchonella pachycarpa</i>	56,0	83,5	5,2
<i>Luetzelburgia</i> sp	76,5	80,8	7,1
<i>Peltophorum vogelianum</i>	79,4	64,0	7,3
<i>Tabebuia serratifolia</i>	81,7	75,9	7,5
<i>Mezilaurus itauba</i>	88,9	72,6	8,2
<i>Hymenaea</i> sp	102,2	114,0	9,4
<i>Ocotea</i> sp	54,7	53,5	5,1
<i>Manilkara huberi</i>	103,2	109,4	9,5
<i>Qualea paraensis</i>	76,9	65,1	7,1
<i>Clarisia racemosa</i>	95,5	74,2	8,8
<i>Pradosia</i> sp	93,9	91,0	8,7
<i>Parinari excelsa</i>	73,0	78,5	6,7
<i>Tapirira</i> sp	56,8	51,1	5,2
<i>Erisma uncinatum</i>	35,3	40,6	3,3
<i>Vochysia haenkeana</i>	63,2	51,0	5,8
<i>Diploptropis incexis</i>	117,5	83,4	10,9
<i>Tachigali myrmecophila</i>	98,4	77,6	9,1
<i>Bagassa guianensis</i>	71,4	66,1	6,6
<i>Qualea retusa</i>	67,6	37,7	6,2
Média	71,4	68,4	6,6

Ao comparar os resultados da Tabela 4 com os da Tabela 5, observa-se semelhança apenas entre os resultados obtidos para a resistência característica à tração paralela às fibras. Os resultados de resistência característica convencional no ensaio de flexão estática, um obtido



utilizando a expressão fornecida pela NBR 7190/1997 e outro pelos resultados do ensaio, apresentaram diferença. O mesmo aconteceu para a resistência ao cisalhamento.

Aplicando-se o teste “pairing” para verificar se a diferença entre os resultados podem ser nula e, como consequência, os conjuntos de dados podem ser considerados estatisticamente equivalentes, a um dado nível de segurança. Nesse caso, adotou-se o nível de 95%, usual em situações desta natureza.

O teste parte da hipótese nula ( $H_0=0$ ), então os dois conjuntos de dados são equivalentes, uma nova variável formada pelos desvios, ou seja, pelas diferenças entre dois valores correspondentes, um de cada conjunto, possuirá média nula. Sendo assim, obtem-se o intervalo de confiança da média das diferenças pela Equação 5. Se o zero estiver contido em tal intervalo, aceita-se a hipótese de que as médias sejam estatisticamente equivalentes.

$$\bar{d} - t_{\phi,95\%} \cdot \frac{S_d}{\sqrt{n}} \leq \mu_d \leq \bar{d} + t_{\phi,95\%} \cdot \frac{S_d}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Onde:

$d = f_{k,NBR} - f_k$

$f_{k,NBR}$  : resistência característica obtida pela expressão da NBR;

$f_k$  : resistência característica obtida pelos ensaios experimentais;

$d$  :diferenças (variável estudada);

$n$  : número de elementos da amostra;

$\bar{d}$  : estimativa da média das diferenças;

$S_d$  : desvio padrão da amostra;

$\frac{S_d}{\sqrt{n}}$  : erro padrão de estimativa;

$\phi = n - 1$  : número de graus de liberdade;

$t_{\phi,95\%}$  : valor tabelado, para  $\phi$  graus de liberdade e 95% de probabilidade, da distribuição de Student;

$\mu_d$  : média das diferenças.

Os intervalos de confiança da média obtidos foram:

$-7,74524 \leq \mu_d \leq 1,64524$  - para a resistência à tração paralela às fibras;

$9,73049 \leq \mu_d \leq 16,28951$  - para a resistência ao ensaio convencional de flexão estática;

$5,75678 \leq \mu_d \leq 7,463222$  - para a resistência ao cisalhamento.

Para a resistência à tração paralela às fibras o intervalo de confiança da média contém o zero, portanto a média pode ser nula. Sendo assim, os dois conjuntos de dados podem ser considerados estatisticamente equivalentes. No entanto, para a resistência convencional no ensaio de flexão estática e resistência ao cisalhamento, o intervalo de confiança não contém o zero, o que evidencia a não equivalência entre o conjunto de dados.

Sendo assim, novas relações são propostas na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparação das equações propostas pela NBR 7190/1997 com as obtidas nesse trabalho.

Equações	
Apresentadas pela NBR7190/1997	Sugeridas por esse trabalho
$f_{c0,K} / f_{t0,k} = 0,77$	$f_{c0,K} / f_{t0,k} = 0,77^*$
$f_{tM,k} / f_{t0,k} = 1,0$	$f_{tM,k} / f_{t0,k} = 1,19$
$f_{V0,k} / f_{c0,k} = 0,12$	$f_{V0,k} / f_{c0,k} = 0,20$

\* Permaneceu a mesma, para essa relação os resultados encontrados foram satisfatórios.

#### 4. CONCLUSÕES

Na aferição das expressões adotadas pela NBR 7190/1997, para caracterização simplificada das resistências da madeira, foram obtidos através do teste “pairing”, intervalos de confiança pelo emparelhamento de dados. Foram comparados os resultados obtidos pela expressão fornecida pela NBR com o calculado com os resultados do ensaio.

Para a tração paralela às fibras, o intervalo de confiança da média das diferenças contém o zero. Sendo assim, os dois conjuntos de dados podem ser considerados estatisticamente equivalentes. No entanto, para a resistência ao ensaio convencional de flexão estática e para resistência ao cisalhamento, o intervalo de confiança não contém o zero. Isto demonstra uma não equivalência entre o conjunto de dados.

A partir destas constatações, são sugeridas na Tabela 6, relações mais consistentes entre as propriedades mencionadas, para oportuna revisão da NBR 7190/1997.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). *NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira*. Rio de Janeiro.
- LAHR, F.A.R. (1983). *Sobre a determinação de propriedades de elasticidade da madeira*. 216p. Tese (Doutorado) – 1983. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LOGSDON, N.B. (1998). *Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira*. São Carlos. 174p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.