



Universidade Estadual Paulista – UNESP
Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira
Laboratório de Propriedade dos Materiais
Telefone: (015) 3524-9100/9139 – Fax.: (015) 3524-9107
R. Geraldo Alckimin, 519 – 18409-010 – Itapeva - SP

CERTIFICADO OFICIAL UNESP

RESULTADO DOS ENSAIOS REALIZADOS – VÁLIDOS SOMENTE PARA AS AMOSTRAS ENSAIADAS

INTERESSADO: MADEIREIRA VALE DO CEDRO.

End.: Rodovia Pedro Rodrigues Garcia, Km 52, S/Nº

Bairro dos Boavas

Ribeirão Branco – SP, CEP: 18430-970

CNPJ: 19060721/0001-15

Brasil.

ASSUNTO: Caracterização da resistência e da rigidez de madeiras de Cedro Indiano com 9 anos de idade.

PROCEDIMENTO DE ENSAIO: O interessado remeteu à UNESP um lote de peças serradas (6 x 16 x 300 cm), da espécie Cedro Indiano (*Acrocarpus frachinifotius*), para a determinação das propriedades de resistência e de rigidez.

METODOLOGIA: Os testes foram realizados segundo os procedimentos normativos do Anexo B da ABNT NBR7190:1997 - Projetos de Estruturas de Madeira. O valor característico foi calculado com base no método probabilístico ($f_k = \text{média} - 1,64\sigma$) segundo ABNT NBR 7190:1997

RESULTADOS OBTIDOS PARA UMIDADE DE 12% - Resumo do lote com 9 anos

Propriedades de Resistência		
$f_{c0,k}$	21,46 MPa	<i>Resistência à compressão paralela às fibras</i>
$f_{c90,k}$	5,92 MPa	<i>Resistência à compressão perpendicular às fibras</i>
$f_{t0,k}$	15,34 MPa	<i>Resistência à tração paralela às fibras</i>
$f_{t90,k}$	1,99 MPa	<i>Resistência à tração perpendicular às fibras</i>
$f_{v0,k}$	6,71 MPa	<i>Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras</i>
$f_{b,k}$	12,11 KJ/m ²	<i>Resistência ao impacto na flexão</i>
$f_{e0,k}$	11,87 MPa	<i>Resistência ao embutimento paralelo às fibras</i>
$f_{e90,k}$	4,79 MPa	<i>Resistência ao embutimento perpendicular às fibras</i>
$f_{M,k}$	34,97 MPa	<i>Resistência à flexão</i>
$f_{s0,k}$	0,45 MPa	<i>Resistência ao fendilhamento paralelo às fibras</i>
$f_{H0,k}$	24,31 MPa	<i>Dureza Janka paralela às fibras</i>
$f_{H90,k}$	15,04 MPa	<i>Dureza Janka perpendicular às fibras</i>

Propriedades de Rigidez		
$E_{c0,m}$	8963 MPa	<i>Valor médio do módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras</i>
$E_{c90,m}$	502 MPa	<i>Valor médio do módulo de elasticidade à compressão perpendicular às fibras</i>
$E_{t0,m}$	7591 MPa	<i>Valor médio do módulo de elasticidade à tração paralela às fibras</i>
$E_{M,m}$	7506 MPa	<i>Valor médio do módulo de elasticidade à flexão</i>

VALORES INDIVIDUAIS DAS RESISTÊNCIAS PARA UMIDADE DE 12%

Compressão paralela às fibras						
CP	a [mm]	b [mm]	A _{c0} [mm ²]	F _{c0,max} (N)	f _{c0} [MPa]	E _{c0} [MPa]
1	51,36	51,34	2636,82	54974,69	36,32	11354
2	51,02	49,98	2549,99	99449,61	39,00	9072
3	49,98	50,00	2499,00	83291,67	33,33	11737
4	51,04	50,00	2552,00	119331,52	46,76	13792
5	50,00	51,01	2550,50	76540,50	30,01	9955
6	49,97	49,99	2498,00	74565,30	29,85	7064
7	50,00	51,01	2500,05	76815,36	30,72	7800
8	51,34	51,36	2636,822	58036,46	22,01	2499
9	50,69	50,80	2575,052	59148,94	22,97	3674
10	50,00	47,72	2386,00	80121,88	33,58	11466
11	49,83	50,20	2501,466	67989,85	27,18	8824
12	49,95	49,09	2452,046	83295,99	33,97	10319
Média	-	-	-	-	32,14	8963

Compressão perpendicular às fibras						
CP	a [mm]	b [mm]	A _{c90} [mm ²]	F _{c90,max} (N)	f _{c90} [MPa]	E _{c90} [MPa]
1	49,28	51,06	2516,00	19336,10	6,00	441,70
2	50,21	49,79	2499,90	19449,6	6,20	465,40
3	50,00	50,50	2525,00	19521,80	6,40	484,60
4	49,98	48,93	2445,30	19926,00	6,40	474,10
5	49,77	50,82	2529,50	19699,80	6,60	585,00
6	50,10	49,05	2457,40	19306,90	6,70	425,50
7	50,41	47,61	2400,00	19398,00	6,10	537,90
8	51,00	49,93	2546,20	19542,40	6,30	455,80
9	49,99	50,41	2519,90	19521,80	6,20	538,40
10	48,98	51,50	2522,40	19521,80	5,90	596,20
11	50,23	50,97	2560,00	19192,50	6,30	502,50
12	50,11	49,89	2499,90	19368,00	6,50	510,50
Média	-	-	-	-	6,30	501,47

Tração paralela às fibras						
CP	a [mm]	b [mm]	A_{t0} [mm²]	F_{t0,max} (N)	f_{t0} [MPa]	E_{t0} [MPa]
1	49,37	6,46	318,93	12922,02	40,52	4358,225
2	49,10	6,24	306,38	17252,51	56,31	3792,411
3	48,38	6,68	323,18	19287,67	59,68	14571,62
4	49,66	6,19	307,40	17182,67	55,90	8137,12
5	49,72	6,29	312,74	22701,94	72,59	10684,07
6	49,30	6,43	317,00	22482,51	70,92	10634,01
7	49,50	6,68	330,66	8640,893	26,13	4930,464
8	49,61	6,98	346,28	5923,4	17,11	3299,133
9	49,82	7,19	358,21	5428,752	15,16	4457,633
10	50,22	7,30	366,61	15274,82	41,67	7950,185
11	48,83	6,57	320,81	16691,91	52,03	10621,00
12	49,77	6,84	340,43	12817,07	37,65	7658,61
Média	-	-	-	-	45,47	7591,21

Tração perpendicular às fibras						
CP	a [mm]	b [mm]	A_{t90} [mm²]	F_{t90,max} (N)	f_{t90} [MPa]	E_{t90} [MPa]
1	28,28	50,31	1422,76	5406,51	3,80	-
2	25,24	50,21	1267,30	3915,96	3,09	-
3	25,28	50,03	1264,75	4451,95	3,52	-
4	25,02	47,51	1188,70	3328,36	2,80	-
5	25,91	48,21	1249,12	3547,50	2,84	-
6	25,91	48,59	1258,96	2757,14	2,19	-
7	25,85	50,11	1295,34	3678,78	2,84	-
8	24,94	49,24	1228,04	3291,16	2,68	-
9	25,02	49,65	1242,24	4882,01	3,93	-
10	26,32	50,00	1316,00	2776,76	2,11	-
11	26,18	48,66	1273,92	3210,28	2,52	-
12	25,55	50,07	1279,29	3287,77	2,57	-
Média	-	-	-	-	2,91	-

Cisalhamento paralelo às fibras

CP	a [mm]	b [mm]	A _{v0} [mm ²]	F _{v0,max} (N)	f _{v0} [MPa]
1	50,23	50,09	2516,02	22370,95	8,89
2	50,11	50,48	2529,55	22568,29	8,92
3	50,20	50,19	2519,54	23801,57	9,45
4	50,26	47,76	2400,42	18271,26	7,61
5	50,35	48,78	2456,07	27458,9	11,18
6	48,68	50,39	2452,99	18166,07	7,41
7	50,38	50,27	2532,60	24572,83	9,70
8	50,21	50,19	2520,04	19276,79	7,65
9	49,86	50,25	2505,47	26967,57	10,76
10	50,39	49,82	2510,43	20711,8	8,25
11	49,65	49,31	2448,24	18484,22	7,55
12	50,22	49,64	2492,92	25776,80	10,34
Média	-	-	-	-	8,89

Impacto na flexão

CP	a [mm]	b [mm]	A _b [mm ²]	W [J]	f _{bw} [KJ/m ²]
1	20,17	19,83	399,97	10,98	27,46
2	20,28	19,84	402,36	11,46	28,48
3	20,25	19,71	399,13	10,03	25,12
4	20,54	20,77	426,62	42,36	99,30
5	20,76	20,76	430,98	38,70	89,79
6	20,71	20,98	434,50	39,01	89,79
7	20,27	19,93	403,98	14,33	35,46
8	19,77	20,12	397,77	11,33	28,48
9	19,86	20,16	400,38	18,76	46,85
10	20,54	20,74	426,00	39,48	92,68
11	20,38	20,42	416,16	37,16	89,29
12	20,50	21,09	432,35	36,45	84,32
Média	-	-	-	-	61,42

Embutimento paralelo às fibras					
CP	t [mm]	d [mm]	A_{e0} [mm²]	F_{e0,max} (N)	f_{e0} [MPa]
1	19,77	9,62	190,19	3844,39	20,21
2	19,71	9,53	187,84	3377,57	17,98
3	19,62	9,49	186,19	3866,63	20,77
4	20,50	9,52	195,16	2827,12	14,49
5	19,84	9,73	193,04	3595,31	18,62
6	20,31	9,55	193,96	3636,33	18,75
7	19,77	9,52	188,21	2065,14	10,97
8	19,70	9,50	187,15	4843,78	25,88
9	19,89	9,53	189,55	2798,09	14,76
10	20,46	9,59	196,21	2782,89	14,18
11	20,39	9,51	193,91	3938,02	20,31
12	20,40	9,50	193,80	3819,29	19,71
Média	-	-	-	-	18,05

Embutimento perpendicular às fibras					
CP	t [mm]	d [mm]	A_{e90} [mm²]	F_{e90,max} (N)	f_{e90} [MPa]
1	19,55	9,49	185,53	929,50	5,01
2	19,44	9,49	184,49	1623,47	8,80
3	19,57	9,80	191,79	947,42	4,94
4	19,66	9,48	186,38	1390,37	7,46
5	19,70	9,46	186,36	1824,48	9,79
6	19,39	9,50	184,21	1486,53	8,07
7	19,53	9,59	187,29	1636,94	8,74
8	19,62	9,50	186,39	1755,79	9,42
9	19,57	9,69	189,63	1162,45	6,13
10	19,39	9,53	184,79	1696,34	9,18
11	19,37	9,55	184,98	1714,80	9,27
12	19,51	9,54	186,13	2425,21	13,03
Média	-	-	-	-	8,32

Flexão						
CP	b [mm]	h [mm]	L [mm]	F_{max} (N)	f_M [MPa]	E_M [MPa]
1	50,67	50,93	1050	4251,33	51,59	5793
2	49,61	50,90	1050	2621,25	33,70	3045
3	51,37	51,28	1050	3988,33	48,16	6284
4	49,10	51,16	1050	4924,73	61,95	11721
5	50,12	50,12	1050	4198,60	54,10	9658
6	50,05	50,88	1050	5215,46	63,52	10711
7	50,93	51,14	1050	5182,33	61,99	7769
8	51,04	50,43	1050	3594,84	44,39	6350
9	50,80	50,92	1050	3060,04	37,23	6129
10	50,62	50,37	1050	3651,63	43,89	7218
11	50,42	51,00	1050	4921,35	59,33	7533
12	50,96	49,59	1050	3769,27	46,79	7867
Média	-	-	-	-	50,55	7506

Fendilhamento					
CP	a [mm]	b [mm]	A_{s0} [mm²]	F_{s0,max} (N)	f_{s0} [MPa]
1	50,27	75,17	3778,80	2452,061	0,65
2	49,53	76,64	3795,98	2385,014	0,63
3	50,15	75,17	3769,78	2096,749	0,56
4	50,24	75,36	3786,09	2571,699	0,68
5	48,75	75,82	3696,23	2360,409	0,64
6	47,98	75,79	3636,40	2509,483	0,69
7	49,31	75,51	3723,40	2170,741	0,58
8	49,73	75,49	3754,12	1870,301	0,50
9	49,81	75,27	3749,20	1930,837	0,52
10	49,78	76,46	3806,18	2008,901	0,53
11	50,00	75,60	3780,00	1956,717	0,52
12	49,51	76,11	3768,21	1682,881	0,45
Média	-	-	-	-	0,58

Dureza Janka paralela às fibras			
CP	F_{H0} [N]	A_{H0} [mm²]	f_{H0} [MPa]
1	2568,95	100	25,69
2	2628,70	100	26,29
3	3472,45	100	34,72
4	3225,90	100	32,26
5	2940,26	100	29,40
6	2949,65	100	29,50
7	3141,60	100	31,42
8	3171,50	100	31,72
9	3240,93	100	32,41
10	2683,70	100	26,84
11	2596,88	100	25,97
12	2551,69	100	25,52
Média	-	-	29,31

Dureza Janka perpendicular às fibras			
CP	F_{H90} [N]	A_{H90} [mm²]	f_{H90} [MPa]
1	2306,33	100	23,06
2	3021,55	100	30,22
3	2198,44	100	21,98
4	2198,20	100	21,98
5	1804,36	100	18,04
6	2517,13	100	25,17
7	2081,08	100	20,81
8	1960,95	100	19,61
9	2400,17	100	24,00
10	1959,90	100	19,60
11	1557,19	100	15,57
12	1643,38	100	16,43
Média	-	-	21,37

A Tabela 1 apresenta alguns valores de referência da ABNT NBR 7190:1997 para comparação.

Tabela 1: Valores médios de algumas espécies de Cedro (U=12%).

Nome comum	Referência	$E_{c0,m}$ (MPa)	$f_{c0,k}$ (MPa)	$f_{c0,m}$ (MPa)	ρ_{ap} (Kg/m ³)
Cedro amargo	<i>Cedrella odorata</i>	9839	27,30	39,0	504
Cedro indiano	<i>Acrocarpus frachinifotius</i>	8963	21,46	32,14	600
Cedro australiano	<i>Toona ciliata</i>	8151	23,40	27,26	320
Cedro doce	<i>Cedrela ssp</i>	8058	22,05	31,5	500

Quando comparado com o cedro australiano, o cedro indiano apresentou maior densidade e rigidez, tendo valor característico de resistência a compressão inferior, no entanto, permanecendo dentro da mesma classe de resistência segundo ABNT NBR 7190:1997.

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos mostram que a classe de resistência (com base na compressão paralela as fibras), segundo a norma ABNT NBR7190:21997, do Cedro Indiano avaliado é C20 (Dicotiledônea).

Itapeva, 31 de julho de 2019.



Prof. Dr. Julio Cesar Molina
UNESP/Itapeva