

CARACTERÍSTICAS DA CARNAÚBA PARA USO ESTRUTURAL

*Paulo de Tarso Cronemberger Mendes
Maria de Lourdes Teixeira Moreira
Universidade Federal do Piauí*

A carnaúba é uma monocotiledônea da ordem Sapadificiflorae, família Palmae, cujo nome científico, *Copernicia cerifera*, é alusivo a seu principal emprego como produtora de cera, encontrada na superfície das folhas como proteção natural contra a perda de umidade por evaporação. Essa característica explica sua abundante concentração nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.

Conhecida como "árvore da vida" ou como "boi vegetal", dela tudo se aproveita. Das folhas, além da cera para fabricação de papel carbono, batons e ceras para polimento, são produzidos celulose e artigos artesanais. Os frutos são utilizados na alimentação humana e animal. As raízes são consideradas medicinais. E o tronco, além de fornecer o palmito e servir de lenha, é utilizado na confecção de cumeeiras, terças, caibros e ripas, de forma empírica, sem nenhum respaldo nas suas características físicas e mecânicas.

Neste trabalho são apresentados os resultados de ensaios de flexão simples, compressão paralela às fibras e de cisalhamento da carnaúba, realizados no Laboratório de Resistência dos Materiais do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí, para suprir os profissionais interessados de elementos que possibilitem o uso racional dessa importante palmácea. A partir dos resultados de resistências e do módulo de deformação longitudinal obtidos nos ensaios, verificaram-se situações reais de aplicação desse material.

CARACTERÍSTICAS DA CARNAÚBA PARA USO ESTRUTURAL

Paulo de Tarso Cronemberger Mendes e Maria de Lourdes Teixeira Moreira
Universidade Federal do Piauí

A carnaúba é uma monocotiledônea da ordem Sapadificlorae, família Palmae, cujo nome científico, *Copernicia cerifera*, é alusivo a seu principal emprego como produtora de cera, encontrada na superfície das folhas como proteção natural contra a perda de umidade por evaporação. Essa característica explica sua abundante concentração nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.

É uma árvore de tronco reto, indiviso, esguio, com seção transversal que se reduz proporcionalmente da base para o topo e pode atingir com facilidade 20 metros de altura. Conhecida como "árvore da vida" ou como "boi vegetal", dela tudo se aproveita. Das folhas, utilizadas na cobertura de casas, ranchos e paióis, é retirada a cera para fabricação de papel carbono, batons e ceras para polimento, são produzidos celulose e artigos artesanais da pequena indústria doméstica como vassouras, redes, cordas, sacos, esteiras, abanos, chapéus, mantas, tarrafas, etc.

Os frutos são utilizados na alimentação humana e animal. As raízes são consideradas medicinais. O tronco, além de fornecer o palmito e servir de lenha, fornece madeira para a construção civil e marcenaria, quer inteiro, quer dividido em caibros, barrotes, ripas, etc. Por sua forma reta, sem bifurcações de galhos, exige pouco trabalho para aparelhá-lo. Foi esta vantagem, associada à abundância, e portanto à facilidade para obtê-lo que fez do caule da carnaúba, juntamente com suas palmas, o material mais utilizado nas construções coloniais nos estados do Nordeste. Atualmente, muitas construções no sertão nordestino exibem cumeeiras, terças e caibros em carnaúba. Tem sido muito grande também a sua utilização em construções menos rústicas em vista da revalorização arquitetônica de aproveitamento dos materiais disponíveis e do retorno à utilização de materiais que caracterizaram as construções típicas da região.

Neste trabalho são apresentados os resultados de ensaios de flexão simples, compressão paralela às fibras e de cisalhamento da carnaúba, realizados no Laboratório de Resistência dos Materiais do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí, para suprir os profissionais interessados de elementos que possibilitem o uso racional dessa importante palmácea.

Determinação da Resistência à Compressão

A carnaúba, apesar de poder sofrer beneficiamento, normalmente é utilizada maciça. Por se tratar de uma palmácea, classificada como endógena, apresenta as camadas mais resistentes no perímetro externo. Por este motivo não é comum aparelhá-la, o que eliminaria as camadas mais resistentes, expondo o seu âmago, pouco resistente e sujeito ao ataque de insetos. Para determinar a sua resistência à compressão, as peças foram ensaiadas em dimensões reais, sem aparelhamento. Submeteram-se 24 peças com 40 cm de comprimento a força de compressão centrada até à ruptura (ver Figura 1). Inicialmente mediram-se os perímetros das peças, para a partir deles determinar seu diâmetro e seção transversal. Com a carga correspondente à ruptura do material, determinou-se a tensão característica de ruptura à compressão. Os resultados obtidos estão apresentados abaixo na Tabela 1.

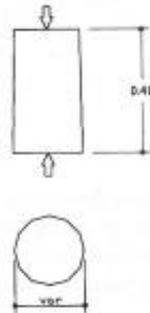


Figura 1: Corpo de prova para ensaio à compressão

Corpo de Prova	Carga de Ruptura (KN)	Tensão (Mpa)
1	680,4	36,35
2	782,3	38,85
3	355,2	17,85
4	464,9	38,21
5	415,3	27,96
6	623,4	42,37
7	496,9	45,61
8	403,3	31,67
9	432,7	34,85
10	599,4	36,07
11	387,6	25,62
12	478,0	37,92
13	373,7	17,04
14	673,4	43,71
15	423,3	37,63
16	515,6	31,71
17	246,2	10,73
18	646,4	44,55
19	407,6	36,42
20	611,7	48,77
21	529,4	26,72
22	503,4	34,86
23	422,3	26,21
24	589,9	38,12
f_{wck}		23,62

Tabela 1: Resistência à compressão

Determinação do Módulo de Deformação Longitudinal e da Resistência à Flexão

Novamente, o material foi ensaiado ao natural, sem aparelhamento. Para determinar o módulo de deformação longitudinal do material e sua resistência à flexão, ensaiaram-se 12 peças com vãos de 2,48m, biapoiadas, às quais foi aplicada uma carga no meio do vão (ver figura 2). Estas peças tinham suas características dimensionais todas determinadas de forma a permitir avaliar corretamente as tensões atuantes nas seções. À medida que variou-se o valor da carga aplicada, mediram-se as deformações existentes em três posições das peças, no meio, a um

quarto e a três quartos do comprimento da tora. Com estes dados foi possível obter o módulo de deformação longitudinal do material. Com a continuidade do ensaio, atingindo as flechas valores muito elevados, as medições eram interrompidas, sendo levada a carga até o valor capaz de romper a peça por flexão.

Corpo de Prova	Módulo de Deformação (MPa)
1	16886,422
2	10960,136
3	13424,775
4	19122,615
5	9842,555
6	17337,886
7	14868,803
8	15073,691
9	13889,12
10	8503,833
11	12471,621
12	8817,833
Média	13433,274

Tabela 2: Módulo de Deformação Longitudinal

Corpo de Prova	Carga de Ruptura	Tensão de Flexão (MPa)
10	23	45,08
11	18	58,96
12	24,8	62,38
2	34,5	74,63
3	35	75,21
1	37	77,94
7	28,5	84,64
8	47	86,97
5	32,5	97,96
9	36,5	109,2
4	48	114,98
6	50	129,36
F_{10k}		57,65

Tabela 3: Resistência à tração na flexão



Figura 2: Corpo de prova para ensaio à flexão

Determinação da Resistência ao Cisalhamento

Para a determinação da resistência ao cisalhamento foi necessário fazer um número maior de adaptações, tendo em vista a impossibilidade de enquadrar o material nos procedimentos padronizados para este tipo de ensaio. Assim, em peças com aproximadamente 20 cm de comprimento, foi aplicada uma carga de forma a, no seu topo a carnaúba receber a carga em sua região central, enquanto na sua base ela se apoiava apenas nas extremidades, correspondentes às zonas não carregadas no topo, conforme figura 3. Em todos os ensaios, observou-se que a ruptura ocorreu em apenas um dos lados, devido à própria anisotropia do material. Entretanto, ensaios complementares realizados levaram a concluir que ambas as seções estavam trabalhando ao cisalhamento. Foram ensaiados desta forma, 24 corpos de prova.

Corpo de Prova	N (KN)	Tensão(MPa)
2 ^A	95,00	1,72
5 ^A	90,40	1,76
4 ^A	92,00	1,89
5 ^A	100,10	2,32
3 ^A	123,30	2,34
7 ^A	151,00	2,64
7 ^A	137,40	2,70
3 ^B	195,90	2,74
3 ^B	188,10	2,83
4 ^A	112,20	2,96
7 ^B	150,40	3,37
7 ^B	144,20	3,61
2 ^A	197,00	3,66
1 ^B	214,70	4,59
5 ^B	194,20	4,64
1 ^B	205,20	4,80
A ^S	222,00	5,02
3 ^B	239,20	6,00
A ^S	215,00	6,03
2 ^B	238,30	6,21
3 ^B	254,50	6,44
2 ^B	232,00	6,51
F _{volk}		2,70

Tabela 4: Resistência ao cisalhamento

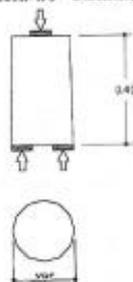


Figura 3: Corpo de prova para ensaio ao cisalhamento

Dos ensaios realizados, especialmente aqueles para o cisalhamento, observou-se que um fator determinante das características do material é a sua idade de corte. A tabela 4 permite constatar que a madeira tipo A apresentou baixa resistência ao cisalhamento, enquanto a madeira tipo B apresentou resistência cerca de duas vezes superior. Com a análise visual dos corpos de prova observou-se que os de menor resistência eram oriundos de carnaúbas recém-cortadas e jovens, enquanto as de maiores resistências correspondiam a carnaúbas maduras, com maior tempo de corte. Comparativamente, as características da carnaúba são de mesma ordem de grandeza das do Pinho do Paraná (*Araucaria angustifolia*).

Referências bibliográficas:

- FUSCO, P. B. , CALIL Jr., C e ALMEIDA, P. A. de O.; Norma de projeto de estruturas de madeira, São Paulo, EPUSP, 1996.
CHAGAS FILHO, F., Estudo das características físicas e mecânicas da carnaúba, UFPI, 1996.