III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELA DO ESTIPE DE Euterpe oleracea Mart

Juliana Vieira[1]
Milca Aires Ferreira[2]
Bruno Monteiro Balboni[2]

[1] Instituto de Biodiversidade e Florestas / Universidade Federal do Oeste do Pará
[2] Instituto de Biodiversidade e Floresta / Universidade Federal do Oeste do Pará

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELA DO ESTIPE DE *Euterpe oleracea* Mart

RESUMO: O caule do açaizeiro é um resíduo oriundo do manejo de açaizeiros, muitas vezes são utilizados na construção rústica, embora sua resistência não seja conhecida. O presente trabalho teve por objetivo calcular resistência do estipe do açaizeiro à compressão paralela. Foram ensaiados 24 estipes com umidade de aproximadamente 12% e posteriormente utilizada a norma NBR 7190 para estimar seu valor característico. Os valores obtidos apresentaram distribuição normal com 24 amostras. A média da resistência à compressão paralela foi de 26,21 MPa, com desvio padrão de 6,5. O valor característico da resistência à compressão paralela às fibras não atingiu os pré-requisitos expostos na NBR 7190, sendo menor do que 70% do valor médio. Sugere-se que para a obtenção do fc0k, realize-se um maior número de ensaios e que o valor seja calculado com a metodologia probabilística.

PALAVRAS-CHAVE: valor característico, açaizeiro, propriedade mecânica.

RESISTANCE OF *Euterpe oleracea* Mart STEM TO COMPRESSION PARALLEL TO GRAIN

ABSTRACT: The management of Euterpe oleracea produces a waste, Euterpe stems, used for rustic building in the Amazon region. However its resistance in unknown. The present study aims to assess the resistance in compression parallel of Euterpe stems. Twenty four stems presenting 12% moisture content were tested and its characteristic value calculated according to the Brazilian standard NBR7190. The average resistance was 26.21 MPa with 6.56 standard error. The characteristic value did not achieve the requirements exposed on the standard. The authors suggest testing a higher number of samples and to use the probabilistic method to calculate the characteristic value.

KEYWORDS: characteristic value, açaí berry palm, compression parallel to grain.

1. INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira que ocorre de forma nativa em grandes extensões no estuário amazônico. É conhecido na região por Açaí-do-Pará, açaí-do-Baixo Amazonas, açaí-de-touceira, açaí-de-planta e açaí verdadeiro (Oliveira 2007).

O Brasil se destaca como principal produtor do fruto do açaizeiro, com cerca de 85% da oferta mundial (Nogueira, 2006). Oliveira (2007) ressalta a utilização dessa palmeira como planta ornamental; na construção rústica de casas e pontes; como vermífugo e anti-diarréico; na alimentação como polpa processada e palmito; na confecção de biojóias; ração animal; adubo; etc. Contudo, sua importância econômica, social e cultural está centrada na produção de frutos e palmito.

No estado do Pará, aproximadamente 25.000 famílias desempenham atividades ligadas a extração, transporte, comercialização e industrialização dos frutos de açaí, exploração esta que é feita em açaizais nativos de baixa produtividade, principalmente no período de entre safra (Brandão et.al 2015). Para que seja garantida a presença do produto no mercado durante esse período, os produtores encontraram no manejo de açaizais a alternativa para manutenção da renda durante todo o ano.

O crescimento da demanda do fruto de açaí em todo o país provocou grande interesse no manejo de açaizeiros nas áreas de várzeas e no plantio em áreas de terra

firme. O plantio do açaizeiro em áreas de planalto representa excelente alternativa para a recuperação de áreas desmatadas, como também para reduzir a pressão sobre o ecossistema de várzea, evitando sua transformação em bosques homogêneos dessa palmeira (Homma et al, 2006).

O número excessivo de perfilhos em uma touceira reduz o crescimento da planta-mãe, pois partes consideráveis dos fotossintatos são mobilizados para a formação do sistema radicular dos perfilhos, assim, é necessário efetuar o desbaste para que cada touceira apresente, no máximo, cinco estipes (Oliveira et al, 2000).

Através do manejo, além da diminuição dos perfilhos, podem ser aproveitados dois produtos, palmito e fruto simultaneamente em uma mesma planta, a qual é formada por vários estipes, deixando-se alguns para produção de frutos e outros para extração dos palmitos. No entanto, atualmente, a maioria das indústrias está trabalhando com apenas uma linha de produção (Azevedo, 2010).

Desse sistema de manejo surge um resíduo, os estipes, caules de forma cilíndrica típicos das palmeiras, que podem se desenvolver e tornar-se muito resistentes e em geral não apresentam ramificações (Ferri, 1991)

Do ponto de vista anatômico, as palmeiras apresentam diferenças na composição do tecido vegetal quando comparadas com as espécies de crescimento secundário. No entanto, os estipes de palmeiras são utilizados em construções rurais, pelo fato de apresentarem disponibilidade na região e conhecimento dos povos tradicionais de sua resistência e durabilidade.

Mesmo com seu emprego em construções rústicas, a resistência mecânica do estipe do açaizeiro é desconhecida, e para que este material possa ser aplicado com segurança, é de extrema necessidade que sejam realizados ensaios mecânicos adequados.

A classificação mecânica para uso estrutural do principal material lignocelulósico utilizado , a madeira, é feita com uso do valor característico da resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0k}) desse material. A partir de valores de resistência à compressão paralela de corpos-de-prova representativos de um lote de madeira, a resistência característica é avaliada com estimador específico, proposto pela NBR 7190 (ABNT, 1997).

O estudo da resistência característica de madeira e derivados é justificado pela segurança e economia no projeto e na construção de estruturas de madeira (Martinez & Calil Jr, 2000).

Os mesmos autores definem o valor característico como uma propriedade do material, que em geral corresponde a um percentil de uma distribuição estatística estabelecida da propriedade particular do material, especificada por padrões pertinentes e ensaios sobre condições específicas.

A utilização do valor característico para a determinação da resistência da madeira proporcionou um grande avanço na determinação da segurança para o dimensionamento estrutural de madeiras (Pinto et al, 2004) e pode ser utilizado para facilitar a aplicação deste material de forma segura em estruturas.

O presente trabalho tem por objetivo calcular a resistência média e o valor característico na compressão paralela às fibras do estipe do açaizeiro.

2. Material e métodos

2.1 Área de coleta

Os estipes foram coletados na cidade de Santarém-Pará. O clima da região de acordo com a classificação de Koppen é do tipo climático Am, clima equatorial úmido com uma estação seca bem definida e outra com índices pluviométricos de 1920 mm,

com temperatura média anual variando entre 25°C a 28°C e umidade do ar média anual de 86%; a vegetação é bastante variada e está dividida de acordo com suas características em: Florestas, Cerrado e Várzea (Andrade & Corrêa, 2014; SEMTUR/ STM, 2013).

Foram selecionados 24 estipe, em que foi dado preferência para aqueles localizados mais ao centro da touceira, visando a obtenção de um estipe mais antigo e retilíneo.

2.2 Confecção dos corpos de prova

Os estipes foram levados ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Oeste do Pará (LTM – UFOPA), reduzidos a um comprimento de 15cm e levados para uma sala de aclimação com temperatura 18ºC e umidade relativa de 65%, até atingir o equilíbrio higroscópico (aproximadamente 12%). A área da seção transversal, aquela a receber a carga, foi calculada a partir do diâmetro da amostra.

2.3 Ensaio mecânico

O ensaio mecânico de compressão paralela às fibras foi realizado na máquina de ensaios universal EMIC, modelo DL 30 KN, com programa para leitura de dados.

Após os ensaios, massas dos corpos de prova foram aferidas, em seguida as amostras foram colocadas em estufa a 100°C até apresentarem massa constante, para sua obtenção da massa seca, possibilitando mais tarde o cálculo referente ao teor de umidade das amostras no momento do ensaio. O valor de resistência foi corrigido para a umidade de 12% de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997).

2.4 Análise estatística

Os dados foram analisados no software R (R Development Core Team, 2014), usando o teste de Shapiro- Wilk para normalidade dos dados e uma planilha eletrônica para análise da estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de resistência obtidos apresentaram distribuição normal de acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de probabilidade (valor-p = 0,1314). Geralmente, os dados oriundos do ensaio de compressão paralela às fibras em madeiras utilizados para o cálculo do valor característico só apresentam distribuição normal a partir de 30 corpos de prova (Pinto et al., 2004), no entanto, para o estipe do açaizeiro, foi obtido normalidade com o número de 24 amostras. De acordo com a NBR (1997), para o processo de amostragem deve – se adotar um número mínimo de 12 corpos-de-prova para a caracterização da resistência de espécies pouco conhecidas. Na confecção dos corpos de prova, estes devem ser distribuídos aleatoriamente ao logo do lote e ser representativo de sua totalidade.

O valor médio da resistência à compressão paralela foi de 26,21 MPa, valor próximo ao encontrado por Almeida et al (2014) para *Pinus taeda* com média de 27,43 MPa, espécie bastante utilizada na construção civil.

Ghavami & Marinho (2004), encontraram valor de resistência à compressão paralela médio para a espécie de bambu *Guadua angustifólia* de 29,48 MPa, sugerindo que o estipe de *E. Oleracea* pode ser utilizado como componente estrutural.

Os demais valores da estatística descritiva estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritivas da resistência à compressão paralela do estipe de *E. oleraceae*.

Valores em MPa	Estatística
26,21	Média
26,84	Mediana
6,56	Desvio Padrão

O desvio padrão encontrado no estudo é considerado baixo, o que permite inferir que os valores de resistência das amostras são homogêneos e apresentam-se concentrados em torno da média (Martins, 2013), demostrados na figura 1.

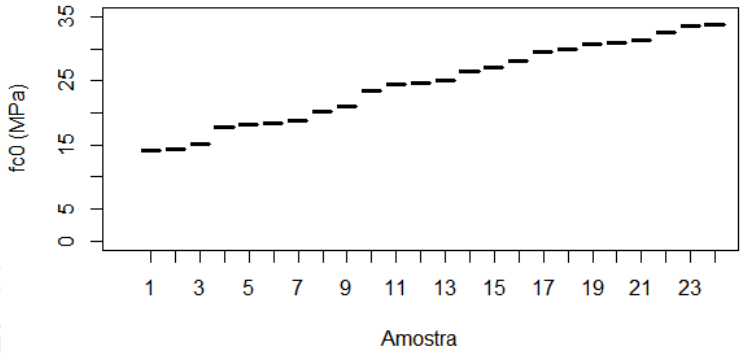

Figura 1: Valores individuais de resistência à compressão paralela do estipe de *E. oleracea*.

Os valores de resistência variaram entre 14 MPa e 34 MPa, enquanto que outros autores encontraram valores semelhantes para materiais como concreto estrutural que possui resistência à compressão entre 20 e 50 MPa (NBR 8953-15).

Um estudo feito por Killmann & Fink (1996), sobre as propriedades mecânicas do estipe da palmeira de Coqueiro de 80 anos, separando-o em diferentes grupos de densidade, encontrou valores para compressão paralelas às fibras variando entre 19 e 57 MPa. Apesar de nesse estudo não ter sido calculada a densidade para o estipe de *E. oleracea*, seus valores de resistência estão na faixa de variação do estipe de coqueiro.

Através do corte transversal observa-se que no estipe são encontradas, no mínimo, duas zonas distintas: a periferia com maior concentração de feixes de fibras e o centro, onde a concentração de feixes é reduzida consideravelmente (figura 2). Segundo Tomlinson (1990), as palmeiras possuem feixes fibrovasculares em grande proporção na região próxima à epiderme. Estes são os responsáveis pelo aumento da resistência mecânica do caule, já que, a borda do estipe apresenta grande quantidade de feixes vasculares separados pelo tecido fundamental.

A tensão pode ser definida pela equação 1, que representa a força aplicada em uma direção perpendicular à seção reta da amostra, nesse estudo o corpo de prova se caracteriza por apresentar uma seção circular (Lopes, 2013)

Convencionalmente a tensão é inversamente proporcional à área, ou seja, na porção que estiverem concentrados maior número de feixes, haverá maior resistência à compressão paralela às fibras no estipe de *E. Oleracea*.

Figura 2: Corpo de prova com representação periferia e centro do estipe de *E. Oleracea.* Nota-se que a parte escura é representada pela periferia e a clara pelo centro do estipe.

Foi realizado o cálculo do valor característico da resistência à compressão paralela às fibras, fc0k, segundo o modelo da NBR 7190 para o estipe do açaizeiro, sendo igual a 14,51 MPa, superior à menor resistência encontrada, no entanto, inferior a 70% do valor médio. Ou seja, não atingiu todos os pré-requisitos expostos na NBR 7190. Sugere-se que um maior número de amostras seja utilizado, bem como o modelo probabilístico seja usado no cálculo do valor característico.

4. CONCLUSÃO

O valor médio da resistência do estipe de açaizeiro à compressão paralela às fibras foi de 26,21 MPa, possibilitando o uso para construções rurais simples.

Os autores sugerem utilizar um maior número de amostras e o modelo probabilístico da NBR 7190 para o cálculo do valor característico, permitindo sua inserção em uma classe de resistência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, S. C. P; Corrêa, J. A. J. Estimativa do Saldo de Radiação Instantâneo à Superfície para a Cidade de Santarém-PA, Através de Imagens do Landsat 5-TM (Estimation of Radiation Balance Instantanous Surfacing for the City of Santarém-PA, via Images from Landsat-5 TM). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 4, p. 653-661, 2014.

Almeida, D. H; Ferro, F. S; Varanda, L. D; Christoforo, A. D; Lahr, M. A. R; Molina, J. C; Junior, C. C. Comparação entre valores de ensaios experimentais e calculados da resistência ao embutimento da madeira de *Pinus taeda* L. Revista Árvore, v.38, n. 2, p.347-352, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 107p. 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8953: concreto para fins estruturais — Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Terceira edição. 2015.

Azevedo, J. R. de. Sistema de manejo de açaizais nativos praticados por ribeirinhos. São Luis/MA: EDUFMA, 2010.

Brandão, C. R. F.; Barros, A. L.; Lameira, C. C.; Palheta, F. C.; Galvão, J. R. O Açaí no Estado do Pará e seu Potencial para o Sustentável Da Região. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE, 2015.

Brandão, J. B. Estudo das propriedades físicas e mecânicas de três espécies florestais. UFAM, 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais).

Cheug, A. B.; Espinosa, M.M.; Junior, C.C. Resistência característica e intervalos de confiança para treliças de madeira com ligações de chapas com dentes estampados**.** Madeira Arquitetura e Engenharia, n. 16, ano 6. 2005.

Espinosa, M. M; Calil, C.J. Determinação do valor característico da resistência da madeira – Distribuições de Probabilidade Simétricas e Assimétricas. Madeira: arquitetura e engenharia, ano 1, n.2, p.25-30,2000.

Ferri, M.G. 1918. Botânica: Morfologia interna das plantas (anatomia). 9. ed. São Paulo: Nobel, 1999.

Finger, F. A.; Finger, Z.; Barros, N. Qualificação da madeira de teca, *Tectona grandis L. f.*, oriunda do primeiro desbaste comercial, com vistas a seu aproveitamento. Madeira: arquitetura e engenharia, v. 4, n. 12, 2013.

Ghavami, Khosrow; Marinho, Albanise B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie do bambu da espécie Guadua angustifolia Guadua angustifolia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 1, p. 107-114, 2005.

Homma, A. K.O.; Nogueira, O, L. N.; Menezes, A. J. E. A. de.;Carvalho, J. E. U. de.; Nicoli, C. M. L. MATOS, G.B. de. Açaí: Novos Desafios e Tendências. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 1, n. 2, 2006.

Killmann, W., Fink, D. Coconut Palm Stem Processing. Technical Handbook. 1996

LOPES, J. T. de B. Estrutura e propriedades dos materiais. Apostila. Disponível em:< http://jorgeteofilo. files. wordpress. com/2011/08/epm-apostila-capc3adtulo09-propriedades. pdf>. Acesso em: 01/08/2017 , v. 12, n. 10, 2013.

Martins, M. E. G. Desvio Padrão Amostral. Revista de Ciência Elementar, v.1, n. 1

Oliveira, M. do S. P. de; Carvalho, J. E. U. de; Nascimento, W. M. O. do. Açaí (Euterpe oleracea Mart.). Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, 2000.

Pinto, E. M.; Espinosa, M.M.; Junior, C.C. Métodos para determinação do valor característico da resistência à compressão paralela às fibras da madeira. Madeira: arquitetura e engenharia, 2004.

R development core team. R: A Languageandenvironment for statisticalcomputing. 2014.

Secretaria Municipal de Turismo – SEMTUR. Inventário da Oferta e Infraestrutura Turística de Santarém. Divisão de Planejamento Turístico. 268 p. 2013

Tomlinson, P. B. The structural biology of palms.Oxford University Press, 1990.