

DENSIDADE E RESISTÊNCIA À FLEXÃO DA MADEIRA COMO INDICADORES PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁRVORES DE *CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* BENTH COM MENORES DIÂMETROS

¹Breno Henrique Pedroso de Araújo (breno.ueap@gmail.com), ²Madson Alan Rocha de Sousa (madsonalan@yahoo.com.br), ³Marcelino Carneiro Guedes (marcelino.guedes@embrapa.br), ⁴Marcio Franck de Figueiredo (marciofranck@uepa.br), ⁵João Rodrigo Coimbra Nobre (rodrigonobre@hotmail.com.br)

^{1,3}Embrapa Amapá

Projeto Desenvolvimento Comunitário Sustentável no estuário Amazônico. Rod. Juscelino Kubitschek, km 5, N° 2600 CEP 68903-419, Macapá, AP – Brasil. Fone: (96) 4009-9541 Fax: (96) 4009-9501

^{2,4,5}Universidade do Estado do Pará

Centro de Ciências Naturais e Tecnologia/Departamento de Engenharia Florestal, Rua Éneas Pinheiro, n° 2626, CEP: 66095-100, Belém-Pa, Brasil

RESUMO: A relevância dos recursos florestais para famílias ribeirinhas amazônicas é motivo de amplo apelo socioeconômico para pesquisas que identifiquem, caracterizem e subsidiem o uso sustentável desses recursos. O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade e resistência à flexão da madeira (Módulo de ruptura – MOR) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. em função do diâmetro à altura do peito (DAP) e da posição no fuste (base e topo) para verificar a possibilidade de aproveitamento de árvores com menores diâmetros. Foram utilizadas 15 árvores da espécie com DAP (diâmetro a altura do peito) abrangendo valores de 18 a 55 cm. As análises foram realizadas conforme norma ABNT 7190/97. A densidade média da madeira foi de 0,65 g.cm⁻³, com mínimo e máximo de 0,54 e 0,79 g.cm⁻³, respectivamente. O valor médio da resistência à flexão paralela às fibras (MOR- módulo de ruptura) foi de 88.10 MPa, com mínimo e máximo de 0,47 e 114,13 MPa, respectivamente. Não houve diferença significativa para densidade em função de DAP e posição no fuste, enquanto MOR diferiu apenas em função do DAP. Os valores das propriedades estudadas são similares ou próximos à de outras espécies comerciais já utilizadas para fins variados como marcenaria, construção de embarcações e carpintaria.

Palavras Chave: estuário amazônico, propriedades da madeira, pau mulato.

DENSITY AND BENDING STRENGTH OF *CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* BENTH WOOD IN DIFFERENT DIAMETER AND STEM POSITION

ABSTRACT: The importance of forest resources for the Amazonian riverine families is ample reason socioeconomic call for research to identify, characterize and subsidize the sustainable use of these resources. The aim of this study was to characterize the density and bending strength (Modulus of rupture- MOR) of wood *Calycophyllum spruceanum* Benth. depending on the diameter at breast height (DBH) and stem position (bottom and top) to check the possibility of using trees with smaller diameters. For this, they used 15 trees of the species comprising DAP values of 18 to 55 cm. The analyzes were performed according to ABNT 7190/97. The average wood density was 0.65 g.cm⁻³, with minimum and maximum of 0.54 and 0.79 g.cm⁻³, respectively. The mean value of the bending strength parallel to the fibers (modulus of rupture in bending) was 88.10 MPa, minimum and maximum of 0.47 MPa and 114.13, respectively. There was no significant difference in density due to the DAP and position in the stem, while MOR differed only due to the DAP. The values of the properties studied are similar or close to that of other commercial species already used for varying purposes such as joinery, boat building and carpentry.

Keywords: amazon stuary, wood properties, pau mulato.

1. Introdução

Conhecer as propriedades físicas e mecânicas de madeiras nativas contribui não somente para definir o uso mais apropriado à determinada espécie, mas também para técnicas mais adequadas de manejo e processamento, e, principalmente, auxilia na definição de diâmetros mínimos de corte, permitindo o manejo individual e aumentando o número de espécies e indivíduos arbóreos passíveis de exploração, resultando num melhor aproveitamento da floresta.

Nesse contexto, o pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) merece destaque por sua ocorrência natural em floresta de várzea do estuário amazônico, sendo amplamente utilizado pelos ribeirinhos na construção de residências, na produção de lenha e carvão, na marcenaria e na indústria moveleira na região (QUEIROZ e MACHADO, 2007). A característica marcante da espécie é o fuste bastante retilíneo, com casca lisa de cor marrom ou esverdeada que descama em longas tiras deixando exposta a camada interna avermelhada (LORENZI, 1992; REVILA, 2000).

A espécie apresenta ampla ocorrência ao longo da bacia amazônica (Brasil, Peru, Bolívia e Equador), preferencialmente em ambientes alagados de várzea. Por ter característica heliófila, tem elevada regeneração em áreas degradadas, tais como áreas abandonadas pela agricultura, desenvolvendo-se geralmente em agrupamentos quase homogêneos (REVILA, 2000; ALMEIDA, 2004; JONG, 2001; GONZÁLES, 2007).

A árvore de pau mulato apresenta uma copa pequena e rala, favorecendo o consórcio ou a utilização em sistemas agroflorestais (SAFs), pois permite a passagem de luz causando pouco sombreamento. A madeira é moderadamente pesada (com densidade básica variando de 0,78 a 0,85 g cm⁻³), compacta, de fácil trabalhabilidade, resistente à deterioração, sendo empregada para marcenaria, confecção de esquadrias, cabos de ferramentas, compensados, caibros, ripas, tacos, tábuas para assoalho e estacas (RIZZINI 1971; GUITTON, 1991; D' OLIVEIRA et al., 1992; LORENZI, 1992; REVILLA, 2000). É uma espécie com grande potencial para a implantação de plantios puros ou mistos em virtude da alta demanda por sua madeira (UGARTE-GUERRA e DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, 2010).

Considerando aspectos sociais, econômicos e ecológicos, é evidenciado que o pau mulato torna-se uma espécie promissora no contexto de produção de madeira em ambiente de várzea e, sobretudo, na possibilidade de propiciar às famílias ribeirinhas uma fonte de renda alternativa. Para tanto, é necessário verificar os aspectos tecnológicos que possibilitem sua exploração e de outras espécies em menores diâmetros, principalmente para construção civil e movelaria que demandam consideráveis volumes dessa madeira no mercado.

Assim, visando subsidiar o aproveitamento do potencial florestal da região de forma racional e múltipla, este trabalho tem como objetivo avaliar a densidade e resistência à flexão da madeira de *C. spruceanum* em função do diâmetro e na base e topo do fuste para verificar a possibilidade de aproveitamento de árvores com menores diâmetros.

2. Pau mulato: características e potencialidades

Calycophyllum spruceanum Benth. é uma espécie pertencente à família Rubiaceae, conhecida popularmente como pau mulato, mulateiro, ou ainda capirona. É do tipo arbóreo com cerca de 35 m de altura, cuja característica marcante é seu fuste retilíneo, com casca lisa de cor marrom ou esverdeada, delgada e escorregadia que descama anualmente em longas tiras deixando exposta a camada interna, avermelhada (SILVA et al., 1977; LORENZI, 1992; REVILA, 2000).

É uma árvore pioneira com ampla ocorrência na região amazônica, em ambientes de várzea ou em capoeiras altas, campos de pastagens, áreas degradadas, desenvolvendo-se, geralmente, em agrupamentos quase homogêneos (REVILA, 2000). Estudos indicam que o pau mulato apresenta boa regeneração tanto nas áreas mais altas das várzeas como nas roças e áreas abandonadas de agricultura, podendo ainda estar presente em florestas de

terra firme, em decorrência de seu eficiente sistema de dispersão pelo vento e pela água (ALMEIDA, 2004).

A árvore é ornamental, principalmente por seu fuste liso muito decorativo. Pode ser empregada no paisagismo ou em plantios mistos em áreas degradadas, pois, é heliófita e perenifolia. Sua madeira, moderadamente pesada, densa, compacta, fácil de trabalhar, bastante resistente à deterioração, é empregada para marcenaria, confecção de esquadrias, cabos de ferramentas, artigos torneados e compensados (RIZZINI 1971; LORENZI, 1992).

Segundo SOTELO MONTES *et al.* (2003), trata-se de uma espécie de rápido crescimento, madeira de excelente qualidade para construção e alto poder calorífico que lhe confere boa característica para ser usada como lenha e carvão. De acordo com SOTELO MONTES e WEBER (1997), é uma das árvores preferidas para utilização em sistemas agroflorestais no Peru.

C. spruceanum apresenta uma copa pequena e rala, favorecendo o consórcio ou sua implantação em Sistemas Agroflorestais (SAFs), pois permite a passagem de luz, causando pouco sombreamento. Em SAFs com idade entre 5 e 11 anos implantados em áreas com regeneração natural no Município de Mazagão-AP, os resultados obtidos permitem afirmar que a espécie tem capacidade de crescimento elevada, com crescimento em diâmetro a altura do peito (DAP) variando de 0,9 a 2,4 cm.ano⁻¹ (GUEDES *et al.*, 2012).

Levando em consideração que a densidade de sua madeira é considerada de média a alta, apresentando boa durabilidade natural e boa aceitação no mercado, esta espécie tem grande potencial para plantios em virtude da demanda por sua madeira para fins estruturais e para fabricação de móveis (UGARTE-GUERRA e DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, 2010).

Diante das potencialidades do pau mulato, o Peru é um dos países que, há alguns anos, mais vem realizando pesquisas sobre esta espécie, com destaque para os trabalhos de JONG (2001); SOTELO MONTES *et al.* (2003); SOTELO MONTES *et al.* (2007); UGARTE-GUERRA e DOMÍNGUEZ-TORREJÓN (2010), entre outros.

No estuário amazônico, o pau mulato está entre as espécies mais utilizadas para produção de madeira, visando o atendimento das demandas de construção de casas, fabricação de móveis, instalação de cercados, entre outros; está sempre entre as quatro espécies mais serradas pelos ribeirinhos das várzeas do Estado do Amapá (QUEIROZ e MACHADO, 2007).

Apesar de sua importância econômica, que atualmente é indiscutível, informações referentes às suas propriedades tecnológicas são incipientes. Segundo CASTILHO *et al.* (2011), poucos estudos têm sido realizados sobre a dinâmica de crescimento e regeneração do pau mulato em ecossistemas de várzea, onde ocorre e regenera naturalmente, principalmente, em áreas de agricultura itinerante preparadas com corte e queima. Ainda não há uma recomendação de técnicas de manejo da abundante regeneração desta espécie em várzeas estuarinas, visando sua utilização para composição de SAFs nessa região.

3. Material e métodos

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em floresta de várzea do estuário amazônico, compreendendo o município de Mazagão, Amapá (00° 14' 35"S e 51° 22' 59"O), em área próxima ao igarapé Bispo, afluente do canal norte do rio Amazonas. O clima da região é do tipo Ami, equatorial super úmido, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média mínima é de 23°C e a média máxima de 38°C, com umidade relativa média acima de 80%. A precipitação pluviométrica anual oscila em torno de 2.500 mm (GAZEL-FILHO *et al.*, 2008). O solo é classificado como Gleissolo Háptico (SANTOS e TARDIN, 2003), com predomínio de textura siltosa e elevada fertilidade. A vegetação predominante da região é a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, também conhecida por floresta de várzea (IBGE, 2012).

A área de coleta está situada dentro da Reserva Extrativista Rio Cajari, uma Unidade de Conservação e Uso Sustentável. Em cumprimento ao que determina a Instrução Normativa Nº 154/2007, para a realização da pesquisa foi solicitada Autorização para atividades com

finalidade científica pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO). A Embrapa Amapá, por meio do Projeto Florestam “Ecologia e Manejo Florestal para Uso Múltiplo de Várzeas do Estuário Amazônico” solicitou a referida autorização (número 29982-2) para realização da coleta e transporte das amostras de madeira.

3.2 Delineamento amostral

Para a coleta das amostras de madeira foram derrubadas 15 árvores de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth.), com diâmetros a altura do peito (DAP) de 18, 26, 38, 45 e 55 cm, medidos a 1,30 m de altura, com três repetições (árvores) para cada diâmetro. A princípio, foi realizada a medição da circunferência à altura do peito (CAP) de cada árvore com o uso de fita métrica (precisão de 1 mm) e em seguida estes valores foram divididos por π (3,1416) para obtenção dos diâmetros. As alturas das árvores também foram medidas com trena, após a derrubada das mesmas. De cada árvore derrubada foram retiradas duas pranchas diametrais, uma localizada na base e outra ao término da altura comercial do fuste (topo). As pranchas possuíam dimensões próximas de 10 cm em espessura e 120 cm de comprimento, com a largura variando em função do diâmetro de cada árvore. A partir dessas pranchas foram retirados corpos de prova para realização do teste físico de densidade e mecânico de resistência a flexão paralela as fibras.

A Figura 1 apresenta algumas atividades da coleta de madeira.



Figura 1. Coleta da madeira de árvore de *Calycophyllum spruceanum*: a - medição do diâmetro à altura do peito; b- retirada de costaneiras das árvores amostradas; c – transporte das toras da floresta para embarcações.

3.3 Caracterização da madeira

A densidade básica foi determinada em corpos de prova com dimensões de 2 cm x 3 cm x 5 cm, conforme procedimentos descritos na ABNT 7190/1997. Foram confeccionados seis corpos de prova de cada árvore (três repetições da base e três do topo do fuste), totalizando 90 para determinação desta propriedade.

Os corpos de prova foram orientados em função do plano de corte (axial, radial e tangencial) e saturados por meio de tratamento em recipiente de vidro com bomba a vácuo, por 120 horas. Após a saturação, foram medidas as dimensões nos respectivos planos de corte, com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm para a obtenção do volume da madeira. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, até alcance de massa constante, para determinação da massa seca, utilizando-se uma balança com precisão de 0,01g.

A densidade básica foi determinada conforme Eq. (1):

$$\rho_{bas} = \frac{Ms}{V_{sat}} \quad (1)$$

ρ_{bas} = densidade básica.

Ms = massa seca da madeira, em gramas.

V_{sat} = volume da madeira saturada, em centímetros cúbicos.

Para determinação da resistência à flexão foram extraídos de cada árvore dois corpos de prova (um da base e um do topo do fuste) com seção transversal quadrada de 5,0 cm de lado e comprimento de 115 cm, na direção paralela às fibras, totalizando 15 amostras da base e 15 do topo. A análise foi realizada com os corpos de prova ainda verde, com umidade acima do ponto de saturação das fibras.

O teste de resistência à flexão paralela às fibras foi realizado em máquina universal de ensaio marca EMIC DL 30000 (capacidade 300 kN), no Núcleo Tecnológico de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amapá (UEAP), conforme procedimentos da Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 7190 da ABNT (1997). A velocidade de carregamento foi monotônica crescente, com uma taxa de 10 MPa/min.

3.4 Análise dos dados

Para análise dos resultados foram calculados os valores médios, mínimos e máximos, desvio padrão e coeficiente de variação utilizando-se o software R.

A análise de covariância (ANCOVA) foi usada com a finalidade de testar se foram significativos os efeitos do DAP e posição base e topo do fuste sobre densidade básica e módulo de ruptura. Neste caso, a ANCOVA teve o efeito de posição no fuste (base e topo) como o fator fixo e o DAP como a covariável. Esta análise foi realizada no software Systat 12.0.

4. Resultados e discussão

Os resultados médios para densidade e módulo de ruptura da madeira de *C. spruceanum* são apresentados na Tab. 1. A densidade variou de 0,54 a 0,79 g.cm⁻³, com média de 0,65 g.cm⁻³.

Ao comparar a densidade básica média obtida com valores de espécies utilizadas no mercado, como o amapá - *Brosimum parinarioides* (0,59 g.cm⁻³), visgueiro - *Parkia paraensis* (0,56 g.cm⁻³) (SILVEIRA *et al.*, 2013), andiroba - *Carapa guianensis* (0,59 g.cm⁻³), cupiuba - *Goupia glabra* (0,68 g.cm⁻³) e quaruba - *Vochysia* spp. (0,65 g.cm⁻³) (NASCIMENTO *et al.*, 1997) verifica-se que a madeira de pau mulato, mesmo em menores diâmetros, possui várias possibilidades de uso em marcenaria, construção de embarcações, carpintaria, postes de rede elétrica, móveis e construções em geral.

Tabela 1. Valores médios, máximos e mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação da densidade e módulo de ruptura da madeira de *Calycophyllum spruceanum*.

Propriedades	Média	Mín. e Máx.	Desvio-padrão	Coeficiente de variação (%)	Nº de corpos de prova
Densidade básica (g.cm ⁻³)	0.65	0,54 e 0,79	0.04	6.37	90
Módulo de ruptura (MPa)	88.10	0,47 e 114,13	17.37	19.71	30

A média da densidade básica de pau mulato (0,65 g.cm⁻³) encontra-se de acordo com o resultado obtido por WOODCOCK (2000). Em contrapartida, é considerado relativamente

baixo quando comparado aos resultados de ACEVEDO e KIKATA (1994), KEENAN e TEJADA (1984), e SOTELO MONTES *et al.* (2007), que estudaram a madeira dessa espécie na Amazônia peruana e encontraram densidade básica de 0,76 ; 0,74 e 0,71 (g.cm⁻³), respectivamente. Tal inferioridade pode ter sido influenciada pela coleta de amostras de diferentes diâmetros neste estudo, bem como pelas diferenças nas condições de crescimento da espécie (na Amazônia brasileira em relação à Amazônia peruana). Ressalta-se que as propriedades da madeira são alteradas com as mudanças nas condições de crescimento, em função de diferentes tratamentos silviculturais e de características de solo ou clima, bem como nas diferenças de maturidade do material analisado e características genéticas (ZOBEL e BUIJTENEN, 1989; ZOBEL e JETT, 1995; MATTOS *et al.*, 2006).

Por fornecer uma gama de informações sobre uma determinada espécie, o conhecimento da densidade é fundamental para a utilização dos produtos madeireiros, além de constituir-se em parâmetro tecnológico relacionado com a variação dimensional, resistência mecânica e qualidade da superfície usinada, sendo importante na utilização da madeira para a confecção de móveis de qualidade (LOPES *et al.*, 2011), fatos que ratificam a importância desses resultados para a madeira de pau mulato.

Verificou-se que o valor médio de módulo de ruptura (MOR) foi 88,1 MPa para as 15 árvores de *C. spruceanum*, com mínimo de 47,14 MPa e máximo de 114,73 MPa. O valor médio foi superior ao módulo de ruptura da madeira verde de *Hymenolobium* spp. (70,9 MPa), *Qualea* spp. (61,1 MPa) e *Micropholis venulosa* (78,8 MPa) (IPT, 2009), espécies com boa aceitação no mercado e variadas possibilidades de uso como construção civil, movelarias, laminação e outros. O valor mínimo encontrado (47,14 MPa) é próximo dos valores das espécies Amesclão-*Trattinnickia burserifolia* Mart (49,7 MPa) e *Pinus elliottii* Engelm. (48 MPa) que têm utilidades na fabricação de compensado, guarnições, roda pés, forros, lambris, laminado, brinquedos, cabos para vassouras e palitos de fósforo (IPT, 2009).

A análise de covariância demonstrou que apenas o MOR apresentou variação significativa em função do DAP, conforme mostra a Tab. 2.

Tabela 2. Efeito da posição no fuste e DAP na densidade e resistência à flexão da madeira de *Calycophyllum spruceanum*

FONTE	Densidade básica (g.cm ⁻³)		Módulo de ruptura (MPa)	
	F	P	F	P
Posição no fuste	1.64	0.21	1.92	0.18
DAP	0.95	0.34	6.20	0.02*

(*) significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Essa diferença foi influenciada principalmente pela presença de uma amostra de árvore com DAP de 55 cm que apresentou valor de 47,14 MPa, deslocando a média de MOR desse diâmetro para o valor mais baixo entre os diâmetros analisados. A amostra em questão, possivelmente, foi retirada de porção do topo do fuste com maior quantidade de lenho juvenil. Fisiologicamente este lenho é formado sob forte influência dos meristemas primários próximos a copa, sendo caracterizado por apresentar células curtas, com diâmetros reduzidos e paredes espessas, densidades relativamente baixas e reduzida resistência mecânica (UTAD, 2013). VIDAURRE *et al.* (2006) destaca que peças estruturais que contenham uma determinada quantidade de lenho juvenil apresentam classes de resistência inferiores, sendo este o motivo pelo qual o conhecimento das diferenças entre as propriedades do lenho juvenil e adulto é importante para a utilização da madeira processada mecanicamente

Associado a isto, CALIL JÚNIOR *et al.* (2000), argumentam que na análise das propriedades da madeira, devem-se considerar fatores relacionados ao ambiente em que a madeira se encontrava antes de seu corte, tais como as condições de temperatura,

composição e umidade do solo, densidade e tipo de manejo aplicado ao povoamento, incidência de chuvas e a localização da árvore, que podem gerar alterações nas propriedades da madeira formada até mesmo em árvores da mesma espécie.

O fator posição no fuste não afetou as propriedades da madeira analisadas. Apesar da variação dessas propriedades, CRUZ et al. (2003), LIMA e GARCIA (2010), afirmam que grande parte das espécies madeireiras apresenta maiores variações nas características anatômicas, físicas, mecânicas e químicas no sentido medula-casca, do que no sentido da base para o topo. SOTELO MONTES et al. (2007), por exemplo, encontraram diferença significativa na variação da densidade básica em função da posição radial de *C. spruceanum* jovem na Amazônia peruana.

Sotelo Montes et al. (2007) também indicaram em seus resultados que a madeira jovem de pau mulato é relativamente forte e rígida e mantém características de resistência de árvores adultas, corroborando com os resultados reportados no presente estudo.

5. Conclusão

Os valores de densidade e resistência à flexão da madeira de *C. spruceanum* credenciam o uso da espécie em menores DAP, pois são valores próximos ou similares a madeiras já utilizadas comercialmente para variados fins. Mais estudos são necessários para qualificar melhor a madeira quanto ao seu desdobro e beneficiamento.

Estudos que relacionam taxa de crescimento, formação da madeira e propriedades tecnológicas são também necessários para o alcance de melhores resultados quanto ao aproveitamento econômico da regeneração natural da espécie no estuário amazônico.

6. AGRADECIMENTOS

A Embrapa Amapá pela estrutura e suporte logístico, por meio do Projeto FLORESTAM - "Ecologia e manejo florestal para uso múltiplo de várzeas do estuário amazônico"; a Madeireira Brasil (MADBRAS), pelo apoio na confecção dos corpos de prova; ao Núcleo de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amapá (UEAP).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, M.; Y. KIKATA. Atlas de Maderas del Perú. Universidad de Nagoya, Japón, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Per.1994.
- ALMEIDA, M. de C. Pau mulato da várzea: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f.ex K. Schum. Informativo Técnico da Rede de Sementes da Amazônia. Manaus, nº 6, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro : ABNT (NBR-7190),107p. 1997.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out.-dez., 2010
- CALIL JÚNIOR, C.; BARALDI, L.T.; STAMATO, G. C.; FERREIRA, N. S. S. Estruturas de madeira. São Carlos: USP – Departamento de Engenharia de Estruturas, 2000.101p.
- CASTILHO, N. T.; GUEDES, M. C.; RODRIGUES, D. M. de S.; MOCHIUTTI, S. Crescimento do pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth) em sistemas agroflorestais de várzea do estuário amazônico. In: VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Belém, Pará, 2011.
- CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUNIZ, G. I. B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de *Eucalyptus*. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 64, p. 33-47, 2003.
- D'OLIVEIRA, M.V.N.; MENDES, L.M. da S.; SILVEIRA, G. S. Estudo do mulateiro, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) em condições de ocorrência natural em plantios homogêneos. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAF-ACRE, Rio Branco, nº 8, 1992.
- GAZEL FILHO, A. B.; YARED, J. A. G.; MOURÃO JÚNIOR, M.; SILVA, M. F. da; CARIM, M. de J. V.; JARDIM, M.A.G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de

- floresta de várzea no município de Mazagão, estado do Amapá, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.
- GONZÁLES, J.C.D. Promotion of Natural Regeneration to establish productive managed Forests on Fallow land near Pucallpa, in the Peruvian Amazon. Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the Degree Doctor rer. nat. of the Faculty of Forest and Environmental Sciences, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Germany, 2007.
- GUEDES, M. C.; CASTILHO, N.; MIRANDA, D.; FISCHER, G.; SOUSA, M. ZAHARYA, N.; MOCHIUTTI, S. Regeneração do pau mulato: Manejo para uso sustentável da várzea. Folder. Embrapa Amapá, 2012.
- GUITTON, T. L. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Rio Branco: CEAGAC. Laboratório Autônomo de Estudos Florestais da Amazônia, 1991. 138 p. il.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 271 p.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Madeira: uso sustentável na construção civil/Geraldo José Zenid , coordenador . - 2. ed. - São Paulo, 2009.
- JONG, W. Tree and forest management in the floodplains of the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, n. 150, p. 125-134, 2001.
- KEENAN, F.J., M. TEJADA. Tropical timber for building materials in the Andean Group countries of South America. International Development Research Centre, Ottawa, Canada.1984.
- LIMA, I. L. DE.; GARCIA J.N. Variação da densidade aparente e resistência à compressão paralela às fibras em função da intensidade de desbaste, adubação e posição radial em *Eucalyptus grandis* Hill ex- maiden. *Revista Árvore*, v. 34, n. 3, p. 551-559, 2010.
- LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; SANTOS DIAS, C. T. dos.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, abr. jun. 2011.
- LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; SANTOS DIAS, C. T. dos.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, abr. jun. 2011.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum. 1992.
- MATTOS, P. de P.; BORTOLI, C. de.; MARCHESAN, R.; ROSOT, N. C. Caracterização Física, Química e Anatômica da Madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. Colombo, PR. Dez. 2006. 4p.
- NASCIMENTO, C. C; GARCIA, J. N.; DIÁZ, M. D. P. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. *Madera y Bosques* 3(1), 1997:33-52.
- QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. do A. Potencial da utilização madeireira de espécies florestais de várzea no município de Mazagão no Estado do Amapá. *Floresta*, v.37, n.2, p. 293- 302. Curitiba, 2007.
- REVILA, J. Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 405p.
- RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1971. 294p.
- SANTOS, V. F.; TARDIN, A. T. Projeto zoneamento ecológico-econômico do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá: diagnóstico sócio-ambiental, relatório técnico de solos. Macapá: IEPA, 2003. 22p.
- SILVA, M.F.; LISBÔA, P. L. B.; LISBÔA, R.C.L. Nomes vulgares de plantas amazônicas. Belém:INPA, 1977. 222p.
- SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Revista Acta Amazônica*. VOL. 43(2) 2013: 179 – 184.

- SILVEIRA, L.H.C.; REZENDE, A.V.; VALE, A.T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazônica*. vol.43 n.2, 2013.
- SOTELO MONTES, C.; BEAULIEU, J.; HERNÁNDEZ, R. E. Genetic variation in wood mechanical properties of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. *Wood Fiber Sci*, v. 39, p. 578–590, 2007.
- SOTELO MONTES, C.; VIDAURRE, H.; WEBER, J. C. Variation in stem-growth and branch-wood traits among provenances of *Calycophyllum spruceanum* Benth. from the Peruvian Amazon. *New Forests*, v. 26, n. 1, p. 1–16, 2003.
- SOTELO MONTES, C.; WEBER, J. C. Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. *Agroforestería en las Américas*, v. 4, p. 12–17, 1997.
- UGARTE-GUERREA, L. J. ; DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, G. Índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación com la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la Cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. *Ecología Aplicada*. v.9, n.2, p. 101-111, 2010.
- UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Lenho juvenil e lenho adulto. Disponível em:< www.cifap.utad.pt/juvadul.html>. Acesso em: 10 jan.2013.
- VIDAURRE, G.; LOMBARDI, L.R.; OLIVEIRA, J.T.S.; ARANTES, M.D.C. Lenho juvenil e adulto e as propriedades da madeira. *Floresta e Ambiente* 18 (4):469-480, 2011.
- WOODCOCK, D.W. Wood specific gravity of trees and forest types in the southern Peruvian Amazon. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 4, p. 589–599, 2000.
- ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. V. *Wood variation, its causes and control*. Berlin: Springer; 1989. 363 p.
- ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. *Genetics of Wood Production*. Springer-Verlag, New York, USA.1995.

8. NOTA DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo que está contido neste trabalho.