

Proporção de cerne e alburno de 4 espécies comerciais da Amazônia

Rafael de Farias Pinto¹, Savannah Franco de Freitas¹, Valquíria Clara Freire de Souza¹,
Jardel Ramos Rodrigues¹, Álefe Lopes Viana²; Francisco Tarcísio Moraes Mady¹

¹ Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Florestais (UFAM – DCF), Manaus/AM, Brasil; ² Instituto Federal do Amazonas (IFAM), Manaus/AM, Brasil – rafaelpinto4@gmail.com

Resumo: As espécies arbóreas comerciais da floresta amazônica são um atrativo para o mercado brasileiro e internacional, o conhecimento anatômico dessas espécies pode auxiliar um maior índice de aproveitamento madeireiro. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo determinar a proporção de cerne e alburno de 4 espécies comerciais amazônicas. As amostras utilizadas foram mensuradas no Laboratório de Física da Madeira da Universidade Federal do Amazonas. Para o cálculo da proporção cerne e alburno (C/A), foram medidos os diâmetros sem casca, com casca e do cerne, com 12 amostras no total, sendo 3 por espécie. A C/A em destaque foi da espécie *Lecythis lurida* (Jarana), de 5,96, onde 85,63% da área das amostras era de cerne e 14,73% da área era de alburno, com um diâmetro médio sem casca de 52,47 cm e espessura média de A de 1,96 cm, sendo esses parâmetros considerados relevantes no desdobro madeireiro.

Palavras-chave: Amazônia, Proporção cerne/alburno, Anatomia da madeira.

Abstract: The commercial tree species of the Amazon rainforest are attractive to the Brazilian and international markets, and anatomical knowledge of these species can help to achieve a higher rate of timber utilization. The aim of this study was to determine the proportion of heartwood and sapwood of four commercial Amazonian species. The samples used were measured at the Wood Physics Laboratory of the Federal University of Amazonas. To calculate the heartwood/ sapwood ratio (H/A), the diameters without bark, with bark and of the heartwood were measured, with 12 samples in total, 3 per species. The best C/A was for the *Lecythis lurida* (Jarana) species, at 5.96, where 85.63% of the area of the samples was heartwood and 14.73% of the area was sapwood, with an average diameter without bark of 52.47 cm and an average thickness of A of 1.96 cm. These parameters are considered relevant for timber harvesting.

Keywords: Amazon, Heartwood/sapwood ratio, Wood anatomy.

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica compreende uma área de 4,2 milhões de km², equivalente a 49,3% do território brasileiro e a cerca de 5% da superfície do planeta, sendo considerada a maior reserva de biodiversidade da Terra, com estimativas de que abrigue, ao menos, a metade de todas as espécies vivas, resultado da interação das variadas condições geoclimáticas (MAPA, 2019). A vegetação é caracterizada como

floresta ombrófila densa, composta, em geral, por árvores altas e as variações “matas de várzea e matas de igapó”, onde existem outras formações florestais com grande representatividade, como floresta ombrófila aberta, florestas estacionais semidecidual e decidual, além de savana e campinarana florestadas (IBGE, 2004).

Nessa floresta, a região compreende uma área de dimensões continentais, que envolve 9 países e, também, 9 estados brasileiros (IBGE, 2023, Embrapa, 2023). O grande número e diversidade de espécies de árvores em florestas tropicais a torna um ecossistema extremamente complexo de difícil compreensão. Estimar a diversidade de espécies florestais na Amazônia é uma atividade árdua, há publicações têm dados de existência de 13.000 a 16.000 espécies de árvores no bioma, por hectare estima-se que existam mais de 250 espécies arbóreas (Cooper *et al.*, 2024, Ter Steege *et al.*, 2023; Ter Steege *et al.*, 2013).

Na floresta amazônica há espécies florestais utilizadas para produção de madeira, denominadas comerciais, com características físicas e mecânicas que viabilizam a sua comercialização para fins estruturais, estéticos, artesanais e inúmeras finalidades antrópicas (Romero *et al.*, 2023). Uma das características crucial no tronco arbóreo é a proporção de cerne e alburno, o que pode resultar em uma indicação de uso específico para a madeira (Mori *et al.*, 2005; Oliveira e Hellmeister, 1998). O alburno é a região mais periférica da madeira e compõe o cilindro caulinar, responsável pelo fluxo ascendente de água e solutos entre as raízes e a copa, sendo a região também chamada de xilema ativo (Aparecido *et al.*, 2019).

A visualização transversal de um disco de madeira proporciona a identificação de alburno e cerne, sendo este frequentemente mais escuro, esse plano visual também pode ser utilizado para estimar a idade cambial das árvores, por meio de anéis de crescimento (Granato-Souza *et al.*, 2019). Conforme o envelhecimento da madeira, as células que a compõem sofrem um processo denominado cernificação, isso resulta em modificações fisiológicas, como o possível escurecimento desta região até a obliteração do lume dessas células, o que impede o transporte de seiva bruta (Mady 2018; Schweingruber *et al.*, 2007). Esse processo pode conter diferentes substâncias químicas, que são frequentemente responsáveis pela coloração mais escura e maior durabilidade do cerne.

O conhecimento da proporção de cerne e alburno tem grande importância no setor madeireiro, ao considerar a otimização do trabalho e a previsibilidade de uma maior taxa de aproveitamento na indústria (Finger *et al.*, 2003). Um maior entendimento

dessa proporção pode reduzir a supressão de árvores nativas, uma vez que o conhecimento do aproveitamento de madeira contribui para um maior rendimento e contribui para a sustentabilidade. Na Amazônia, devido ao grande número de espécies endêmicas, concomitante a uma alta diversidade de espécies comerciais, é necessário ampliar o conhecimento sobre as árvores frente as ameaças associadas às emergências climáticas (van Tiel *et al.*, 2024).

Entre o alburno e o cerne existe a zona de transição, com células do parênquima vivas e uma menor quantidade de água, é geneticamente diferente e é onde são produzidos os extrativos acumulados no cerne (Fromm, 2012, Carmo, 2008). Essa zona é definida como “as camadas interiores do alburno que são de transição entre o alburno e o cerne na cor e nas características” (Costa *et al.*, 2017). Diante disto, este trabalho teve como objetivo medir, analisar e determinar a proporção de cerne e alburno de 4 espécies comerciais da floresta amazônica, no Estado do Amazonas, com intuito de classificá-las em grupos com maior e menor percentual de alburno, para indicar as espécies com possível maior aproveitamento madeireiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características da área de coleta

Neste projeto foi utilizada as seções transversais (discos) de 4 espécies comerciais amazônicas, coletados em uma indústria madeireira situada no município de Itacoatiara, no Estado do Amazonas. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (Af), é equatorial, com uma floresta tropical totalmente úmida (Kottek *et al.*, 2006). A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa, sendo característica marcante a presença de indivíduos arbóreos de grande porte junto de lianas lenhosas e epífitas em abundância (IBGE, 2012).

2.2 Mensuração da proporção de cerne e alburno

Para determinação da relação cerne/alburno (C/A), foi utilizada a metodologia de Evangelista (2007). Foram selecionadas 4 espécies florestais amazônicas, produtoras de madeira para a indústria, consideradas, portanto, espécies comerciais. Foram selecionadas 3 árvores e, de cada árvore, foi retirado um disco, totalizando 87 amostras. Os discos utilizados foram selecionados de acordo com a sua qualidade, envolvendo aspectos sanitários e de integridade. As seções transversais obtidas

situavam-se entre 3 a 6 metros do solo, pois as árvores já estavam cortadas e armazenadas no pátio da serraria, quando a retirada do disco foi realizada.

A divisão entre o cerne e o alburno foi determinada pelo limite de diferenciação da coloração do cerne e, quando necessário, essa distinção foi feita com o auxílio de lupa conta-fios de 10 aumentos. Para determinar o diâmetro, foram traçadas duas retas perpendiculares entre si, com o auxílio de uma régua metálica de precisão, ambas passando pelo eixo da medula, permitindo aferir o diâmetro total e o diâmetro do cerne. Foram coletados também, quando possível, dados relacionados à espessura da casca, coloração do alburno e do cerne, presença de estruturas como canais axiais traumáticos, bolsas de resina e demais caracteres organolépticos.

Após a mensuração, os dados coletados foram transpostos para uma tabela do software Microsoft Excel® com essas informações por espécie. Os dados finais e estatísticos foram calculados utilizando os softwares Microsoft Excel® e SPSS - Statistical Package for the Social Sciences®. Para a determinação da relação de cerne e alburno foram utilizadas as equações da Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis e fórmulas do estudo.

Variável	Fórmula e legenda
a) Área do cerne, em m² (CRN)	$CRN = 3,14 \times (D - 2 \times A)^2 \times 40000$ D = diâmetro médio da tora, em cm; A = espessura do alburno, em cm.
b) Área seccional média da seção sem casca, em m². (ASm)	$ASm = 3,14 \times D^2 \times 40000$ D = diâmetro médio da seção sem casca, em cm
c) Área do alburno, em m². (ALB)	$ALB = ASm - CRN$ ASm = área seccional média da seção de 3 metros, em m ²
d) Porcentagem de alburno (%ALB)	$\%ALB = ASm \times 100$
e) Porcentagem de cerne (%CRN)	$\%CRN = -1 \times \%ALB$
f) Proporção entre CRN e ALB (C/A)	$\frac{CRN}{ALB} \times 100 = C/A$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo realizado com as 4 espécies, foi possível aferir a variabilidade quanto a proporção do cerne e alburno de algumas espécies que são caracterizadas como madeiras comerciais na Amazônia.

3.1 **Características da área de coleta**

Neste projeto foi utilizada as seções transversais (discos) de 4 espécies comerciais amazônicas, coletados em uma indústria madeireira situada no município de Itacoatiara, no Estado do Amazonas. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (Af), é equatorial, com uma floresta tropical totalmente úmida (Kottek *et al.*, 2006). A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa, sendo característica marcante a presença de indivíduos arbóreos de grande porte junto de lianas lenhosas e epífitas em abundância (IBGE, 2012).

3.2 **Descrição das espécies e uso comercial**

Lecythis lurida (Miers) S.A.Mori

Sinonímias vulgares: jarana, inhaiba, castanha-jarana, jarana-da-folha-miúda, inuíba, inhaíba-de-rego. A jarana possui uma madeira com fácil distinção entre cerne e alburno, sendo o cerne de coloração amarronzada e o alburno amarelado. Pesada, com densidade de 0,93 g/cm³, com boa resistência mecânica. Parênquima axial visível apenas sob lente, eventualmente visível a olho nu, pouco contrastado e em linhas. Vasos de tamanho médio a grande, visíveis a olho nu, muito poucos, de porosidade difusa, a maioria solitários, podendo ser múltiplos de 2 a 4. Poros em sua maioria desobstruídos, alguns contendo tilos. Possui poucos raios, finos, visíveis apenas sob lente (Florsheim, 2020; Lorenzi, 1992; Parrota; Francis; Almeida, 1995).

Lecythis pisonis Cambess.

Sinonímias vulgares: castanha-sapucaia, sapucaia. A madeira é usada em construção civil, carrocerias, construção naval, postes, dormentes entre outros usos. Os frutos, do tipo pixídio, são grandes, lenhosos e contém até 30 sementes comestíveis. O cerne é amarronzado ou rosado se distingue bem do alburno, de cor amarelado. Parênquima axial em linhas sinuosas e contínuas. Grã direita, textura fina a média, cheiro e gosto indistintos. Vasos solitários em sua maioria, podendo ser múltiplos de 2 ou 3, pouco abundantes e pequenos. (CARRERO, 2014; CARVALHO, 2003; PARROTA; FRANCIS; ALMEIDA, 1995; TOMAZELLO, 1983; TOMAZELLO; CHIMELO; GARCIA, 1983).

Peltogyne cattingae Ducke

Sinonímias vulgares: Violeta, pau-roxo, roxinho. Madeira muito pesada, dura ao corte, com cerne de coloração roxa bem distinto do alburno amarelado, usada em movelaria de luxo, construção civil, naval e peças de adorno. Textura média, grã ondulada, cheiro e gosto imperceptíveis. Parênquima axial visível sob lente, do tipo paratraqueal aliforme confluyente, podendo unir até dois vasos ou mais, ocorrendo também do tipo apotraqueal em finas linhas marginais. Raios visíveis sob lente, finos e numerosos, não estratificados. Vaso pequenos visíveis apenas sob lente, pouco abundantes, solitários e múltiplos, parcialmente obstruídos (Santini junior; Florsheim; Tommasiello filho, 2021; Araújo, 2012).

Licaria guianensis Aubl.

Sinonímias vulgares: aritu, louro-aritu. Madeira pesada, com cerne pouco distinto do alburno, de coloração amarronzada. Grã direita, textura fina, cheiro distinto, podendo assemelhar-se a canela. Vasos visíveis apenas sob lente arranjados em cadeias radiais, múltiplos com tilos presentes. Raios numerosos visíveis a olho nu, não estratificado. Parênquima axial do tipo paratraqueal vasicêntrico. Não estratificada. Muito usado na construção civil e naval (Camara; Rocha, 1991; Pinto; Miller; Castro e Silva, 1992; Rangel, 2012).

3.3 Diâmetro médio sem a casca e diâmetro médio do cerne

Dentre as espécies analisadas, *L. pisonis* e *L. lurida* foram as que apresentaram maiores diâmetros médios sem casca (54,07 cm e 52,47 cm respectivamente) e *P. catingae* foi a que teve o menor valor nesta categoria (46,97 cm) (Figura 1A). Em relação ao diâmetro do cerne, o resultado se inverteu nas duas espécies do gênero *Lecythis*, *L. lurida* registrando o valor mais alto (48,55 cm \pm 9,56), seguido de *L. pisonis* (47,98 cm \pm 8). As demais espécies permaneceram na mesma posição (Figura 1B).

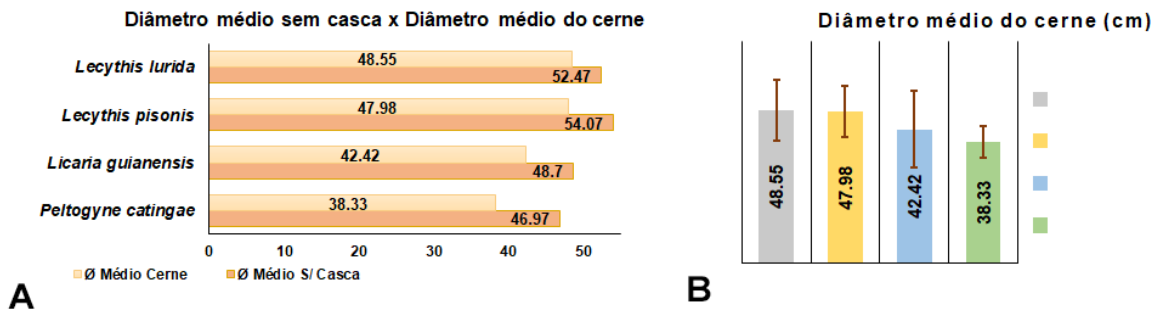


Figura 1. Diâmetro médio sem casca (A) e diâmetro médio do cerne por espécie (B).

3.4 Espessura do alburno e proporção com cerne

A determinação da espessura do alburno pode também ser usada, em próximos estudos, para melhor entendimento da copa, como área foliar e biomassa (Carlsson *et al.*, 2022, Gerchow *et al.*, 2023, Lehnebach *et al.*, 2018, McDowell *et al.*, 2002). Quanto à espessura do alburno, *L. lurida* teve a menor espessura registrada (1,96 cm). *P. catingae* foi a espécie que apresentou a maior espessura de alburno (4,32 cm) (Figura 2). Em relação ao Fator de Proporção (FP) entre cerne e alburno, *L. lurida* foi a que apresentou o valor mais alto (5,96), quase 6 vezes mais cerne que alburno na seção transversal.

O menor FP foi registrado em *P. catingae*, com o valor de 2 (Figura 2C). O conhecimento da proporção entre cerne e alburno de árvores comerciais implica em um melhor entendimento dos mecanismos de fixação de carbono na floresta, pois é possível estimar a quantidade média de anéis de crescimento que cada espécie mantém como alburno antes destes se converterem em cerne.

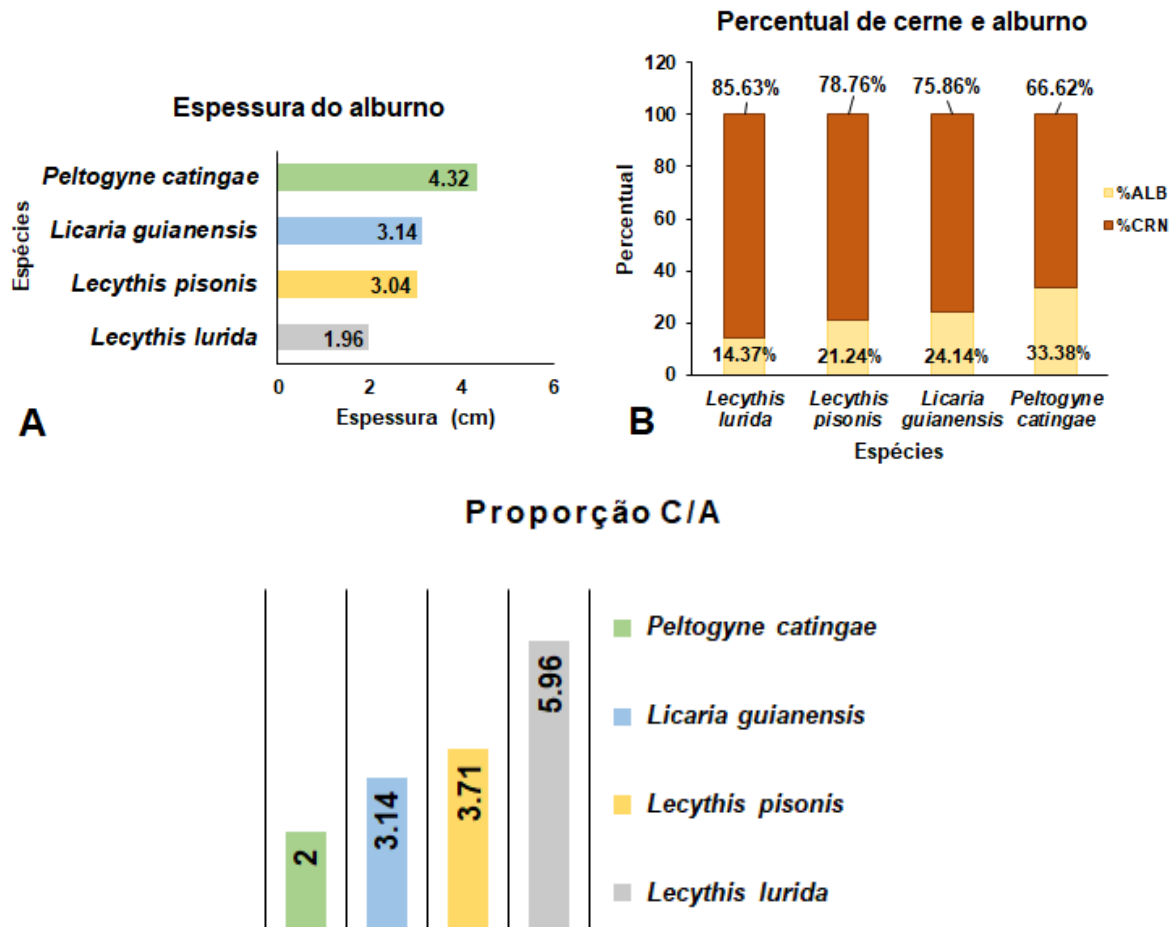


Figura 2. Espessura do albúrnio (A); Percentual ou proporção de cerne e albúrnio por espécie (B) e Fator de proporção cerne e albúrnio por espécie (C).

Além disso, como o albúrnio é a região ativa de transporte de solutos do caule, é possível estimar a área quadrada necessária que cada espécie necessita para realizar essa condução (Cortizas *et al.*, 2023). Em uma perspectiva de melhor aproveitamento da madeira, é possível também prospectar melhores programas de secagem considerando que a madeira de albúrnio pode ser aproveitada, desde que seja tratada quimicamente (Rahimi *et al.*, 2022). A partir destes dados é possível projetar uma coleta futura mais robusta e, a partir disso, desenvolver uma equação que permita prever o rendimento de cerne em cada espécie estudada a partir do seu FP, considerando que o albúrnio é geralmente descartado na etapa do desdobro da tora (Denih *et al.*, 2023).

4. CONCLUSÃO

Características como a espessura e cor do albúrnio podem ser elementos importantes para a separação de espécies arbóreas, uma vez que, em inventários

florestais, apenas um pequeno percentual das árvores possui material fértil, como flores ou frutos. E, nestes casos, é realizada a coleta de amostras de madeira para o reconhecimento botânico das espécies usando as características anatômicas do lenho. Os dados sugerem que nem sempre há uma proporcionalidade entre o diâmetro do cilindro caulinar com a proporção de alburno e cerne. Ainda que *L. pisonis* tenha se destacado como a espécie com maior diâmetro médio sem casca, *L. lurida* foi a espécie que apresentou o maior FP, com uma quantidade de cerne bem acima de *L. pisonis*. O percentual de cerne e alburno encontrado podem contribuir para melhoria de cálculos volumétricos, provocando uma previsão mais realista da conversão da madeira em tábuas, mitigando erros, melhorando as estimativas de aproveitamento e auxiliando na diminuição de irregularidades nas relações comerciais que envolvam madeira.

5. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), ao Laboratório de Física da Madeira da UFAM, a madeireira pelo fornecimento do material, ao discente André Luiz da Silva Melo pela colaboração no manuseio das amostras.

6. REFERÊNCIAS

APARECIDO, L. M. T., SANTOS, J. D., HIGUCHI, N., KUNERT, N. 2019. Relevance of wood anatomy and size of Amazonian trees in the determination and allometry of sapwood area. **Acta Amazonica**, 49(1), 1-10.

CARMO, A. G. **Avaliação Do Potencial Preservativo Dos Extratos Do Cerne No Alburno Da Madeira De *Corymbia Citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Florestal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, p. 16, 2008.

COOPER, D. L. M. *et al.* Consistent patterns of common species across tropical tree communities. **Nature**, v. 625, n. 7996, p. 728–734, 2024.

COSTA, A. *et al.* Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, [s. l.], v. 8, p. 10–20, 2017.

DENIH, A. *et al.* Developing a Model for Curve-Fitting a Tree Stem's Cross-Sectional Shape and Sapwood–Heartwood Transition in a Polar Diagram System Using Nonlinear Regression. **Forests**, v. 14, n. 6, p. 1102, jun. 2023.

EVANGELISTA, W. V. **Caracterização Da Madeira De Clones De *Eucalyptus Camaldulensis* Dehn. E *Eucalyptus Urophylla* S.T. Blake, Oriunda De**

Consórcio Agrossilvipastoril. 2007. 120 f. - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais - BR, 2007.

FINGER, F. A.; FINGER, Z.; LOGSDON, N. B. Qualificação da madeira de *Tectona grandis* L.f., oriunda do primeiro desbaste comercial, com vista ao seu aproveitamento. **Madeira: arquitetura e engenharia**, n.10, 2003.

FROMM, J. **Cellular Aspects of Wood Formation.** Springer, 2012. (Plant Cell Monographs). v. 20.

GRANATO-SOUZA, D., STAHL, D. W., BARBOSA, A. C. *et al.* Tree rings and rainfall in the equatorial Amazon. **Clim Dyn** 52, 1857–1869 (2019).
<https://doi.org/10.1007/s00382-018-4227-y>. Acesso em: 21 jun. 2024.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil.** 2004. Disponível em:
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/map6083.jpg>. Acesso em: 21 jun. 2024.

KOTTEK, Markus *et al.* World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

MADY, F. T. M. **Fundamentos para o estudo da madeira.** Manaus: Eco & Companhia, 2018.

MAPA; SFB. Florestas do Brasil em resumo: 2019. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Serviço Florestal Brasileiro, 2019.

MORI, C. L. S. *et al.* Characterization Of The Color Of Hybrids Of Eucalyptus Spp Wood Clones. **CERNE**, v. 11, n. 2, p. 137–146, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S., HELLMMEISTER, J. C. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

RAHIMI, S. *et al.*,. Drying Behavior of Hardwood Components (Sapwood, Heartwood, and Bark) of Red Oak and Yellow-Poplar. **Forests**, v. 13, n. 5, p. 722, maio 2022.

ROMERO, F. M. B., JACOVINE, L. A. G., RIBEIRO, S. C., TORRES, C. M. M. E., SILVA, L. F. D., GASPARELLO, R. D. O., FEARNSIDE, P. M. (2020). Allometric equations for volume, biomass, and carbon in commercial stems harvested in a managed forest in the southwestern Amazon: A case study. **Forests**, 11(8), 874.

SCHWEINGRUBER, Fritz Hans; BÖRNER, Annett; SCHULZE, Ernst-Detlef. **Atlas of Woody Plant Stems: Evolution, Structure, and Environmental Modifications.** Springer, 2007.

TRAORÉ, M.; KAAL, J.; MARTÍNEZ CORTIZAS, A. Variation of wood color and chemical composition in the stem cross-section of oak (*Quercus* spp.) trees, with special attention to the sapwood-heartwood transition zone. **Spectrochimica Acta**, v. 285, p. 121893, 15 jan. 2023.

TER STEEGE, Hans *et al.* Mapping density, diversity and species-richness of the Amazon tree flora. **Communications Biology**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1–14, 2023.

VAN TIEL, N. *et al.* Regional uniqueness of tree species composition and response to forest loss and climate change. **Nature Communications**, v. 15, n. 1, p. 4375, 2024.