

## ALOMETRIA E FENOLOGIA DE *Roupala montana* Aubl. EM FRAGMENTOS DE CERRADO E MATA ATLÂNTICA

---

Luan Cavalcanti da Silva<sup>1</sup>, Luciana Gomes Pinheiro<sup>2</sup>, Abidã Gênesis da Silva Neves<sup>1</sup>, Thereza Marinho Lopes de Oliveira<sup>3</sup>, Willy Teles de Moraes<sup>4</sup>, Kyvia Pontes Teixeira das Chagas<sup>5</sup>, Fábio de Almeida Vieira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Macaíba, Brasil

<sup>2</sup>Doutoranda em Sistemática e Evolução, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - e-mail: lucianapin@gmail.com

<sup>3</sup>Mestranda em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Macaíba, Brasil

<sup>5</sup>Professor(a) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Macaíba, Brasil

**Recebido em: 15/05/2026 – Aprovado em: 05/06/2026 – Publicado em: 30/06/2026**  
**DOI: 10.18677/EnciBio\_2026B2**

---

### RESUMO

A *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), conhecida como carne-de-vaca ou carvalho-vermelho, é uma árvore de porte médio com usos diversos, incluindo a recuperação de áreas degradadas. A conservação de seus recursos genéticos e o manejo florestal sustentável, especialmente em áreas fragmentadas, são fundamentais. Estudos de padrões alométricos e fenológicos contribuem para compreender processos ecológicos e biológicos da espécie. Assim, este trabalho objetivou avaliar relações alométricas, fenologia vegetativa e reprodutiva de indivíduos de *R. montana* e correlacionar as fenofases com variáveis climáticas. Foram analisadas duas populações situadas em fragmentos distintos, um de Cerrado e outro de Mata Atlântica. Foram coletadas altura total, circunferência à altura do peito, diâmetro e altura de copa, além do registro de enfolhamento, desfolhamento, botão floral, flor, fruto imaturo e fruto maduro. Todas as correlações alométricas, exceto HT x HC, foram significativas ( $P < 0,05$ ). A fase vegetativa ocorreu ao longo de todo o período de monitoramento, enquanto a fase reprodutiva concentrou-se entre setembro e fevereiro. Frutos maduros foram observados entre dezembro e fevereiro, indicando esse intervalo como o mais adequado para coleta de sementes. Ressalta-se a importância do monitoramento contínuo para ampliar o entendimento da dinâmica reprodutiva da espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carvalho-vermelho. Conservação. Morfometria.

### ALLOMETRY AND PHENOLOGY OF FROM *Roupala montana* Aubl. IN FRAGMENTS OF CERRADO AND ATLANTIC FOREST

#### ABSTRACT

*Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), known as “carne-de-vaca” or red oak, is a medium-sized tree with multiple uses, including the restoration of degraded areas. The conservation of its genetic resources and sustainable forest management, especially in fragmented landscapes, are essential. Studies on allometric and phenological patterns contribute to understanding the ecological and biological processes of the species. This

study aimed to evaluate the allometric relationships and the vegetative and reproductive phenology of *R. montana* individuals and to correlate the phenophases with climatic variables. Two populations were analyzed, located in distinct fragments, one in the Cerrado and the other in the Atlantic Forest. Total height, diameter at breast height, crown diameter, and crown height were measured, and leaf flushing, leaf fall, flower bud, flower, immature fruit, and mature fruit were recorded. All allometric correlations, except HT × HC, were significant ( $P < 0.05$ ). The vegetative phase occurred throughout the monitoring period, while the reproductive phase was concentrated between September and February. Mature fruits were observed from December to February, indicating this interval as the most suitable for seed collection. Continuous monitoring is recommended to improve the understanding of the species reproductive dynamics.

**KEYWORDS:** Red oak. Conservation. Morphometry.

## INTRODUÇÃO

A *Roupala montana* Aubl. é uma espécie pertencente à família Proteaceae, conhecida popularmente como carne-de-vaca ou carvalho-vermelho e com ampla distribuição por todo o Brasil (FLORA DO BRASIL, 2025). Apresenta flores hermafroditas e frutos compridos e alados, suas sementes têm dispersão dos tipos barocórica (por gravidade) e anemocórica (pelo vento) (RAIMÚNDEZ-URRUTIA, 2008; CARVALHO, 2009). *R. montana* apresenta diversos usos, sendo utilizada na apicultura, construção civil, produção de carvão e recuperação de áreas degradadas, como ambientes ripários ou fluviais (CARVALHO, 2009).

Atualmente tem ocorrido a intensificação da fragmentação florestal, o que compromete a estrutura e dinâmica das populações vegetais, resultando em perda de recursos genéticos e redução da biodiversidade, gerando implicações para a conservação das espécies (SALES *et al.*, 2024). Assim, o conhecimento ecológico é essencial para subsidiar estratégias de conservação e manejo florestal e uso sustentável dos recursos das espécies arbóreas, principalmente no que tange os processos de fragmentação e perda da variabilidade genética (PHANG *et al.*, 2024). Dentro desse aspecto os estudos de padrões alométricos que permitem a compreensão da dinâmica e estrutura das populações das espécies arbóreas (BAIA *et al.*, 2025) e as investigações fenológicas que auxiliam na análise da dinâmica reprodutiva e sua relação com variáveis climáticas (MEIRELES *et al.*, 2023; FREIRE *et al.*, 2025).

Modelos alométricos são ferramentas que possibilitam estimar diferentes variáveis como altura e volume (DUARTE *et al.*, 2024). A alometria de árvores estuda as relações entre forma e tamanho, sendo importante para observação de parâmetros estruturais e funcionais na floresta (FISCHER *et al.*, 2019; LUCIO *et al.*, 2022). Uma das vertentes dos estudos alométricos consiste na análise de atributos morfológicos e comparação de indivíduos no mesmo estágio ontogenético, contribuindo para análises ecológicas e evolutivas das espécies (GOULD, 1966). Esse tipo de análise é fundamental para compreender a ecologia, biomecânica e evolução de plantas (NIKLAS *et al.*, 2006). Estudos alométricos também são importantes para melhorar as estimativas de biomassa florestal e armazenamento de carbono (TERRYN *et al.*, 2024).

Já os padrões fenológicos permitem compreender a relação entre plantas e suas interações ecológicas, incluindo a competição por recursos e relação com polinizadores. Dessa forma, tornam-se fundamentais para compreender o processo vegetativo, o sucesso reprodutivo e o comportamento das espécies frente às mudanças climáticas, evidenciando respostas das espécies ao longo do tempo (FISCH *et al.*, 2013; NUMATA *et al.*, 2022; PAREJA-BONILLA *et al.*, 2025). Diferentes fatores como temperatura, umidade, polinizadores e dispersores influenciam os eventos fenológicos de espécies (FISCH *et al.*,

2013). Além disso, a fragmentação do habitat pode comprometer a conectividade entre populações vegetais e influenciar a estrutura genética e o fluxo gênico, o que pode afetar a variabilidade genética das espécies (MIGUEL-PENALOZA *et al.*, 2023; FORGIARINI *et al.*, 2024; PHANG *et al.*, 2024; KIVASTIK *et al.*, 2025).

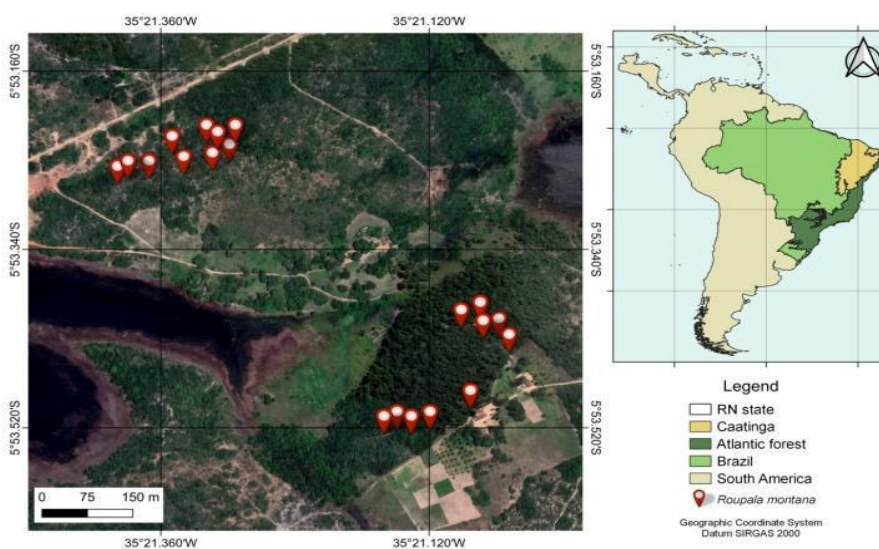
Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as relações alométricas, a fenologia vegetativa e reprodutiva de indivíduos de *Roupala montana* e correlacionar as fenofases com variáveis climáticas. Foram testadas as seguintes hipóteses: (i) há correlação entre as relações alométricas dos indivíduos estudados; (ii) os indivíduos estudados têm eventos reprodutivos sincrônicos; e iii) há correlação entre as variáveis climáticas e eventos fenológicos estudados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

As populações de *R. montana* avaliadas estão localizadas em dois fragmentos florestais com distância de 600 metros. Em cada população natural estudada foram selecionados aleatoriamente dez indivíduos de *R. montana* com altura maior que cinco metros, totalizando 20 indivíduos em Macaíba, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1 e Tabela 1). Os fragmentos são classificados como Mata Atlântica (FREIRE *et al.*, 2025) e Cerrado (MORAIS *et al.*, 2024) (Tabela 1).

**FIGURA 1.** Localização geográfica dos indivíduos de *Roupala montana*, na área de amostragem no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2025).

**TABELA 1.** Populações e tamanho amostral (n) de *Roupala montana*, Bioma e tipo de vegetação dos fragmentos florestais.

População	Bioma	Tipo de vegetação	Coordenadas geográficas	n
Bebo	Mata Atlântica	Estacional Semidecidual de Terras Baixas	5°53'30,0\"S / 35°21'30,0\"O	10
Tabuleiro	Cerrado	Savana	5°53'16,5\"S / 35°21'23,5\"O	10

## CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para o estudo alométrico dos indivíduos foram mensuradas: altura total (HT), utilizando-se hipsômetro profissional a uma distância de 15 metros da árvore mensurada, considerando-se a distância entre a superfície do solo até a última estrutura viva da planta; altura de copa (HC), mensurada da parte mais inferior da copa até o ápice, também com o uso do hipsômetro; diâmetro médio de copa (DMC), calculado pela média aritmética entre os maiores e menores eixos perpendiculares da projeção da copa, utilizando-se uma fita métrica perpendicular; circunferência à altura do peito (CAP), com auxílio da fita métrica, aferindo todos os fustes e aplicando a equação quadrática (Equação 1):

$$Ct = \sqrt{(C1^2 + C2^2 + C3^2 + \dots Cn)} \quad Ct = \sqrt{(C1^2 + C2^2 + C3^2 + \dots Cn)} \quad (1)$$

Em seguida, o valor de Ct foi dividido por  $\pi$  para transformar em diâmetro à altura do peito (DAP) (SOARES *et al.*, 2011).

No estudo fenológico foram avaliados o desfolhamento, enfolhamento, botão floral, flor, fruto imaturo e fruto maduro. Para quantificar os eventos fenológicos foram utilizados o índice de intensidade e o índice de atividade de Fournier. O índice de intensidade de Fournier foi determinado com uma escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4), cada categoria tem intervalos de 25%: 0 = ausência da fenofase, 1 = presença da fenofase  $\leq 25\%$ , 2 = presença da fenofase de 26 a 50%, 3 = presença da fenofase de 51 a 75% e 4 = presença da fenofase  $\geq 75\%$ . Já o índice de atividade foi baseado em duas categorias: zero = ausência e de 1 a 4 = presença. Para obter a porcentagem do índice de atividade (Equação 2) e o índice de intensidade foram utilizadas as equações (Equação 3):

$$\%Atividade = \frac{\sum Atividade \times 100}{N} \quad \%Atividade = \frac{\sum Atividade \times 100}{N} \quad (2)$$

$$\%Fournier = \left( \frac{\sum Fournier}{4 \times N} \right) \times 100 \quad \%Fournier = \left( \frac{\sum Fournier}{4 \times N} \right) \times 100 \quad (3)$$

Os  $\sum Fournier$  e  $\sum Atividade$  consistem no somatório dos valores obtidos para cada indivíduo, conforme a categoria e “N” é o número de indivíduos amostrados (FOURNIER, 1974). A sincronia nos eventos fenológicos foi calculada pelo valor do índice de atividade conforme Bencke e Morellato (2002), considerando assíncronos valores  $< 20\%$  indivíduos na fenofase; baixa sincronia 20-60% indivíduos na fenofase e período alta sincronia mais de 60% da proporção de indivíduos com eventos. Os dados climáticos foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (<https://portal.inmet.gov.br/>), da estação meteorológica de Natal – RN, localizada aproximadamente a 20 km do local do estudo.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi realizado o teste de Lilliefors para avaliar desvios da normalidade dos dados alométricos e fenológicos além da correlação de Spearman (não paramétrica) para ambos os dados. Foram relacionadas as seguintes variáveis alométricas: DAP x HT; DAP x DMC; DAP x HC; HT x DMC; HT x HC e DMC x HC. As fenofases foram relacionadas com a precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Os testes de normalidade e correlação foram realizados por meio do programa BioEstat 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CORRELAÇÕES ALOMÉTRICAS

A análise descritiva das variáveis alométricas dos indivíduos de *R. montana* demonstrou que os indivíduos atingiram a altura máxima de 12 m e mínima de 5,25 m, o DAP foi a variável com maior coeficiente de variação (CV) com 39,66% (Tabela 2).

As correlações estudadas, com exceção de HT x HC, demonstraram correlação significativa ( $P < 0,05$ ) HT x HC (Tabela 3). O diâmetro médio de copa (DMC) se correlacionou de forma significativa com todas as variáveis (Tabela 3). Os indivíduos estudados com maior DMC foram também os mais altos, o que demonstra as características de competição da espécie no dossel.

**TABELA 2.** Estatística descritiva das variáveis alométricas de duas populações de *Roupala montana*.

Variáveis alométricas	N	Máx.	Mín.	Média ± EP	DP	CV(%)	G1	G2
Diâmetro à Altura do Peito (cm)	20	24,2	5,64	13,76 ± 1,22	5,46	39,66%	0,3	- 1,06
Altura Total (m)	20	12	5,25	9,63 ± 0,56	2,49	25,85%	- 0,57	- 1,21
Altura de Copa (m)	20	8	3	4,69 ± 0,29	1,29	27,57%	0,83	0,7
Diâmetro Médio da Copa (m)	20	5,9	1,87	3,98 ± 0,26	1,18	29,61%	- 0,15	- 0,86

N: número de indivíduos; Máx: máximo; Mín: mínimo; EP: erro padrão; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; G1: assimetria; G2: Curtose.

**TABELA 3.** Relações alométricas e teste de correlação de Spearman.

Relações alométricas	Correlação de Spearman	
	<i>rs</i>	<i>p</i>
DAP x HT	0,71	< 0,00
DAP x DMC	0,73	< 0,00
DAP x HC	0,48	0,03
HT x DMC	0,56	0,01
HT x HC	0,43	ns
HC x DMC	0,57	0,01

*rs*: Correlação de Spearman, Correlação significativa ( $p \leq 0,05$ ).

Variações morfológicas e anatômicas em indivíduos de espécies vegetais podem fornecer estímulos para o desenvolvimento de características adaptativas ao ambiente. Tais características estabelecem a capacidade das plantas de se ajustarem a diferentes fisionomias (NI *et al.*, 2022; SOHEILI *et al.*, 2023).

O dossel das árvores sofre alteração em seu formato de acordo com a variação de luz no ambiente, principalmente quando as plantas estão sendo sombreadas e competindo por luz, refletindo diferentes estratégias de ocupação vertical e expansão da copa, uma vez que a variação nas relações de crescimento entre altura e diâmetro sofre influência da intensidade dessa competição (JUCKER *et al.*, 2025). A análise de





Algumas populações de *R. montana* ocorrem de forma assíncrona na fenologia vegetativa entre indivíduos, ocorrendo produção e perda de folhas ao longo do ano (BENDICHO-LÓPEZ, 2006). O abortamento de frutos é um dos fatores limitantes para o sucesso reprodutivo das árvores, uma vez que interrompe o desenvolvimento reprodutivo, o que contribui para a baixa produtividade das árvores (ZHOU *et al.*, 2024). Raimúndez-Urrutia (2008) encontrou altas taxas de abortamento de flores e frutos de *R. montana*.

### CORRELAÇÃO COM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Durante o período de análise a precipitação foi baixa. Os meses mais chuvosos apresentaram valores de 119,8 mm em março e 26,8 mm em janeiro, enquanto os outros meses não ultrapassaram os 5 mm. A temperatura mínima observada foi de 24,82 °C em agosto de 2019 e a máxima foi de 27,80 °C em janeiro de 2020. A umidade relativa média foi constante, máxima no mês de março com 89,63% e mínima no mês de outubro com 69,96%.

O brotamento de folhas não teve resultados significativos com as variáveis estudadas (Tabela 4). A senescência de folhas apresentou correlação negativa e significativa com o índice de atividade com a temperatura ( $r_s = -0,45$ ) e positiva com a velocidade do vento ( $r_s = 0,36$ ) (Tabela 4). Além disso, apresentou correlação significativa no índice de intensidade com umidade relativa e velocidade do vento, com valores de -0,63 e 0,63, respectivamente (Tabela 4). Esses valores demonstram que os indivíduos têm maior perda de folhas quando a velocidade do vento é maior.

**TABELA 4.** Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as médias das variáveis climáticas e os eventos fenológicos vegetativos (desfolhamento e enfolhamento) de *Roupala montana*.

Variáveis		Desfolhamento		Enfolhamento	
		Atividade	Intensidad e	Atividade	Intensidad e
Precipitação o	$r_s$	-0,19	-0,31	-0,02	-0,08
	$p$	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Temperatura	$r_s$	-0,45	0,02	-0,02	0,14
	$p$	0,01	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Umidade Relativa	$r_s$	-0,07	-0,63	0,03	0,05
	$p$	<i>ns</i>	0,00	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Velocidade do Vento	$r_s$	0,36	0,63	-0,09	0,02
	$p$	0,05	0,00	<i>ns</i>	<i>ns</i>

*ns*: não significativa,  $p \leq 0,05$  significativo.

O evento de floração foi o único que apresentou correlação significativa com a precipitação, sendo essa correlação negativa. Essa correlação demonstra que nos indivíduos estudados a floração ocorreu durante os meses com baixos períodos de chuvas. A frutificação da *R. montana* apresentou correlação positiva com a temperatura, evidenciando maior quantidade de árvores com frutos nos meses de maior temperatura

na população estudada. A umidade relativa apresentou correlação negativa com todas as fases, exceto o fruto maduro, que não apresentou resultados significativos, indicando que a população não é prejudicada durante a fase reprodutiva pela baixa umidade relativa. Os eventos de floração e botão floral demonstraram correlação positiva com a velocidade do vento. A maior velocidade do vento auxilia o desenvolvimento reprodutivo dos indivíduos, sendo um fator importante o sucesso reprodutivo da espécie (Tabela 5).

**TABELA 5.** Correlação de Spearman (*rs*) entre as médias das variáveis climáticas e os eventos fenológicos reprodutivos (botão floral, flor, fruto verde e fruto maduro) de *Roupala montana*.

Variáveis		Botão Floral		Flor		Fruto Imaturo		Fruto Maduro	
		Ativ.	Int.	Ativ.	Int.	Ativ.	Int.	Ativ.	Int.
Precipitação	<i>rs</i>	-0,27	-0,29	-0,40	-0,39	-0,21	-0,18	0,01	0,01
	<i>p</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,03	0,03	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Temperatura	<i>rs</i>	-0,15	-0,15	-0,09	0,09	0,60	0,61	0,64	0,65
	<i>p</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Umidade Relativa	<i>rs</i>	-0,56	-0,56	-0,65	-0,64	-0,39	-0,36	0,00	-0,01
	<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Velocidade do Vento	<i>rs</i>	0,53	0,50	0,52	0,50	0,04	0,00	-0,18	-0,18
	<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,01	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

*ns*: não significativa,  $p \leq 0,05$  significativo. Int.: intensidade, Ativ.: atividade.

As condições ambientais locais, como o clima (chuvas, temperatura, umidade) e fatores abióticos (vento), afetaram diretamente os processos fenológicos da *R. montana* (brotamento, floração, frutificação e senescência de folhas). Estudos recentes em espécies lenhosas tropicais demonstram que a sincronicidade dos eventos reprodutivos pode ser afetada por fatores ambientais (NUMATA *et al.*, 2022; MEIRELES *et al.*, 2023; ALBERTON *et al.*, 2023). Essas variações locais causam diferenças na síndrome de polinização e dispersão de indivíduos (REIS *et al.*, 2012).

## CONCLUSÕES

Nas populações de *Roupala montana* estudadas, foram observadas correlações significativas entre a maioria das variáveis alométricas analisadas, com exceção da relação entre altura total (HT) e altura da copa (HC), que não apresentou significância estatística. Esses resultados confirmam a existência de correlação entre as relações

alométricas dos indivíduos, fornecendo subsídios importantes para a implementação de práticas conservacionistas eficazes em áreas de fragmentos florestais.

Os eventos vegetativos (enfolhamento e desfolhamento) apresentaram alta sincronia no período avaliado, com perda e emissão das folhas ao longo do ano. A fase reprodutiva começou com alta sincronia com emissão de botões florais, mas com o passar dos meses reduziu, especialmente durante a fenofase de frutificação. Assim, os indivíduos apresentaram sincronia parcial nos eventos reprodutivos, com sincronia alta na floração e baixa na frutificação.

Houve correlação significativa entre variáveis climáticas e os eventos fenológicos observados. Especificamente, verificou-se que períodos com maior velocidade do vento influenciaram positivamente tanto os eventos vegetativos quanto os reprodutivos das populações estudadas, indicando que fatores abióticos exercem papel relevante na dinâmica fenológica da espécie.

## REFERÊNCIAS

ALBERTON, B.; MARTIN, T. C. M.; ROCHA, H. R.; RICHARDSON, A. D.; MOURA, M. S. B. *et al.* Relationship between tropical leaf phenology and ecosystem productivity using phenocameras. **Frontiers in Environmental Science**, v. 11, 1223219, 14 set. 2023. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1223219>

BAIA, A. L. P.; NASCIMENTO, H. E. M.; GUEDES, M.; HILÁRIO, R.; TOLEDO, J. J. Tree height–diameter allometry and implications for biomass estimates in Northeastern Amazonian forests. **PeerJ**, e18974, 2025. <https://doi.org/10.7717/peerj.18974>

BENDICHO-LÓPEZ, A.; MORAIS, H. C.; HAY, J. D.; DINIZ, I. R. Lepidópteros folívoros em *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) no Cerrado sensu stricto. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 182-191, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000200005>.

BENCKE, C. S.C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200012>

CARVALHO, P. E. R. Carvalho-do-Cerrado-*Roupala montana*. **Embrapa Florestas- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578466/1/CT223.pdf>. Acesso em: 10 Ago/2020.

DUARTE, A. N. F.; AMARO, M. A.; ORTEGA, G. P.; CUNHA, T. A.; CARVALHO, C. A. *et al.* Uso de equações alométricas para estimar o volume e altura de árvores em área de manejo florestal na Amazônia Ocidental. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 13, p. e11989-e11989, 2024. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n13-208>

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. Na Mata Atlântica (reserva ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba-SP) 1. **Revista Biociências**, v. 6, n. 2, 2013.

FISCHER, F. J.; MARÉCHAU, I.; CHAVE, J.; Improving plant allometry by fusing forest models and remote sensing. **New Phytologist**, v. 223, n. 3, p. 1159-1165, 2019. [10.1111/nph.15810](https://doi.org/10.1111/nph.15810)

FORGIARINI, C.; HARALD, M.; CURTO, M.; STIEHL-ALVES, E. M.; VIJAYAN, T. *et al.* Low genetic differentiation despite high habitat fragmentation in an endemic and endangered species of Iridaceae from South America: implications for conservation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 207, n. 1, p. 56–69, 2024. 10.1093/botlinnean/boae036

FOUNIER, L. A. O. Un método quantitativo para la medición de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 17 out. 2025.

FREIRE A. S. M.; CHAGAS, K. P. T.; LUCAS, F. M. F.; VIEIRA, F. A. Understanding phenology and forest meteorology dynamics in a South American pharmacological tree. **Brazilian Journal of Biology**, V. 85, e294815, 2025. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.294815>

GOULD, S. J. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. **Biological Reviews**, v. 41, n. 4, p. 587-638, 1966. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1966.tb01624.x>.

JUCKER, T. FISCHER, F. J.; CHAVE, J.; COOMES, D. A.; CASPERSEN, J. *et al.* *The global spectrum of tree crown architecture*. **Nature Communications**, v. 16, art. 4876, 2025. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-60262-x>

KIVASTIK, M.; CASTRO, S.; CONTI, E.; JACQUEMYN, H.; KELLER, B. *et al.* Heterostylous plants in an era of global change: a review on the consequences of habitat loss and fragmentation. **AoB PLANTS**, v. 17, n. 4, art. plaf016, 22 mar/2025. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plaf016>

LAURANS, M.; MUNOZ, F.; CHARLES-DOMINIQUE, T.; HEURET, P.; FORTUNEL, C.; *et al.* Why incorporate plant architecture into trait-based ecology?. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 39, n. 6, p. 524-536, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.11.011>

LUCIO, D. M.; SILVA, R. A. R.; CHAGAS, K. P. T.; FAJARDO, C. G.; VIEIRA, F. A. Spatial pattern and allometry of a key tree for the agroindustry sector: *Hancornia speciosa* Gomes. **Floresta (Online)**, Curitiba, v. 52, p. 277-283, 2022. <https://doi.org/10.5380/ufpr.v52i2.76810>

MEIRELES, A. C.; FREIRE, A. S. M.; FERREIRA, W.; VIANA, R. H. O. Phenological synchronicity of *Byrsonima pachyphylla* A. Juss. and *B. verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) and its relation with climate seasonality. **Revista Árvore**, v. 47, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-908820230000018>

MIGUEL-PEÑALOZA, A.; CULTID-MEDINA, C. A.; PÉREZ-ALQUICIRA, J.; RICO, Y. Do habitat fragmentation and degradation influence the strength of fine-scale spatial genetic structure in plants? A global meta-analysis. **AoB PLANTS**, v. 15, n. 3, pla d019, 2023. 10.1093/aobpla/plad019

MORAIS, M. R. M.; NASCIMENTO, W. P. S.; BRASIL, I. M. A. V.; CHAVES, J. E.S.; AZEVEDO, I. B.; *et al.* Distribuição espacial de *Hirtella ciliata* Mart. & Zucc. em zona de

tabuleiro, situada em Macaíba-RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.20, n.2, p.59-62, 2024. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v20i2>

NI, X.; SUN, L.; CAI, Q.; MA, S.; FENG, Y. Variation and determinants of leaf anatomical traits from boreal to tropical forests in eastern China. **Ecological Indicators**, v. 147, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108992>

NIKLAS, K. J. COBB, E. D.; MARLER, T. Comparison between the record height-to-stem diameter allometries of *Pachycaulis* and *Leptocaulis* species. **Annals of Botany**, London, v.97, n.1, p.79-83, 2006. <https://doi.org/10.1093/aob/mcj002>.

NUMATA, S., YAMAGUCHI, K., SHIMIZU, M.; SAKURAI, G.; MORIMOTO, A. *et al.* Impacts of climate change on reproductive phenology in tropical rainforests of Southeast Asia. **Commun Biol** 5, 311, 2022. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03245-8>

PAREJA-BONILLA, D.; ARISTA, M.; MORELLATO, L. P. C.; ORTIZ, P. L. Better soon than never: climate change induces strong phenological reassembly in the flowering of a Mediterranean shrub community. **Annals of Botany**, v. 135, p. 239–254, 2025. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad193>

PHANG, A.; NISSALO, M. A.; RUHSAM, M.; PEZZINI, F. F.; NEO, W. L. *et al.* Genetic erosion in a tropical tree species demonstrates the need to conserve wide-ranging germplasm amid extreme habitat fragmentation. **Biodiversity and Conservation**, v. 33, p. 2527–2548, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02870-5>.

RAIMÚNDEZ-URRUTIA, E. Abortion and predispersal seed predation in the American Proteaceae *Roupala montana* Aubl. **Caribbean Journal of Science**, v. 44, n. 2, p. 164-174, 2008. <https://doi.org/10.18475/cjos.v44i2.a5>.

REIS, S. M.; MOHR, A.; GOMES, L.; ABREU, M. F.; LENZA, E. Síndromes de Polinização e Dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de cerrado sentido restrito na transição Cerrado-Floresta Amazônica. **Heringeriana**, v. 6, n. 2, p. 28-41, 2012. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v6i2.28>

SALES, R. P.; SILVA, L. C.; NEVES, A. G. S.; FAJARDO, C. G.; PINHEIRO, L. G. *et al.* Addressing conservation needs: genetic diversity and population ecology of the endemic tree Arruda. **Scientifica**, [S.l.], v. 2024, p. 1-11, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/5023974>.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV, 2011.

SOHEILI, F.; HEYDARI, M.; WOODWARD, S.; NAJI, H. R. Adaptive mechanism in *Quercus brantii* Lindl. leaves under climatic differentiation: morphological and anatomical traits. **Scientific Reports**, v. 13, art. 3580, 03 mar/2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30762-1>

TERRYN, L.; CALDERS, K.; MEUNIER, F.; BAUTERS, M.; BOECKX, P. *et al.* New tree height allometries derived from terrestrial laser scanning reveal substantial discrepancies

with forest inventory methods in tropical rainforests. **Global Change Biology**, v. 30, n. 8, p. e17473, 2024. <https://doi.org/10.1111/gcb.17473>

ZHOU, H.; WANG, X.; AMAR, M. H.; SHENG, Y.; SHI, P. *et al.* Abscisic acid induces PpeKIL1 to terminate fruit growth and promote fruit abortion in peach (*Prunus persica*). **Plant Physiology and Biochemistry**, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108761>