



## LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO E ESTOQUE DE BIOMASSA EM UM FRAGMENTO FLORESTAL SITUADO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

ÍTALO FELIPE NOGUEIRA RIBEIRO; EVANDRO JOSÉ LINHARES FERREIRA;  
QUÉTILA SOUZA BARROS; ROMÁRIO DE MESQUITA PINHEIRO; KELYSOMAR  
OLIVÊNCIO SANTOS

### RESUMO

As florestas são ecossistemas essenciais para mitigar o efeito estufa e as mudanças climáticas, uma vez que são grandes fixadoras de carbono, portanto conhecer o estoque de biomassa dessas áreas, bem como, sua biodiversidade é uma demanda urgente, contudo que ainda é difícil de ser realizada. Esse trabalho visou realizar um levantamento fitossociológico e estimar o estoque de biomassa de um fragmento florestal situado em Feijó, Acre. Instalou-se em campo 11 parcelas (500 m x 10 m), distantes entre si 100 m, subdivididas em 20 subparcelas (25 m x 10 m), foram catalogados e identificados taxonomicamente, com o auxílio de um parataxonomista, indivíduos com  $CAP \leq 10$  cm. Calculou-se a densidade, dominância e frequência, relativas, e índice de valor de importância, de cada espécie, bem como, o índice de diversidade de Shannon-Werner. Para estimar o estoque de biomassa da área utilizou-se uma equação alométrica, que em sua fórmula considera a densidade básica da madeira, o diâmetro a altura do peito e a altura comercial das árvores. A área analisada apresentou diversidade equivalente a 3,36, sendo que as espécies com maior valor de importância foram *I. alba*, *X. benthamii*, *P. caimito*, *P. laevis* e *viridifolia*. Na O estoque de biomassa foi de, em média,  $117,37 \text{ Mg ha}^{-1}$ . As famílias botânicas Fabaceae, Sapotaceae e Moraceae apresentaram maior acúmulo de biomassa, já as espécies que apresentaram maior contribuição para a produção de biomassa foram *I. alba*, *X. benthamii*, *P. caimito*, *P. laevis* e *Eschweilera* sp. A dominância de bambu no local pode estar impactando negativamente o estoque de biomassa da floresta.

**Palavras-chave:** Biomassa Florestal; Equação alométrica; Índice de Diversidade de Shannon; Índice de Valor de Importância.

### 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as mudanças climáticas decorrentes do agravamento do efeito estufa têm causado prejuízos socioambientais à humanidade. Essa situação tem se agravado devido ao aumento na emissão de gases do efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), decorrente de atividades antrópicas (SILVA et al., 2018).

Diante desse contexto o papel das florestas tem ganhado grande relevância, visto que são grandes sumidouros de carbono uma vez que fixam o  $\text{CO}_2$  presente na atmosfera, utilizando-o no processo fotossintético, resultando na incorporação do carbono na forma de biomassa, amenizando o efeito estufa (GUERREIRO et al., 2021). Estima-se que somente na Amazônia, maior floresta tropical do planeta, 12 bilhões de Mg C estejam fixados na forma de biomassa (HEINRICH et al., 2021).

Badin (2018) ressalta que a biomassa florestal é composta não somente pelo carbono, mas também por todos os macros e micronutrientes que a planta absorve. Além disso, a

biomassa pode ser classificada como acima do solo, que engloba os componentes florestais que estão sobre o solo, e abaixo do solo, composta pelas raízes das plantas e outros componentes situados abaixo do solo.

A quantificação da biomassa pode ser feita de forma direta ou indireta. Os métodos diretos são destrutivos e demandam a coleta de amostras dos indivíduos em campo, o que tende a os tornar inviáveis. Já os indiretos não exigem a coleta de amostras, demandando somente informações biométricas dos indivíduos (XAVIER, 2017).

Para estimar o estoque de biomassa de uma floresta utilizando métodos indiretos, é necessário usar uma equação alométrica. Na literatura há diversas equações que podem ser adotadas, cada uma delas possui sua peculiaridade e leva em consideração variáveis como altura e diâmetro da árvore, além da densidade básica da madeira (BADIN, 2018).

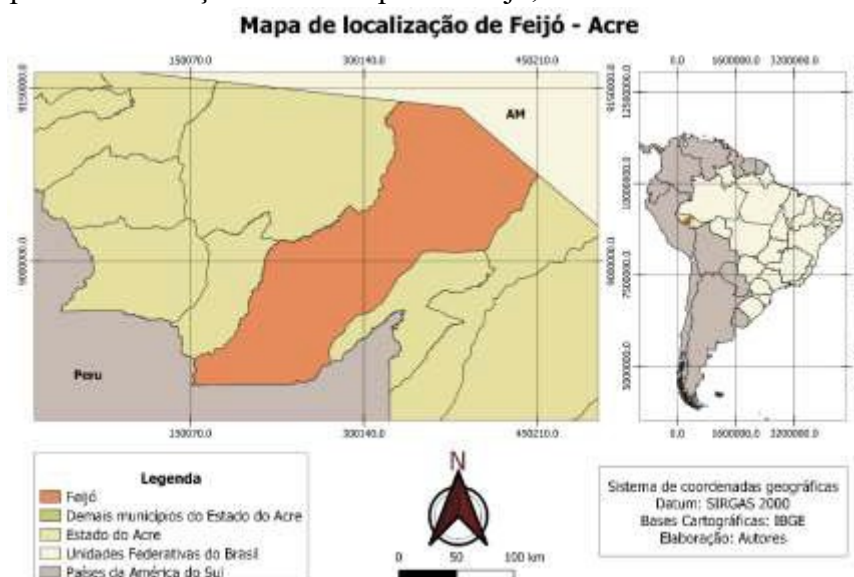
Para compreender a dinâmica de acúmulo de biomassa de uma floresta também é necessário compreender a fitossociologia do local, uma vez que o número de indivíduos e de espécies presentes na área pode influenciar no estoque de carbono (SILVA et al., 2018). Diante disso, a realização de levantamentos fitossociológicos para compreender e descrever a biodiversidade florestal é muito importante, pois pode nortear estudos para estimar a produção de biomassa em ecossistemas florestais (MIRANDA et al., 2019). Sendo assim, esse trabalho teve por objetivo realizar um levantamento fitossociológico e estimar o estoque de biomassa acima do solo de um fragmento florestal situado no município de Feijó, no Estado do Acre.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento florestal situado no município de Feijó, no estado do Acre (Figura 1). A área possui aproximadamente 14.504 hectares. O clima local é do tipo equatorial quente e úmido, com estações seca e chuvosa bem definidas. A precipitação média anual é de 2.217 mm, com variação mensal entre 65 e 278 mm (BENTO et al., 2021).

**Figura 1.** Mapa de Localização do município de Feijó, Acre.



Na área de estudo predominam solos da classe dos Cambissolos, que são eutróficos e possuem argila de alta atividade, sendo rasos e com drenagem ineficaz, porém também há ocorrência de Luvisolos, que apresentam argila de alta atividade e presença de horizonte B textural, sendo suscetíveis à erosão e apresentando drenagem limitada (ACRE, 2010).

No local, as tipologias florestais predominantes são Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa, Floresta Aberta com Palmeiras + Floresta Densa + Floresta Aberta com Bambu, sendo que, de forma secundária também ocorrem as campinaranas com as florestas de palmeiras ocupando áreas aluviais (ACRE, 2010).

### Levantamento fitossociológico

Foram instaladas 11 parcelas (distantes 100 m entre si) com dimensão de 500 m x 10 m, de forma aleatória, sendo que cada parcela foi subdividida em 20 subparcelas de 25 m x 10 m. Dentro de cada subparcela, cada indivíduo com diâmetro à altura do peito ( $DAP \leq 10$  cm) foi plaqueteado, sendo que um identificador botânico identificou a nível de família, gênero e espécie, os indivíduos catalogados e também estimou visualmente a altura comercial (HC) de cada um deles.

Posteriormente, foi calculada a área basal (AB) e o volume (V) dos indivíduos. Com relação aos parâmetros fitossociológicos, foram mensurados: Densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR) e o índice de valor de importância (IVI), em percentagem. Para calcular os parâmetros citados adotaram-se as equações descritas por Uddin et al. (2020).

#### Densidade relativa [1]

$$Da = (ni/Nt) \times 100$$

Onde:

DR = Densidade relativa;

n = Número de indivíduos da espécie i;

Nt = Número total de indivíduos contabilizados.

#### Dominância relativa [2]

$$DoR = (AB/\sum AB) \times 100$$

Onde:

DoR = Dominância relativa;

AB = Área basal da espécie i;

$\sum AB$  = Somatório da área basal de todas as espécies.

#### Frequência relativa [3]

$$FR = (Ti/T) \times 100$$

Onde:

FR = Frequência relativa;

Ti = Número de parcelas onde ocorre a espécie i;

T = Número total de parcelas.

#### Índice de valor de importância (%) [4]

$$IVI = DR + FR + DoR / 3$$

Onde:

IVI = Índice de valor de importância;

DR = Densidade relativa da espécie i;

FR = Frequência relativa da espécie i.

DoR = Dominância relativa da espécie i.

Também foi calculado o índice de diversidade de Shannon (H') (LAKIĆEVIĆ;

SRĐEVIĆ, 2018):  
Índice de diversidade de Shannon-Werner [5]

$$H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$$

Onde:  
H' = Índice de diversidade de Shannon-Werner;  
Pi = Número de indivíduos da espécie i sobre número total de indivíduos na amostra.

Estimativa da biomassa acima do solo

Para estimar a biomassa florestal acima do solo, usou-se a equação pantropical elaborada por Chave et al. (2014; eq. 6), produzida para indivíduos com variações diamétricas de 5 a 212 cm. Para determinar a densidade básica da madeira de cada espécie identificada, foi consultada uma base de dados disponível na literatura (ZANNE et al., 2009).

$$AGB = 0,0559 * (p * [(DAP)]^2 * H)$$

Onde AGB = Biomassa acima do solo, em Mg; p = Densidade básica da madeira, em g cm<sup>-3</sup>; DAP = diâmetro a altura do peito, em cm; H = Altura total da árvore, em m.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento fitossociológico

Ao total foram catalogadas 1349 árvores (245,27 ind.ha<sup>-1</sup>), distribuídas em 34 famílias botânicas e 93 espécies, sendo que as famílias mais diversificadas foram Fabaceae, Malvaceae e Moraceae, com respectivamente, 19, 8 e 8 espécies cada, já as famílias com os maiores números de indivíduos foram Fabaceae (403), Annonaceae (159) e Sapotaceae (137).

Dentre os indivíduos com maior densidade e frequência relativas, bem como, índice de valor de importância, destacam-se as espécies *I. alba*, *X. benthamii*, *P. caimito*, *P. laevis* e *R. viridifolia* (Tabela 1), sendo que destas, *I. alba*, *P. laevis* e *R. viridifolia* são descritas como pioneiras (COSTA et al., 2023; BAKER et al., 2016) e *X. benthamii* e *P. caimito* são classificadas como secundárias iniciais (LIMA et al., 2011; MEIRA JUNIOR, 2015).

Tabela 1. Cinco espécies com maior índice de valor de importância registradas no presente trabalho.

| Espécie                                 | DR    | FR   | DoR   | IVI (%) |
|-----------------------------------------|-------|------|-------|---------|
| <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.           | 22,46 | 2,86 | 13,97 | 13,10   |
| <i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.        | 11,79 | 2,86 | 6,23  | 6,96    |
| <i>Pouteria caimito</i> Radlk.          | 6,23  | 2,86 | 6,88  | 5,32    |
| <i>Pseudolmedia laevis</i> J. F. Macbr. | 6,38  | 2,86 | 4,55  | 4,60    |
| <i>Rinorea viridifolia</i> Rusby        | 5,93  | 2,86 | 2,07  | 3,62    |

DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa e IVI = Índice de valor de importância.

Segundo Oliveira et al. (2015), conhecer os parâmetros fitossociológicos de uma floresta é crucial para compreender a função que cada espécie exerce dentro do ecossistema florestal. No caso do presente estudo, a elevada abundância, frequência e dominância de espécies pioneiras indica que a floresta analisada pode estar sofrendo algum tipo de perturbação, decorrente de ação antrópica ou natural (MACHADO et al., 2017), como a dominância do bambu no sub-bosque local.

Com relação a diversidade de espécies catalogadas na área, o índice de diversidade de

Shannon-Werner ( $H'$ ) foi equivalente a 3,36, um valor baixo para áreas florestais na Amazônia (OLIVEIRA; AMARAL, 2004). O índice de diversidade de Shannon-Werner mensura a diversidade existente em uma área, sendo que quanto maior for o valor, mais diversidade há no local (KONOPÍŃSKI; 2020). O índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi igual a 0,74. Esse índice reflete a equitabilidade na distribuição dos indivíduos das espécies, sendo que quanto mais próximo de 1 for o valor, mais uniformizada será a distribuição (LEAL; LEAL; CRUZ, 2021).

**Estoque de biomassa acima do solo**

Na área inventariada estima-se que há  $645,55 \pm 7,59$  Mg de biomassa, o que equivale a  $117,37$  Mg  $ha^{-1}$ . Tal valor é inferior ao encontrado por D'Oliveira et al. (2020), que analisaram a biomassa acima do solo em uma floresta também situada em Feijó e encontraram um valor médio de  $260,72$  Mg  $ha^{-1}$ . Salimon et al. (2011), por sua vez, estimaram que florestas no estado do Acre possuem, em média,  $246$  Mg  $ha^{-1}$  de biomassa.

Salienta-se que o menor valor de biomassa estimado nesse trabalho, em comparação com outros estudos realizados na região, pode decorrer de diferenças na metodologia utilizada, tal como a equação alométrica adotada para estimar a biomassa, e fatores inerentes a própria floresta. Piva et al. (2021), relatam que a densidade de indivíduos e a distribuição diamétrica dos mesmos são dois fatores cruciais que influenciam no acúmulo de biomassa florestal.

As famílias que apresentaram maior contribuição para o acúmulo de biomassa florestal foram Fabaceae (150,07 Mg), Sapotaceae (100,73 Mg) e Moraceae (64,43 Mg), podendo-se salientar que as famílias Fabaceae e Sapotaceae apresentaram elevada abundância de indivíduos, o que pode explicar o elevado valor de biomassa acumulada. Já o valor elevado observado em árvores da família Moraceae pode ser explicado pelo porte elevado das mesmas. Nota-se que das espécies que apresentaram maior acúmulo de biomassa, *I. alba*, *X. benthamii*, *P. caimito* e *P. laevis* também apresentaram uma elevada densidade e dominância relativas. *Eschweilera* sp., por sua vez, embora tenha apresentado uma densidade limitada de indivíduos em comparação com as demais espécies citadas, apresentou elevada dominância relativa, devido ao grande porte dos seus exemplares, o que contribuiu para que a espécie apresentasse uma elevada biomassa acumulada (Tabela 2).

**Tabela 2.** Cinco espécies com maior contribuição no acúmulo de biomassa na floresta analisada.

| Espécie                                               | AGB (Mg) |
|-------------------------------------------------------|----------|
| <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.                         | 78,19    |
| <i>Pouteria caimito</i> Radlk.                        | 58,85    |
| <i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.                      | 34,43    |
| <i>Eschweilera</i> sp.                                | 27,63    |
| <i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr. | 27,42    |

Com relação a produção de biomassa por família e espécie, no estudo realizado por D'Oliveira et al. (2020), os autores observaram que *Piranhea trifoliata*, *Matisia* sp., *Ficus* sp. e *Brosimum allicastrum* apresentavam os maiores valores de carbono acumulado, com as famílias, Fabaceae, Sapotaceae e Moraceae, assim como no presente estudo, apresentando valores expressivos.

Outro fator que pode ter colaborado para que a área analisada apresentasse valor médio, por hectare, de biomassa inferior ao observado em outros estudos feitos no Acre, é o fato de o bambu estar presente de forma dominante no local. Ferreira (2014), relata que florestas dominadas por bambu apresentam redução na densidade e diversidade arbórea, além de redução na produção de biomassa e fixação de carbono.

#### 4 CONCLUSÃO

A área avaliada apresenta uma baixa densidade e diversidade arbórea, com três, das cinco espécies de maior valor de importância consideradas como pioneiras e as outras duas como secundárias iniciais. Esses resultados derivam do fato de a floresta levantada ser dominada por bambu no sobosque. Dessa forma, o estoque médio de biomassa de 117,37 Mg ha<sup>-1</sup> reflete essa condição. Isso se confirma pelo fato das espécies com maior contribuição de biomassa serem as que apresentaram maior densidade e dominância relativa.

#### REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese**. 2. Ed. Rio Branco: SEMA, 2010. 356 p.
- BADIN, T. L. **Estimativa de biomassa utilizando dados de LiDAR em floresta tropical**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2018. 71 f.
- BAKER, T. R.; DÍAZ, D. M. V.; MOSCOSO, V. C.; NAVARRO, G.; MONTEAGUDO, A.; et al. Consistent, small effects of treefall disturbances on the composition and diversity of four Amazonian forests. **Journal of Ecology**, v. 104, p. 497-506, 2016.
- BENTO, V. R. S.; JUCÁ, E. V. L.; MENEZES, R. S.; LIMA, B. C.; VERAS, N. M.; MOURA, S. Interpretando a diversidade climática do Acre através da leitura de climogramas. **Uáquiri**, v. 3, n. 2, p. 96-111, 2021.
- CHAVE, C.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; BÚRQUEZ, A.; CHIDUMAYO, E.; COLGAN, M. S.; et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, v. 20, n. 10, p. 3177-3190, 2014.
- COSTA, J. G.; FEARNSIDE, P. M.; OLIVEIRA, I.; ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; et al. Forest Degradation in the Southwest Brazilian Amazon: Impact on Tree Species of Economic Interest and Traditional Use. **Fire**, v. 6, 234, p. 1-15, 2023.
- D'OLIVEIRA, M. V. N.; MELO, A. W. F.; AMARAL, E. F.; HAVERROTH, M. **Mapa de Biomassa Seca acima do Solo da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda, Município de Feijó, Estado do Acre**. Documentos 163. Rio Branco: Embrapa. 2020. 44 p.
- FERREIRA, E. J. L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 46-51, 2014.
- GUERREIRO, S. F.; SARTORI, A. A. C.; BARBOSA, F. T.; KASPARY, R. M.; MARTINS, M. S.; MARCHIORI, L. M. Estimativa de biomassa e carbono em floresta plantada adotando o modelo de Schumacher & Hall: Estudo de caso. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, e8818, 2021.
- HEINRICH, V. H. A.; DALAGNOL, R.; CASSOL, H. L. G.; ROSAN, T. M.; ALMEIDA, C. T.; SILVA JÚNIOR, C. H. L.; CAMPANHARO, W. A.; HOUSE, J. I.; SITCH, S.; HALES, T. C.; ADAMI, M.; ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C. Large carbon sink potential of

secondary forests in the Brazilian Amazon to mitigate climate change. **Nature Communications**, v. 12, 1785, p. 1-11, 2021.

KONOPÍŃSKI, M. J. Shannon diversity index: a call to replace the original Shannon's formula with unbiased estimator in the population genetics studies. **PeerJ**, v. 29, v. 8, e9391, 2020.

LEAL, G. S. A.; LEAL, F. A.; CRUZ, A. S. A. Perfil de diversidade florística e padrão espacial de espécies arbóreas em florestas com ocorrência de bambu na Amazônia. **Advances in Forestry Sciences**, v. 8, n. 3, p. 1545-1555, 2021.

LIMA, R. B. A.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, R. K. Sucessão ecológica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Carauari, Amazonas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 161-172, 2011.

MACHADO, S.; CYSNEIROS, V.; NASCIMENTO, R. G.; MARTINS, A.; SCHMIDT, L. Projeção da Estrutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e20160012, 2017.

MEIRA JUNIOR, M. S.; PEREIRA, I. M.; MACHADO, E. L. M.; MOTA, S. L. L.; OTONI, J. O. Espécies potenciais para recuperação de áreas de floresta estacional semidecidual com exploração de minério de ferro na Serra do Espinhaço. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 283-295, 2015.

MIRANDA, C. C.; DONATO, A.; FIGUEIREDO, P. H. A.; BERNINI, T. A.; ROPPA, C.; TRECE, I. B.; BARROS, L. O. Levantamento fitossociológico como ferramenta para a restauração florestal da Mata Atlântica, no Médio Paraíba do Sul. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1601-1613, 2019.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA, E. K. B.; NAGY, A. C. G.; BARROS, Q. S.; MARTINS, B. C.; MURTA JUNIOR, L. S. Composição florística e fitossociológica de fragmento florestal no sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 2126-2146, 2015.

PIVA, L. R. O.; SANQUETTA, C. R.; WOJCIECHOWSKI, J.; CORTE, A. P. D. Estoques de biomassa e carbono na Amazônia brasileira: uma nova abordagem. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, e8820, 2021.

SALIMON, C. I.; PUTZ, F. E.; MENEZES-FILHO, L.; ANDERSON, A.; SILVEIRA, M.; BROWN, I. F.; OLIVEIRA, L. C. Estimating state-wide biomass carbon stocks for a REDD plan in Acre, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p. 555-560, 2011.

SILVA, L. C.; ARAÚJO, E. J. G.; CURTO, R. A.; NASCIMENTO, A. M.; ATAÍDE, D. H. S.; MORAIS, V. A. Estoques de biomassa e carbono em unidade de conservação no bioma mata atlântica. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 2, p. 243-251, 2018.

XAVIER, G. O. **Estimativa de estoque de biomassa de floresta tropical utilizando dados de sensoriamento remoto e redes neurais artificiais**. Projeto de Pesquisa (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 2017. 62 f.

UDDIN, M. N.; HOSSAIN, M. M.; KARIM, M. S.; SIRIWONG, W.; BOONYANUPHAP, J. The phytosociological attributes of village common forests in Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 42, n. 4, p. 819-829, 2020.

ZANNE, A. E.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D. A.; ILIC, J.; JANSES, S.; et al. **Global wood density database**. Dryad. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10255/dryad>. Acesso em 20 de Fev de 2024.