Relatório I

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sínteses da Biodiversidade Amazônica (INCT-SinBiAm)

Pablo Hendrigo Alves de Melo

1. **Apresentação**

O relatório resume os resultados alcançados e métodos utilizados para compilação de dados de características de árvores amazônicas na literatura científica, e bases de BIEN e TRY no período de março a novembro de 2024.

Para armazenar e facilitar o acesso às informações do projeto, foi criando um repositório de dados e algoritmos no gitHub, disponível em <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait>

1. **Lista de espécies de árvores amazônicas**

Para composição da lista de espécies de árvores amazônicas foram utilizadas informações de a) Flora e Funga do Brasil, filtrando-se o hábito árvores e com ocorrência no bioma Amazônia, b) Cardoso et al., (2017) filtrando-se o campo ‘tree.10cm.DBH’ igual à yes e c) listagem de árvores amazônicas fornecida por Arieira et al. (2024). Os nomes científicos foram conferidos conforme os dicionários de nomes e sinônimos de Flora e Funga do Brasil (<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta>) e World Checklist of Vascular Plants – WCVP (<https://powo.science.kew.org/about-wcvp>).

De um total de 11760 nomes científicos para árvores amazônicas, 4830 foram obtidos da Flora e Funga do Brasil, 6727 de Cardoso et al., (2017) e 10029 de Arieira et al. (2024).

Do total, 7350 são aceitos em Flora e Funga do Brasil, 523 nomes sinônimos foram atualizados e 3861 não foram reconhecidos por este dicionário ou não ocorrem no país. Para verificação dos nomes foi utilizada versão online do pacote plantasaquaticasBR em R disponível em: <https://plantasaquaticasbrasil.shinyapps.io/plantasAquaticasBR/>

Do total, 11525 são aceitos em WCVP, nos quais 1007 nomes sinônimos foram atualizados e 235 nomes não foram reconhecidos por este dicionário. Para verificação dos nomes foram utilizadas as funções parseGBIF::wcvp\_get\_data() e parseGBIF::wcvp\_check\_name\_batch() do pacote parseGBIF (Melo et al.,2024 disponível em <https://www.nature.com/articles/s41598-024-56158-3>)

Considerando apenas os nomes aceitos por WCVP, 11525 nomes de científicos compõem a listagem final “arvores amazônicas FB2020-Cardoso-Arieira, 2024” de árvores com ocorrência na Amazônia.

Listagem em CSV: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/arvores%20amazonicas%20FB2020-Cardoso-Arieira%202024.csv>

Listagem em Excel: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/arvores%20amazonicas%20FB2020-Cardoso-Arieira%202024.xlsx>

1. **Mapas**

As informações geoespaciais sobre a Amazônia, considerando toda sua extensão, abrangendo os países Brasil, Peru, Colômbia, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa, foram obtidas de Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada, disponível em: <https://www.raisg.org/pt-br/mapas/>. Foi baixado o arquivo de Limites RAISG e utilizada a versão do Limite Biogeográfico (fig. 1).



Figura 1: Limite Biogeográfico da Amazônia conforme Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada, disponível em: <https://www.raisg.org/pt-br/mapas/>.

1. **Obtenção de dados**
   1. **BIEN**

A obtenção de dados de BIEN (<https://bien.nceas.ucsb.edu/bien/biendata/>) foi automatizada em um algoritmo em linguagem R, disponível em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Scripts/get_traits_bien.R>. A função BIEN::BIEN\_trait\_species(), do pacote BIEN é utilizada para baixar os características para cada espécie a partir dos nome fornecidos pela listagem “arvores amazônicas FB2020-Cardoso-Arieira, 2024”. Posteriormente selecionou-se apenas registros de características de interesse do projeto, listados na tabela 1 e disponíveis em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/BIEN_Traid_List_Selection.csv>

Tabela 1. Características de interesse do projeto selecionados em BIEN

|  |
| --- |
| Traid |
| stem wood density |
| whole plant growth form |
| minimum whole plant height |
| maximum whole plant height |
| fruit type |
| whole plant height |
| diameter at breast height (1.3 m) |
| whole plant vegetative phenology |
| leaf thickness |
| vessel lumen area |
| vessel number |
| leaf area |
| leaf area per leaf dry mass |
| leaf dry mass per leaf fresh mass |
| leaf phosphorus content per leaf dry mass |
| leaf stomatal conductance for H2O per leaf area |
| leaf photosynthetic rate per leaf area |
| leaf photosynthetic rate per leaf dry mass |
| leaf life span |
| leaf stomatal conductance per leaf area |
| maximum whole plant longevity |

Por fim, realizou-se a filtragem geopespacial, mantendo apenas dados com coordenadas geográficas dentro dos limites biogeográficos da Amazônia (RAISG, 2024).

No total, foram obtidos 234209 registros representando nove (9) características, tabela 2.

Tabela 2. Número de registros por características em BIEN

|  |  |
| --- | --- |
| traitID | COUNT(sourceID) |
| leaf stomatal conductance for H2O per leaf area | 42 |
| leaf phosphorus content per leaf dry mass | 134 |
| leaf photosynthetic rate per leaf area | 168 |
| leaf photosynthetic rate per leaf dry mass | 176 |
| leaf area | 778 |
| leaf area per leaf dry mass | 946 |
| whole plant height | 13383 |
| whole plant growth form | 84685 |
| diameter at breast height (1.3 m) | 133897 |

A listagem com número de características por espécies pode ser obtida em:

<https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/BIEN_SinBiAM_sumario_species.csv>

Listagem de registros de características de árvores amazônicas encontrados no BIEN:

<https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/BIEN_SinBiAM_in_Amazon_final.csv>

* 1. **TRY**

A obtenção de dados de TRY (<https://www.try-db.org>) foi realizada por busca manual no site a partir de uma lista de 93 características listados na tabela 3 e disponíveis em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/TRY_Traid_List_Selection.csv>.

As características foram selecionados pela colaboração de todos os pesquisadores do projeto a partir da lista de características TRY, disponível em <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/Try_traits%20Compila%C3%A7%C3%A3o.xlsx>

Tabela 3. Características de interesse do projeto selecionados em BIEN

|  |  |
| --- | --- |
| TraitID | Trait Name |
| 248 | .Bark density (bark dry mass per bark volume). |
| 24 | .Bark thickness. |
| 3392 | .Branch hydraulic conductance. |
| 3390 | .Branch vessel density. |
| 3391 | .Branch vessel diameter. |
| 3863 | .Branch xylem water content per dry mass (saturated). |
| 2979 | .Branch zinc (Zn) content per branch dry mass. |
| 1718 | .Coarse root length: distance from coarse root base to tip. |
| 1521 | .Coarse root rooting depth. |
| 1575 | .Coarse root xylem vessel density in stele: number of xylem vessels per square millimeter of coarse r. |
| 871 | .Coarse woody debris (CWD): density. |
| 3946 | .Crown (canopy) conductance for water. |
| 3684 | .Crown (canopy) elevation (bottom height). |
| 773 | .Crown (canopy) height (base to top). |
| 501 | .Crown (canopy) nitrogen (N) content per ground area. |
| 749 | .Crown (canopy) transpiration. |
| 28 | .Dispersal syndrome. |
| 2051 | .Fine root (absorptive) dry mass per ground area. |
| 2199 | .Fine root (absorptive) growth: absorptive fine root length production per minirhizotron surface area. |
| 2280 | .Fine root (absorptive) length density (RLD): absorptive fine root length per ground area. |
| 2062 | .Fine root (absorptive) length per absorptive fine root dry mass (specific absorptive fine root lengt. |
| 2040 | .Fine root (absorptive) lignin content per absorptive fine root dry mass. |
| 2087 | .Fine root (absorptive) xylem vessel density in stele: number of xylem vessels per square millimeter. |
| 2519 | .Fine root (transport) dry mass fraction in respective root order. |
| 2300 | .Fine root (transport) vessel diameter. |
| 2343 | .Fine root (transport) xylem vessel density in stele: number of xylem vessels per square millimeter o. |
| 2013 | .Fine root dry mass per soil volume. |
| 2000 | .Fine root water uptake rate per fine root surface area. |
| 2956 | .Flower onset of flowering (first flowering date, flowering beginning). |
| 597 | .Flowering requirement (requirement for fertility). |
| 4083 | .Leaf area per leaf dry mass (specific leaf area, SLA or 1/LMA) of total leaf area. |
| 3115 | .Leaf area per leaf dry mass (specific leaf area, SLA or 1/LMA): petiole excluded. |
| 3116 | .Leaf area per leaf dry mass (specific leaf area, SLA or 1/LMA): petiole included. |
| 13 | .Leaf carbon (C) content per leaf dry mass. |
| 146 | .Leaf carbon/nitrogen (C/N) ratio. |
| 151 | .Leaf carbon/phosphorus (C/P) ratio. |
| 17 | .Leaf compoundness. |
| 716 | .Leaf cuticula thickness. |
| 47 | .Leaf dry mass per leaf fresh mass (leaf dry matter content, LDMC). |
| 101 | .Leaf epidermis thickness. |
| 12 | .Leaf lifespan (longevity). |
| 87 | .Leaf lignin content per leaf dry mass. |
| 37 | .Leaf phenology type. |
| 51 | .Leaf phosphorus (P) content per leaf area. |
| 3465 | .Leaf sheath area. |
| 189 | .Leaf water & osmotic potential: leaf osmotic potential at turgor loss. |
| 3468 | .Leaf water & osmotic potential: leaf water potential at turgor loss point. |
| 710 | .Leaf water content at turgor loss point. |
| 3542 | .Leaf water potential midday. |
| 3541 | .Leaf water potential predawn. |
| 7 | .Mycorrhiza type. |
| 3365 | .Photosynthesis A/Ci curve: stomata conductance per leaf area. |
| 134 | .Photosynthesis rate per leaf transpiration (photosynthetic water use effinciency: WUE). |
| 3429 | .Plant biomass and allometry: Wood (sapwood) cross-sectional area at breast height. |
| 587 | .Plant growth rate. |
| 18 | .Plant height. |
| 3106 | .Plant height vegetative. |
| 1079 | .Root length. |
| 1080 | .Root length per root dry mass (specific root length, SRL). |
| 26 | .Seed dry mass. |
| 3660 | .Seed fresh mass. |
| 27 | .Seed length. |
| 602 | .Species habitat characterisation / Plant requirement: precipitation. |
| 3091 | .Species habitat characterization: soil hydrology. |
| 3096 | .Species habitat characterization: vegetation type. |
| 318 | .Species tolerance to fire. |
| 603 | .Species tolerance to shade. |
| 1041 | .Species tolerance to temperature. |
| 61 | .Species tolerance to waterlogging. |
| 762 | .Species understory/overstory. |
| 169 | .Stem conduit density (vessels and tracheids). |
| 281 | .Stem conduit diameter (vessels, tracheids). |
| 3848 | .Stem inner bark water content. |
| 1184 | .Stem latex production. |
| 4 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density. |
| 3473 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density: branch. |
| 3877 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density: branch. |
| 3764 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density: stem. |
| 3736 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density: twig. |
| 3064 | .Stem specific density (SSD, stem dry mass per stem fresh volume) or wood density: wood density of wo. |
| 3795 | .Stem vessel lumen area. |
| 171 | .Stem, branch or twig sapwood cross-sectional area per supported leaf area (Huber value). |
| 45 | .Stomata conductance per leaf area. |
| 4037 | .Stomata conductance per leaf area: midday. |
| 4032 | .Stomata conductance per leaf area: predawn. |
| 4038 | .Stomata conductance per leaf area: predawn to midday ratio. |
| 63 | .Stomata density. |
| 1190 | .Stomata length. |
| 734 | .Stomata pore length. |
| 1098 | .Wood (sapwood) water storage capacity. |
| 1238 | .Wood vessel diameter. |
| 3479 | .Xylem hydraulic vulnerability curve (P20, P50, P80). |
| 719 | .Xylem hydraulic vulnerability, xylem cavitation vulnerability, embolism vulnerability, (P20, P50, P8. |

Posteriormente realizou-se a seleção de espécies conforme listagem “arvores amazônicas FB2020-Cardoso-Arieira, 2024” e a filtragem geopespacial, mantendo apenas dados com coordenadas geográficas dentro dos limites biogeográficos da Amazônia (RAISG, 2024), por um algoritmo em linguagem R, disponível em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Scripts/get_traits_try.R>

No total, foram obtidos 34888 registros representando 25 características, tabela 4.

Tabela 4. Número de registros por características em TRY

|  |  |
| --- | --- |
| traitID | COUNT(sourceID) |
| Mycorrhiza type according to Maherali | 4 |
| Plant height maximum | 11 |
| SLA: petiole included | 14 |
| Leaf dry matter content per leaf water-saturated mass (LDMC) | 17 |
| Leaf lifespan (longevity, retention time, LL, LLS) | 54 |
| Leaf water potential at turgor loss point | 58 |
| Leaf compoundness | 102 |
| Twig bark thickness | 144 |
| Stem bark thickness | 165 |
| Stomata conductance to water vapour per leaf area | 190 |
| Leaf phenology type | 285 |
| Principal dispersal agent subgroup | 302 |
| Dispersal syndrome (agent) | 310 |
| Seed dry mass | 314 |
| Seed mass | 314 |
| Plant height | 369 |
| Stem bark density | 425 |
| Mycorrhizal type, mycorrhizal association | 813 |
| Wood density; stem specific density; wood specific gravity (SSD) | 929 |
| Plant height vegetative | 1109 |
| SLA: petiole excluded | 1389 |
| Leaf phosphorus content per area (Parea) | 2913 |
| Leaf carbon/nitrogen (C/N) ratio | 3976 |
| Leaf carbon content per dry mass | 5428 |
| Plant height observed | 15247 |

A listagem com número de características por espécies pode ser obtida em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/TRY_SinBiAM_sumario_species.csv>

Listagem de registros de características de árvores amazônicas encontrados no BIEN:

<https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/TRY_SinBiAM_in_Amazon_final.csv>

* 1. **Revisão de literatura**

Até o momento foram encontrados 14 trabalhos científicos de características em árvores amazônicas listados na tabela 5.

Tabela 5. Trabalhos científico de características em árvores amazônicas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Autor | Ano | Titulo |
| Araujo et all | 2024 | Taller trees exhibit greater hydraulic vulnerability in southern Amazonian forests DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105905 |
|  |  |  | |
| Barros et all | 2015 | Hydraulic traits explain differential responses of Amazonian forests to the 2015 El Ninoinduced drought DOI: 10.1111/nph.15909 | |
| Barros et all | 2019 | Hydraulic traits explain differential responses of Amazonian forests to the 2015 El Nino-induced drought DOI: 10.1111/nph.15909 | |
| Bittencourt et all | 2020 | Amazonia trees have limited capacity to acclimate plant hydraulic properties in response to long-term drought DOI: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.15040 | |
| Brum et all | 2018 | Hydrological niche segregation defines forest structure and drought tolerance strategies in a seasonal Amazon forest DOI: 10.1111/1365-2745.13022 | |
| Brum et all | 2023 | Tree hydrological niche acclimation through ontogeny in a seasonal Amazon forest DOI: https://doi.org/10.1007/s11258-023-01361-x | |
| Garcia et all | 2021 | Local hydrological gradients structure high intraspecific variability in plant hydraulic traits in two dominant central Amazonian tree species DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erab432 | |
| Garcia et all | 2023 | The biogeography of embolism resistance across resource gradients in the Amazon DOI: 10.1111/geb.13765 | |
| Mattos el all | 2023 | Rainfall and topographic position determine tree embolism resistance in Amazonia and Cerrado sites DOI: https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad0064 | |
| Oliveira et all | 2019 | Embolism resistance drives the distribution of Amazonian rainforest tree species along hydro-topographic gradients DOI: 10.1111/nph.15463 | |
| Powell et all | 2017 | Differences in xylem and leaf hydraulic traits explain differences in drought tolerance among mature Amazon rainforest trees DOI: 10.1111/gcb.13731 | |
| Rowland et all | 2015 | Death from drought in tropical forests is triggered by hydraulics not carbon starvation DOI: 10.1038/nature15539 | |
| Tavares et all | 2023 | Basin-wide variation in tree hydraulic safety margins predicts the carbon balance of Amazon forests DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-023-05971-3 | |
| Ziegler et all | 2023 | Large leaf hydraulic safety margins limit the risk of drought-induced leaf hydraulic dysfunction in Neotropical rainforest canopy tree species DOI: 10.1111/1365-2435.14325 | |

Do total de 14 estudos, em 10 foram encontrados dados suplementares detalhados, para quatro estudos, Araujo et all 2024, Garcia et all 2021, Powell et all 2017 e Ziegler et all 2023 será necessário comunicação com os autores para solicitar dados suplementares.

A relação de artigos compilados, dados e metadados tabelados e está disponíveis em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Data/Dados%20e%20Metadados%20de%20Artigos%20Compilados.xlsx>

No total, 32 áreas de amostragem foram listadas pelos estudos, alguns com sobreposição de localidades. As localidades estudadas são listadas por trabalho na tabela 5.

Tabela 5. Relação de localidades amostradas por trabalho científico.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **SourceID** | **Country** | **Localidade** | **Latitude** | **Longitude** |
| Araujo et all 2024 | BRAZIL | Legal reserve area of Fazenda Vera Cruz. | 14º49’32’’S | 52º06’20’’W |
| Barros et all 2015 | BRAZIL | Cuieras Biological Reserve (K34 site), near Manaus, low seasonality forest (LSF) | 2°61’S | 60°21’W |
| Barros et all 2015 | BRAZIL | Tapajós National Forest (K67 site), near Santarém, higher seasonality forest (HSF) | 2°51’S | 54°58’W |
| Brum et all 2018 | BRAZIL | Tapajós National Forest near Santarém, lowland tropical rainforest in the Large-Scale Biosphere–Atmosphere km-67 | 3°51′S | 54°58′W |
| Barros et all 2019 | BRAZIL | Cuieras Biological Reserve (K34 site), near Manaus, | 2°61'S | 60°21'W |
| Brum et all 2023 | BRAZIL | Tapajós National Forest. km67 (the LBA-ECO/Ameriflux tower site). | 2° 86′ S | 54° 96′ W |
| Garcia et all 2021 | BRAZIL | Ducke Reserve | 2° 55ʹ 47.80″ S | 59° 58ʹ 30.34″W |
| Garcia et all 2023 | BRAZIL | Ducke Reserve (AM-DUCK) | 2° 55′ 47.80″ S | 59° 58′ 30.34″ W |
| Garcia et all 2023 | BRAZIL | Uatumã Biological Reserve (AM-REBI) | 1° 48′ 00″ S | 59° 15′ 00″ W |
| Garcia et all 2023 | BRAZIL | Experimental farm Catuaba (AC-CATU) | 10° 04′ S | 67° 37′ W |
| Garcia et all 2023 | BRAZIL | São Nicolau farm belonging to ONF Brasil (MT-COTR) | 9° 51′ 25″ S | 58° 14′ 55″W |
| Mattos el all 2023 | BRAZIL | Site 1 (Manaus) Reserva Florestal |  |  |
| Adolpho Ducke | 02◦55′S, 59 | 58′W |  |  |
| Mattos el all 2023 | BRAZIL | Site 1 (Manaus) Reserva Biológica Cuieiras | 2◦61′S | 60◦21′W |
| Mattos el all 2023 | BRAZIL | Site 2 (Tapajós) Tapajós National Forest | 3◦51′S | 54◦58′W |
| Mattos el all 2023 | BRAZIL | Chapada dos Veadeiros National Park | 14◦07′S | 47◦38′W |
| Oliveira et all 2019 | BRAZIL | Reserva Florestal Adolpho Ducke | 03°08′00″S | 59°52′40″W |
| Powell et all 2017 | BRAZIL | Tapajós National Forest (TNF) | 2.897 °S | 54.952°W |
| Powell et all 2017 | BRAZIL | Caxiuanã (CAX) | 1.737°S | 51.458°W |
| Rowland et all 2015 | BRAZIL | Caxiuanã National Forest Reserve | 1° 43′ S | 51° 27′ W |
| Tavares et all 2023 | PERU | Allpahuayo A ALP-11 | -4 | -73,4 |
| Tavares et all 2023 | PERU | Allpahuayo B ALP-02 | -4 | -73,4 |
| Tavares et all 2023 | BRAZIL | Bionte 1 BNT-01 | -2,6 | -60,2 |
| Tavares et all 2023 | BRAZIL | Fazenda Experimental Catuaba FEC-01 | -10,1 | -67,6 |
| Tavares et all 2023 | PERU | Sucusari A and Sucusari B SUC1 and SUC2 | -3,3 | -72,9 |
| Tavares et all 2023 | PERU | Tambopata plot three TAM-05 | -12,8 | -69,3 |
| Tavares et all 2023 | BRAZIL | Tapajos, RP014, 5 TAP-02 | -3,3 | -55 |
| Tavares et all 2023 | BRAZIL | Fazenda Vera Cruz mixed forest adjacent to monodominant (Bia data only) VCR-02 | -14,8 | -52,2 |
| Tavares et all 2023 | BRAZIL | Caxiuana control plot CAX-control | -1,71 | -51,45 |
| Tavares et all 2023 | BOLIVIA | Kenia plot A (1 Patujusal) KEN-01 | -16,02 | -62,73 |
| Tavares et all 2023 | BOLIVIA | Kenia plot B (2 Momoquisal) KEN-02 | -16,01 | -62,74 |
| Bittencourt et all 2020 | BRAZIL | Caxiuanã National Forest | 1°43′S | 51°27 W |
| Ziegler et all 2023 | FRENCH GUIANA | Paracou experimental station | 5°16′26″N | 52°55′26″W |

Para automatizar o tabelamento dos dados obtidos na literatura, padronizado na estrutura do projeto, desenvolveu-se um algoritmo em R adaptado às especificidades de cada trabalho, disponível em: <https://github.com/pablopains/SinBiAm_Tree_Trait/blob/main/Scripts/get_literature.R>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Arcos, 08 de novembro de 2024.