



## PADRÃO ALOMÉTRICO DE DUAS ESPÉCIES DO GÊNERO *Byrsonima* (MALPIGHIACEAE) EM UMA ÁREA DE SAVANA NO NORTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

<https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/807>

ALOMETRIC PATTERN OF TWO SPECIES OF  
THE GENUS *Byrsonima* (MALPIGHIACEAE) IN A  
SAVANNA AREA IN THE NORTH OF THE  
BRAZILIAN AMAZONIA

Rodrigo Leonardo Costa de Oliveira - Universidade Estadual de Roraima/UERR (<https://orcid.org/0000-0003-4429-5296>)  
Hugo Leonardo Sousa Farias - Universidade Federal de Roraima/UFRR (<https://orcid.org/0000-0002-9881-4007>)  
Williamar Rodrigues Silva - Universidade Federal de Roraima/UFRR (<https://orcid.org/0000-0001-7025-9374>)  
Reinaldo Imbrozio Barbosa - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (<https://orcid.org/0000-0002-7482-346X>)

**RESUMO:** A alometria pode ser definida como as relações de tamanho e forma dos organismos vivos, provenientes de características físicas ou fisiológicas ocasionando variações nas dimensões do organismo. Neste contexto, este estudo objetivou investigar se duas espécies do gênero *Byrsonima*, que vivem sob as mesmas condições ambientais no lavrado de Roraima, apresentam características alométricas semelhantes entre si. Foram coletados dados biométricos das duas espécies do gênero *Byrsonima*. Para tanto, foram instaladas quatro parcelas de 0,25 ha em área de savana típica (não-florestal), perfazendo 1 ha de área amostral total. Foram mensurados todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual à 2 cm à altura de 2 cm da base do solo ( $DSH_{2\text{ cm}} \geq 2\text{ cm}$ ). Diferentes valores encontrados nas relações altura e diâmetro do caule indicam que a espécie *B. crassifolia* investe mais em altura à medida em que proporcionalmente o diâmetro do caule cresce, enquanto *B. coccolobifolia* possui características mais retraídas. Essa distinção indica ser suportada por pressão de seleção associada a diferentes caminhos de coevolução que ambas vem sofrendo ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Mirixis, Morfometria, Lavrado.

**ABSTRACT:** Allometry can be defined as the relations of size and shape of living organisms, arising from physical or physiological characteristics causing variations in the dimensions of the organism. In this context, this study aimed to investigate whether two species of the genus *Byrsonima*, which live under the same environmental conditions in the Roraima plow, have similar allometric characteristics. Biometric data were collected for the two species of the genus *Byrsonima*. For that, four plots of 0.25 ha were installed in a typical savanna area (non-forest), making up 1 ha of total sampling area. All individuals with a diameter greater than or equal to 2 cm were measured at a height of 2 cm from the base of the soil ( $DSH_{2\text{ cm}} \geq 2\text{ cm}$ ). Different values found in the height and stem diameter relationships indicate that the species *B. crassifolia* invests more in height as the stem diameter proportionally grows, while *B. coccolobifolia* has more retracted characteristics. This distinction indicates that it is supported by selection pressure associated with different paths of coevolution that both have been suffering over time.

**Keywords:** Mirixis, Morphometry, Lavrado.

## INTRODUÇÃO

A alometria pode ser definida como as relações de tamanho e forma dos organismos vivos, provenientes de características físicas ou fisiológicas ocasionando variações nas dimensões do organismo (BEGON et al., 1986). Estudos sobre as variações alométricas de espécies visam compreender as relações ligadas à biomecânica, ecologia e evolução, podendo servir de referência para estudos comparativos, história de vida e conservação de populações naturais (NIKLAS et al., 2006). Um dos aspectos alométricos mais estudados nos trópicos são as relações entre altura-diâmetro (aqui denominada de H:D) de árvores. Esse tipo de informação permite não apenas o entendimento dos aspectos de como os indivíduos ou espécies crescem em altura sem comprometimento da estabilidade mecânica (SPOSITO e SANTOS, 2001), como também estimativas biométricas com maior acuracidade que produzem efeito positivo no cálculo dos estoques de carbono em diferentes tipos de ecossistemas arborizados e florestados (FELDPAUSCH et al., 2011; SULLIVAN et al., 2018).

Na Amazônia, os estudos alométricos envolvendo padrões biométricos H:D de árvores vem sendo prioritariamente realizados em ecossistemas florestais (Feldpausch et al., 2012). Essa tendência é devido a importância das florestas amazônicas no contexto mundial, associado a imensa carga de incertezas que ainda existem nas estimativas dos estoques de biomassa/carbono, que possui o papel mitigador do aquecimento global (IPCC, 2006; PHILLIPS et al., 2008; BRIENER et al., 2015). Por outro lado, esse tipo de estudo em árvores e arvoretas dispersas nas áreas abertas da região Amazônica são raros (BARBOSA, 2001; BARBOSA e FEARNSIDE, 2005), apesar da região conter aproximadamente 5% (~200.000 km<sup>2</sup>) de ecossistemas naturais abertos (BARBOSA et al., 2007).

Os enclaves de áreas abertas da Amazônia possuem um contexto ecológico onde a composição de espécies lenhosas de seus ambientes se pronuncia como distante da grande área do Bioma Cerrado do Brasil Central (RATTER et al., 2003). Essa distância florística é mais acentuada na maior área contínua de savanas do norte da Amazônia, regionalmente denominada como “lavrado” (Barbosa et al., 2007), onde espécies vicariantes-simpátricas podem formar

populações de grande expressão numérica, como é o caso das espécies *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *B. coccolobifolia* Kunth pertencentes à família *Malpighiaceae* (BARBOSA et al., 2014). De forma geral, espécies que coexistem no mesmo ecossistema regional e dentro das mesmas condições ambientais, tendem a apresentar populações com variações H:D em seus indivíduos (KING, 1996), indicando que essas variações podem ser proporcionadas por distintos caminhos percorridos na coevolução. Tentar entender se o processo evolutivo de ambas as espécies proporcionou distinções morfométricas significativas é parte integrante de estudos comparativos da arquitetura e história devida de árvores (VAN GELDER et al., 2006). Esse caminho dá suporte a premissa de que investigações sobre padrões alométricos relacionados a coexistência de espécies, são fundamentais para entender a manutenção da biodiversidade em zonas tropicais, e em especial em zonas tão pouco estudadas como as savanas amazônicas (COUTO-SANTOS et al., 2014).

Com base nesse contexto, este estudo teve por objetivo investigar se as duas espécies do gênero *Byrsonima*, que vivem sob as mesmas condições ambientais no lavrado de Roraima, apresentam características alométricas semelhantes entre si. Estudar os aspectos estruturais de espécies arbóreas da maior área de savana do norte da Amazônia, tomando como base comparações alométricas, é essencial por proporcionar um melhor entendimento de como aspectos filogenéticos atuam na região, como também facilita o cálculo dos estoques e fluxos de carbono nas distintas fitofisionomias abertas do Bioma Amazônia (FEARNSIDE E FERRAZ, 1995; NOGUEIRA et al., 2015; BARBOSA e FEARNSIDE, 2005). O melhor entendimento sobre a dinâmica dos ecossistemas de savanas do extremo norte da Amazônia brasileira, também podem subsidiar medidas eficazes de conservação ambiental, combate ao efeito estufa e mitigação dos efeitos da antropização na região, em especial dentro da temática relacionada aos incêndios florestais.

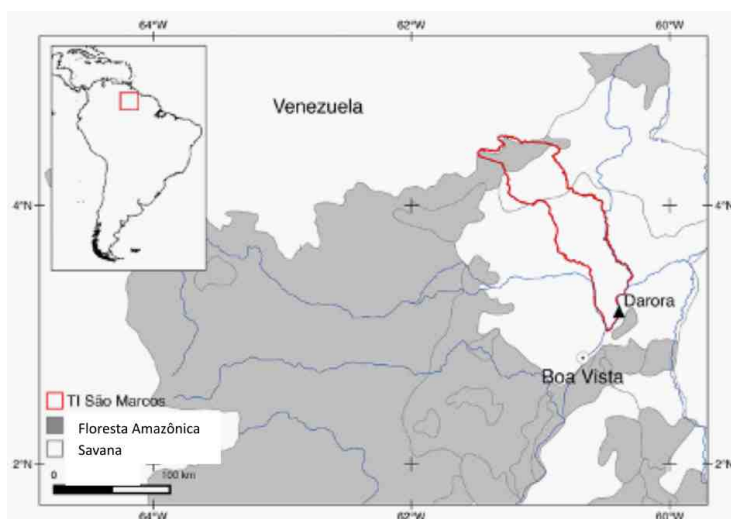
## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo encontra-se na Comunidade Indígena Darora (3o10'42 "N e 60° 23'34" W), Terra Indígena São Marcos, município

de Boa Vista, Roraima (Figura 1). A área é coberta principalmente por savanas arborizadas e gramíneas, conforme definições expressas no Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). Os elementos arbóreos estão dispostos em diferentes abundâncias em função de distintas condicionantes hidro-edáficas, e sempre associados a tapete contínuo de espécies herbáceas, em especial das famílias *Poaceae* e *Cyperaceae* (cf. ARAÚJO et al, 2017). Por ser uma área indígena, o contexto legal desta pesquisa foi baseado nas autorizações expedidas pela FUNAI: Processo 08620.002869/2014-15, IPHAN: Processo 01450.001678/2014-88 e CEP-INPA/CONEP: Parecer 814.370, sendo todas implementadas em nome do primeiro autor e amparadas pelo projeto “Uso e conservação dos recursos vegetais de comunidades indígenas no norte de Roraima”.

**Figura 1:** Localização da Comunidade Indígena Macuxi Darora – Terra Indígena São Marcos (TISM), Roraima, Brasil.



Fonte: OLIVEIRA et al. 2017.

## COLETA DE DADOS

Para realização do estudo foram coletados dados biométricos das duas espécies do gênero *Byrsonima* (*Malpighiaceae*) em maio de 2014. Para tanto, foram instaladas quatro parcelas de 0,25 ha em área de savana típica (não-florestal), perfazendo 1 ha de área amostral total (cf. OLIVEIRA et al., 2017a). Foram mensurados todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual a 2 cm à altura de 2 cm da base do solo (DSH 2 cm  $\geq$  2 cm) conforme metodologia sugerida por Miranda et al. (2003) e referendada nos estudos de Barbosa et al. (2005) e Barbosa e Fearnside (2005). A altura total (Ht) de cada indivíduo foi estimada

visualmente, com dimensões intervalares de 30 a 50 cm para indivíduos até 3m, e 50 cm para indivíduos de maior porte. Os indivíduos que apresentaram ramificações caulinares tiveram todos os ramos mensurados desde que ao menos um deles apresentasse valor mínimo ao critério de inclusão, e posteriormente foram somados para o cálculo da área basal. Todos os dados biométricos podem ser acessados livremente no repositório Mendeley Data (OLIVEIRA et al., 2019). O material botânico coletado e identificado foi incorporado no Herbário da Universidade Federal de Roraima (UFRR), com os números de registro 8482 (*B. crassifolia*) e 8483 (*B. coccolobifolia*). A classificação seguiu o proposto pelo APG IV (2016).

## ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi realizada com base no cálculo das correlações de Pearson entre altura total (Ht) e diâmetro da base (DSH) entre todos os indivíduos de cada espécie utilizando o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009). Foi utilizado o teste t (student) com o intuito de investigar diferenças na altura total e diâmetro da base entre as espécies.

### Descrição das Espécies

As espécies selecionadas para o estudo (*B. crassifolia* e *B. coccolobifolia*) são popularmente conhecidas como “mirixis”, e possuem potencial extrativista, com os frutos sendo tradicionalmente empregados no preparo de sucos e refrescos, além de serem amplamente utilizadas como fonte de combustível (lenha e carvão) e medicina natural pelas comunidades indígenas locais (OLIVEIRA et al., 2017b). As duas espécies são facilmente encontradas em todas as paisagens de savana na Amazônia, compreendendo, junto com o “caimbé” (*Curatella americana* L.; *Dilleniaceae*), as espécies de maior ocorrência neste ambiente (BARBOSA et al. 2005; OLIVEIRA et al. 2017a; MIRANDA e ABSY, 2000).

Conforme Melo e Barbosa (2005), *B. crassifolia* pode atingir de 5 a 7 m de altura. Apresenta folhas simples, opostas e cruzadas, glabras (dorsal e ventral). Inflorescência com flores amarelas e frutos globosos amarelos quando maduros. *B. coccolobifolia* pode atingir de 5 a 7 m de altura. Apresenta folhas sésseis, ovaladas e

quase orbiculares, com nervuras rubras. Inflorescências com flores brancas e tons rubros externos e estames amarelos. Frutos amarelos quando maduros (Figura 2).

**Figura 2. (A):** Inflorescência de *Byrsonima crassifolia*.

**Figura 2. (B):** Inflorescência de *B. coccolobifolia*. Escala: A-B: 1 cm.



Fonte: OLIVEIRA et al. 2017.

## RESULTADOS

Foram medidos o DSH e Ht de 268 indivíduos de *B. crassifolia* e 163 de *B. coccolobifolia*. A média diamétrica das espécies foi de  $6,52 \pm 3,29$  cm (*B. crassifolia*) e  $5,46 \pm 3,06$  cm (*B. coccolobifolia*), enquanto a média de altura foi  $1,72 \pm 0,78$  m (*B. crassifolia*) e  $1,43 \pm 0,75$  m (*B. coccolobifolia*). Diferenças significativas foram observadas entre o diâmetro de base ( $t = -3,3205$ ;  $p > 0,001$ ) e a altura total ( $t = -3,3675$ ;  $p > 0,001$ ), indicando que ambas as espécies formam populações alométricas distintas considerando a área de estudo.

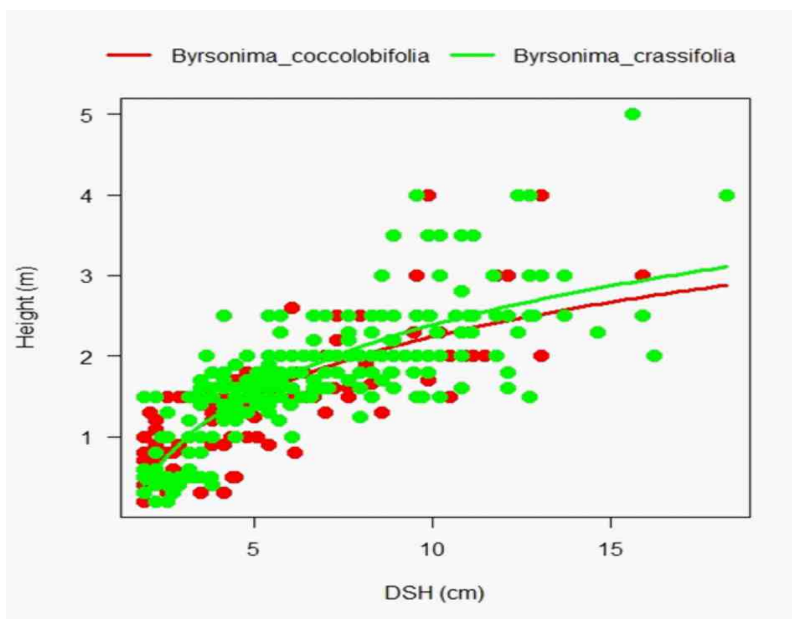
Os resultados da correlação de Pearson mostraram que há uma relação não linear significativa e muito próxima entre Ht e DSH de *B. crassifolia* ( $R^2 = 0,51$ ;  $p < 0,001$ ) e *B. coccolobifolia* ( $R^2 = 0,65$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 3). Foi observado que a estrutura horizontal de ambas as espécies suporta maior densidade de indivíduos com  $DSH \leq 5$  cm, enquanto a estrutura vertical é balizada em maior instância com indivíduos com alturas que variam de 1 a 2 m (Figura 4).

## DISCUSSÃO

O padrão alométrico observado para ambas espécies teve correlação positiva entre altura e diâmetro do caule. Esta característica indica ser comum em espécies que habitam áreas abertas, sendo também observada para *Miconia ferruginata* (*Melastomataceae*) em ambiente rupestre do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás (SILVA e MATA, 2007). No entanto, os diferentes valores encontrados nas relações altura e diâmetro do caule indicam que a espécie *B. crassifolia* investe mais em altura à medida em que, proporcionalmente, o diâmetro do caule cresce, enquanto *B. coccolobifolia* possui características diamétricas e de altura mais retraídas. Yamada et al. (2000) verificaram que três espécies do gênero *Scaphium* (*Malvaceae*) apresentaram diferentes relações alométricas considerando diferentes condições edáficas. O que não pode ser verificado com as espécies do gênero *Byrsonima* da nossa área de estudo, pois ambas espécies foram observadas dentro das mesmas características ambientais; mesmos tipo de solo (latossolo amarelo) e condições hidrológicas.

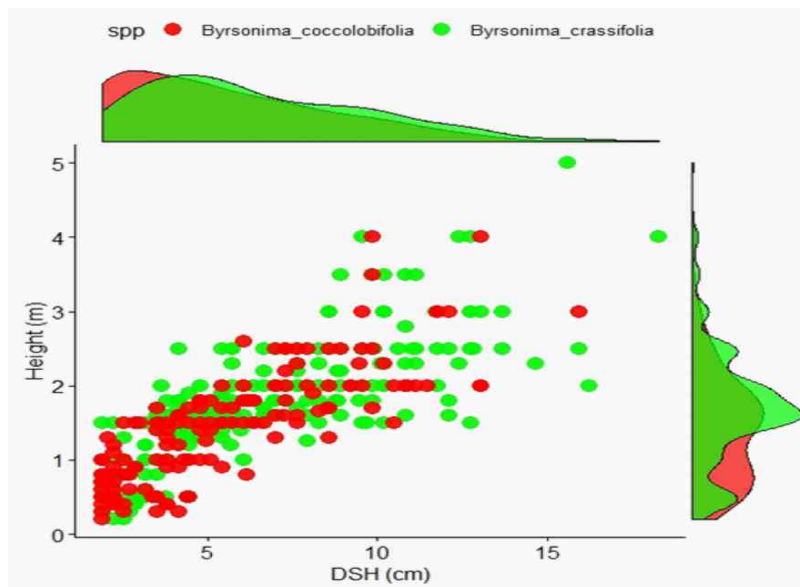
Dentro do escopo do estudo de Barbosa et al. (2014) foi indicado que o tipo de germinação e o padrão morfológico das plântulas das duas espécies simpátricas, do mesmo gênero e viventes no mesmo ambiente, divergem entre si, mostrando

**Figura 3:** Relação não linear entre Ht e DSH de *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia*, em uma área de savana (lavrado) do norte da Amazônia brasileira. *B. crassifolia* ( $R^2 = 0,51$ ;  $p < 0,001$ ) e *B. coccolobifolia* ( $R^2 = 0,65$ ;  $p < 0,001$ ).



Fonte: Autoria própria.

**Figura 4:** Relação proporcional de densidade de indivíduos considerando os valores de DSH e Ht para 268 indivíduos de *B. crassifolia* e 163 de *B. coccolobifolia* observados em uma área de savana (lavrado) do norte da Amazônia brasileira. Na parte superior, distribuição dos indivíduos das espécies quanto ao diâmetro, e na parte lateral direita, quanto à altura.



Fonte: Autoria própria.

fortes indícios de que ambas evoluíram sob diferentes estratégias de crescimento. Essa distinção na estratégia de crescimento nos estágios iniciais de vida suporta nossos resultados alométricos para indivíduos na fase adulta e dentro dos critérios adotados na pesquisa ( $DSH \geq 2$  cm), indicando que tanto nas fases inicial e juvenil, quanto na fase adulta, ambas as espécies mantêm padrões morfométricos distintos. Contudo, mesmo considerando que os padrões de evolução indicam ser distintos e diretamente relacionados com distinções alométricas na fase adulta, há de se ressaltar que ambas espécies são abundantes na savana (lavrado) de Roraima, dominando as mais diferentes fitofisionomias da região (cf. ARAÚJO et al., 2017; BARBOSA et al., 2012). Assim sendo, isso as credencia para que novos estudos sejam realizados no intuito de entender, em uma escala espacial mais ampla, se diferentes condições ambientais suportam resultados semelhantes ao nosso ou se divergem por causa de outras variáveis não verificadas em nosso estudo, mas que podem controlar de forma distinta a população arbórea de áreas de savana (cf. COLGAN et al., 2012).

## CONCLUSÃO

Tomando como parâmetros alométricos a altura total e o diâmetro de base dos caules, nosso estudo suporta que as espécies simpátricas (*B.*

*crassifolia* e *B. coccolobifolia*) avaliadas formam duas populações morfométricas distintas na área de savana (lavrado) de domínio da Comunidade Indígena Darora. Essa distinção indica ser suportada por pressão de seleção associada a diferentes caminhos de coevolução que ambas vem sofrendo ao longo do tempo. Nossos insights sobre a morfometria de ambas as espécies melhoram nosso entendimento sobre seus aspectos filogenéticos, dando suporte, também, a formulação de caminhos distintos para os cálculos dos estoques de carbono dessas espécies que quase sempre se apresentam com grande abundância de indivíduos no lavrado de Roraima, a maior área aberta de savanas do norte da região Amazônica.

## AGRADECIMENTOS

À Comunidade Makuxi Darora. A Universidade Estadual de Roraima (UERR) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), promoveram o suporte institucional acadêmico no contexto do doutoramento de R.L.C. Oliveira. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) forneceu Bolsa Produtividade para R.I. Barbosa (CNPq 304204/2015-3). O pPrograma PELD pela concessão de bolsa de pós-graduação (CNPq/CAPES/FAPs/BC-Fundo Newton; Proc. n. 441575/2016-1) a W. R. Silva e H. L. S. Farias.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.A.M., ROCHA, A.E., MIRANDA, I.S., BARBOSA, R.I., 2017. Hydro-edaphic conditions defining richness and species composition in savanna areas of the northern Brazilian Amazonia. **Biodiversity Data Journal** 5, e13829. <http://dx.doi.org/10.3897/BDJ.5.e13829>.
- BARBOSA, C.R.Z.; MENDONÇA, M.S.; RODRIGUES, R. S. Seedling morphology of three sympatric savanna species of *Byrsonima*: First evidence of cryptogeal germination in Malpighiaceae and an overlooked seedling type in eudicots. **Flora** 209, 401–407. 2014.
- BARBOSA, R.I., FEARNside, P.M. Above-ground biomass and the fate of carbon after

- burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **For. Ecol. Manage.** 216, 295-316. 2005.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.05.042>.
- BARBOSA, R.I., MOURÃO JR., M., CASADIO, G.M.L., SILVA, S.J.R., Reproductive phenology of the main tree species in the Roraima savanna, Brazilian Amazon. **Ecotropica** 18, 81-91. 2012.
- BARBOSA, R.I.; NASCIMENTO, S.P.; AMORIM, P.A.F.; SILVA, R.F. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botanica Brasilica**, 19: 323-329. 2005.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; THOWNSEND, C.R. Ecology: individuals, populations and communities. Oxford: **Blackwell scientific Publications**. 876 p. 1986.
- BRIENEN, R. J. et al. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, London, v. 519, n. 7543, p. 344-348, 2015
- COLGAN, M.S., ASNER, G.P., LEVICK, S.R., MARTIN, R.E., CHADWICK, O.A., Topo-edaphic controls over woody plant biomass in South African savannas. **Biogeosciences** 9, 1809-1821, 2012.. <http://dx.doi.org/10.5194/bg-9-1809-2012>.
- COUTO-SANTOS, F.R., LUIZÃO, F.J., CARNEIRO-FILHO, A., 2014. The influence of the conservation status and changes in the rainfall regime on forest-savanna mosaic dynamics in Northern Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica** 44, 197-206. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672014000200005>.
- FEARNSIDE, P. M.; FERRAZ, J. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. **Conservation Biology**, Victoria, Austrália v. 9, n. 5, p. 1134-1147, 1995.
- FELDPAUSCH, T.R., BANIN, L., PHILLIPS, O.L., BAKER, T.R., LEWIS, S.L., QUESADA, C.A., AFFUM-BAFFOE, K., ARETS, E.J.M.M., BERRY, N.J., BIRD, M., BRONDIZIO, E.S., DE CAMARGO, P., CHAVE, J., DJAGBLETEY, G., DOMINGUES, T.F., DRESCHER, M., FEARNSIDE, P.M., FRANÇA, M.B., FYLLAS, N.M., LOPEZ-GONZALEZ, G., HLADIK, A., HIGUCHI, N., HUNTER, M.O., IIDA, Y., SALIM, K.A., KASSIM, A.R., KELLER, M., KEMP, J., KING, D.A., LOVETT, J.C., MARIMON, B.S., MARIMON-JUNIOR, B.H., LENZA, E., MARSHALL, A.R., METCALFE, D.J., MITCHARD, E.T.A., MORAN, E.F., NELSON, B.W., NILUS, R., NOGUEIRA, E.M., PALACE, M., PATIÑO, S., PEH, K.S.H., RAVENTOS, M.T., REITSMA, J.M., SAIZ, G., SCHRODT, F., SONKÉ, B., TAEDOUMG, H.E., TAN, S., WHITE, L., WÖLL, H., LLOYD, J. Height-diameter allometry of tropical forest trees. **Biogeosciences** 8, 1081-1106. 2011.  
<http://dx.doi.org/10.5194/bg-8-1081-2011>.
- FELDPAUSCH, T.R., LLOYD, J., LEWIS, S.L., BRIENEN, R.J.W., GLOOR, E., MONTEAGUDO MENDOZA, A., LOPEZ-GONZALEZ, G., BANIN, L., ABU SALIM, K., AFFUM-BAFFOE, K., ALEXIADES, M., ALMEIDA, S., AMARAL, I., ANDRADE, A., ARAGÃO, L.E.O.C., ARAUJO MURAKAMI, A., ARETS, E.J.M.M., ARROYO, L., C, G.A.A., BAKER, T.R., BÁNKI, O.S., BERRY, N.J., CARDOZO, N., CHAVE, J., COMISKEY, J.A., DÁVILA, E.A., DE OLIVEIRA, A., DIFIORE, A., DJAGBLETEY, G., DOMINGUES, T.F., ERWIN, T.L., FEARNSIDE, P.M., FRANÇA, M.B., FREITAS, M.A., HIGUCHI, N., C, E.H., IIDA, Y., JIMÉNEZ, E., KASSIM, A.R., KILLEEN, T.J., LAURANCE, W.F., LOVETT, J.C., MALHI, Y., MARIMON, B.S., MARIMON-JUNIOR, B.H., LENZA, E., MARSHALL, A.R., MENDOZA, C., METCALFE, D.J., MITCHARD, E.T.A., NELSON, B.W., NILUS, R., NOGUEIRA, E.M., PARADA, A., PEH, K.S.H., PENA CRUZ, A., PEÑUELA, M.C., PITMAN, N.C.A., PRIETO, A., QUESADA, C.A., RAMÍREZ, F., RAMÍREZ-ANGULO, H., REITSMA, J.M., RUDAS, A., SAIZ, G., SALOMÃO, R.P., SCHWARZ, M., SILVA, N., SILVA-ESPEJO, J.E., SILVEIRA, M., SONKÉ, B., STROPP, J., TAEDOUMG, H.E., TAN, S., TER STEEGE, H., TERBORGH, J., TORELLO-RAVENTOS, M., VAN DER HEIJDEN, G.M.F., VÁSQUEZ, R., VILANOVA, E., VOS, V., WHITE, L., WILCOCK, S., WOELL, H., PHILLIPS, O.L. Tree height integrated into pan-tropical forest biomass estimates. **Biogeosciences Discussions** 9, 2567-2622, 2012.  
<http://dx.doi.org/10.5194/bgd-9-2567-2012>.

- HOUGHTON, R. A. Aboveground forest biomass and the Global Carbon Balance. **Global Change Biology**, Sydney, v. 11, n. 6, p. 945-958, 2001.
- IBGE, 2012. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. In, **Manuais Técnicos em Geociências 1**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brazil, p. 275.
- IPCC 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. National greenhouse gas inventories programme, H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe ed. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Institute for Global Environmental Strategies (IGES), JAPAN, 2006.
- KING, D.A. 1996. Allometry and life story of tropical trees. **Journal of tropical Ecology** 12: 25-44.
- MELO, M.C.; BARBOSA, R.I. 2007. **Árvores e arbustos das savanas de Roraima** – Guia de Campo Ilustrado. 1ª ed. PMBV/CONSEMMA, Boa Vista, 36p.
- MIRANDA, I.S., ABSY, M.L., REBÊLO, G.H. (2003). Community Structure of Woody Plants of Roraima Savannahs, Brazil. **Plant Ecology**, 164, 109-123.
- MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L. 2000. Fisionomia das Savanas de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, 3: 423-441.
- NIKLAS, K.J., COBB, E. D., MARLER, T. A comparison between the record height-to-stem diameter allometries of pachycaulis and leptocaulis species. **Annals of Botany**, 97: 79-83, 2006.
- NOGUEIRA, E. et al. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 248, n. 3, p. 119-135, 2015.
- OLIVEIRA, R.L.C., FARIAS H.L.S., PERDIZ, R.O., SCUDELLER, V.V.; BARBOSA, R.I. 2017. Structure and tree species composition in different habitats of savanna used by indigenous people in the Northern Brazilian Amazon. **Biodiversity Data Journal** 5: e20044.  
<https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e20044>
- OLIVEIRA, R.L.C.; BARBOSA, R. I.; SOUSA, H.L.F.; SILVA, W.R. 2019. Allometric patterns of mirixis (*Byrsonima* spp.) in Roraima savana área, northern Brazilian Amazonia, **Mendeley Data**, v. 5. Available at <http://dx.doi.org/10.17632/3jbpvwhm9r>.
- OLIVEIRA, R.L.C.; SCUDELLER, V. V.; BARBOSA, R. I. 2017. Use and traditional knowledge of *Byrsonima crassifolia* and *B. coccolobifolia* (Malpighiaceae) in a Makuxi community of the Roraima savanna, northern Brazil. **Acta Amazonica** 47(2): 133 – 140.
- PHILLIPS, O. L. et al. The changing Amazon forest. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**. Series B, Biological sciences, London, v. 363, n. 1498, p. 1819-1827, 2008.
- POTT, A.; POTT, V.J. 1994. **Plantas do Pantanal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Corumbá, Mato Grosso. p. 187-193.
- R Development Core Team. 2009. **R: A language and environment for statistical computing**.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation iii: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany** 60:57-109. 2003.
- SILVA, M.A.O.; MATA, R.F.F. 2007. Padrões alométricos de *Miconia ferruginata* DC. (Melastomataceae) no PESCAN, Goiás. **Revista Brasileira de Biociências** 5 (1):195-197.
- SPÓSITO, T.C. & SANTOS, F.A.M. 2001. Architectural patterns of eight Cecropia (Cecropiaceae) species of Brazil. **Flora**. 196: 215-226.
- SULLIVAN, M.J.P., LEWIS, S.L., HUBAU, W., QIE, L., BAKER, T.R., BANIN, L.F., CHAVE, J., CUNI-SANCHEZ, A., FELDPAUSCH, T.R., LOPEZ-GONZALEZ, G., ARETS, E., ASHTON, P., BASTIN, J.-F., BERRY, N.J., BOGAERT, J., BOOT, R., BREARLEY, F.Q., BRIENEN, R., BURSLEM, D.F.R.P., DE CANNIERE, C., CHUDOMELOVÁ, M., DANČÁK, M., EWANGO, C., HÉDL, R., LLOYD, J.,

MAKANA, J.-R., MALHI, Y., MARIMON, B.S., JUNIOR, B.H.M., METALI, F., MOORE, S., NAGY, L., VARGAS, P.N., PENDRY, C.A., RAMÍREZ-ANGULO, H., REITSMA, J., RUTISHAUSER, E., SALIM, K.A., SONKÉ, B., SUKRI, R.S., SUNDERLAND, T., SVÁTEK, M., UMUNAY, P.M., MARTINEZ, R.V., VERNIMMEN, R.R.E., TORRE, E.V., VLEMINCKX, J., VOS, V., PHILLIPS, O.L., Field methods for sampling tree height for tropical forest biomass estimation. **Methods in Ecology and Evolution** 9, 1179-1189. 2018.  
<http://dx.doi.org/10.1111/2041-210x.12962>.

VAN GELDER, H.A., POORTER, L., STERCK, F.J., 2006. Wood mechanics, allometry, and life-history variation in a tropical rain forest tree community. **New Phytology** 171, 367-378.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01757.x>.

YAMADA, T., YAMAKURA, T.; LEE, H.S. Architectural and allometric differences among *Scaphium* species are related to microhabitat preferences. **Functional Ecology** 14: 731–737. 2000.