

## VARIAÇÕES INTRA-ESPECÍFICAS EM TRAÇOS FUNCIONAIS DE LIANAS AO LONGO DE UM GRADIENTE HIDROEDÁFICO.

Cibelly Fernandes Honorato<sup>1</sup>  
Juliana Schietti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista, Programa de Iniciação Científica do INPA;  
<sup>2</sup>Orientador, Coord/INPA.

Financiamento da bolsa: PIBIC/CNPq.

### INTRODUÇÃO

Gradientes edáficos associados à topografia geralmente definem a disponibilidade de recursos tais como água e nutrientes para as plantas. Esses gradientes hidroedáficos locais em conjunto com as variações climáticas locais e regionais, influenciam os processos fisiológicos e/ou morfológicos das plantas (Jerszurki 2016) e podem atuar como filtros ambientais. Esse processo de filtragem ambiental atuando sobre as características individuais acarreta em uma ampla estruturação das espécies em escala geográfica, gerando variabilidade intraespecífica em características que respondem às variações ambientais. A água é um componente determinante para as funções vitais e reações adaptativas das plantas (Diniz 1999), seu transporte ocorre através do movimento contínuo entre o sistema solo-planta-atmosfera. Nas folhas a água é distribuída através de um sistema de rede de veias que se conectam com os estômatos. O comprimento da abertura estomática e a densidade de estômatos variam entre espécies e podem variar conforme o ambiente. Em lugares mais secos os estômatos podem ser mais numerosos e em menor comprimento, para controlar melhor a transpiração da folha, e o contrário para lugares com alta disponibilidade de água, poucos estômatos, porém grandes (Bündchen *et al.* 2015). O mesmo poderia ser esperado para a densidade da venação foliar. Entretanto temas voltados para as relações entre as características do solo e a disponibilidade da água dentro de espécies, ainda tem pouca visibilidade dentre os pesquisadores (Aasma *et al.* 2005) principalmente para as lianas. Lianas são trepadeiras lenhosas que se desenvolvem em contato com o solo, mas utilizam de suportes, especialmente árvores, para alcançarem o dossel das florestas, e que competem por recursos acima e abaixo do solo. O modo escalador confere uma série de características anatômicas que se domina a “síndrome vascular lianescente”, composta de poucas fibras, alta quantidade de parênquima, raios largos e vasos de grandes associado a vasos estreitos (dimorfismo de vasos).

Se plantas apresentam características voltadas para uma eficiência do transporte de água, como os vasos do xilema maior, é esperado que também apresente estômatos maiores, melhorando a fotossíntese e a captação de água. Por outro lado, plantas com vasos do xilema menor apresentariam estômatos menores, para controlar melhor a perda de água. Diante de tal perspectiva, os objetivos desse trabalho foram: (i) investigar as variações intraespecíficas dos traços anatômicos da folha, da madeira e do ramo de lianas em condições hidroedáficas contrastantes e; (ii) investigar se as características foliares de lianas se apresentam de forma coordenada com as características da madeira e ramo de forma a otimizar o transporte de água do ramo para as folhas/atmosfera.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Local de Estudo

Este estudo foi desenvolvido na Reserva Adolpho Ducke que está localizada ao Norte de Manaus. A Reserva tem 10.000 ha (10 x 10 km) e possui relevo característico da região obtendo diferentes níveis topográficos e dinâmicas hídricas. O relevo é dividido em platô, vertente, campinarana e baixio. Os platôs são áreas mais elevadas e distantes do lençol freático, o solo tem características argilosas obtendo mais nutrientes. As vertentes e campinarana são áreas de declividades apresentando uma

transição de solos argilosos para arenoso, e os baixios são ambientes mais próximos ao lençol freático com frequente presença de igarapés, e apresenta um solo arenoso (Alencar *et al.* 1979).

#### Delineamento amostral

Selecionamos oito espécies de lianas (Tabela 1) que ocorrem ao longo de todo o gradiente hidroedáfico, a partir de inventários florísticos realizados em 30 parcelas permanentes dentro da Reserva Ducke como parte do doutorado de Elisangela Rocha (colaboradora nesta proposta).

Tabela 1. Espécies selecionadas para o desenvolvimento do estudo.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Autor</b>
CELASTRACEAE	<i>Cheiloclinium cognatum</i> <i>Salacia impressifolia</i> <i>Tontelea mauritioides</i>	(Miers) A.C.Sm. (Miers) A.C.Sm. (A.C. Sm.)A.C. Sm.
FABACEAE	<i>Deguelia rariflora</i> <i>Machaerium macrophyllum</i>	(Mart. ex Benth.) G.P.Lewis & Acev.-Rodr (Benth)
BIGNONIACEAE	<i>Adenocalymma longilineum</i>	(A.Samp.) L.G.Lohmann
CONNARACEAE	<i>Rourea paraenses</i> <i>Rourea cuspidata</i>	(Forero) Var. cuspidata Benth. Ex Baker

Em cada uma das oito espécies foram selecionados quatro indivíduos, dois ocorrendo em parcelas de platô e dois ocorrendo em parcelas de baixio. Em cada indivíduo coletamos folhas e ramos para as análises macro e micro anatômicas.

Em campo, foi coletada 1 folha/indivíduo expostas a maior luminosidade e coletados os ramos, totalizando 32 folhas e ramos. Ambos foram cortados e guardados em FAA para a fixação das estruturas anatômicas e após 72 horas foram armazenadas em álcool 70% para preservação das estruturas, até o procedimento em laboratório. Para as folhas foram retirados 2 quadrantes de 1cm um para análises de estômatos e um para venação. E para os ramos foram retirados 4 cm de amostra do lenho.

#### Estudo anatômico

Para a análise anatômica de folhas, utilizamos uma amostra do limbo foliar de aproximadamente 4 x 2 cm retirada entre a margem e a nervura principal na porção mediana da folha ou folíolo.

Em laboratório (protocolo adaptado de Johansen 1940) para visualização dos estômatos, as amostras foram colocadas em estufa a 70°C, em solução de Franklin (ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio) por 24 horas, para desprendimento da epiderme.

Após estufa as amostras foram lavadas com água destilada, desidratadas em sequência alcoólica (30%, 50%, 70% e 90%) por 5 minutos em cada, coradas com safranina e feita a montagem de lâminas semipermanentes, realizada com a deposição da amostra em lâmina de vidro juntamente com glicerina, e fechada com lamínula de vidro colada com esmalte incolor. Após a montagem as lâminas foram levadas ao microscópio Zeiss para obtenção das fotos.

Para a estimar a densidade de venação (protocolo adaptado de Pérez-Harguindeguy *et al.* 2007.), as amostras foram colocadas em estufa a 70°C por aproximadamente 48h, em solução de hidróxido de sódio (NaOH) para o procedimento de diafanização, ou seja, o desprendimento da epiderme e clarificação da venação. Após a estufa, as amostras foram processadas em um circuito que consiste de lavagens em água destilada, descoloridas em hipoclorito, desidratadas em série de álcool sendo 5 minutos em cada (30%,50%, 70% e 90%), coradas com safranina por aproximadamente 3 minutos e reservadas em potes

contendo água destilada até obtenção de fotos em lupa. As características foliares determinadas foram: densidade dos estômatos, comprimento dos estômatos e densidade de venação.

Para a análise macroanatomia do ramo e microanatômica do xilema foi coletada uma amostra de ramo para cada indivíduo, com cerca de 2 cm de comprimento (2 amostras/espécie, 32 amostras no total). Após a coleta as amostras foram armazenadas em álcool 70% até o processamento no laboratório. Para a macroanatomia (determinação das proporções de xilema auto-suportante e lianescente, floema e medula), as amostras foram submersas em água e lixadas com lixas da água de diversas granulometrias (320, 360, 400, 500, 600, 1500 e 2000) permitindo a visualização adequada dos vasos para foto em scanner. Na microanatomia, para determinação de densidade e diâmetro de vasos do xilema lianescente, as amostras foram cortadas manualmente com auxílio de uma lâmina, lavadas com água destilada e descoloridas com hipoclorito (~4 minutos), em seguida foram desidratadas em álcool 70%, e após isso, coradas com corante safranina (~2 minutos) para posterior montagem das lâminas e obtenção de fotos no microscópio. As características observadas na madeira e ramo foram: pela microanatomia, o diâmetro de vasos do xilema e a densidade de vasos do xilema; e pela macroanatomia, a proporção do floema, proporção de xilema lianescente, proporção de xilema auto-suportante e proporção de medula.

### Análises Estatísticas

Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R Development Core Team, 2013). Para a relação entre as espécies que ocorrem em ambientes contrastantes, foram realizados testes T pareados. Cada par representou uma espécie com dois indivíduos no platô e no baixio. E para as correlações entre as características do xilema, madeira e folhas foram feitas análises de regressões lineares simples.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados indivíduos das mesmas espécies com a finalidade de observar o comportamento das características anatômicas de acordo com o ambiente hidroedáfico, entretanto nenhuma das análises tiveram relação significativa. Entretanto as espécies *Machaerium macrophyllum* e *Rourea cuspidata* não apresentaram xilema auto suportante (Pxa) no baixio mas apresentaram no platô (Fig. 1A), demonstrando uma estratégia de investimento em segurança, pois no platô o lençol freático é mais distante e os vasos do xilema auto suportante auxiliariam no controle da cavitação, ao passo que nos baixios o xilema lianescente foi predominante (Fig.1C) aumentando a eficiência pela presença dos vasos maiores. Para a proporção de floema (Fig.1B) a espécie *Deguelia rariflora* entra em destaque por apresentar alta diferença entre os ambientes na quantidade de floema, sendo predominante no platô, aumentando sua flexibilidade para alcançar o dossel das árvores.

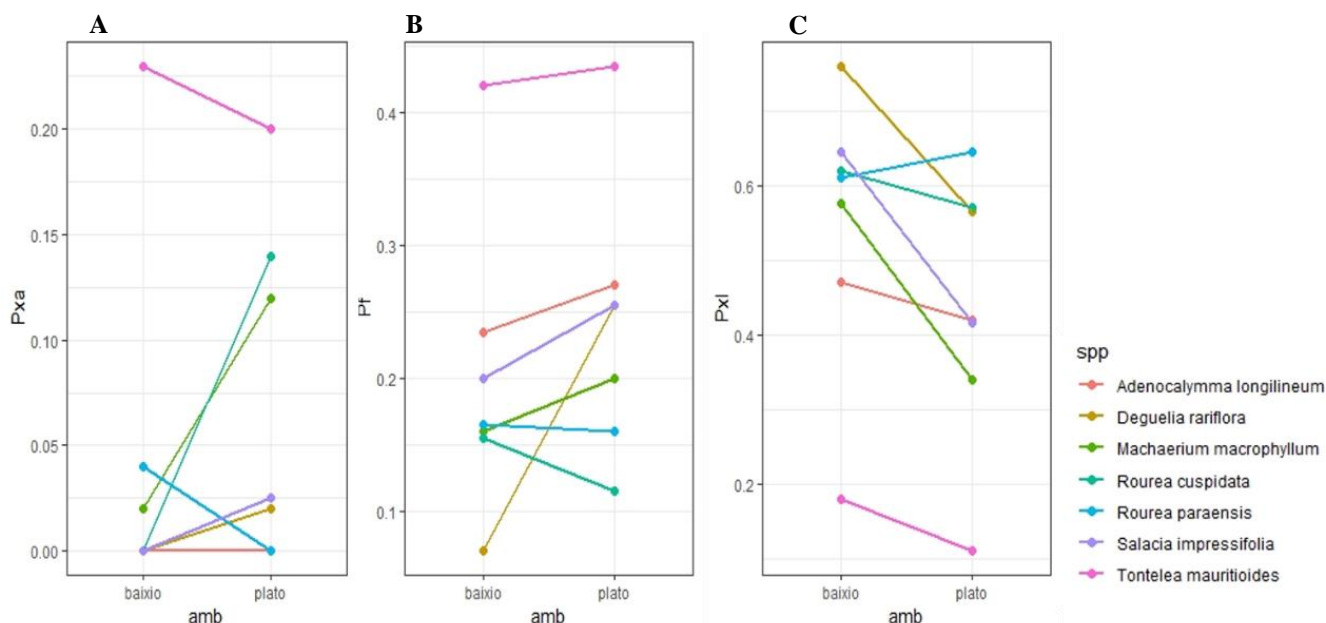


Figura 1: Análises das características de proporções da madeira do ramo. O eixo X representado pelos ambientes baixo e platô e o eixo Y (A): pela proporção de xilema auto suportante, (B): proporção de floema e (C): proporção de xilema lianescente.

As espécies *Adenocalymma longilineum* e *Salacia impressifolia* apresentaram uma ampla variação para a densidade de vasos (Fig. 2A). Os resultados demonstram uma estratégia de transporte de água bem diferente em relação aos ambientes, caracterizando uma coordenação de eficiência no baixo para essas espécies.

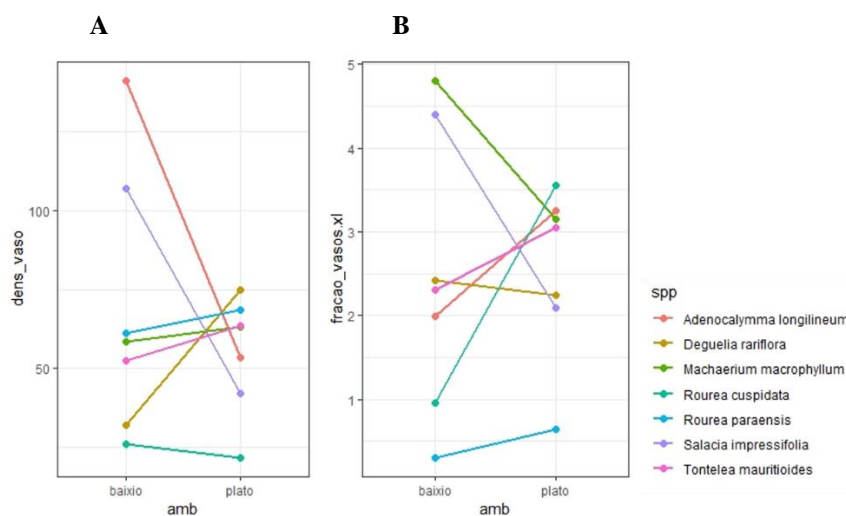


Figura 2: Análises das características de vasos do xilema lianescente. O eixo X representado pelos ambientes baixo e platô e o eixo Y (A): pela densidade de vasos do xilema lianescente, (B): fração de vasos do xilema lianescente.

Para as características foliares, nem todas as espécies foram possíveis serem representadas, entretanto é possível observar que há uma ampla variação para características de algumas espécies, como *Adenocalymma longilineum* que apresentou uma alta densidade de venações no baixo (Fig. 3B), melhorando também o transporte da água e *Rourea cuspidata* com uma alta densidade e comprimento de estômatos nos platôs (Fig. 3C), o que pode ser uma estratégia para captação da água disponível no solo.

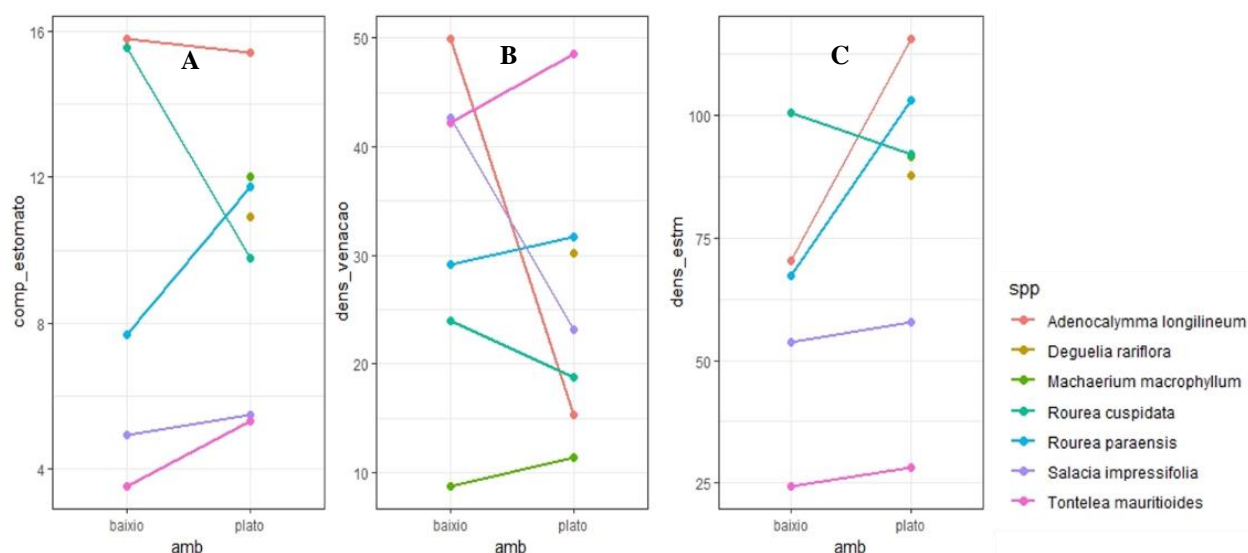


Figura 3: Análise das características da anatomia da folha. O eixo X representado pelos ambientes baixo e platô e o eixo Y (A): pelo comprimento do estômato, (B): densidade de venação e (C): densidade de estômatos.

Para os resultados de relações entre as características foi desenvolvido um fluxo grama (Fig. 4) para uma melhor compreensão e contextualização, os resultados significativos.

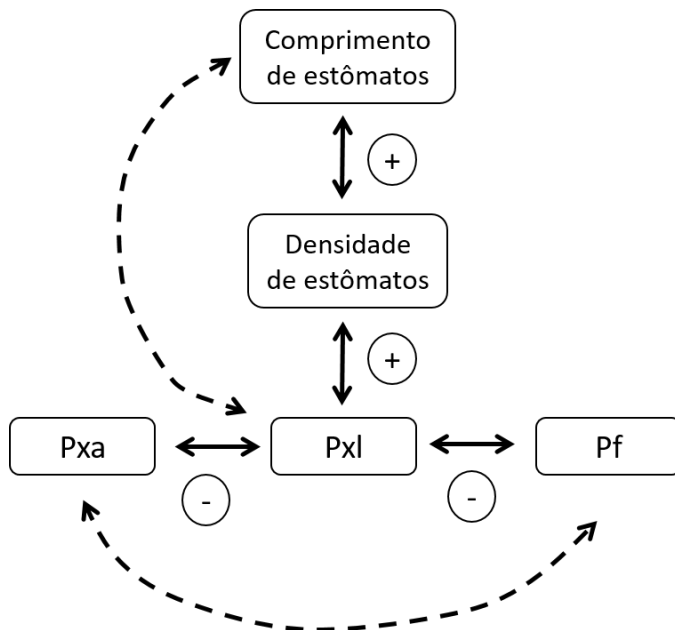


Figura 4: Fluxograma demonstrando resultados significativos em relação as regressões lineares simples, entre características da folha e características da madeira do ramo. Onde, Pxa: proporção de xilema auto suportante, Pxl: proporção de xilema lianescente, Pf: proporção de floema. Linhas tracejadas significam sem relação entre características e linhas contínuas significam o sentido da significância.

Estudos fisiológicos demonstram que lianas são eficientes na condução de água, como já foi evidenciado por vários trabalhos (Hacke *et al.* 2006, Gerolamo e Angyalossy 2017). Nossos resultados sugerem que há uma coordenação para características de transporte de água no ramos e folhas demonstrando plantas que investem mais em área de xilema lianescente e que possuem estômatos maiores e em maior densidade, e plantas que tem menor proporção de xilema lianescente e menores densidades de estômatos nas folhas, sugerindo uma estratégia de maior conservação de água. A dominância de um xilema lianescente que apresenta o dimorfismo de vasos, parece estar relacionado tanto com a eficiência quanto com a segurança hídrica da planta, (Ewers 1991; Hacke *et al.* 2006) descartando um possível *trade off* entre a eficiência e a segurança do ramo em relação a eficiência hidráulica, como observado por Sande *et al.* (2019), que explica o efeito dessa ausência de troca compensatória, que implica em um transporte maior de água, um aumento nas taxas de crescimento, e ainda assim não reduzindo a resistência à cavitação, explicando o sucesso das lianas principalmente em florestas mais secas.

## CONCLUSÃO

Com os presentes resultados para a abordagem intraespecífica analisada foi possível observar as diferentes estratégias das espécies de acordo com o ambiente hidroedáfico. Observando modificações fenotípicas que implicam em alterações fisiológicas, possuindo coordenações anatômicas entre a folha e o caule para o baixio e platô. Estudos com mais indivíduos e para mais espécies com um olhar mais profundo na anatomia e fisiologia são necessários para uma resposta mais consistente em relação ao sucesso de espécies de lianas em gradientes ambientais.

## REFERÊNCIAS

- Aasma, K. *et al.* 2005. Leaf hydraulic conductance in relation to anatomical and functional traits during *Populus tremula* leaf ontogeny *Tree Physiology*, 25, 1409–1418.  
Alencar, J.C.; Almeida, R.A.; Fernandes, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 9(1):163-198.

- Angyalossy, V. *et al.* 2015. Liana anatomy: a broad perspective on structural evolution of the vascular system, p. 253–282. In: Schnitzer SA, Bongers F, Burnham R, Putz FE. (Eds.1). *Ecology of lianas*. Wiley–Blackwell, Oxford,
- Diniz, M. C. M. M. 1999. *Desenvolvimento e rebrota da cunhã (Clitoria ternatea L.) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos Bradyrhizobium*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.
- Bundchen M., Boeger M.R., Reissmann B. 2015. Estrutura foliar de espécies lenhosas de dossel e sub-bosque em uma floresta subtropical do sul do Brasil. *v. 70, n. 1*.
- Ewers, FW. 1991. Water flux and xylem structures in vines. In: Putz FE, Mooney HA (eds.). *The Biology of Vines*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Franks, P. & Brodribb, T. 2005. Stomatal control and water transport in the xylem. In: Holbrook N.M, Zwieniecki, M.A.. *Vascular Transport in Plants*. DOI: 10.1016/B978-012088457-5/50006-X
- Gerolamo CS. 2016. *Dinâmica, biomecânica e condutividade hídrica de lianas da floresta amazônica*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gerolamo S., Angyalossy V. 2017. Wood anatomy and conductivity. In: lianas, shrubs and trees of Bignoniaceae. *IAWA 38*: 412-432.
- Hacke G., *et al.* 2006. Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency. *Tree Physiol. Salt Lake*, 26:689–701.
- Jerszurki D. 2016. *Dinâmica da água no continuum solo-planta-atmosfera: tópicos em evapotranspiração de referência e disponibilidade de água às plantas*. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba.
- Nogueira, A. *et al.* 2010 Liana Abundance Patterns: The Role of Ecological Filters during Development, *Biotropica*, Manaus, AM, 43:442-449.
- Pandey, Subedar & Yadav, Om & Nagar, P.K. 2003. Seed germination studies in *Cryptomeria japonica* D Don., *Indian Journal of Plant Physiology*, Palampur, 8:316-318.
- Schiatti, J., Emilio, T., Rennó, C.D., Drucker, D.P., Costa, F.R.C., Nogueira, A., *et al.* 2014. Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest, *Plant Ecology & Diversity*, Manaus, vol.(7), no.(2), pp: 241-253.
- Sande *et al.* 2019. The hydraulic efficiency–safety trade-off differs between lianas and trees. *Ecology*, vol. (100), no. (5), pp:2-15.