

IMPORTÂNCIA DO TAMANHO E DENSIDADE DE VASOS DO XILEMA PARA A MORTALIDADE DE LIANAS.

Maria Alessandra Peixoto Ferreira
. Willian Magnusson

¹Bolsista, Programa de Iniciação Científica do INPA
²Orientador, COBIO/INPA

Financiamento da bolsa: PAIC/FAPEAM.

INTRODUÇÃO

As lianas são trepadeiras lenhosas e sublenhosa que utilizam árvores como suporte para atingir o dossel (Putz, 1984; Putz e Chai, 1987; Stevens, 1987). Elas exercem um importante papel na dinâmica e funcionamento das florestas tropicais, mas devido ao aumento da competição por luz, água e nutrientes com as árvores as lianas podem influenciar as chances de mortalidade das árvores que as suportam (van der Heijden et al., 2015). O conhecimento das características funcionais das lianas e suas taxas demográficas são essenciais para entender a abundância dessas plantas nas florestas tropicais. No entanto, pouco se conhece sobre como as características anatômicas de lianas podem influenciar nas suas taxas de mortalidade.

As lianas apresentam dimorfismo de vasos do xilema, vasos de grande calibre que são eficientes no transporte de água e que estão associados a vasos de pequeno calibre, com menor eficiência no transporte de água, porém menos suscetíveis a falha hidráulica. O dimorfismo de vasos ainda é uma característica pouco estudada, não se sabe quais métricas da distribuição de tamanho dos vasos podem ser importantes para explicar o desempenho dos indivíduos das espécies de lianas. Sabe-se apenas que lianas em geral apresentam diâmetros dos vasos do xilema maiores do que a maioria das espécies de árvores (Apgaua et al. 2017).

Na Reserva Ducke, localizada ao norte de Manaus foi realizado um levantamento de espécies de lianas (Rocha 2018) e monitoramento da dinâmica demográfica de indivíduos amostrados em 2004 e 2014. Estes estudos forneceram as informações básicas para o desenvolvimento deste estudo. Neste sentido, esperamos que a mortalidade das lianas possa ser explicada pelas variações de tamanho e densidade de vasos. Para isso, elaboramos três hipóteses: i) Espécies de lianas que apresentam menor amplitude no tamanho do diâmetro dos vasos apresentam menores taxas de mortalidade; ii) Lianas que apresentam maior índice de agregação de vasos apresentam maiores taxas de mortalidade. Os resultados obtidos podem ajudar a compreender as relações hídricas das plantas com sua demografia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e Seleção das espécies

Este estudo foi realizado na Reserva Adolfo Ducke localizada ao norte de Manaus, possui área de 10 mil ha e precipitação anual de 1.750 a 2.500mm. A Reserva tem variações topográficas bem marcadas por ambientes de platô, que se caracterizam por apresentarem solos argilosos bem drenados e pobres em nutrientes (Ribeiro et al., 1999). Os baixios são os ambientes localizados nas planícies aluviais ao longo dos igarapés, seus solos são arenosos e periodicamente encharcados, com acúmulo de sedimentos (Ribeiro et al., 1999), e as vertentes localizadas sobre as paisagens colinosas dissecadas, com solos argilosos nas áreas altas e areno-argilosos nas baixas. As espécies selecionadas são provenientes de um estudo florístico que está sendo realizado nas 30 parcelas permanentes da reserva e faz parte da tese de doutorado de Elisângela Rocha (colaboradora neste projeto). A partir dos inventários realizados por E. Rocha foram selecionadas 16 espécies de lianas distribuídas ao longo de todo o gradiente hidro-edáfico.

Processamento anatômico

Para as análises anatômicas foram coletadas três amostras de madeira dos ramos, com 2cm de comprimento, por espécie (5 indivíduos * 16 espécies = 60). Após a coleta, as amostras fixadas em Formaldeído Ácido Acético Glacial (FAA) e após 72 horas armazenadas em álcool 70% até o processamento. No laboratório as amostras foram cortadas com auxílio do micrótomo de deslize e cortes manuais, após os cortes as amostras foram emergidas em uma solução de 2% de hipoclorito de sódio (até que fiquem branqueadas), após a diafanização, desidratar as amostras em etanol em série, durante 1min cada (30%, 50%, 70%) e em seguida coradas com a solução de safranina. As imagens foram obtidas através do microscópio e analisadas no programa ImageJ.

Variáveis analisadas

(a) diâmetro médio de vasos do xilema ($\mu\text{m mm}^{-2}$), (b) densidade de vasos do xilema (m), (c) Índice de agregação (%) e (d) Amplitude do diâmetro dos vasos (μm).

Diâmetro dos vasos: Os vasos não são círculos perfeitos na secção transversal, sendo assim utilizamos a área do lúmen dos vasos para calcular o diâmetro equivalente dos vasos (De) (Scholz et al., 2013) utilizando a seguinte fórmula: $De = \sqrt{4A \cdot \pi}$

Neste caso, o A é a área do lúmen dos vasos que foram mensurados em todos os vasos presentes na imagem.

Diâmetro hidráulico: Após o cálculo do diâmetro dos vasos, utilizamos a equação de Hagen-Poiseuille para calcular a condutividade hidráulica potencial para cada indivíduo amostrado (Poorter et al. 2010). Inicialmente calculamos o diâmetro dos vasos hidráulicamente ponderado (Dh):

$Dh = (\sum d^4 N) 0.25$, onde d é o diâmetro equivalente dos vasos (mm) e N o número de vasos mensurados.

Taxa de mortalidade

A taxa de mortalidade foi estimada a partir do banco de dados proveniente do trabalho do aluno Vinicius Mutti Bertin, com base nos inventários das parcelas no período entre 2004 e 2014 para indivíduos de lianas acima de 1cm de diâmetro e 1.30cm de altura.

Para calcular a taxa de mortalidade foi utilizado a seguinte equação:

$$((\log[N_i] - \log[N_s]) \cdot T^{-1})$$

Onde N_i e N_s são números de indivíduos no primeiro senso e número de indivíduos que estão no último senso e os que estiveram no primeiro (sem recrutamento).

Análises Estatísticas

A relação entre a abundância, taxas de mortalidade das espécies e as variáveis anatômicas do xilema (amplitude do diâmetro, diâmetro máximo dos vasos, densidade de vasos grandes e pequenos e índice de agregação de vasos) foram testadas através de modelos lineares. Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de mortalidade das espécies de lianas teve relação com diâmetro dos vasos ($N = 16$ espécies, $F = 5.043$ $p = 0.041$, figura 2). Entretanto, o resultado foi o inverso do esperado. Segundo a lei de Hagen-Poiseuille, a condutividade hidráulica é diretamente proporcional à quarta potência do raio de cada vaso (Zimmermann 1983), assim, um vaso de maior calibre pode ter seis vezes a eficiência condutiva de quatro vasos de menor calibre com uma mesma área de lúmen de vaso (Baas et al. 2004). Porém, quanto maior a eficiência hidráulica menor a segurança (Sperry et al. 2008). A suscetibilidade a seca pode ser medida pela quantidade de embolismo na planta, e pode ser expressa pela porcentagem de perda de condutividade, que está associada à vulnerabilidade à cavitação dos vasos (Sperry et al. 1988, Melcher et al. 2012).

No entanto, de acordo com os nossos resultados a espécie com vasos de menor calibre apresentaram maiores taxas de mortalidade (Fig.2). Acreditamos que há uma vasta variação no tamanho do diâmetro dos vasos das lianas, e que a eficiência e segurança no transporte da água podem estar

relacionados com a mortalidade. É possível que espécies que possuem maior diâmetro dos vasos do xilema, possam ter também uma maior variação de diâmetro (amplitude) dos vasos de menores diâmetros associados (Fig.5), o que poderia explicar a maior sobrevivência dessa espécie. Esse provável dimorfismo pode estar ligado à sua sobrevivência dando-lhe eficiência e segurança no transporte de água ao mesmo tempo (Sande et al., 2019). A relação foi positiva entre amplitude e diâmetro médio dos vasos, vimos que quanto maior o diâmetro, maior também amplitude essa variação aumenta conforme a distribuição de vasos.

A relação entre a taxa de mortalidade e outras características anatômicas como a área dos vasos (Fig. 3), também não corroboraram nossa hipótese. Os resultados indicam que os trade off já descritos para árvores parecem não funcionar da mesma forma em lianas. Ainda precisamos de estudos mais aprofundados sobre a relação entre diâmetro dos vasos e vulnerabilidade à seca em lianas, já que essas parecem não apresentar o trade off (van der Sande et al), além de uma relação positiva entre eficiência de condução de água e sobrevivência, como sugerido por nossos resultados.

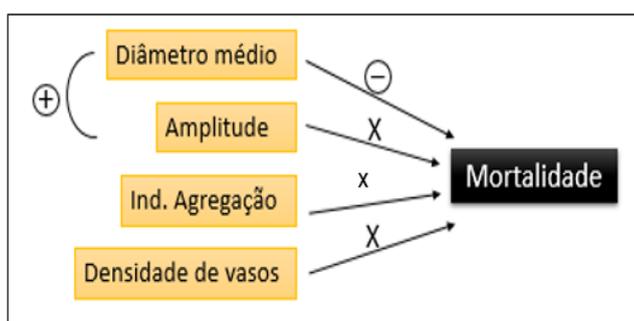


Figura 1. Fluxograma das variáveis analisadas em relação à mortalidade.

Foi analisado que para amplitude, índice de agregação e densidade de vasos não houve relação com a mortalidade, já o diâmetro médio teve resultado negativo, contrário, ao que esperávamos. Para diâmetro médio e Amplitude, houve relação positiva ao que esperávamos, na medida que a distribuição do tamanho do diâmetro dos vasos aumenta, aumenta também amplitude.

Tabela 1. Lista das 16 espécies da família Bignoniaceae de acordo com sua densidade relativa nas parcelas. Densidade das espécies, taxa de mortalidade (%), diâmetro médio (um), área (mm²), número de vasos (mm²),

Espécie	Densidade_spp	Taxa_mortalidade	Diâmetro médio	Area.avg	Número de vasos	Densidade_vasos
Adecalymma tanaeciicarpum	2.93	0	24.324216	503.58765	17	35.26971
Adenocalymma adenophorum	8.3	3.787	17.664549	289.58526	38	78.83817
Adenocalymma bracteosum	1.47	3.076	10.239198	103.05235	17	35.26971
Adenocalymma flaviflorum	9.03	3.243	11.531842	112.68294	17	35.26971
Adenocalymma longilineum	12.07	4.112	19.025329	467.34699	153	317.42739
Adenocalymma moringifolium	2.53	5.714	17.235838	270.85324	37	76.76349
Adenocalymma validum	45.83	2.644	17.747352	332.57069	65	134.85477
Anemopaegma robustum	38.53	4.819	18.896543	554.51625	125	259.3361
Bignonia aequinoctialis	3.5	6.666	8.896398	82.22245	49	101.65975
Callichlamys latifolia	3.63	5.744	12.468038	137.73867	15	31.12033
Cuspidaria subincana	1.4	10	7.497143	51.2413	23	47.71784

Fridericia chica	0.7	5.555	18.086448	395.44207	29	60.16598
Fridericia nigrescens	1.63	2.777	12.640461	169.99769	13	26.97095
Fridericia prancei	1.37	3.684	10.462739	110.38148	27	56.0166
Pachyptera aromatica	17.9	3.478	31.009498	1016.4	14	29.04564
Tynantus panurensis	0.53	2.222	35.838713	1721.6942	50	103.73444

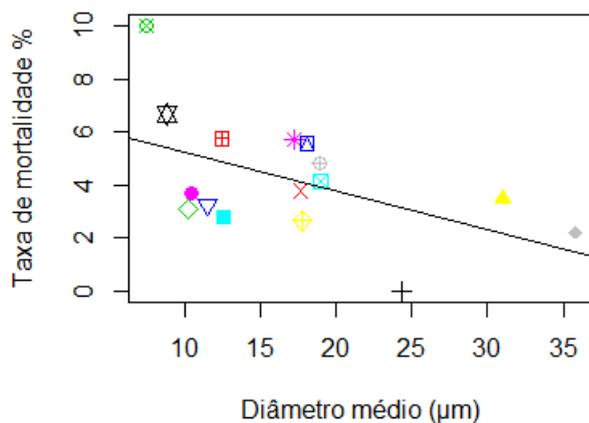


Figura 2. Relação entre taxa de mortalidade (%) e o diâmetro médio dos vasos (µm).

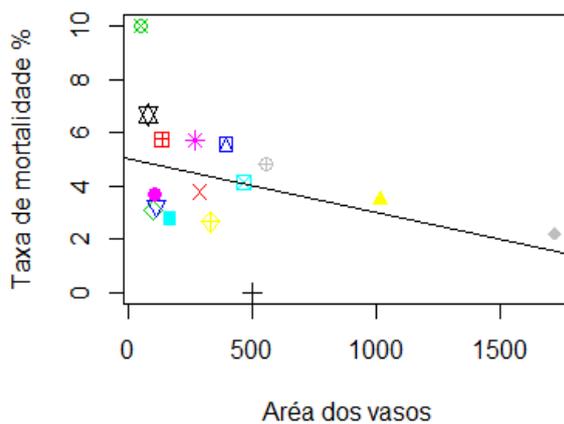


Figura 3. Relação entre taxa de mortalidade (%) e área dos vasos (µm).



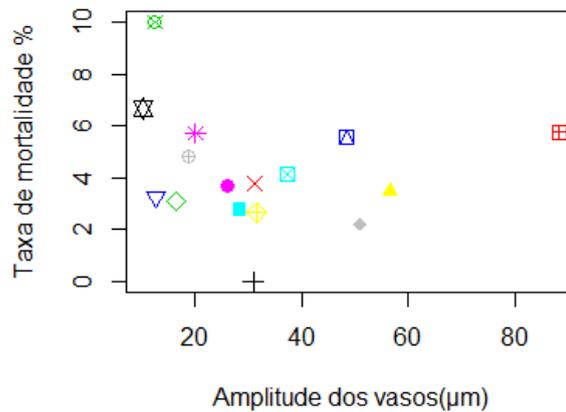


Figura 4. Relação entre taxa de mortalidade (%) e amplitude do tamanho dos vasos (µm).

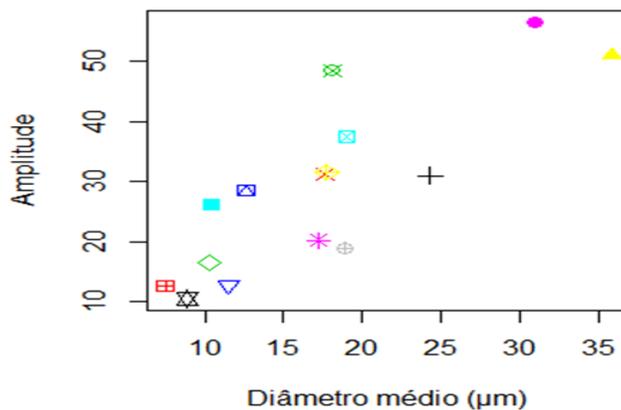


Figura 5. Relação entre Amplitude e Diâmetro médio dos vasos (µm).



CONCLUSÃO

Em nosso estudo foi possível detectar que as taxas de mortalidade de espécies de lianas têm uma relação com o diâmetro dos vasos do xilema. Considerando que as espécies com menores taxas de mortalidade foram aquelas com vasos de menor calibre, ao contrário do esperado pela relação inversa entre calibre dos vasos e vulnerabilidade à seca. Estudos futuros devem investigar a distribuição de tamanhos dos vasos do xilema e a associação de vasos de calibre maiores, mais eficientes hidraulicamente, com vasos menores, que conferem maior segurança frente a condições de mudanças ambientais.

REFERÊNCIAS

- Apgaua, D. Tng. D. Cernusak, L. et al. 2016. Data from: Plant functional groups within a tropical forest exhibit different wood functional anatomy. Dryad Digital Repository, <http://dx.doi.org/0.5061/dryad.v28>.
- BAAS, P.; Ewers, F.W. S. E.A, Davis. Wheelerm Evolution of xylem physiology.
- Ewers, F. W.; Fisher, J.B.; Fichtner, K. 1991. Water flux and xylem structure in vines. In: The biology of vines (Eds. Putz FE, Mooney HA). Cambridge University Press, Cambridge, pp 127–160.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S., Brito, J.

- M., Souza, M. A. D., Martins, L. H. P., Lohmann, L. G., Assunção, P. A. C. L., Pereira, E. C., Silva, C. F., Mesquita, M. R. & Procópio, L. C. 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus, INPA: 798 p.
- PUTZ, F.E.; CHAI, P. Ecological studies of lianas in Lambir National Park, Sarawak, Malaysia. *Journal of ecology*, v. 75, p. 523-531, 1987.
- Sperry, J.S.; Meinzer, F.C.; McCulloh, K.A. 2008. Safety and efficiency conflicts in hydraulic architecture: scaling from tissues to trees. *Plant Cell Environment* 31: 632–645.
- Sperry, J.S.; Tyree, M.T. 1988. Mechanism of water stress-induced xylem embolism. *Plant Physiology* 88: 581–587
- Van der Heijden, M.G. A.; Martin, F.M.; Selosse, M. A.; Sanders, I.R. (2015). Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytol* 205: 1406–1423
- Zimmermann, M.H. 1983. *Xylem structure and the Ascent of Sap*; Springer-Verlag, Ilustr., Berlim. 143p.
- A.R.; Hemsley, I. Poole (Eds.), *The Evolution of Plant Physiology*, Elsevier Academic