



Relação entre altura e eficiência hidráulica em árvores de ambientes de floresta e restinga

Erika Santana, Paula Lemos, Thaís Azevedo & Mariana Moutinho

RESUMO: A eficiência hidráulica (EH) é um atributo que relaciona a limitação da oferta de água à demanda de transpiração de uma planta. De forma geral, espera-se que o valor de EH diminua com o incremento da altura da planta. Restingas e florestas diferem em condições abióticas e as espécies que ocorrem nesses dois ambientes respondem de maneira distinta a essas condições. Neste estudo, hipotetizamos que há uma relação negativa entre a EH e a altura, e que essa relação é mais acentuada na restinga, onde há menor disponibilidade hídrica do que na floresta. Coletamos ramos de indivíduos de diferentes alturas nas duas fisionomias e calculamos sua EH. Para ambos os ambientes, a altura e disponibilidade hídrica não influenciaram a EH. Adicionalmente, a relação entre a EH e a altura não foi diferente entre os ambientes. Sugerimos a combinação de outros atributos referentes ao uso da água, como profundidade das raízes e condutância estomática, para investigar se há diferença na EH entre restinga e floresta.

PALAVRAS-CHAVE: atributos funcionais, disponibilidade de água, hipótese da limitação hidráulica, relação planta-água

INTRODUÇÃO

Em diferentes grupos taxonômicos de plantas é possível encontrar similaridade nas respostas às condições abióticas locais (Meinzer, 2003). Essa similaridade pode ser quantificada com o estudo de atributos morfo-fisiológicos, também denominados atributos funcionais, que incluem, por exemplo, massa foliar por unidade de área, suculência da folha, densidade da madeira, espessura da lâmina foliar e longevidade da folha (Rosado & de Mattos, 2010). Tais atributos funcionais são características mensuráveis das plantas que permitem fazer inferências sobre processos ecofisiológicos, como balanço de energia e aquisição de carbono e nutrientes (de Mattos *et al.*, 2004).

A aquisição e o uso de água em plantas pode ser estudado por meio da caracterização de atributos como altura e eficiência hidráulica (EH). A EH de uma planta é a relação entre área foliar do ramo e xilema potencial ativo e indica a demanda de transpiração da planta em relação à limitação potencial de oferta de água (Bucci *et al.*, 2005). Quanto maior a altura de uma planta, menor será sua EH. O padrão gerado pela relação entre altura e EH é conhecido como hipótese da limitação hidráulica (Ryan & Yoder, 1997). Fatores que influenciam a redução na EH com o incremento da altura dos indivíduos incluem maior resistência com aumento

da distância percorrida pela água e maior dificuldade de ascensão da água em árvores maiores, devido à maior força gravitacional. Sendo assim, a dificuldade de transportar água seria diretamente proporcional ao aumento da altura da planta e se agravaria em ambientes onde há menor disponibilidade de água (Ryan *et al.*, 2006).

Florestas de restinga são a formação vegetal característica do litoral brasileiro, localizadas entre a floresta ombrófila e a praia (Souza & Capellari Jr, 2004). As espécies vegetais encontradas atualmente na restinga tiveram origem de clados oriundos da floresta ombrófila adjacente (Scarano, 2002) que foram capazes de lidar com as condições abióticas particulares da restinga, como baixa disponibilidade de água e nutrientes, solo salino e arenoso e alta intensidade luminosa (de Mattos *et al.*, 2004). Essas condições devem ter limitado a gama de espécies vegetais capazes de colonizar ambientes de restinga, tais como aquelas com alta eficiência no uso da água (Grime, 2006).

O objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a eficiência no uso da água por plantas é influenciada negativamente pelo tamanho do indivíduo e pela disponibilidade hídrica do ambiente. Para isso, prevíamos encontrar uma relação negativa entre a EH e a altura dos indivíduos e que esta relação seria

mais acentuada em plantas da floresta de restinga, local com menor disponibilidade hídrica, quando comparada com as plantas da floresta ombrófila adjacente.

MATERIAL & MÉTODOS

Local de estudo

Realizamos o estudo na trilha da praia do Arpoador (24°17'32"S;47°00'30"O), localizada na Estação Ecológica Juréia-Itatins no município de Peruíbe, São Paulo. Escolhemos a trilha da praia do Arpoador por possuir uma área de floresta de restinga contígua a uma área de floresta ombrófila densa. Florestas de restinga são formações vegetais estratificadas e com dossel bem definido. Os solos das florestas de restinga são arenosos e salinos (Souza & Capellari, 2004) e possuem baixa capacidade de retenção de água e nutrientes (Rosado & de Mattos, 2007). Florestas ombrófilas são formações vegetais compostas por dossel denso e contínuo, solo menos arenoso quando comparado com o solo da restinga, maior quantidade de matéria orgânica e maior capacidade de retenção de água (Mamede *et al.*, 2004).

Coleta de dados

Em ambas as fisionomias, floresta de restinga e floresta ombrófila, delimitamos uma faixa de 80 m a partir da trilha, na qual amostramos um ponto a cada 10 m. Intercalamos o lado de amostragem entre direito e esquerdo e, em cada ponto, coletamos um ramo de três indivíduos distintos, um localizado no estrato baixo, um no estrato médio e um no estrato alto. Na floresta de restinga os valores de altura do estrato baixo variaram de 0,57 a 1,65 m, no estrato médio, de 1,87 a 3,00 m e no estrato alto, de 3,56 a 5,50 m. Na floresta ombrófila, os valores de altura do estrato baixo variaram de 0,20 a 1,00 m, no estrato médio, de 1,70 a 4,50 m e no estrato alto, de 5,27 a 7,00 m.

Para a determinação da EH, calculamos, para cada ramo, a área de xilema potencial ativo, subtraindo a área do cerne da área do xilema, desconsiderando a casca. O cerne é a região central do ramo que está inativa e possui coloração distinta do xilema. De cada ramo, retiramos as folhas, calculamos a área de cada folha usando a fórmula de uma elipse e somamos todas as áreas para a obtenção da área foliar total do ramo. Para determinarmos a resistência da distância percorrida pela água, medimos a altura de cada ramo em relação ao solo.

Análise de dados

Utilizamos como estatística de interesse a diferença na inclinação da reta que descreve a relação entre a EH e a altura dos indivíduos amostrados em cada um dos ambientes (floresta de restinga e floresta ombrófila). Realizamos 10.000 permutações dos valores obtidos de EH em cada ambiente separadamente para gerar uma distribuição nula da estatística de interesse. Em seguida, contamos o número de valores da estatística que foram maiores ou iguais ao observado. Dividindo esse número pelo número total de permutações, determinamos a probabilidade com que o valor observado poderia ser encontrado ao acaso.

RESULTADOS

Os valores de EH dos indivíduos amostrados na floresta de restinga apresentaram uma variância consideravelmente menor (0,057) se comparada aos valores de EH dos indivíduos amostrados na floresta ombrófila (0,703; Figura 1). A EH não teve uma relação com a altura dos indivíduos tanto na floresta de restinga ($p=0,337$) quanto na floresta ombrófila ($p=0,127$). A inclinação da reta de tendência foi ligeiramente menor na floresta de restinga (0,013) do que na floresta ombrófila (0,082). A diferença observada entre essas inclinações foi de 0,068 e uma diferença igual ou superior a esta foi obtida em 2.457 das 10.000 permutações.

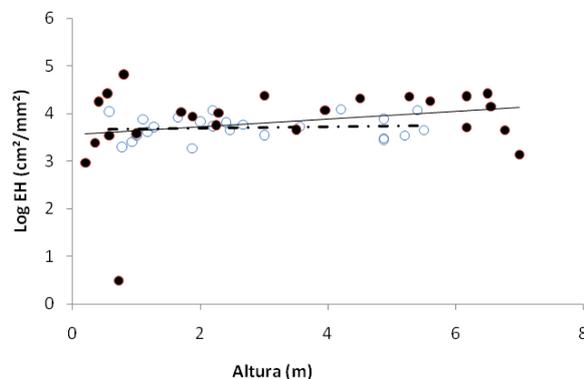


Figura 1. Relação entre o logaritmo da eficiência hidráulica (EH) e a altura das árvores na floresta de restinga (%) e na floresta ombrófila densa (%). A linha tracejada é a linha de tendência relativa à floresta de restinga e a linha contínua é a linha de tendência relativa à floresta ombrófila densa.

DISCUSSÃO

A EH dos indivíduos da floresta de restinga e da floresta ombrófila não teve relação com a altura desses indivíduos, contrariando a hipótese da limitação hidráulica. A EH é um atributo funcional que relaciona a demanda de transpiração da planta com a limitação da oferta de água no solo. A ausência

de relação entre essas duas variáveis em uma floresta ombrófila pode ser consequência da alta disponibilidade hídrica do local e da alta demanda evaporativa do dossel, o que atenuaria o efeito da altura sobre a EH. Na floresta de restinga, por outro lado, a ausência de relação entre a EH e altura pode ser consequência das baixas alturas dos indivíduos, que pode tornar o efeito da altura sobre a EH desprezível neste ambiente.

Características ambientais estressantes da restinga, particularmente a baixa disponibilidade de água no solo salino, podem funcionar como um filtro ambiental para as espécies colonizadoras provenientes da floresta ombrófila adjacente. Nesse sentido, seria esperado encontrar nas espécies da floresta de restinga uma menor variação em atributos funcionais relacionada ao uso da água, como a EH (Rosado & de Mattos, 2010). De fato, a menor amplitude de valores de EH encontrada entre os indivíduos amostrados na floresta de restinga foi consideravelmente menor do que os valores registrados na floresta ombrófila. Assim, para se estabelecer na restinga, as espécies teriam de ser capazes de lidar com este filtro ambiental que limita as possíveis respostas morfo-fisiológicas ao estresse ambiental (Meinze, 2003).

Concluimos que, dentro da faixa de tamanho de indivíduos medida, a altura não é um fator determinante da EH nos ambientes estudados. Trabalhos futuros poderiam testar a hipótese da limitação hidráulica na floresta de restinga e na floresta ombrófila utilizando outros atributos funcionais relacionados à aquisição e uso da água como, por exemplo, profundidade e espessura de raízes e abertura e condutância estomática. Outra possibilidade interessante seria investigar se em altitudes maiores da floresta de encosta, onde a demanda evaporativa é menor, a variação nos valores de EH é menor do que nas partes baixas, onde realizamos nosso estudo.

REFERÊNCIAS

- Bucci, S.J.; G. Goldstein; F.C. Meinzer; A.C. Franco; P. Campanello & F.G. Scholz. 2005. Mechanisms contributing to seasonal homeostasis of minimum leaf water potential and predawn disequilibrium between soil and plant water potential in Neotropical savanna trees. *Trees*, 19:296-304.
- Grime, P.J. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science*, 17:255–260.
- de Mattos, E.A.; M.I.G. Braz; P.O. Cavalin; B.H.P. Rosado; J.M. Gomes; L.S.T. Martins & R.C.O. Arruda. 2004. Variação espacial e temporal em parâmetros fisioccológicos de plantas, pp. 99-116. Em: *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba. Ecologia, história natural e conservação* (C.F.D. Rocha; F.A. Esteves & F.R. Scarano, eds.). RiMa Editora, São Carlos.
- Mamede, M.C.H.; I. Cordeiro; L. Rossi; M.M.R.F. Melo & R.J. Oliveira. 2004. Mata Atlântica, pp. 115-132. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins – ambiente físico, flora e fauna* (O.V. Marques & W. Duleba, eds.). Editora Hollos, Ribeirão Preto.
- Meinzer, F.C. 2003. Functional convergence in plant responses to the environment. *Oecologia*, 134:1-11
- Rosado, B.H.P. & E.A. de Mattos. 2010. Interspecific variation of functional traits in a CAM-tree dominated sandy coastal plain. *Journal of Vegetation Science*, 21:43-54.
- Ryan M.G. & B.J. Yoder. 1997. Hydraulic limits to tree height and tree growth. *Bioscience*, 47:235-242.
- Ryan, M.G.; N. Phillips & B.J. Bond. 2006. The hydraulic limitation hypothesis revisited. *Plant, Cell and Environment*, 29:367-381.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, 90:517-524.
- Souza, V.C.; L. Capellari Jr. 2004. A vegetação das dunas e restingas da Estacao Ecológica Jureia-Itatins, pp. 103-114. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins – ambiente físico, flora e fauna* (O.V. Marques & W. Duleba, eds.). Editora Hollos, Ribeirão Preto.

Orientação: Bruno Henrique P. Rosado