

O gradiente de umidade influencia a razão entre a área ocupada por briófitas e líquens?

Claudia P. Paz

Introdução

Diversos organismos ocorrem em ambientes que apresentam variações na disponibilidade de recursos. Essas variações podem ser contínuas e aumentar ou diminuir gradativamente ao longo do tempo (gradientes temporais) ou do espaço (gradientes espaciais). Um gradiente ambiental temporal bem conhecido são as estações do ano. Nesse gradiente de temperatura, pluviosidade e incidência solar ao longo dos meses, ocorre uma variação na taxa de crescimento das árvores como resposta à variação na disponibilidade de recursos (Baker *et al.* 2003). Em gradientes ambientais espaciais a disponibilidade de recursos pode variar, por exemplo, conforme o relevo, uma vez que a distribuição de nutrientes no solo pode variar gradativamente de áreas mais altas (platô) para as áreas mais baixas (baixio), afetando a composição e abundância de plantas (Zuquim *et al.* 2008). Para organismos sésseis, a obtenção dos recursos depende de estratégias adaptativas e da tolerância às variações ao longo dos

gradientes ambientais. Dependendo da escala em que o ambiente é analisado podemos observar padrões relacionados à obtenção e ao uso dos recursos que podem nos fornecer condições de prever a ocorrência e manutenção dos organismos em diferentes habitats no espaço e/ou no tempo (Givnish 1999).

Briófitas e líquens são organismos filogeneticamente distantes, porém utilizam recursos de forma similar e por isso quando eles co-ocorrem pode haver competição pela obtenção de recursos. Tanto as briófitas quanto os líquens são altamente dependentes da umidade disponível no ambiente para o desenvolvimento das estruturas vegetativas, reprodução e dispersão dos esporos. Briófitas são plantas fotossintetizantes, porém não possuem raízes nem tecidos para armazenamento de água e nutrientes, e a sua reprodução depende da presença de água (Glime 2007). Líquens são associações simbióticas entre algas e fungos que apresentam fisiologia similar às briófitas, porém são

considerados mais resistentes à seca (Honegger 2008).

Em florestas tropicais, onde a umidade do ar é geralmente muito elevada, briófitas e líquens ocorrem com muita frequência nos troncos das árvores. Sob condições de alta umidade e incidência solar suficientemente baixa para não causar dessecação, briófitas podem apresentar taxas de crescimento maiores do que a dos líquens (que se expandem a uma taxa média de cerca de 1 mm ao ano), e avançar sobre o espaço anteriormente ocupado por eles (Friedl 2008). Em contrapartida, os líquens podem ser favorecidos em locais onde a umidade é relativamente menor, por serem mais resistentes a seca, e poderiam avançar sobre o espaço anteriormente ocupado pelas briófitas. Assim, a área ocupada por briófitas e líquens sobre troncos de árvores em um ambiente com variação na umidade poderia variar de maneira previsível.

Meu objetivo foi testar a hipótese de que as briófitas são favorecidas em ambientes mais úmidos e os líquens são mais favorecidos em ambientes mais secos. Espero, portanto, que a razão entre a área ocupada por briófitas e a área ocupada por líquens seja maior quanto menor a distância do

igarapé, assumindo que quanto mais perto do igarapé maior é a umidade., Além disso, espero que a razão entre a área ocupada por briófitas e a área ocupada por líquens seja maior no lado do tronco voltado para o igarapé do que no lado oposto, assumindo que o lado do tronco voltado para o igarapé é mais úmido do que o lado oposto.

Métodos

Realizei o estudo na reserva do Km 41 (02° 24' S, 59° 43' O), umas das reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF/INPA/STRI) localizada a 80 km ao norte de Manaus, na Amazônia Central. O relevo da reserva é formado por platôs, baixios e vertentes que são os compartimentos geomorfológicos característicos da região (Ribeiro *et al.* 1999).

Selecionei para a amostragem três igarapés orientados geograficamente no sentido norte - sul. A partir de um ponto em cada igarapé, estabeleci dois transectos de 30 m perpendiculares ao igarapé (um a leste e outro a oeste) totalizando seis transectos. A partir do ponto escolhido sorteei seis distâncias em cada transecto e amostréi a árvore mais próxima com

no mínimo 20 cm de diâmetro a altura do peito, totalizando 36 árvores amostradas. Evitei amostrar troncos laminados, escamosos e fissurados e busquei amostrar troncos com textura similar no intuito de controlar um possível efeito de diferentes texturas de tronco no estabelecimento e crescimento das briófitas e líquens. Para calcular a área ocupada por briófitas e líquens, fotografei os troncos a 1 m de altura do solo, mantendo uma escala centimétrica nas fotografias. Utilizando o programa ImageTool[®] (Wilcox *et al.* 2002) calculei a área do tronco abrangida pela foto (utilizando a escala como referência) e a área colonizada por briófitas ou líquens.

Após uma análise preliminar dos dados, detectei que a face de exposição da vertente (leste ou oeste) poderiam influenciar as variáveis mensuradas uma vez que as diferentes faces estão expostas a diferentes intensidades de luz e, portanto, podem diferir quanto à umidade. Por isso, para controlar esse efeito utilizei a orientação da vertente como um bloco nas análises estatísticas. Nas análises utilizei a razão briófitas:líquens, calculada pela divisão da porcentagem de área ocupada por briófitas pela porcentagem de área

ocupada por líquens. A razão briófitas:líquens foi utilizada como variável dependente em uma análise de covariância (ANCOVA) onde a distância do igarapé (gradiente de umidade) e os lados do tronco foram utilizados como variáveis preditoras e a orientação da vertente (leste ou oeste) como blocos.

Resultados

No lado do tronco voltado para o igarapé a área ocupada por briófitas variou entre 0% e 100% (média \pm DP= 25,4 \pm 27,5%), e a área ocupada por líquens variou entre 0% e 100% (média \pm DP= 30,7 \pm 31,4%). No lado do tronco oposto ao igarapé a área ocupada pelas briófitas variou entre 0% e 94,9% (média \pm DP= 30,7 \pm 31,9%) e a área ocupada pelos líquens variou entre 0% e 78,3% (média \pm DP= 18,84 \pm 27,03%). A razão média de briófitas:líquens foi de 15,93 no lado do tronco mais úmido e 19,89 no lado menos úmido. A razão média ao longo do gradiente foi de 17,91. Não encontrei relação entre a razão da área ocupada por briófitas e líquens e a distância do igarapé, nem entre a razão briófitas:líquens e o lado do tronco, independente da orientação da vertente (Tabela 1, Figura 1).

Tabela 1. Resultado da análise de covariância (ANCOVA) para a razão entre a área ocupada por briófitas e a área ocupada por líquens em troncos de árvores amostradas na Reserva do Km 41, Manaus. SQ= soma dos quadrados; g.l.= graus de liberdade.

	SQ	g.l.	F	P
Orientação da Vertente	4281,8	1		
Lado do tronco	101,4	1	0,121	0,728
Distância do igarapé	35,8	1	0,042	0,836
Lado x Distância	346,3	1	0,413	0,522
Erro	56083,5	67		

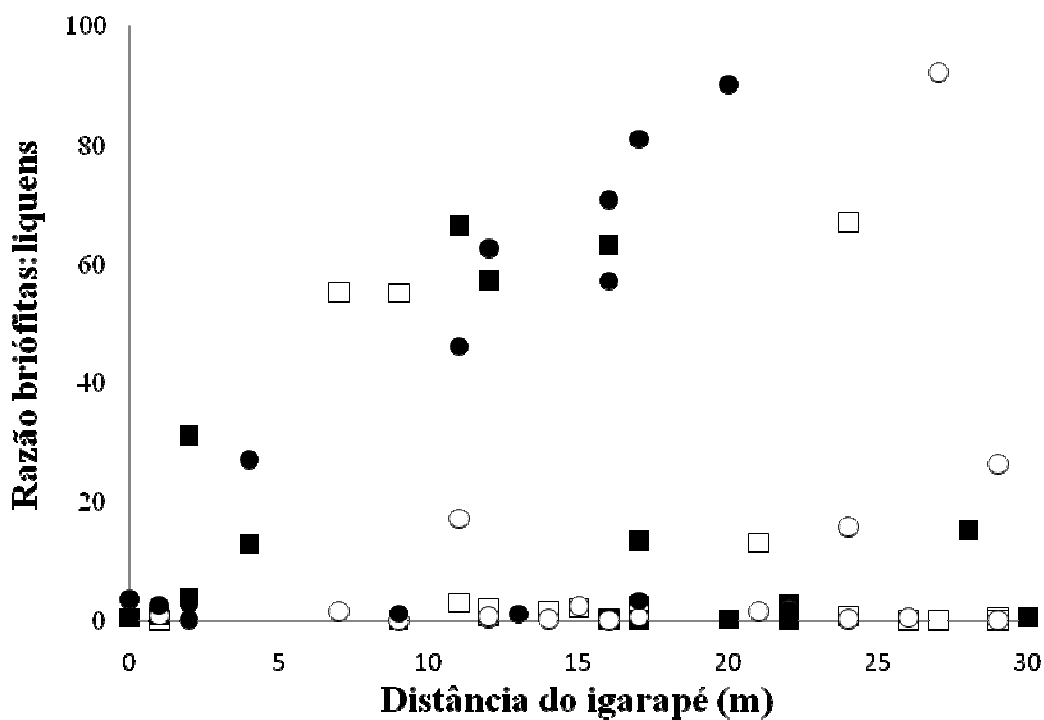


Figura 1. Relação entre a razão briófitas: líquens (área ocupada por briófitas/ área ocupada por líquens) e a distância do igarapé em troncos de árvores amostradas em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.

Círculos representam o lado do tronco oposto ao igarapé, e quadrados representam o lado do tronco voltado para o igarapé. Formas cheias representam vertentes com face oeste, e formas vazias representam vertentes com face leste.

Discussão

Ao contrário do que foi previsto a razão entre a área coberta por briófitas e a área coberta por líquens (razão briófitas:líquens) não está relacionada com a distância do igarapé nem com o lado do tronco. Uma possível explicação para isso é que apesar das briófitas serem reconhecidas como organismos altamente sensíveis a dessecação, provavelmente existem espécies que apresentam mecanismos fisiológicos que as permitem ocupar os ambientes mais secos (Pharo & Zartman 2007). Assim, ainda que espécies de briófitas mais sensíveis a dessecação deixem de ocorrer em áreas mais distantes do igarapé, elas podem ser gradativamente substituídas ao longo do gradiente por espécies mais resistentes, mantendo assim a razão briófitas:líquens inalterada. Outra possibilidade é que talvez o gradiente de umidade relacionado com a distância do igarapé seja muito sutil ou inexistente, já que a umidade na floresta como um todo é alta. Mesmo que a umidade seja um pouco maior próximo ao igarapé e na face do tronco voltada para o igarapé, essa variação não seria suficiente para restringir a ocorrência de briófitas. Além disso, as condições de

umidade variam bastante ao longo do dia não dependem somente da proximidade do igarapé, mas interagem com outros fatores como, por exemplo, a orientação da vertente, a inclinação do terreno e a presença de clareiras.

Além dos fatores ambientais, fatores bióticos poderiam causar uma variação na razão briófitas:líquens ao longo do gradiente de umidade, como, por exemplo, os diferentes tipos de substratos disponíveis para o estabelecimento de briófitas e líquens. Apesar de eu ter tentado controlar esse fator selecionando um tipo preferencial de casca, ainda assim várias espécies de árvores foram amostradas. Diferenças entre as espécies de árvores quanto às características químicas e físicas da casca poderiam afetar a ocupação de briófitas e de líquens. Alguns tipos de casca podem apresentar rugosidades ou pequenas fendas que aumentam a retenção de água e mesmo de esporos desses organismos. Adicionalmente, variações nas características químicas da casca do forófito, como por exemplo no pH, poderiam inibir ou facilitar o estabelecimento e crescimento dos líquens e briófitas (Glime 2007). A estrutura da copa do forófito também pode influenciar a disponibilidade de

recursos. Em árvores com arquitetura de copa mais aberta, por exemplo, a quantidade de água que escoar pelo tronco é maior, aumentando potencialmente o aporte de nutrientes dissolvidos para aquisição pelas briófitas e líquens (Budel & Scheidegger 2008). Características intrínsecas do forófito, portanto, podem favorecer ou dificultar o estabelecimento das briófitas e líquens, o que pode interagir com o gradiente de umidade e dificultar a detecção de possíveis padrões relacionados a esse gradiente.

Razões muito baixas entre a área ocupada por briófitas e a área ocupada por líquens nas proximidades do igarapé poderiam ser explicadas por efeitos alelopáticos produzidos por algumas espécies de líquens (Fahselt 2008). De fato, algumas espécies de líquens são conhecidas por produzirem ácidos liquênicos que podem impedir quimicamente a germinação e o estabelecimento de briófitas e epífitas vasculares (Keech *et al.* 2005). Em ambientes onde existe grande disponibilidade de recursos, a competição por espaço pode ser intensa (Begon *et al.* 2006). Assim, os líquens que produzem compostos alelopáticos

poderiam excluir as briófitas ou reduzir bastante a sua área de ocupação.

Briófitas e líquens são grupos de organismos muito diversificados e exibem uma grande variação quanto à adaptação e à tolerância a determinadas condições ambientais. Essa variação pode dificultar as interpretações generalizadas sobre a ocupação desses organismos em gradientes ambientais. Assim, o conhecimento de características intrínsecas às espécies de briófitas e líquens e das características fisiológicas são fundamentais para compreendermos os fatores que determinam sua distribuição no espaço.

Agradecimentos

Para a realização deste trabalho agradeço ao BB (Marcel Vaz + Bernadete), Musguinho (Daniel C. Silva) e Leletícia Soares por me ajudarem nas coletas de campo, subindo e descendo vertente. Ao Dé Junqueira e o Zé Luis pelas correções (que não foram poucas) e pela paciência. Ao Paulinho Henrique por tornar nossa vida mais colorida nesses dias. Ao Glauco Machado pelos sábios esclarecimentos. A todos os amiguinhos que ofereceram sua ajuda e/ou fizeram massagens nas minhas costas quando eu estava

“subindo pelas paredes”. Pelos dias maravilhosos de curso, agradeço a todos os colegas, sem exceção (vide lista de alunos, professores, monitores, auxiliares, barqueiros...). Aos bonitões que foram colírio para nossos olhos e alegria para nossos corações. A todos os professores que passaram pelo curso e nos ensinaram tanta lições. Agradeço a todos que fizeram parte dessa vivência inesquecível. A floresta amazônica por nos inspirar a cada novo dia e fazer valer a pena todo o esforço.

Referências

- Baker, T., D.F.R.P. Burslem & M.P. Swaine. 2003. Associations between tree growth, soil fertility and water availability at local and regional scales in Ghanaian tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 19:109-125.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Büdel, B. & C. Scheidegger. 2008. Thallus morphology and anatomy, pp. 40-68. In: *Lichen biology* (T.H. Nash III, ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Givnish, T.J. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of Ecology*, 87:193-210.
- Glime, J.M. 2007. *Physiological ecology*. Michigan: Technological University.
- Fahselt, D. 2008. Individuals and population of lichens, pp. 252-273. In: *Lichen biology* (T.H. Nash III, ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Friedl, T. & B. Büdel. 2008. Photobionts, pp. 9-26. In: *Lichen biology* (T.H. Nash III, ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Honneger, R. 2008. Mycobionts, pp. 27-39. In: *Lichen biology* (T.H. Nash III, ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Keech, O., C. Carcaillet, & M.C. Nilsson. 2005. Adsorption of allelopathic compounds by wood-derived charcoal: the role of wood porosity. *Plant & Soil*, 272:291-300.
- Pharo, E.J. & C.E. Zartman. 2007. Bryophytes in a changing landscape: the hierarchical

- effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary process. *Biological Conservation*, 35: 315-325.
- Ribeiro, J.E.L.S., M.J.G Hopkins, A. Vicentini, C.A. Sothers, M.A.S Costa, J.M. Brito, M.A.D. Souza, L.H.P. Martins, L.G. Lohmann, P.A.C.L. Assunção, E.C. Pereira, C.F. Silva, M.R. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA.
- Wilcox, D., B. Dove, D. McDavid & D. Greer. 2002. Image Tool for Windows. San Antonio: UTHSCSA.
- Zuquim, G., F. R.C. Costa, J. Prado & R. Braga-Neto. 2008. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. *Biodiversity & Conservation*, 10:241-246.