

## **A ocupação de troncos de sub-bosque por briófitas e líquens é determinada pela orientação geográfica de vertentes?**

---

Rodrigo Marciente

### **Introdução**

A distribuição espacial de organismos pode ser explicada pela tolerância às condições ambientais, capacidade de exploração de recursos e competitividade (Begon *et al.* 2006). Os efeitos destas características podem ser facilmente acessados em autótrofos cuja dispersão é restrita aos gametas e propágulos (Damgaard 2005). Nestes organismos a ocupação espacial está intimamente relacionada com condições de temperatura, umidade e luminosidade (Pearcy 2007). No entanto, essas respostas também podem ser influenciadas por interações inter-específicas, como por exemplo a competição por recurso (Ewel & Hiremath 2005). Frente a competição, a distribuição espacial pode ser alterada e alguns organismos podem ocupar áreas fora de uma zona microclimática ótima (Cowell & Fuentes 1975). Como

resultado, a coexistência de populações com demandas ambientais similares torna-se possível (Wright 2002).

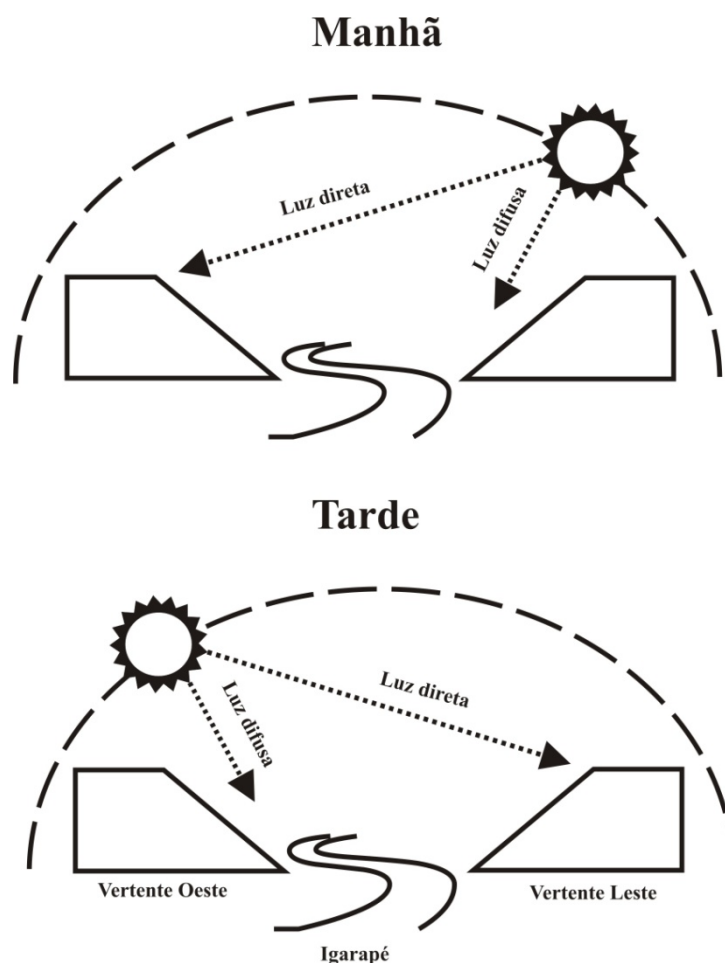
Líquens e briófitas são organismos sésseis comuns em regiões tropicais (Nash 2008, Smith 1982). Ambos os grupos dependem da luz para produção de energia. No entanto, a incidência direta da luz pode promover o dessecamento destes organismos, já que eles não possuem estruturas especializadas para o armazenamento de água (Kappen & Valladares 2007). Esta limitação faz com que líquens e briófitas ocorram principalmente em áreas sombreadas e com alta umidade. Em florestas tropicais, tais condições são encontradas no sub-bosque, principalmente sobre os troncos de árvores vivas e no substrato morto, como por exemplo, árvores e galhos caídos (Nash 2008, Smith 1982). Sendo

assim, líquens e briófitas podem ser competidores por substrato.

Os líquens são uma associação simbiótica entre fungos e algas ou cianobactérias fotossintetizantes e possuem crescimento lento, em torno de um milímetro ao ano (Fahselt 2008). As briófitas por outro lado, possuem todo o aparato metabólico necessário para o seu desenvolvimento e em condições ótimas crescem rapidamente sobre o substrato (Smith 1982). Apesar do crescimento limitado, líquens são capazes de tolerar condições de maior luminosidade, maior temperatura e menor umidade, devido a sua eficiência na captação de água presente no ar (Seaward 2008). Assim, líquens podem ter maior aptidão em ambientes menos úmidos, quando comparados às briófitas.

Em ambientes de terra firme da Amazônia Central, a topografia acidentada caracterizada por platôs, vertentes e baixios é responsável pela formação de micro-ambientes distintos

em termos de umidade (Gregory *et al.* 1992). De forma geral, a umidade é mais elevada nos baixios devido à proximidade com corpos d'água e diminui gradativamente em direção aos platôs. Apesar da existência desse gradiente de umidade, a área de troncos ocupada por líquens e briófitas não está relacionada com a distância até os corpos d'água (Paz 2009). Porém, é possível que ambos os grupos sejam sensíveis a orientação da vertente. Em vertentes orientadas de leste para oeste, a encosta leste possui uma maior área ocupada por briófitas em relação aos líquens (Paz 2009). Essa distribuição diferencial pode ser consequência do período do dia em que a luminosidade incide diretamente sobre cada vertente. Nas vertentes leste, a luminosidade é mais difusa e incide pela manhã (Figura 1), promovendo condição ótima para o desenvolvimento de briófitas. Já nas vertentes oeste, a incidência mais direta de luz pode favorecer o crescimento dos líquens (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama da incidência de luz nos períodos do dia em vertentes com orientação leste e oeste.

Tendo em vista que a orientação das vertentes pode afetar as condições microclimáticas locais, meu estudo investigou qual a influência da orientação das vertentes na ocupação de líquens e briófitas em troncos de sub-bosque na Amazônia Central. A hipótese de meu trabalho é que existe uma relação entre a orientação da vertente e a área ocupada por briófitas e líquens em troncos de sub-bosque. Espero que vertentes orientadas para o leste tenham uma maior proporção de área ocupada por briófitas do que por líquens, quando comparadas com vertentes

oeste. Além disso, espero uma proporção similar de área ocupada por líquens e briófitas em vertentes orientadas ao norte-sul, uma vez que a orientação destas vertentes não implica iluminação diferencial sobre cada uma de suas faces resultando em condições similares para o desenvolvimento de líquens e briófitas.

### **Métodos**

Realizei o estudo na Fazenda Esteio, localizada a 80 km ao norte de Manaus, onde se encontra a Área de Relevante Interesse Ecológico Km 41

(02° 24' S, 59° 43' O), pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/STRI). A região é caracterizada por vertentes um relevo acidentado (Laurance *et al.* 2010). Estas vertentes estão orientadas tanto leste-oeste com norte e sul.

Ao longo de um igarapé e dois tributários de primeira ordem, selecionei dez pares de vertentes com declividade entre 25° e 30° visando padronizar os efeitos da inclinação na umidade das vertentes. Cada par representa uma unidade amostral e foi constituído por duas vertentes, onde uma estava voltada para o leste e outra correspondente para oeste, ou uma para o norte e a outra correspondente para o sul. Em cada vertente selecionei cinco árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) aproximado de 20 cm e distantes entre um e 10 m do igarapé. Padronizei os tipos dos troncos das árvores selecionadas, evitando amostrar troncos laminados, escamosos e fissurados, para controlar as condições de umidade devido à textura do tronco, conforme indicado por Paz (2009). Para estimar a área de cada tronco ocupada por briófitas e líquens, utilizei uma grade de 20x20 cm em uma lâmina plástica

transparente, subdivida em células de 1x1 cm, totalizando 800 células (Hill *et al.* 2005). Estimei a área ocupada por líquens e briófitas posicionando essa grade sobre o tronco a 1,5 m de altura do solo, sempre na face do tronco voltada para o igarapé.

Utilizei como variável dependente a razão entre a proporção da área ocupada pelas briófitas em relação à proporção da área ocupada pelos líquens (a partir daqui denominada razão briófita-líquên). Como cada par de vertentes (leste-oeste, norte-sul) era exclusivo de um local, utilizei uma Análise de Variância Hierárquica aninhando os pares ao local de origem e utilizando a orientação da vertente como variável preditora.

## **Resultados**

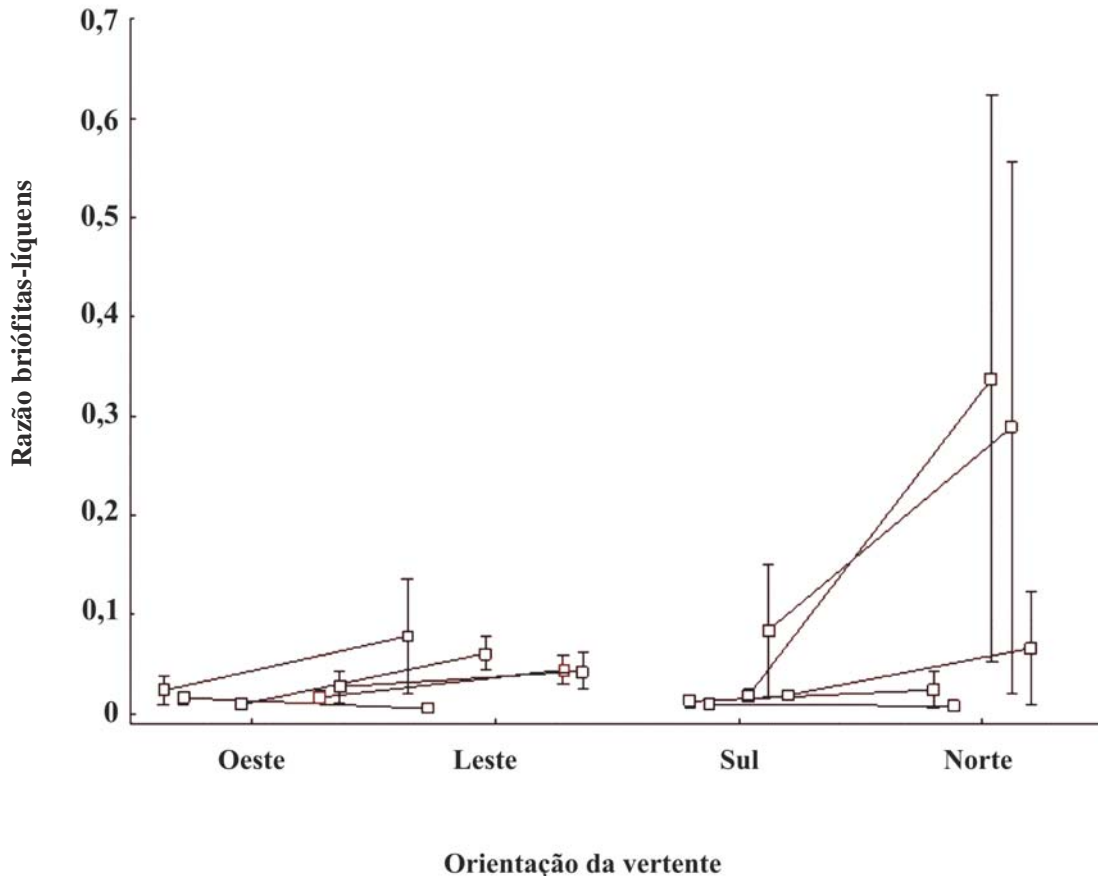
De forma geral, a área ocupada por briófitas variou entre 0 e 90% nas vertentes leste, norte e sul e entre 0 e 45% nas vertentes oeste (Tabela 1). Já para a cobertura de líquens, a variação ocorreu entre 0 e 95% em todas as categorias de vertentes amostradas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Proporção da área ocupada por briófitas e líquens em troncos de sub-bosque em função da orientação das vertentes na ARIE Km 41

<b>Orientação da vertente</b>	<b>Proporção da área ocupada por briófitas</b>	<b>Proporção da área ocupada por líquens</b>
	<b>Média (<math>\pm</math>DP)</b>	<b>Média (<math>\pm</math>DP)</b>
Leste	0,23 ( $\pm$ 0,17)	0,08 ( $\pm$ 0,18)
Oeste	0,13 ( $\pm$ 0,12)	0,14 ( $\pm$ 0,29)
Norte	0,10 ( $\pm$ 0,27)	0,10 ( $\pm$ 0,19)
Sul	0,12 ( $\pm$ 0,17)	0,09 ( $\pm$ 0,31)

A razão entre a proporção média de área ocupada por briófitas e a proporção média de área ocupada por líquens foi igual a 2,77 nas vertentes leste, 0,94 nas vertentes oeste, 1,08 nas vertentes norte e 1,26 nas vertentes sul. Devido a

grande variabilidade nas estimativas de área ocupada por cada grupo em cada unidade amostral, não detectei diferença entre o conjunto de vertentes amostradas ( $F_{(10,80)}=0,92$ ;  $p=0,51$ ; Figura 2).



**Figura 2.** Razão da área ocupada por briófitas e por líquens em relação à orientação geográfica das vertentes amostradas. Os pares de pontos representam os pares de vertentes opostas e as barras verticais o erro padrão associado à média.

## Discussão

A área proporcional ocupada por briófitas em relação aos líquens não foi afetada pela orientação da vertente, contrariando a hipótese inicial. Este resultado indica que o período do dia no qual as vertentes recebem luminosidade direta ou difusa não afetou a ocupação de briófitas e líquens. Uma evidência disso é a semelhança entre as razões briófitas-líquens das vertentes leste e oeste. Além disso, a razão briófitas-líquens também foi semelhante entre os pares leste-oeste e norte-sul. Isto

significa que vertentes leste-oeste são semelhantes às vertentes norte-sul em relação à cobertura de briófitas e líquens, mesmo que as condições de incidência de luz sejam diferentes.

A influência da variação na incidência luminosa pode ter sido um fator secundário para a ocorrência de líquens e briófitas nas vertentes. Além das condições de luminosidade, o estabelecimento de líquens e briófitas depende principalmente das características do substrato disponível,

como por exemplo, a textura, pH, nutrientes (Seaward 2008, Smith 1982). Como selecionei árvores com troncos de textura semelhante para controlar os efeitos das características do substrato, a proximidade das árvores com os igarapés pode ter minimizado os efeitos da variação na incidência luminosa.

Outro aspecto que pode determinar a ocupação de líquens e briófitas são as interações interespecíficas entre estes grupos. Algumas espécies de líquens podem produzir metabólitos secundários com ação alelopática (Elix & Stocker-Wörgötter 2007). Isso impede a ocupação de briófitas no substrato e provavelmente até de outras espécies de líquens. Assim, mesmo em condições ambientais mais favoráveis para o crescimento de briófitas nas vertentes leste, a interação com os líquens pode ter impedido a colonização e crescimento de briófitas. Isso pode ajudar a explicar a ocupação das briófitas e líquens em ambas vertentes.

O uso de recursos e de condições ambientais semelhantes faz de briófitas e líquens competidores potenciais por área nos troncos de árvores em florestas tropicais (Seaward 2008). Nas condições em que realizei este estudo, não pude detectar os efeitos da

variabilidade ambiental, medido pela orientação da vertente, sobre a área ocupada por briófitas e líquens. Assim, se as características do substrato forem semelhantes, a umidade proporcionada pelos corpos d'água próximos pode ser mais importante para permitir a coexistência de briófitas e líquens, mesmo em condições de incidência luminosa diferentes.

### **Agradecimentos**

A realização desse trabalho não seria possível sem todo o apoio prestado pela organização do curso de campo, representada por Paulinho e Paulo Estéfano. Assim como, toda a colaboração da Dona Eduarda, João e Júnior que seguraram a bronca na difícil tarefa de nos manter pensando somente em ciência. Aos esforços e atenção incondicional das monitoras Claudinha e Dani que, ombro a ombro, nos ajudaram a evoluir a cada dia. Agradeço também a todos os colaboradores e professores que enriqueceram nossas discussões sobre ecologia na Amazônia. Fica registrada também minha gratidão a todos os novos AMIGOS que durante esse longo mês marcaram mais essa etapa, proporcionando o conforto e a alegria dos momentos de confraternização. Finalmente, agradeço as meninas de minha vida, Ignês e

Maria Clara, que depositam toda a credibilidade neste longo processo de formação acadêmica e pessoal. Sem vocês nada faria sentido!

### Referências

- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing.
- Colwell, R. K. & E. R. Fuentes. 1975. Experimental studies of the niche. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 6:281-310.
- Damgaard, C. 2005. Evolutionary ecology of plant-plant interactions: an empirical modelling approach. Silkeborg: Aarhus University Press.
- Elix, J.A. & E. Stocker-Wörgötter. 2007. Biochemistry and secondary metabolites, pp. 104-133. In: Lichen Biology (Nash, T.H. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ewel, J.J. & A.J. Hiremath. 2005. Plant-plant interactions in tropical forests, pp. 3-34. In.: Biotic interactions in the tropics: their role in maintenance of species diversity (Burslem, D.F.R.P., M.A. Pinard & S.E. Hartley, eds.). New York: Cambridge University Press.
- Fahselt, D. 2008. Individuals and populations of lichens, pp. 252-273. In: Lichen Biology (Nash, T.H. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gregory, S.V., F.J. Swanson, W.A. Mckee & K.W. Cummins. 1992. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41:540-551.
- Hill, D., M. Fasham, G. Tucker, M. Shewry & P. Shaw. 2005. Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kappen, L. & F. Valladares. 2007. Opportunistic growth and desiccation tolerance: the ecological success of poikilohydrous autotrophs, pp. 7-66. In.: Functional plant ecology (Pugnaire, F.I. & F. Valladares, eds.). Boca Raton: CRC Press.
- Laurance, S.G.W., W.F. Laurance, A. Andrade, P.M. Fearnside, K.E. Harms, A. Vicentini & R.C.C. Luizão. 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science*, 21:96-106.
- Nash, T.H. 2008. Introduction, pp. 1-8. In: Lichen Biology (Nash, T.H.



- ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Paz, C.P. 2009. O gradiente de umidade influencia a razão entre a área ocupada por briófitas e líquens? pp. 1-9. In: *Ecologia da Floresta Amazônica* (Camargo, J.L, F. Pinto, G. Machado & P.E.C. Cardoso, eds.). Manaus: Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.
- Pearcy, R.M. 2007. Responses of plants to heterogeneous light environments, pp. 213-257. In: *Functional plant ecology* (Pugnaire, F.I. & F. Valladares, eds.). Boca Raton: CRC Press.
- Seaward, M.R.D. 2008. Environmental role of lichens, pp. 274-298. In.: *Lichen Biology* (Nash, T.H. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, A.J.E. 1982. *Bryophyte ecology*. New York: Chapman & Hall.
- Wright, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130:1-14.