



O PAPEL DA NEBLINA COMO FONTE DE ÁGUA NAS FLORESTAS OMBRÓFILAS MONTANAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

¹R.S. Oliveira, L.A. Martinelli, P. Camargo, L. Lara, L. Paes

¹Unicamp, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica. Campinas SP; CENA-USP, Laboratório de Ecologia Isotópica. Piracicaba SP

INTRODUÇÃO

As regiões mais altas da serra do Mar (entre 500 a 1.200 m) são recobertas por Florestas Ombrófilas Montanas, caracterizadas climaticamente por receber constantes eventos de neblina. Vale lembrar que eventos de neblina são constituídos por minúsculas gotas de água que só precipitam quando se deparam com a superfície de objetos sólidos onde coalescem para formar gotas maiores que escorrem e precipitam no solo (Chaney 1981).

Pouco se sabe sobre o papel desse evento climático na manutenção de processos fisiológicos, hidrológicos e biogeoquímicos de florestas situadas nas cotas mais elevadas da serra do Mar. Por outro lado, diversos estudos têm sugerido que a precipitação por neblina representa uma proporção significativa no balanço hídrico e de nutrientes em florestas tropicais e subtropicais situadas em cotas mais elevadas (Bruijnzeel 1990). Por exemplo, eventos de neblina contribuíram entre 30 a 60% do total da água precipitada em florestas de altitude andinas (Cavalier & Golstein 1989), florestas de sequóias na Califórnia (Dawson, 1998) e florestas subtropicais na Austrália (Hutley et al., 1997). Nesses mesmos estudos foi ainda demonstrado que a neblina pode constituir uma importante fonte de umidade para várias espécies, permitindo a absorção foliar direta de água e reduzindo a transpiração, o que seria relevante na hidratação das plantas, no balanço hídrico da vegetação e na sobrevivência de algumas espécies. O presente estudo teve como objetivo investigar o papel da neblina como fonte de água para plantas e para o balanço hídrico de Florestas Montanas na Serra do Mar do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado dentro do Parque Estadual da Serra do Mar, mais especificamente no núcleo de Santa Virgínia. Este núcleo está localizado no município de São Luís do Paraitinga (23º 17' a 23º

24' S e 45º 03' a 45º 11' W) e apresenta uma área de cerca de 5.000 ha que é recoberta, predominantemente, pela Floresta Ombrófila Densa Montana.

Água de neblina foi coletada com um amostrador do tipo "Caltech Active Strand Cloudwater". Através de impacto inercial, este amostrador coleta a neblina fracionando as gotas em dois diferentes diâmetros. Amostras de tecido vegetal não fotossintetizante (amostra de xilema do tronco, galhos, rizomas) de espécies arbóreas e epífitas, água do solo superficial e profunda, neblina e chuva foram coletadas mensalmente, entre agosto e dezembro de 2006, para análise isotópica da água, seguindo os métodos de Dawson & Ehleringer (1998). A água dos galhos e do solo foi extraída através da técnica de destilação criogênica à vácuo. A composição isotópica do O foi determinada a partir de uma amostra gasosa gerada da amostra líquida colocada em um espectrômetro de massa (delta E, Finnigan MAT, Alemanha). O método de equilíbrio CO₂-água (Dugan et al. 1985) foi utilizado para se determinar a composição isotópica do O. Os valores de ¹⁸O das diferentes fontes e da água do xilema das plantas foram incorporados a um modelo estatístico ("mixing model") descrito por Phillips & Gregg (2001) que determina a proporção relativa de água de neblina utilizada pelas plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição isotópica da água da neblina (¹⁸O) variou de -3,83 ‰ a 0,24 ‰, sendo em média mais enriquecida que a água da chuva. Geralmente a água da neblina é mais enriquecida nos isótopos mais pesados (¹⁸O) em relação à fonte onde foi formada (neste caso, o oceano) pois ela constitui o primeiro estágio de condensação resultante do aquecimento da água superficial do oceano (Ingraham & Matthews 1995). No entanto, muitas amostras de água de chuva e neblina tiveram as ¹⁸O semelhantes, sugerindo origens semelhantes. Ainda são necessárias mais análises ao longo de

diferentes épocas no ano para se avaliar a adequabilidade da metodologia isotópica para responder as perguntas aqui propostas. Espera-se que o ^{18}O da chuva nos meses de inverno será consistentemente mais negativa que da água da neblina, pois durante os meses de inverno as chuvas provêm de frentes convectivas formadas em regiões mais frias e, portanto menos enriquecidas nos isótopos mais pesados (Ingraham & Matthews 1995).

A exposição cumulativa à evaporação ao longo de 16 dias sem chuva em setembro de 2006 levou a um enriquecimento do ^{18}O da água na superfície do solo (valores mais positivos de ^{18}O) e a um gradiente de ^{18}O ao longo de um perfil vertical no solo. Em setembro de 2006 a média de $^{18}\text{O}_{\text{solo}}$ foi de $-0,82\text{‰}$ na superfície, e de $-3,5\text{‰}$ na camada mais profunda amostrada (50 cm). Eventos de chuva subsequentes (outubro e novembro) modificaram a composição isotópica da água no solo e em novembro foram encontrados valores mais negativos de ^{18}O na superfície do solo.

Os valores de ^{18}O da água do xilema das 17 espécies amostradas variaram de $-1,9\text{‰}$ em setembro a $-5,6\text{‰}$ em novembro de 2006. Tal espectro de variação sugere que as plantas amostradas exploram fontes distintas de água no ambiente, podendo partilhar tal recurso nesta floresta. Plantas com ^{18}O da água do xilema menos negativos utilizam uma maior proporção de água da neblina ou da superfície do solo. Por exemplo, uma análise preliminar dos dados usando um modelo de mistura isotópica sugere que 65% da água utilizada pela espécie de bromélia terrestre foi oriunda da água superficial ou da neblina. Já para a bromélia epífita, os dados do modelo sugerem que 38% da água foi proveniente da neblina. Para as outras espécies, cujos valores de ^{18}O da água do xilema da planta foram mais negativos, estima-se que a proporção de água utilizada da chuva foi maior. Vale ressaltar que o grau de incerteza associado às estimativas da proporção de água utilizada pela vegetação de cada fonte é alto devido à grande variabilidade dos valores de ^{18}O da água das fontes (neblina, chuva, solo) e da mistura (xilema das plantas). Esperamos obter intervalos de confiança menores nas estimativas da proporção de água de cada fonte utilizada pela vegetação durante os meses de inverno, caso nossa hipótese de que a ^{18}O da chuva nesse período seja consistentemente mais negativa seja confirmada.

As coletas de xilema em setembro de 2006 ocorreram em um período após 16 dias sem chuvas e pouca ou nenhuma ocorrência de neblina. No dia subsequente a coleta houve a formação de neblina

muito espessa e por esse motivo amostras de xilema de cinco indivíduos marcados de diferentes espécies foram re-coletadas. Os resultados mostram que os valores do ^{18}O da água do xilema das plantas se tornou mais enriquecido após o evento de neblina, sugerindo que água da neblina foi absorvida. Estes resultados ainda sugerem que a absorção direta de neblina pelas folhas pode ser uma importante via de absorção de água para estas espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruijnzeel LA. 1990. Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state knowledge review. International hydrological program (UNESCO), Paris.
- Cavalier J, Goldstein G. 1989. Mist and fog interception in elfin cloud forest in Colombia and Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 5:309-322.
- Chaney WR. 1981. Sources of water. In: Koslowski, TT (eds.) *Water deficits and plant growth*, vol. VI, Woody plant communities. Pp. 1-47. Academic Press.
- Dawson TE, Ehleringer. 1998. Plants, isotopes, and water use: a catchment-level perspective. In: Kendal C, McDonnell JJ (eds) *Isotope tracers in catchment hydrology*. Elsevier, Amsterdam, pp 165-202.
- Dawson TE. 1998. Fog in the California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. *Oecologia* 117: 476-485.
- Hutley LB, Doley D, Yates DJ, Boonsaner A. 1997. Water balance of an Australian subtropical rainforest at altitude: the ecological and physiological significance of intercepted cloud and fog. *Australian Journal of Botany* 45:311-329.
- Ingraham NL, Matthews RA. 1995. The importance of fog-drip water to vegetation: Point Reyes Peninsula, California. *J Hydrol* 164:269-285.
- Phillips DL, Gregg JW. 2001. Uncertainty in source partitioning using stable isotopes. *Oecologia* 127:171-179.