



MONITORAMENTO DO PH E DA CONDUTIVIDADE DA ÁGUA DE CHUVA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS POLUIDOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SP

Giovanna Boccuzzi - Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ecologia, São Paulo, SP. giovanna.boccuzzi@gmail.com.;

Andressa Ribeiro dos Santos¹, Carla Zuliani Sandrin Camargo¹, Patrícia Bulbovas¹, Marisa Domingos¹, Márcia Inês Martin Silveira Lopes¹ Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ecologia, São Paulo, SP.

INTRODUÇÃO

Os centros urbanos e as áreas industriais e rurais são importantes fontes poluidoras do ambiente e, conseqüentemente, modificadoras da química da água de chuva (Juknys *et al.* 2007), adicionando aos ecossistemas sulfato (SO₄²⁻), nitrato (NO₃⁻) cloreto (Cl⁻), amônio (NH₄⁺), compostos orgânicos, metais pesados, entre outras substâncias. Algumas destas contribuem para os processos de acidificação e eutrofização, e outras, como cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e potássio (K⁺), desempenham um importante papel na neutralização de compostos ácidos, afetando a ciclagem mineral no ecossistema (Chiwa *et al.* 2004, Balestrini *et al.* 2007). As modificações químicas da água de chuva decorrentes de contaminantes antropogênicos podem ser inferidas por meio do monitoramento de pH e condutividade. Entretanto, tais avaliações, apesar de sua importância, não são rotineiramente realizadas no Brasil. No estado de São Paulo, destacam-se, por exemplo, os estudos realizados no entorno do complexo industrial de Cubatão por Lopes (2001) e Mayer *et al.* (2000a,b). Estudos similares estão em andamento na região metropolitana de Campinas, no interior de São Paulo, onde existem múltiplas fontes de poluição urbana, industrial e rural.

OBJETIVOS

Monitorar o pH e a condutividade elétrica da água de chuva incidente em fragmentos florestais afetados pela poluição atmosférica na região metropolitana de Campinas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo A área de estudo, dimensionada em cerca de 300 km², está inserida na região metropolitana de Campinas, região de alta concentração populacional e submetida a diversas formas de contaminação atmosférica de origem industrial, principalmente do pólo petroquímico de Paulínia, em associação a outras fontes de poluição urbana e agrícola (Gutjahr & Tarifa 2004, Prezolli & Tresmondi 2005). Dentro desta área, foram selecionados seis fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, um fragmento de Mata Ciliar e uma área urbana, situados nos municípios de Americana, Campinas, Cosmópolis, Holambra, Jaguariúna e Paulínia, para avaliar a entrada de poluentes pela deposição úmida, totalizando, portanto, oito pontos de monitoramento. Amostragem O volume, o pH e a condutividade da água de chuva foram avaliados durante um ano (março de 2012 a fevereiro de 2013) por meio de amostragens quinzenais, utilizando pluviômetros instalados em áreas abertas (clareiras) e sob o dossel da vegetação. Os dados obtidos foram resumidos pela estatística descritiva e comparados pelo Anova, utilizando o programa Sigma Stat 3.5.

RESULTADOS

Verificou-se que não houve variação nas quantidades de chuva entre os locais monitorados. A precipitação média anual estimada para a região foi de 996 ± 120 mm, sendo que menos de 2% da água de chuva foi interceptada e evaporada pelo dossel. Os valores de pH da precipitação são um tanto elevados na região ($\text{pH} = 6,7 \pm 0,2$), principalmente após a passagem da água de chuva pelo dossel da floresta ($\text{pH} = 7,0 \pm 0,1$; $p < 0,01$). A água de chuva é apenas ligeiramente acidificada nas proximidades do pólo industrial de Paulínia ($\text{pH} = 6,3 \pm 0,5$; $p < 0,01$). A condutividade elétrica da água foi significativamente maior no interior da floresta ($69 \pm 15 \mu\text{s/cm}$; $p < 0,001$) do que em áreas abertas ($20 \pm 4 \mu\text{s/cm}$).

DISCUSSÃO

O conhecimento e estudo da qualidade do ar de uma região são de extrema importância, já que visam analisar os impactos decorrentes de sua deterioração no meio ambiente e o gerenciamento das fontes poluidoras (Tresmondi *et al.* 2005). De acordo com Jesus (1996), podemos considerar chuva ácida quando os valores de pH são inferiores a 5,6. Sendo assim, nas regiões monitoradas no presente estudo apenas em dois locais, em Americana e em Paulínia (Mata Ciliar), os valores de pH foram inferiores a este. O pH da água de chuva incidente nas regiões estudadas foi mais elevado em comparação com o registrado em outros trabalhos realizados em áreas antropizadas. Tresmondi *et al.* (2005) registram, em média, $\text{pH} = 4,6$ em uma região próxima a nossa área urbana (Paulínia). No trabalho de Leal *et al.* (2004), onde o monitoramento foi feito na Grande São Paulo, área de grande poluição veicular o pH médio foi de 5,1. Entretanto, os resultados obtidos assemelham-se aos verificados por Xu *et al.* (2001), Souza *et al.* (2007) e Martins (2008), em regiões urbano-agrícolas, cujos valores variaram de 4,5 e 7,3. A condutividade elevada após passagem pelo dossel da floresta indica aporte e lavagem de elementos básicos da superfície das folhas, provavelmente de origem agrícola. Assim, verifica-se que o pH e a condutividade da água aumentam proporcionalmente com a passagem da chuva pelo dossel da floresta devido ao aporte de material proveniente da vegetação, conforme também constatado por Souza *et al.* (2007).

CONCLUSÃO

O pH e condutividade indicam enriquecimento e tamponamento da água de chuva devido à entrada de material particulado de origem industrial e/ou agrícola.

Agradecimentos ao PIBIC/CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALESTRINI, R., ARISCI, S., BRIZZIO, M.C., MOSELLO, R., ROGORA, M. & TAGLIAFERRI, A. 2007. Dry deposition of particles and canopy exchange: Comparison of wet, bulk and throughfall deposition at five forest sites in Italy. *Atmospheric Environment* 41:754-756.

CHIWA, M., CROSSLEY, A., SHEPPARD, L.J., SAKUGAWA, H. & CAPE, J.N. 2004. Throughfall chemistry and canopy interactions in a Sitka spruce plantation sprayed with six different simulated polluted mist treatments. *Environmental Pollution* 127:57-64.

GUTJAHR, M.R. & TARIFA, J.R. 2004. Avaliações da qualidade do ar em Paulínia, SP. *Boletim Goiano de Geografia* 24(1-2):55-68. JESUS E.F.R. 1996. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. *Sitientibus* 14:143-153.

JUKNYS, R., ZALTAUSKAITE, J. & STAKENAS, V. 2007. Ion Fluxes with Bulk and Throughfall Deposition along an Urban-Suburban-Rural Gradient. *Water, Air and Soil Pollution* 178:363-372.

LOPES, M.I.M.S. 2001. Fluxo de água, balanço químico e alterações no solo da Floresta Atlântica atingida pela poluição aérea de Cubatão, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 188p.

MARTINS, R.F. 2008. Avaliação da qualidade das águas de chuva de Florianópolis, Tubarão, Criciúma e São Martinho, com ênfase na caracterização das influências marinhas e continentais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 155p.

MAYER, R., LIESS, S., LOPES, M.I.M.S. & KREUTZER, K. 2000a. Atmospheric pollution in a tropical rain forest: effects of deposition upon biosphere and hydrosphere. I. Concentrations of chemicals. *Water, Air and Soil Pollution* 121(1-4):59-78.

MAYER, R., LIESS, S., LOPES, M.I.M.S. & KREUTZER, K. 2000b. Atmospheric pollution in a tropical rain forest: effects of deposition upon biosphere and hydrosphere. II. Fluxes of chemicals and element budgets. *Water, Air and Soil Pollution* 121(1-4):79-92.

PREZOLLI, P.R. & TRESMONDI, A.C.C.L. 2006. Inventário de emissões de compostos orgânicos voláteis de uma indústria petroquímica: Tanques de emissões fugitivas. *Engenharia Ambiental* 3(2):58-72.

SOUZA, V.V., DIAS, H.C.T., COSTA, A.A. & OLIVEIRA JUNIOR, J.C. 2007. Análise da qualidade das águas das precipitações em aberto e efetiva em um fragmento secundário da Mata Atlântica, no município de Viçosa, MG. *Revista Arvore* 31(4):737-743.

TRESMONDI A.C.C.L., TOMAZ E. & KRUSCHE A.V. 2005. Avaliação de pH e composição iônica das águas de chuva em Paulínia-SP. *Engenharia Ambiental* 2(1):70-84.

XU, Y.G. ZHOU, G.Y., WU, Z.M., LUO, T.S. & HE, Z.C. 2001. Chemical composition of precipitation, throughfall and soil solution at two forested sites in Guangzhou, South China. *Water, Air and Soil Pollution*. 130:1079-1084.