



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL NA BAIXADA MARANHENSE E NA ILHA DO MARANHÃO

R.G. Lima; P.R.S. Cavalcante; O.T. Melo & W.Z. De Mello

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Oceanografia e Limnologia

INTRODUÇÃO

Apesar de ainda ser uma cidade em desenvolvimento, com moderado crescimento urbano e insipiente taxa de industrialização, a implantação de complexos siderúrgicos em São Luís, tais como a Indústria de Alumínio do Consórcio ALUMAR, a Usina de Pelotização da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e a Siderúrgica para produção de placas de aço (em fase de instalação), também da CVRD, aumenta na área sob influência desses empreendimentos o potencial de emissão de partículas e gases para a atmosfera que podem contribuir para a alteração das características físico-químicas da chuva e o equilíbrio ecológico de áreas sensíveis como a Baixada Maranhense, devido à localização geográfica desta e às condições meteorológicas do Estado.

Estas circunstâncias ressaltam a necessidade de se verificar o potencial que as emissões liberadas pela atividade urbano-industrial da ilha exercem sobre os ecossistemas da Baixada, em especial nas regiões de Pinheiro e Viana, principais receptoras das deposições seca e úmida da ilha.

Assim, este trabalho tem por objetivos: 1) caracterizar os eventos de chuva (deposição total) quanto a concentrações de íons (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , F^- , Cl^- , NO_3^- e SO_4^{2-}), condutividade e pH dos municípios de Pinheiro, Viana, São Luís (Coqueiro e Cajueiro) e São José de Ribamar (Panaquatira) e 2) iniciar o primeiro banco de dados sobre as características físicas e químicas das deposições seca e úmida deste setor da Baixada Maranhense.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de Estudo

As áreas de estudo foram escolhidas tendo como base a cidade de São Luís, considerada como a fonte

principal de emissão de poluentes atmosféricos oriundos de indústrias, zonas portuárias, veículos automotivos etc., e as possíveis fontes receptoras de poluentes (Pinheiro, Viana, Cajueiro e Coqueiro), devido às características meteorológicas da região. Também foi selecionada uma área livre da influência atmosférica de São Luís na maior parte do ano, considerada como área controle (Panaquatira).

A área controle, situada em Panaquatira, município de São José de Ribamar ($2^\circ 26' 56''$ - $2^\circ 27' 56''$ S e $44^\circ 09' 11''$ - $44^\circ 10' 55''$ W), leste de São Luís, foi escolhida como tal uma vez que “sofre influência dos ventos Alísios de Nordeste, oriundos das altas regiões tropicais, que percorrem baixas camadas da atmosfera, atravessando o Atlântico carregado de umidade, ocasionando elevados índices pluviométricos; e dos Alísios Sul, oriundos do Sudeste, causadores de uma reduzida precipitação, produzindo o período de estiagem” (NINA, 2000 *apud* PONTES, 2000). Dessa forma, pelo menos durante a maior parte do ano, a região encontra-se livre da influência das emissões urbanas e industriais de São Luís (TARIFA, 1980).

Localizada a Oeste do Estado do Maranhão, a Baixada Maranhense ($1^\circ 59'$ - $4^\circ 00$ S e $44^\circ 21'$ - $45^\circ 33'$ W) possui o maior conjunto de bacias lacustres do nordeste, com predominância de terras planas, baixas e inundáveis, e vegetação de manguezais, campos aluviais e flúvio-marinhas (COSTA-NETO *et al.*, 2001; GASPAR *et al.*, 2005). Possui uma área de $17.750 \times 10^6 \text{ km}^2$ e duas estações bem definidas: seca e chuvosa, com intervalos aproximados de seis meses para cada uma (IBAÑEZ *et al.*, 2000).

Devido à reconhecida importância desses ecossistemas, o Governo do Estado do Maranhão estabeleceu a Área de Proteção Ambiental (APA) da Baixada Maranhense (IBAÑEZ *et al.*, 2000); COSTA-NETO *et al.*, 2001) como forma de evitar problemas como desmatamento, uso dos campos

inundáveis para agricultura, erosão do solo, caça e pesca predatórias e invasão por espécies exóticas (IBÁÑEZ et al., 2000). Dentre os municípios da Baixada, Pinheiro e Viana, por suas condições geográficas, são particularmente suscetíveis às emissões atmosféricas liberadas pela cidade de São Luís.

Coleta de dados

Amostras de chuva (deposição total) foram coletadas em 2 pontos da Baixada Maranhense (cidades de Pinheiro e Viana) e em 3 pontos da Ilha do Maranhão (Panaquatira, Cajueiro e Coqueiro), entre 1º de janeiro e 30 de junho de 2006, por meio de funis de polipropileno com 24 cm de diâmetro, instalados a 2 m de altura do solo e conectados a garrafões de 20 L por intermédio de mangueiras. Antes do uso, os coletores foram limpos com sabão EXTRAN neutro e lavados pelo menos sete vezes com água destilada, procedimento este repetido antes de sua reutilização.

Após exposição por uma semana, alíquotas de água (pelo menos 350 mL) foram retiradas de cada coletor, armazenadas e congeladas para posterior análise dos principais íons em laboratório. Ainda em campo foram determinados pH e condutividade em alíquotas não filtradas de cada amostra de precipitação.

De cada amostra foram reservados 150 mL para análises de NO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- no laboratório na Universidade Federal Fluminense e o restante foi utilizado para análises dos demais íons (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e NH_4^+) no Laboratório de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão.

Em laboratório, as amostras foram filtradas em membranas de acetato de celulose de 0,45 micrômetros de diâmetro e os íons analisados conforme a seguir: Na^+ e K^+ foram determinados por emissão de chama; o Mg^{2+} e o Ca^{2+} por titulometria; NH_4^+ pelo método espectrofotométrico do azul de indofenol; NO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- (filtradas em membranas de acetato de celulose com poros de 0,22 micrômetros de diâmetro) foram analisados por cromatografia líquida e o fluoreto por eletrodo específico para fluoreto. Os procedimentos adotados para determinações de NO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- foram os mesmo descritos por Souza et al (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das regiões estudadas neste trabalho (Panaquatira, Cajueiro e Pinheiro) apresentou marcante influência marinha na composição

química da precipitação, situação já esperada devido à sua localização costeira.

Os pontos de amostragem situados em São Luís (Panaquatira, Cajueiro e Coqueiro) apresentaram eventos de deposição ácida em 47% das amostras. Entretanto, ao se considerar o valor 5,0 como limite inferior de pH para águas de chuva acidificadas por processos naturais, apenas 16% das amostras, situadas em Cajueiro e Coqueiro, se enquadram na classificação de elevada acidez, indicando que os processos urbano-industriais de São Luís poderiam estar influenciando no pH das chuvas nessas regiões.

Dentre os íons, fluoreto teve suas maiores concentrações em Cajueiro e Coqueiro, possivelmente devido à proximidade dessas localidades com a CVRD e ALUMAR, respectivamente, indústrias por natureza potencialmente emissoras deste elemento para a atmosfera.

Embora tenha apresentado eventos isolados de deposição ácida, Pinheiro e Viana receberam, predominantemente, eventos de deposição com pH acima do esperado (5,6) para ambientes naturais. Tal fato pode ter sua origem nos altos teores de amônio encontrados nas amostras de chuva dessas regiões, provavelmente em decorrência da criação extensiva de animais, os quais liberam grandes quantidades de uréia em seus dejetos que, ao sofrer hidrólise no solo, volatiliza amônia e gás carbônico para a atmosfera. Atividades agrícolas ou a queima de carvão também estariam influenciando na composição química das águas de chuva coletadas nas regiões de Pinheiro, Viana e Coqueiro.

CONCLUSÃO

Estudos mais completos da dinâmica dos elementos na atmosfera e suas interações com diversos compartimentos do planeta (solo, plantas, corpos hídricos, etc.), através da aplicação de modelos matemáticos com um maior número de informações, tornam-se necessários ao desenvolvimento de políticas de gestão voltadas ao controle da emissão desses elementos, notadamente em áreas de elevada vulnerabilidade como as Unidades de Conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa-Neto, J. P.; Barbieri, R. Ibáñez, M. S. R.; Cavalcante, P. R. S.; Piorski, N. M. 2001/2002. Limnologia de três ecossistemas aquáticos

característicos da Baixada Maranhense. *Bol. Lab. Hidrobiol.*, 14/15..p. 19-38.

Gaspar, S.M.F.S.; Nunes, G.S.; Pinheiro, C.U.B.; Amarante-Jr, O.P.A. 2005. Avaliação de riscos de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do rio Mearim. *Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente* (15). p. 43-54.

Ibañez, M. S. R.; Cavalcante, P. R. S.; Costa-Neto, J. P.; Barbieri, R.; Pontes, J. P.; Santana, S. C. C.; Serra, C. L. M.; Nakamoto, N.; Mitamura, O. 2000. Limnological characteristics of three aquatic systems of the pré-amazonian floodplain, Baixada Maranhense (Maranhão, Brasil). *Aquatic ecosystem health and management* (3). p. 521-531.

Pontes, A. V. Q. 2000. *Análise de herbivoria em folhas de manguezais impactados, na Praia do Araçagi, Paço do Lumiar, MA.* São Luís, 22p. Monografia - Universidade Federal do Maranhão.

Tarifa, J. R. 1980. *Clima: relatório 1 para o estudo "Efeitos da implantação de fábricas da ALCOA em São Luís"*. São Paulo, 77p. Relatório Final - Jorge Wilhelm Consultores Associados.