

## **ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE MANAUS EM ÁREA URBANA, PERIURBANA E FLORESTA PRIMÁRIA**

Bolsista: SAROSH SILVA NASCIMENTO <sup>1</sup>  
Orientador: SÁVIO JOSÉ FILGUEIRAS FERREIRA <sup>2</sup>  
Colaborador: ALDERLENE PIMENTEL DE BRITO <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista, Programa de Iniciação Científica do INPA;  
<sup>2</sup>Orientador, Coord/INPA.

<sup>3</sup>Colaborador, Projeto IETÉ/INPA

Financiamento da bolsa: PIBIC/CNPq.

Financiamento da pesquisa: Projeto IETÉ (financiado pela Lei de Informática no. 8.387/1991).

### **INTRODUÇÃO**

O vasto sistema Amazônico sustenta um intenso ciclo hidrológico, que é mantido por grandes emissões de vapor de água pela floresta. Este sistema está mudando devido à expansão e intensificação de práticas agrícolas, a exploração madeireira e a urbanização. Em aglomerados urbanos, as fontes de contaminação do ar atmosférico estão relacionadas a processos industriais e à intensa frota de veículos leves e pesados, sendo que nos últimos anos está sendo considerada como principal fonte de poluentes atmosféricos a queima de combustíveis pela frota veicular (Fontenele et al., 2009; Dias, 2011).

Quase todos os gases liberados no ar, sejam elas de origem natural e/ou antropogênica, são totalmente oxidados e seus produtos finais, ao longo do tempo, são depositados na superfície da terra, seja por meio de deposição seca (sedimentação gravitacional) ou por deposição úmida, correspondente às precipitações de gotas de água que se incorporam às partículas e gases poluentes da atmosfera (Singh et al., 2007). Para o ecossistema amazônico, a sazonalidade da precipitação é também influenciada pelas fontes de partículas de aerossol para atmosfera. Logo, a caracterização das análises físicas, químicas e físico-químicas é relevante para compreender a dinâmica da variabilidade espacial nas áreas de estudo por meio da deposição úmida e seca. Esta pesquisa tem como objetivo estudar o comportamento físico-químico e químico da deposição úmida em distintos ambientes na Amazônia central, avaliando a sua variabilidade espacial.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A partir de 10 pluviômetros artesanais instalados em área de floresta (Reserva Biológica do Cuieiras – ZF-2), urbana (Manaus - SAMSUNG) e peri urbana (Reserva Florestal Adolpho Ducke). Contabilizou-se o total precipitado, bem como a condutividade elétrica (CE), o pH, e as concentrações de íons sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>+</sup>), magnésio (Mg<sup>+2</sup>), zinco (Zn<sup>+2</sup>), manganês (Mn<sup>+2</sup>),

Ferro (Fe cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{2-}$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) e silicatos ( $\text{SiO}_4^{2-}$ ), determinados através de técnicas de análise por Espectrofotometria, UV - visível ultravioleta, 1800-Schimutz com auxílio do sistema FIA (Flow Injection Analysis); e Espectrofotômetro de Absorção Atômica (AAS). O carbono ( $\text{CO}_2$ ), por meio do analisador de Carbono Orgânico e Inorgânico (TOC), modelo Vcpn - Shimadzu.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH indicaram que a água de chuva é ácida em todos os locais. O valor médio mais baixo foi medido, pH= 4,38, em área urbana. Em local próximo, o valor médio, pH 6,26, foi mais elevado. O valor mais elevado foi registrado em área urbana, pH 6,54. A análise de variância mostra que a água de chuva não apresentou diferença significativa entre os locais.

As médias de condutividade elétrica da chuva variaram, em média, de 5,57  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (PT7, área de floresta primária) a 20,73  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (PT4, área urbana, na área do Distrito Industrial). Este valor médio de condutividade elétrica da água diferiu significativamente das médias dos demais locais de coletas. Os resultados de condutividade elétrica indicam a presença de íons presentes na água de chuva, mas com teores baixos.

O valor da média da condutividade elétrica dos pontos PT5 = 7,06  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , PT6 = 6,53  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e PT8 = 8,53  $\mu\text{S}/\text{cm}$  são próximos, havendo alguma relação por estarem na área de floresta, mesmo o PT5 sofrendo por algumas manchas urbanas que há próximo da Reserva florestal Adolpho Ducke. Apenas o PT4 mostrou que a qualidade da água de chuva diferiu significativamente.

Neste estudo foram analisados os íons, Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), Amônia ( $\text{NH}_4$ ), Fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), Sódio ( $\text{Na}^+$ ) e Potássio ( $\text{K}^+$ ), Silicatos ( $\text{SiO}_4^{2-}$ ), Manganês ( $\text{Mn}^{2-}$ ), Zinco ( $\text{Zn}^{2-}$ ). Bem como a concentração de Carbono ( $\text{CO}_2$ ). É importante mencionar que as análises químicas dos pluviômetros foram referentes a períodos distintos, PT1 (Outubro a fevereiro), PT2 (Agosto a Fevereiro), PT3 (Agosto a janeiro), PT4 (Outubro a janeiro), PT5 (Agosto a fevereiro), PT6 (Agosto a fevereiro), PT7 (Agosto a fevereiro), PT8 (Outubro a fevereiro), PT9 (Agosto a fevereiro) e PT10 (Setembro a janeiro). O Íon que mais se expressou foi o Carbono ( $\text{CO}_2$ ) com 184,28 mg/L no coletor PT5 (Ducke I), os coletores da área periurbano e floresta, tiveram os maiores valores da concentração de carbono, com exceção dos coletores PT7- H. Km 14 II (51,19 mg/L) e PT10- H. Fazendinha II (28,63 mg/L), nos demais coletores da área Urbana obteve se valores < 72 mg/L

O maior valor do íon Sódio ( $\text{Na}^+$ ) foi o coletor PT5 – Ducke I (20,31mg/L) e com menor valor da somatória foi o PT10- H. Fazendinha II (3,33 mg/L). O Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) com maior valor de 15,28mg/L (coletor PT5- Ducke I), em seguida o Cálcio ( $\text{Ca}^+$ ), no coletor PT5 (11,54mg/L), e os Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ),

Magnésio ( $Mg^{2+}$ ), Nitrato ( $NO_3^-$ ), Nitrito ( $NO_2^-$ ), Amônia ( $NH_4$ ), Fosfato ( $PO_4^{3-}$ ), Potássio ( $K^+$ ), Silicatos ( $SiO_4^{2-}$ ), Manganês ( $Mn^{2+}$ ), Zinco ( $Zn^{2+}$ ), obtiveram valores  $< 6$  mg/L.

Com relação ao  $Fe^{2+}$ , o maior valor foi o de PT9 (2,18 mg/L), área de floresta, e os menores valores os de PT4 e PT10 (0,3 mg/L para ambos), sendo PT4 em região urbana e PT10 em região de floresta.

## CONCLUSÃO

Os dados dos 10 pluviômetros onde foram coletadas e analisadas amostras de água de chuva, possibilitaram a obtenção de resultados importantes para o conhecimento da qualidade físico-química e química em diferentes ambientes (urbano, periurbano e floresta primária).

Os resultados não mostraram acidez elevada em área urbana, mas necessitam de mais coletas para poder verificar esse padrão. Resultados de pH alcalino em área de floresta primária pode estar indicando a influência da urbanização se deslocando para essas áreas.

O carbono esteve presente em todas as áreas de coleta, mas se expresso com maior valor no ambiente periurbano, influência da floresta e das ações antrópicas a sua volta. Esperávamos valores altíssimo no PT4 (Samsung) por está situado no polo industrial, mas não conseguimos obter dados suficientes para maiores análises.

Os resultados de precipitação acumulada foram variáveis, pois 9 dos coletores forneceram valores  $> 1400$  mm de chuva, com exceção de um instalado em área urbana, com valor  $< 500$  mm. Os dados de pH indicaram que a água da chuva varia de levemente ácido a alcalino, os valores máximos registrados foram 7,50; 7,67 e 7,88, respectivamente. Os coletores com valores mínimos são da área periurbana e floresta primária, cujos valores mínimos registrados foram 4,56; 4,48; 4,83 e 4,85, todos são ácidos. Em área de floresta primária foi observado o maior desvio padrão (0,83) e variância (0,63). Nos demais locais o desvio padrão  $< 0,4$  e a variância  $< 0,3$ .

A condutividade elétrica da água de chuva apresentou valores relativamente baixos em área de floresta primária, abaixo de 8,00 uS/cm. A concentração mais elevada foi o Carbono ( $CO_2$ ) com 184,28 mg/L no coletor PT5 (área periurbana). Dos íons analisados, o maior valor registrado foi do Sódio, em área periurbana (PT5 – Ducke, 20,31 mg/L).

Esse projeto é relevante para o monitoramento das áreas de estudo, para continuar verificando as mudanças que podem surgir ao longo do tempo e observar as alterações causadas pela ação antrópica na região. A precipitação é fundamental para a manutenção dos organismos, considerando a flora amazônica, com grandes áreas de florestas preservadas, relevante para o sistema de ciclagem de nutrientes.

## **REFERÊNCIAS**

Fontenele, A. P. G.; Fedrotti, J. J.; Fornaro, A. 2009. Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas de chuva na cidade de São Paulo. *Química Nova*, v. 32, n. 4, 839 - 844p.

Dias, V.R.M. 2011. Variabilidade Espaço-Temporal da Composição Química da Precipitação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Física, Cuiabá, Mato Grosso, 4p.

Singh, K. P.; Singh, V. K.; Malik, A.; Sharma, N.; Murthy, R. C.; Kumar, R. Hydrochemistry of wet Atmospheric precipitation over an urban area in Northern Indo – Gangetic Plain. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 131, p. 237–254, 2007.

## **Agradecimentos**

"Os autores agradecem ao Projeto IETÉ (financiado pela Lei de Informática no. 8.387/1991) pela bolsa de estudos e amparo à pesquisa; ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, pela oportunidade da qualificação e pelo apoio logístico, material técnico e de consumo para o desenvolvimento da pesquisa. Este estudo também agradece ao apoio logístico do Programa LBA, nas pesquisas realizadas na Estação de Pesquisas LBA, situada na ZF2 (Reserva Biológica do Cuieiras), Manaus-AM."