

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MEIO DA ANÁLISE DE METAIS EM ÁGUA DAS CHUVAS

ALDO MURO JR^{1*}, NELSON ROBERTO ANTONIOSI FILHO²; ELIÉSER VIÉGAS WENDT³

¹Dr. Professor Titular, IFG/UFG/LAMES, Goiânia-GO, murojr@gmail.com

²Dr. Professor Associado IV, IQ/UFG/LAMES, Goiânia-GO, niliantoniosi@gmail.com

³Doutorando em Química, IQ/UFG/LAMES, Goiânia-GO, elieserwendt@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: A tendência legislativa mundial é uma consolidação das normas ambientais, de sorte a facilitar a sua aplicabilidade e infligir sanções àqueles que emitam substâncias e energias em desacordo com os padrões aceitáveis, sem comprometimento à saúde humana e à biota. As normas ambientais internacionais de controle e de monitoramento do ar atmosférico somente controlam as emissões de SO_x, NO_x, O₃ e Pb. Mesmo trabalhos que têm como escopo o estudo da poluição atmosférica, através da análise dos elementos contidos na precipitação da água das chuvas, geralmente apresentam análises de somente alguns elementos-traço como Na, Mg, Zn e Mn. Nesse trabalho analisou-se os elementos-traço existentes na cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás (Brasil), cidade cuja atividade predominante é a de serviços, inserida em um estado agropecuário, localizado na Região Centro-Oeste do Brasil. Foi detectada a presença de elementos-traço na água das chuvas analisada, com indicativos de poluição do ar atmosférico, quando os índices de poluição foram comparados aos limites ocupacionais indicados pela OMS.

PALAVRAS-CHAVE: Água das chuvas, poluição atmosférica, emissões atmosféricas.

MONITORING OF HYDROFERIC POLLUTION BY METHOD OF ANALYSIS OF METALS IN WATER RAIN

ABSTRACT: The legislative trend is a consolidation of global environmental standards, so as to facilitate their application and to impose sanctions on those that emit substances and energies, at odds with acceptable standards without compromising human health and biota. International environmental standards for control and monitoring of atmospheric air only control the emissions of SO_x, NO_x, O₃ and Pb. All most jobs that are scoped to the study of air pollution, through the analysis of the elements contained in the precipitation of rain water, generally present only analyzes of trace metals such as Na, Mg, Zn and Mn. In this work there are analyzed the trace metals in the city of Goiânia, capital of the Goiás state, city whose predominant activity is the service, set in a agricultural province, located in the central-western Brazil. It was detected the presence of trace metals in rainwater analyzed, indicating pollution of atmospheric air, when pollution levels were compared to the occupational limits set by WHO.

KEYWORDS: Rain water, air pollution emissions.

INTRODUÇÃO

A água da chuva é uma importante fonte de contaminação ambiental difusa, pois é capaz de carrear a longas distâncias elementos-traço contidos nas águas pluviais, oriundos da contaminação por ações antropogênicas de fontes fixas e móveis, merecendo especial atenção pelos órgãos de controle ambientais (Correa et al, 2012), tanto pelo elevado grau de toxicidade dos metais que são carreados juntamente com as águas das chuvas, quanto pela capacidade de impacto ambiental a curto prazo que os metais têm sobre o ambiente, dada a sua incapacidade em degradar-se e pela bioacumulação nos seres vivos (Davis, 2001).

Metais como Zn, Pb, Ca, Cu, Cd, Cr e Ni, oriundos de processos de lixiviação de materiais de construção, telhas, deposição atmosférica, desgaste dos freios e da borracha dos pneus que deixam partículas no solo, vazamentos de gasolina e óleo que são derramado dos veículos, constituem exemplos de onde advém os elementos-traço que são lançados na natureza pelas fontes de emissão mais comuns que compõem a rotina dos centros urbanos, isso sem contar com a emissão efetuada pelas indústrias em centros cujo cunho econômico seja fulcrado na produção industrial (Pusch, 2007).

São Paulo, maior e mais poluída cidade brasileira, figurando, ainda, entre as 20 piores cidades do mundo em termos de poluição atmosférica (Artaxo, 1991), abriga, na região metropolitana, 20 milhões de habitantes e a parcela de 1/5 da frota veicular do país. A maior capital brasileira apresenta uma grande variação de particulados durante o dia, principalmente durante os dias úteis, em horários mais quentes, tendo a presença de elementos-traço nos particulados, além dos compostos CO_x, NO_x e SO_x, normalmente presentes em metrópoles (Backman et al., 2012), predominando a ocorrência de Cd, Pb e Cu, em suspensão no ar atmosférico durante o período de chuvas (Fontenele, 2009).

Mesmo cidades menores, mas com fortes ações antrópicas provocadas por emissões de indústrias de cimento, apresentam particulados no ar atmosférico contendo elementos-traço, conforme encontrado nas cidades de Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro, cidades do estado do Sergipe, Região Nordeste do Brasil, cuja população é de, respectivamente, 29.603 e 160.829 habitantes (IBGE, 2010), tendo em seu ar atmosférico a presença de Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, S, Sr e Zn.

O presente estudo objetivou a determinação da presença de elementos-traço, na cidade de Goiânia, situada na Região Centro-Oeste, capital do Estado de Goiás, por intermédio de água das chuvas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo foi a cidade de Goiânia (-16.67°L, -49,25°N), capital do estado de Goiás. A capital conta com uma frota veicular de mais de 1.000.

Para a análise da composição química da água da chuva, em Goiânia, foi efetuada a coleta em frascos de polietileno de “boca larga”, com capacidade de 1L, previamente submetidos a procedimento de descontaminação por imersão em ácido nítrico 10% por 24 horas, tríplice lavagem com água deionizada grau Mili-Q[®] e secagem completa.

Após a coleta, as amostras foram transferidas para frascos de polietileno de 100 mL, também submetidos a procedimento de descontaminação, e acidificadas com ácido nítrico 70% Metal Ultra Puro da Vetec[®].

A análise de metais foi realizada via ICP-OES da Thermo Fisher Scientific, modelo iCAP 6300 Duo, com os seguintes acessórios: tubos de tygon, nebulizador concêntrico, câmara de nebulização ciclônica e tubo central de 2 mm.

As leituras foram realizadas utilizando visão axial da tocha, rotação da bomba de 50 RPM, vazão do gás argônio auxiliar de 0,5 L min⁻¹, pressão do gás argônio de nebulização de 0,16 Mpa e potência na fonte de 1250 Watts.

Os limites de quantificação foram calculados a partir da multiplicação do desvio padrão de 10 análises do branco (água Milli-Q acidificada) por 10, dividido pelo coeficiente angular da respectiva curva de calibração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração média de elementos-traço que foram encontrados na água das chuvas em Goiânia, em relação aos cinco pontos de coleta, seguindo a ordem quantitativa decrescente, foi: Ca>Al>Sr>Mg>Fe>Na>Zn>Mn>Ba. As concentrações de elementos-traço encontradas nos pontos em que foi efetuada coleta de água estão relacionados na Tabela 1 juntamente com os limites de exposição humana para ambientes ocupacionais determinados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2009) e com os limites para o consumo humano de água, conforme preconizado pela norma brasileira Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções CONANA nº 410/2009; e 430/2011 (CONAMA, 2012).

A escolha dos limites de emissões ocupacionais se deve ao fato de que aqueles limites normalmente levam em consideração a exposição humana às substâncias patogênicas, durante um intervalo de tempo médio de 8h/dia. Como a exposição aos poluentes contidos no ar atmosférico seco ou úmido, é maior do que o tempo utilizado como limite à subsunção ocupacional, tais limites foram

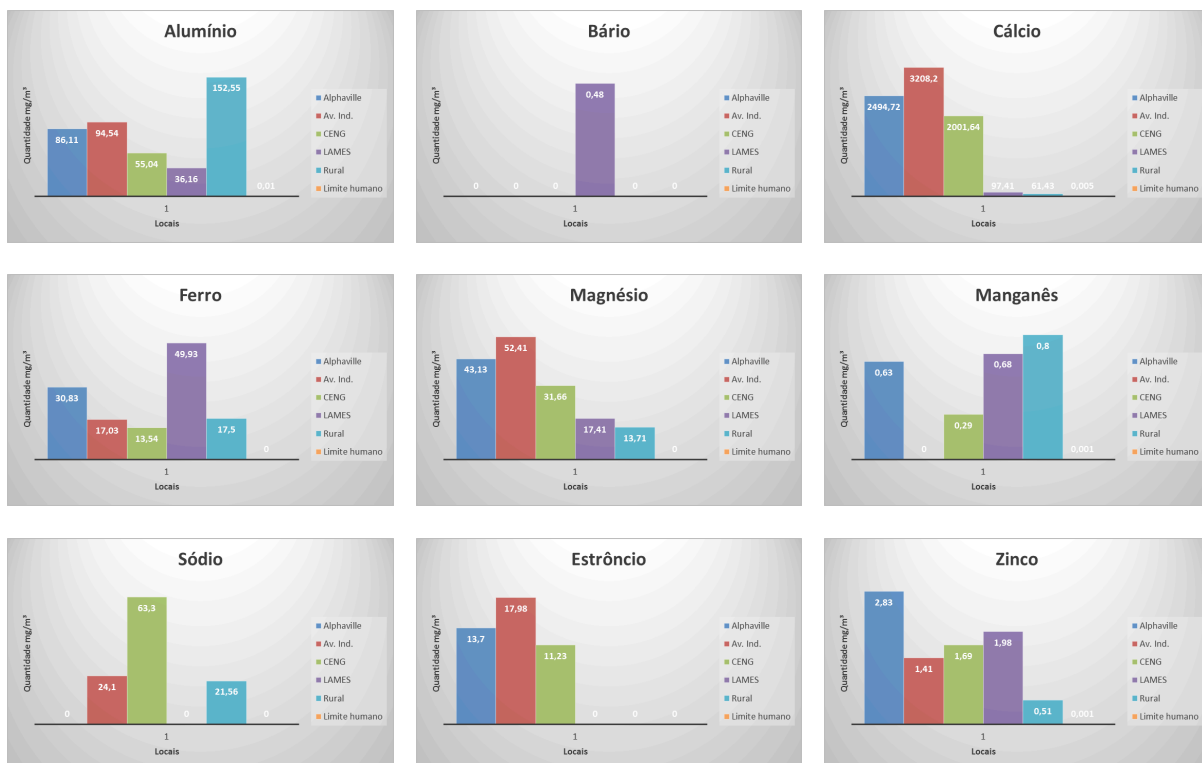
utilizados como referência, para a exposição humana e comparados com os níveis de poluição por elementos-traço encontrados na água das chuvas em Goiânia.

Tabela 1. Concentração média de elementos-traço [mg/m³] encontrados em Goiânia, comparados com os limites ocupacionais estabelecidos pela OMS e pelo CONAMA, para águas de consumo humano.

[mg/m ³]	Alphaville	Av. Ind.	CENG	LAMES	Rural	Expos ⁽¹⁾	Água ⁽²⁾
Al	86,11	94,54	55,04	36,16	152,55	0,01	100
Ba	< L. Q.	< L. Q.	< L. Q.	0,48	< L. Q.	- ⁽³⁾	700
Ca	2494,72	3208,20	2001,64	97,41	61,43	0,005	-
Fe	30,83	17,03	13,54	49,93	17,50	-	300
Mg	43,13	52,41	31,66	17,41	13,71	-	-
Mn	0,63	< L. Q.	0,29	0,68	0,80	0,001	100
Na	< L. Q.	0,0241	0,0633	< L. Q.	0,02156	-	-
Sr	13,70	17,98	11,23	< L. Q.	< L. Q.	-	-
Zn	2,83	1,41	1,69	1,98	0,51	0,001	180

A comparação por meio de histogramas, entre os quantitativos de elementos-traço encontrados na água das chuvas, com limites permitidos para água, pela norma brasileira, estão representados na Figura 1.

FIGURA 1. Níveis de emissão de elementos-traço, comparados com os níveis considerados aceitáveis pela OMS



A presença dos elementos-traço Ba, Fe, Mg, Na e Sr, Figura 1, demonstra claramente a influência das emissões antrópicas sobre a poluição atmosférica.

O Bário está presente nas rochas, minerais, solo e ar, tendo sua principal fonte de emissão a evaporação de tintas e vernizes, vidro e defensivos agrícolas.

O Ferro, apesar de ser um elemento essencial à manutenção de todas as formas de vida, principalmente nos mamíferos, devido à sua função de transporte do oxigênio, deve ser controlado no ambiente, pois a OMS considera como limite máximo de presença do metal no organismo humano, a quantidade de 0,8 mg/Kg de massa corporal (WHO, 2009). A contaminação pelo metal-traço Ferro foi encontrada em todas as cinco localidades em que foi coletada a água das chuvas, em Goiânia, Tabela 1, Figura 1, o que era esperado pela elevada emissão de poeira contendo o metal em suspensão, oriundo das atividades da área de metal-mecânica.

O Magnésio foi encontrado em todas as regiões em que houve coleta de água das chuvas, Tabela 1 e Figura 1, contudo, pode-se observar que os maiores quantitativos presentes nas amostras de água das chuvas, contendo o metal-traço, ocorreu na região onde há maior atividade industrial, muitas delas clandestinas ou jejunas de licenciamento ambiental. Atenção deve ser dada ao elemento-traço Magnésio, devido às doenças degenerativas cerebrais e osteoporose que provoca e, principalmente, pelo fato de ser um indicador indireto da poluição veicular, quando presente no ar ou na água das chuvas.

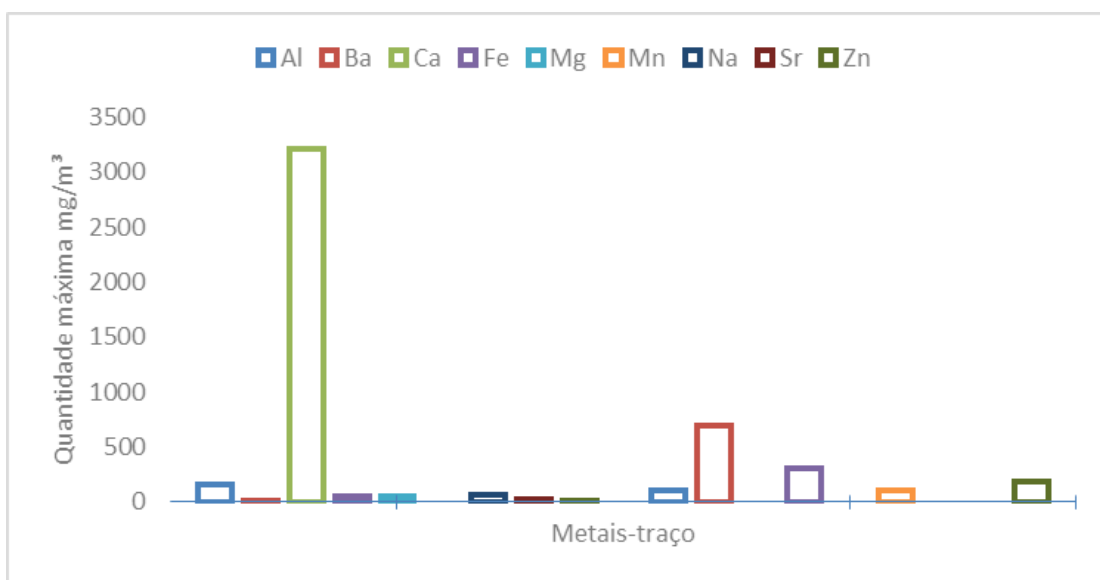
O Sódio também está presente abundantemente na crosta terrestre e o Bário, normalmente presente em locais que possuem emissões veiculares.

O estrôncio é normalmente encontrado em locais onde haja atividades de mineração, deixando sua presença no ar atmosférico, também, quando ocorrem pulverizações de fertilizantes.

Os elementos-traço Ba, Fe, Mg, Na e Sr, apesar de terem sido detectados na água das chuvas, não apresentam limites estabelecidos pela OMS (WHO, 2009).

Os níveis de concentração de poluentes inorgânicos em sistemas hídricos delimitados pelas normas brasileiras, encontram-se em índices muito mais elevados daqueles previstos para o ar atmosférico, Tabela 1, Figura, 2.

FIGURA 2. Níveis de emissão de elementos-traço, comparados com os níveis constantes da norma brasileira, para o consumo humano de água doce.



CONCLUSÕES

O monitoramento da qualidade do ar ambiental, através da análise da água das chuvas é capaz de trazer seguros indicativos de poluição atmosférica.

A concentração média de elementos-traço que foram encontrados na água das chuvas em Goiânia, em relação aos cinco pontos de coleta, seguindo a ordem quantitativa decrescente, foi: Ca>Al>Sr>Mg>Fe>Na>Zn>Mn>Ba. As concentrações de elementos-traço encontradas nos pontos em que foi efetuada coleta de água, juntamente com os limites de exposição humana para ambientes ocupacionais, determinados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2009); e com os limites para o consumo humano de água, conforme preconizado pela norma brasileira: Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções CONAMA nº 410/2009; e 430/2011 (CONAMA, 2012).

A cidade de Goiânia apresenta poluição ambiental pelos elementos-traço: Al, Ca e Zn, por apresentarem quantitativos na água das chuvas acima dos limites indicados como nocivos à saúde humana, pela OMS, quando utilizados valores para exposição ocupacional, fonte subsidiária normativa, para locais onde inexistente previsão legal para os níveis de substâncias capazes de causar degradação e poluição ambientais.

Os elementos-traço Ba, Fe, Mg, Na e Sr, apesar de terem sido detectados na água das chuvas, não apresentam limites estabelecidos pela OMS, contudo, não é indicativo de que não merecem atenção, pois a simples presença destes elementos –traço no ar atmosférico, comprovado pela sua existência na água das chuvas, já é suficiente para denotar o comprometimento da saúde humana sujeita ao ar da capital, com reflexos que ultrapassam os limites físicos e políticos regionais, pela ação dos ventos que carrega a poluição atmosférica.

REFERÊNCIAS

- Akhter, M. S.; Madany, I. M. Heavy metals in street and house dust in Bahrain. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 66, p. 111-119, 1993.
- Artaxo, P. A problemática da poluição do ar em regiões metropolitanas. Ambiente urbano e qualidade de vida, **Pólis**, v. 3, p.28-36, 1991.
- Backman, J.; Rizzo, L. V.; Hakala, J.; Nieminen, T.; Manninen, H. E.; Morais, F.; Aalto, P. P.; Siivola, E.; Carbone, S.; Hillamo, R.; Artaxo, P.; Virkkula, A.; Petäjä, T.; Kulmala, M. On the diurnal cycle of urban aerosols, black carbon and the occurrence of new particle formation events in springtime São Paulo, Brazil, **Atmos. Chem. Phys.**, v. 12, p. 11733-11751, 2012.
- entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA, 2012.
- Correa, S. M.; De Souza, C. V.; Sodr , E. D.; Teixeira, J. R. Volatile organic compound emissions from a landfill, plume dispersion and the tropospheric ozone modeling. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 496, 2012.
- Davis, A. P.; Shokouhian, M.; Ni, S. Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in urban runoff from specific sources. **Chemosphere**, v. 44, p. 997-1009, 2001.
- Fontenele, A. P. G.; Pedrotti, J. J. Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas de chuva na cidade de São Paulo. **Química Nova**, v. 32, p. 839-844, 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/SE2010.pdf. Consultado em abril de 2013.
- Puch, P. B. **Inventário de cargas de metais a partir de fontes difusas de poluição.** Dissertação de mestrado, 99 p. São Paulo, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- World Health Organization. Public Health and the Environment. Geneva, 2009. Disponível em http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/national/countryprofile/angola.pdf Consultado em abril de 2013.