

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO (Pb) PRESENTE NO MATERIAL PARTICULADO FINO (MP_{2,5}) E GROSSO (MP₁₀) DA REGIÃO CENTRAL DE GOIÂNIA - GO

Ana Clara Matias Alves¹, Paula de Freitas Rosa², Mônica Lopes Aguiar³

1 Mestranda em Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos
(clarasevla@gmail.com) São Paulo - Brasil

2 Doutoranda em Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos

3 Professora Doutora do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

O chumbo é considerado um metal extremamente danoso, pois, este apresenta riscos considerados graves devido a sua gama de influências ambientais e na saúde pública. Logo, este estudo teve como objetivo determinar a concentração de chumbo presente no material particulado em suspensão na atmosfera da região central de Goiânia/GO. Para tal, foi realizada a amostragem na Praça do Trabalhador a cada 24h entre os meses de novembro e dezembro de 2012, período denominado como chuvoso na capital. O Amostrador Fino e Grosso (AFG), possibilitou a coleta simultânea de particulados, através do uso de filtros de polycarbonato com 47 mm de diâmetro e tamanho de poros de 0,4 e 8,0 μm , respectivamente. A análise das amostras ocorreu mediante o uso da técnica de Fluorescência de Raio-X e Dispersiva em Energia (EDXRF) a 300s no vácuo, objetivando a identificação e quantificação do metal pesado em questão. As concentrações médias durante o período de novembro e dezembro de 2012 variaram sequencialmente entre 2,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 1,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para material particulado fino e de 9,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 9,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para material particulado grosso. No entanto, foram constatados traços insignificantes de concentrações de chumbo e apenas no particulado grosso, o que representa um ponto positivo à saúde pública, além dos benefícios ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: atmosfera, chumbo, membranas filtrantes.

DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF LEAD (Pb) PRESENT IN FINE PARTICULATE MATTER (PM_{2,5}) AND THICK (PM₁₀) OF THE CENTRAL REGION OF GOIÂNIA - GO

ABSTRACT

Lead is considered an extremely harmful metal, it presents risks considered serious because it influences in the environment and health public. Thus, this study aimed to determine the concentration of lead present in the particulate material suspended in the atmosphere of central region in Goiânia/GO. Therefore, we performed the sampling at Praça do Trabalhador every 24 hours between the months of November and December 2012, a rainy period in the city. The thin and thick sampler,

allowed simultaneous collection of particulates, using polycarbonate filters of 47 mm diameter and pore size 0.4 and 8.0 μm , respectively. Sample analysis occurred through the use of the technique of Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) in 300s in vacuo, aiming at the identification and quantification of heavy metal in question. The average concentrations during the period of November and December 2012 ranged from 2.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 1.41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for fine particulate matter and 9.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 9.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for thick particulate matter. However, there is no significant concentration of lead and only in the thick particulate matter, which is a positive point to public health and environment.

KEYWORDS: atmosphere, lead, membrane filters

INTRODUÇÃO

Um poluente atmosférico pode ser considerado como qualquer substância presente no ar que pela sua concentração possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (STERN, 2013).

Assim, o material particulado é denominado como um poluente atmosférico, uma vez que este pode causar danos à saúde de humanos e de outros animais, além de causar injúrias em vegetais, afetar o clima em escala regional e global e por ser potencial incômodo por sua deposição em materiais e edificações (COLLS, 2010).

Neste contexto, tal poluente atmosférico é constituído essencialmente de poeiras, fumaças e sólidos em suspensão na atmosfera, os quais o diâmetro pode variar na faixa de nanômetros a centena de micras. É caracterizado como partículas totais em suspensão (PTS), as partículas com diâmetro aerodinâmico médio de 50 μm , de material particulado grosso (MP_{10}), as partículas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 10 μm e de material particulado fino inalável ($\text{MP}_{2,5}$), as partículas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5 μm .

Com a proibição parcial ou total da adição do chumbo tetraetil na gasolina de alguns países, a concentração de chumbo no ar das zonas urbanas diminuiu, mas não foi determinante para o desaparecimento do problema da poluição por esse metal. O chumbo também é empregado nas indústrias químicas e na construção civil, portanto outras fontes são responsáveis pela poluição atmosférica por chumbo nas zonas industriais e urbanas, como por exemplo as emissões advindas de fundições e fábricas de baterias.

Logo, por ser encontrado na atmosfera na forma particulada a fração grossa das partículas são eliminadas com relativa rapidez por deposição seca e úmida, no entanto a fração fina do chumbo é transportada a longas distâncias, colocando em risco a saúde das populações, que podem ser acometidas por diminuição da fertilidade masculina, danos ao cérebro, abortos involuntários, malefícios aos rins, aumento da pressão sanguínea, déficit de aprendizado e diversos outros problemas (CETESB, 2012).

Dessa forma, tanto o $\text{MP}_{2,5}$ quanto o MP_{10} , podem apresentar em sua composição química, concentrações de diversos elementos presentes no ar e como exemplo, têm-se o chumbo (Pb). Esse elemento químico é um metal pesado com alta toxicidade; tendencioso a acumular-se no organismo humano; sendo extremamente danoso quando absorvido através de alimentos, água e vias respiratórias, além de ser reconhecido pela Organização Mundial da Saúde, como

um dos elementos químicos mais perigosos à saúde humana (WHO, 2010).

A presença natural do chumbo no meio ambiente não causa problemas à saúde, por se dar em pequenas concentrações. Entretanto, devido à ampla utilização nos processos industriais e consequente liberação para o ambiente, os níveis de chumbo no ar têm aumentado, tornando necessário o seu monitoramento (RTI, 2011).

Deve-se ressaltar que a legislação brasileira ainda é precária no quesito de legislações e normas específicas que limitem a emissão de concentrações de chumbo na atmosfera. Neste contexto, este estudo visa por meio de monitoramento, determinar a concentração de chumbo presente na composição do material particulado, a fim de resguardar o equilíbrio ambiental e de saúde pública e não menos importante, obter um banco de dados para trabalhos futuros.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

Devido a disponibilidade de apenas um equipamento de monitoramento para a realização do estudo, a amostragem ocorreu somente em um ponto de coleta. Assim, para que a amostragem representasse de modo satisfatório a atmosfera goianiense, optou-se pela escolha da Praça do Trabalhador, já que a mesma é situada na região central de Goiânia-GO e recebe interações das demais regiões.

Desse modo, o monitoramento ocorreu de vinte e quatro em vinte e quatro horas, entre os meses de novembro e dezembro de 2012, período denominado como chuvoso em Goiânia.

O Amostrador Fino e Grosso (AFG) utilizado também por LOPES (2003) permitiu a filtragem sequencial do ar atmosférico, coletando o material particulado por impactação inercial em duas frações separadamente. A fração fina ou fração inalável, compreendida por partículas menores que $2,5\ \mu\text{m}$ e coletada por filtros com diâmetro de poro de $0,4\ \mu\text{m}$ e a fração grossa ou respirável, compreendidas por partículas com diâmetros entre $2,5 < dp < 10\ \mu\text{m}$, coletada por filtros com diâmetros de poro de $8,0\ \mu\text{m}$ (Figura 1).

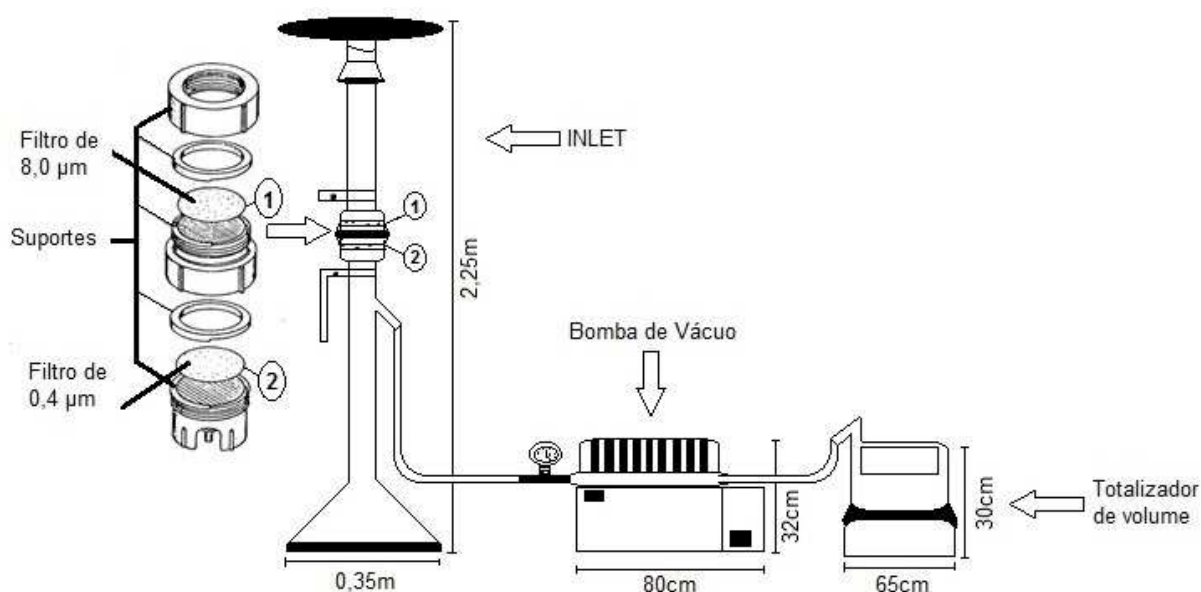


FIGURA 1 Esquema representativo do equipamento utilizado para a amostragem
Fonte: arquivo pessoal.

Para a medição diária, foi utilizada a balança analítica de cinco casas, modelo AY 220 Shimadzu, pesando diariamente as membranas filtrantes da marca Millipore, obtendo as massas iniciais. Em seguida, ao 12h15min as membranas foram expostas por intermédio do AFG e logo após vinte quatro horas submetidas a pesagem, determinando as massas finais. Assim, esse ciclo ocorreu em toda a amostragem.

Foram observados valores de vazão inicial e vazão final, obtendo as médias de $1,67 \cdot 10^7$ m³/s para o mês de novembro e $1,75 \cdot 10^7$ m³/s para o mês de dezembro. Além desses dados, obteve-se os valores do volume correspondente a quantidade de ar aspirado pela bomba, apresentando médias equivalentes a $3,2 \cdot 10^4$ m³ para o mês de novembro e $4,4 \cdot 10^4$ m³ para o mês de dezembro. Desse modo, em posse dos dados, pode-se determinar os valores das concentrações médias do material particulado fino e grosso.

O monitoramento da temperatura foi realizado por meio de um termohigrômetro digital, marca Rotronic modelo Hygropalm-0. O aparelho forneceu valores de temperaturas mínima e máxima, compreendidas na faixa de 25°C e 30°C. Entretanto, como o termohigrômetro não possui uma base de dados que possa ser transferida digitalmente, as aferições foram feitas ao início e ao término de cada amostragem e após transcritas manualmente.

Pela ausência de equipamentos específicos, os dados de precipitações foram fornecidos pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), que também realiza o monitoramento no local amostrado e registrou precipitações com média de 35 mm diários.

Para que não houvesse contaminação da amostra, foram mantidos todos os cuidados necessários, como por exemplo, o uso de luvas, limpeza da balança analítica com pincel de cerdas e o auxílio de uma pinça de plástico para o manuseio das membranas filtrantes.

Determinação da concentração do chumbo

Ao término de todo o processo, os filtros foram armazenados em placas de Petri, com as identificações necessárias e devidamente lacrados com fita isolante e papel Filme. Após, foram dispostos em uma caixa com divisórias, indicando a amostragem de cada dia do mês.

Para realizar a etapa de caracterização química do material particulado, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN/CENA), localizado no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP e através do equipamento Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva EDX - 720, da marca Shimadzu, empregou-se a técnica de Fluorescência de Raios-X e Dispersiva em Energia (EDXRF). Essa técnica também foi empregada em outros trabalhos como de MATSUMOTO (2001) e NASCIMENTO FILHO (1999), possibilitando uma análise comparativa com os dados obtidos nesse estudo.

A técnica EDXRF é baseada na utilização de sinais de raios-X para excitar as amostras desconhecidas a 300 segundos no vácuo. Assim, o chumbo presente nas amostras emite seu raio-X e, qualitativamente, determinando o espectro presente nas amostras. Por ser um sistema de energia dispersiva, apresentou os raios-X através de um detector semicondutor, o qual permitiu análises simultâneas multielementar, possibilitando uma análise extremamente rápida mesmo na faixa de ppm.

Limite de detecção

O cálculo do limite de detecção para os filtros foi obtido de acordo com a equação (BERTIN, 1975).

$$LD = \frac{3\sqrt{BG/t}}{S} \quad (1)$$

Sendo que **BG** representa a intensidade (cps) do *continuum* sob o pico do analito, **t** o tempo (s) de excitação/detecção e **S** a sensibilidade elementar do analito (cps g⁻¹ cm²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos por este estudo foram amostrados em período chuvoso, caracterizado por alta taxa de precipitação e consequente aumento da eficiência dos processos de remoção úmida. Além disso, a região amostrada é destacada por possuir uma das maiores feiras abertas da capital, a Feira *Hippie*, que ocorre aos domingos, porém, por funcionar também como um polo comercial de roupas, há grande movimentação de turistas desde as sextas-feiras. Com isso, ocorre a ressuspensão de poeira do solo por parte dos pedestres e também a queima de combustível pelos veículos que ali circulam com maior frequência.

Os resultados das concentrações de chumbo guardam estreita relação com as condições meteorológicas, de maneira especial com a ocorrência ou ausência de chuvas e com a temperatura. A ação desses fatores pode concorrer para condições mais favoráveis ou não em termos da poluição do ar. Por essa razão, foi fundamental o monitoramento da temperatura e precipitação diária durante o período amostral (Figura 02).

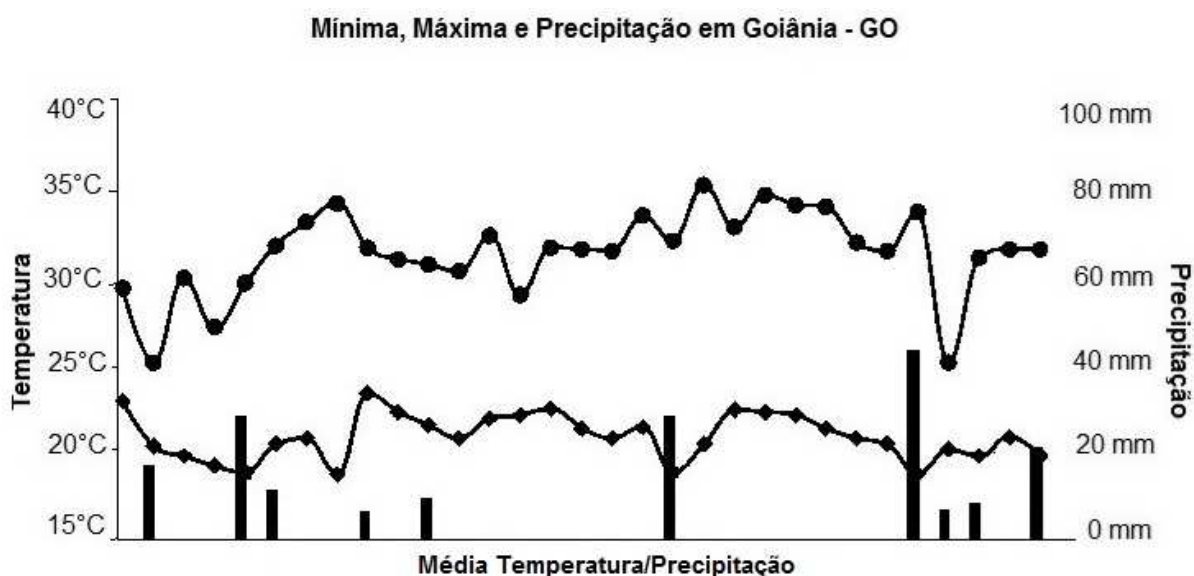


FIGURA 2 Valores de temperatura e precipitação monitorados durante o período amostral (Fonte: arquivo pessoal).

A meteorologia tem um papel fundamental em relação à qualidade do ar, sendo os eventos meteorológicos que guiam a dispersão de poluentes e a sua deposição no solo, uma vez que estão imersos na atmosfera. Deste modo, as concentrações médias, durante o período do mês de novembro variaram entre 2,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para material particulado fino e 9,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para material particulado grosso. Já para o mês de dezembro, as concentrações médias variaram entre 1,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 9,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Logo, para um contexto mais didático, foram escolhidas quatorze amostras significativas, sendo sete representadas pelos dias 24 a 30 de novembro e as outras sete para os mesmos dias, porém do mês de dezembro. A escolha baseou-se na oportunidade de comparar a semana natalina, com a mesma semana correspondente ao mês anterior (Figuras 3 e 4).

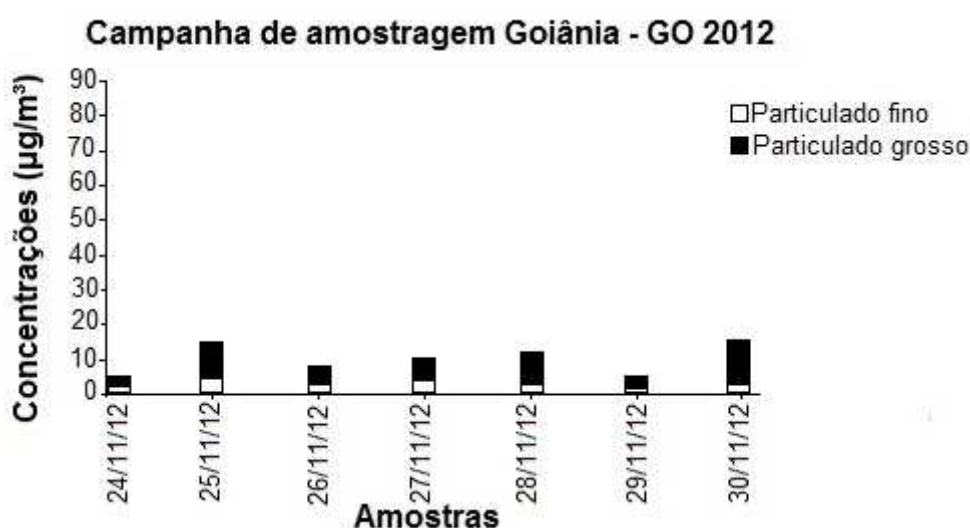


FIGURA 3 Concentrações em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ referente ao mês de novembro de 2012 (Fonte: dados da pesquisa).

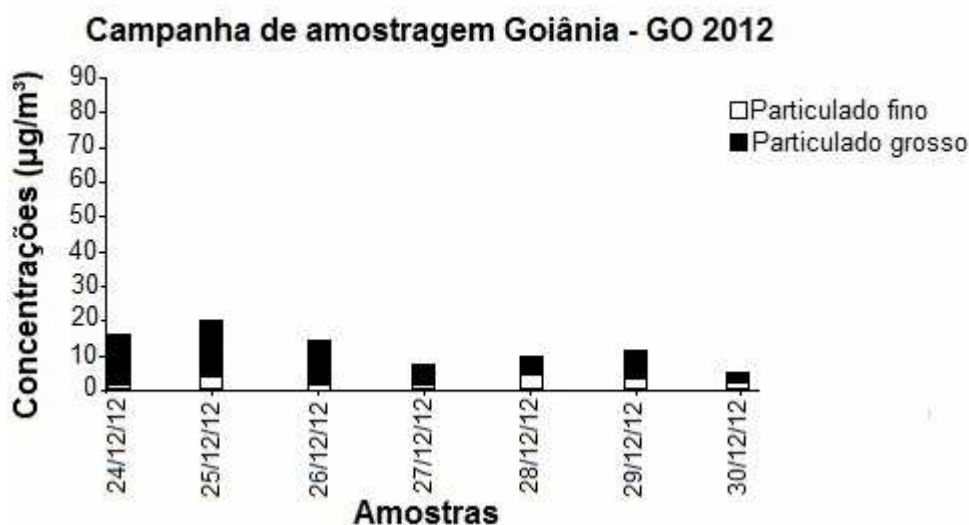


FIGURA 4 Concentrações em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ referente ao mês de dezembro de 2012 (Fonte: dados da pesquisa).

Observa-se nas Figuras 3 e 4, que as menores concentrações de $MP_{2,5}$ e MP_{10} foram obtidas no mês de novembro. Também foi possível verificar que mesmo durante todo o período chuvoso, as concentrações se elevaram independente da umidade e de seus processos de remoção de poluentes. Isso pode ser associado ao período natalino e consequente aumento da frota veicular e de pedestres na região, considerada um grande polo comercial.

Ao serem caracterizadas quimicamente as amostras de $MP_{2,5}$ e MP_{10} , foi possível constatar que a presença da concentração de chumbo evidenciou-se de modo insignificante, apresentando baixo resquício. Nota-se na Figura 5 que apenas para o material particulado grosso a concentração de chumbo foi detectada, com concentrações de 0,10 a 1,01 $\mu g/m^3$ (Figura 5).

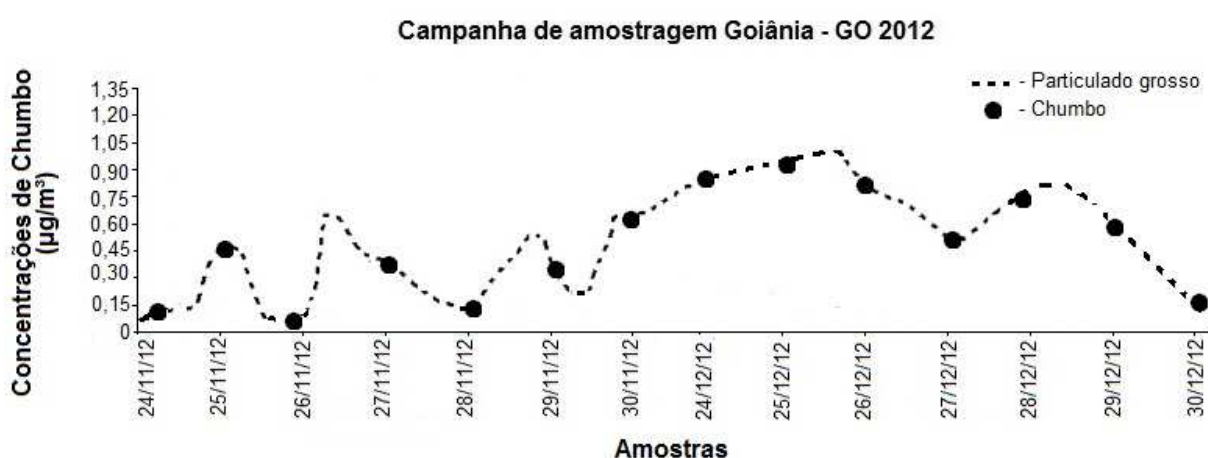


FIGURA 5 Concentrações de chumbo em $\mu g/m^3$ referente as amostras de novembro e dezembro de 2012 (Fonte: dados da pesquisa).

Os limites de detecção para os filtros foram calculados através da equação (1), obtendo para o elemento chumbo o valor de $2,52 \cdot 10^{-6} \mu g/m^3$ para os filtros finos e $1,38 \cdot 10^{-4} \mu g/m^3$ para os grossos, com o tempo de excitação de 300 s.

CONCLUSÕES

Os parâmetros analisados neste trabalho foram comparados com os limites previstos pela OMS e CETESB para amostragens de 24 horas em ambientes externos. Ambas estabelecem o valor máximo recomendado de $25 \mu g/m^3$ para $MP_{2,5}$ e $50 \mu g/m^3$ para MP_{10} .

Como a amostragem ocorreu no período chuvoso, foram detectados pequenos traços de concentrações do $MP_{2,5}$ e MP_{10} . Logo o VMR não foi superado em nenhum momento, demonstrando que Goiânia não apresenta índices preocupantes de poluição atmosférica advinda do material particulado e principalmente por concentrações de chumbo.

Este trabalho é pioneiro no estado de Goiás, no entanto houve algumas limitações como a falta de parâmetros que abarquem essa faixa de MP e uma legislação específica que dita os valores máximos aceitáveis de poluentes atmosféricos para Goiânia.

Embora os estudos realizados nesse trabalho tenham permitido uma

abordagem sobre a poluição atmosférica pelo material particulado e suas concentrações de chumbo, outros se fazem necessários para possibilitar uma melhor compreensão da atual poluição atmosférica em Goiânia, possibilitando identificar as fontes poluidoras e sua magnitude.

Faz-se necessário também um acompanhamento contínuo, visto que no período de estiagem a tendência é o aumento das concentrações de MP₁₀ e MP_{2,5}, sinalizando para um agravamento da qualidade do ar na cidade amostrada.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria Municipal do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), pelo espaço cedido. Ao Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN/CENA) pelo curso de (EDXRF), a disposição de toda a estrutura necessária para a realização das análises e ao técnico responsável Eduardo de Almeida. À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) representada pela professora Doutora Mônica Lopes Aguiar, que nos cedeu todas as membranas filtrantes utilizadas na pesquisa.

REFERÊNCIAS

BERTIN, E.P. **Principles and practice of X-ray spectrometric analysis**. London: Plenum Press, 1975. 1079p.

CETESB, Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental. **Chumbo e seus compostos**, São Paulo 2012. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/chumbo.pdf>> Acessado em: 18/03/2014.

COLLS, J. **Air Pollution**. USA: SPON Press Taylor & Francis Group, 2ed, 2010.

LOPES, F. **Caracterização química do material particulado suspenso na atmosfera empregando a fluorescência de raios X dispersiva em energia (EDXRF)**. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MATSUMOTO, E. **Estudo da contaminação ambiental atmosférica e de águas superficiais, empregando a fluorescência de raios X dispersiva em energia (EDXRF) e reflexão total**. 2001. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas 2001.

NASCIMENTO FILHO, V. F. **Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF)**, Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas – ESALQ/USP; Laboratório de Instrumentação Nuclear – CENA/USP, 1999. 33 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005**. Copenhagen, 2006. 22 p.

WHO. World Health Organization; **Guidelines for Air Quality**, Geneva, 2010.

RTI (Research Triangle Institute), 2011. **Toxicological Profile for Lead**. Atlanta: **Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Services**, U.S. Department of Health and Human Services.

STERN, A. C.; **Air Pollution**, Academic Press: London, 2013.