
Contaminação por mercúrio na Odontologia: a utilidade da análise quantitativa em ambiente de prática restauradora com amálgama

Mercury contamination in Dentistry: the utility of quantitative analysis in environment with amalgam restorative practice

Riva Marques Campos¹, Raimundo Alexandre da Silveira Vidigal Lacerda¹, Ricardo Carvalhaes Fraga², Armando Hayassy¹, Hélio Sampaio Rodrigues Filho³, Volney de Magalhães Câmara⁴

¹Faculdade de Odontologia das Faculdades São José, Rio de Janeiro-RJ, Brasil; ²Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil; ³Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil; ⁴Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Resumo

Objetivo – Verificar o uso e aplicação de um medidor portátil de análise quantitativa de vapores de mercúrio. Os locais de escolha foram a Clínica Odontológica e o Laboratório Multidisciplinar 104 da Faculdade de Odontologia das Faculdades São José, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. Nesses locais ocorrem muitas atividades restauradoras com amálgama dentário realizadas por alunos, tornando-se importante a verificação da possível contaminação por vapores tóxicos de mercúrio existente naqueles ambientes. **Métodos** – Para a medição foi utilizado um aparelho analisador Zeeman quantitativo avançado de mercúrio portátil da marca Lumex modelo RA-915+. O aparelho foi acionado no final da tubulação de rejeito das cuspideiras das cadeiras A, C, D, E, F, J, H e ar do amalgamador recém-acionado. No Laboratório Multidisciplinar 104 foram inspecionados: ar/ambiente e em manequim usado para treino. Foram feitas também inspeções no ar em ambiente onde não se usa amálgama a fim de verificação do teor zero. **Resultados** – Na Clínica Odontológica as cadeiras C, E, F e H foram as que apresentaram os maiores índices de contaminação, dentre estas a cadeira H destacou-se com 26.140 ngHg/m³. Os locais onde não se manipula amálgama o índice foi 0ngHg/m³. **Conclusões** – Os altos índices de vapores de mercúrio nas tubulações das cadeiras indicam que as medidas seguras de descartes de resíduos não estão sendo realizadas adequadamente. Este sistema de medição quantitativa direta mostrou-se simples no manuseio e extremamente útil no monitoramento de ambientes sujeitos à contaminação por vapores tóxicos de mercúrio.

Descritores: Mercúrio; Amálgama dentário; Análise quantitativa

Abstract

Objective – To examine the use and application of a portable meter for quantitative analysis of mercury vapors. The places of choice were the Dental Clinic and Laboratory Training 104 of the School of Dentistry of São José College, Rio de Janeiro-RJ, Brazil. In these places many activities occur restorative dental amalgam made by students, making it important to check the possible contamination by toxic vapors mercury existing in those environments. **Methods** – For the measurement we used an advanced device analyzer Zeeman quantitative mercury brand laptop Lumex model RA-915+. The device was fired at the end of the waste pipe spitting chairs A, C, D, E, F, J, H and air amalgamator newly activated. In the Laboratory Training 104 were inspected: air/environment and dummy used for training. Inspections were performed also on air at ambient where amalgam is not used to check content zero. **Results** – In Dental Clinic chairs C, E, F and H were the ones that showed the highest levels of contamination, among these the seat H stood out with 26.140 ngHg / m³. Places where no handles amalgam index was 0ngHg/m³. **Conclusions** – The high levels of mercury vapor in the pipes of the chairs indicate that measures of safe waste disposal are not being carried out properly. This direct quantitative measurement system proved simple in handling and extremely useful in monitoring environments subject to contamination by toxic mercury vapors.

Descriptors: Mercury; Dental amalgam; Quantitative analysis

Introdução

A contaminação por poluentes incluindo metais pesados tem merecido especial atenção pelas comunidades científicas em todo o mundo em função das consequências graves à saúde humana e aos ecossistemas. Este fato justifica cada vez mais o crescente número de toxicologistas e pesquisas nesta área¹.

O uso do mercúrio na exploração do ouro se intensificou na década de 70. Na década de 80 a emissão de mercúrio anual para o meio ambiente, na bacia Amazônica, pode ter alcançado 200 toneladas².

O mercúrio é altamente tóxico à saúde humana. Está presente naturalmente sob várias formas: elementar (metálica); inorgânica (cloreto de mercúrio); orgânica (metil e etilmercúrio)³. O seu grau de volatilização ocorre a partir de 12°C de temperatura ambiente. Na volatilização, os vapores de mercúrio formados são

inodoros e incolores⁴, portanto não alertáveis através dos sentidos.

A preocupação com a contaminação do meio ambiente já vem de longa data aqui no Brasil por ocasião do uso deste metal em larga escala em garimpo de ouro. Desde 1997 ocorrem atividades de medição de amostras ambientais com resultados através de um método de escolha semiquantitativo de análise por ser de baixo custo e fácil aplicação. O objetivo era determinar o grau de absorção do mercúrio no meio ambiente, bem como aplicar o método na monitoração do peixe contaminado⁵. Dentre as espécies de peixes há também diferenças no grau de absorção. As espécies carnívoras apresentaram um grau de concentração de mercúrio muito maior do que as espécies não carnívoras⁶.

Na vegetação, o grau de umidade do meio irá determinar o tempo de retorno para atmosfera. Em locais ala-

gados pantanosos a meia vida do mercúrio será maior do que na vegetação próprias de locais secos⁷.

Revisão da literatura

Toxicidade do mercúrio

Os sintomas neuropsíquicos decorrentes da intoxicação pela contaminação por vapor de mercúrio abrangem ansiedade, desânimo, perda da autoestima, depressão, perda de memória, insônia, distúrbios do sono, cefaleia, dores musculares, tremores. Também ocorre hipertensão arterial, arritmias cardíacas, alterações renais, alergias, gengivites crônicas⁸.

Em contato com o ar o mercúrio sofre oxidação transformando-se em óxido de mercúrio. Esta forma é extremamente volátil e apresenta alto potencial em atravessar a membrana alveolar. Os sais e a forma primária de apresentação do mercúrio são os principais contaminantes ocupacionais enquanto que os compostos orgânicos, especialmente o metil mercúrio é o predominante na contaminação do meio ambiente⁹.

Na inalação da forma vapor, o metal atinge o sangue e terá meia vida de 2-4 dias. Após este período é eliminado em aproximadamente 90% pela urina e fezes. Segue-se uma segunda fase de eliminação com meia vida de 15-30 dias. Durante a permanência no sangue ocorre o acúmulo no sistema nervoso central por ser lipossolúvel, causando danos irreversíveis neste órgão¹⁰.

Já no cérebro o mercúrio sofre oxidação transformando-se em um cátion divalente perdendo assim a lipossolubilidade. Com esta reação a meia vida do metal no sistema nervoso central aumenta para um ano¹¹.

Amálgama dentário

O amálgama é uma liga composta de vários metais como Ag, Sn, Hg e outros, onde o mercúrio, que corresponde a cerca de 43% da composição, está em estado líquido¹².

É um material bastante utilizado na prática profissional na atualidade. Durante o preparo do amálgama para uma restauração, a sobra é estimada em 30%. Em média utiliza-se 2 gramas de amálgama por procedimento. De acordo com a porcentagem de sobra do material pode-se chegar a aproximadamente 18 gramas de resíduo a cada 30 restaurações realizadas¹³. Há o risco potencial de se aumentar os níveis sistêmicos de mercúrio em função da manipulação do amálgama dentário¹⁴.

Os profissionais que manipulam amálgama e os demais membros das equipes de saúde bucal correm grande risco de exposição ao mercúrio quer seja por manipulação, derrame de gotas do metal, amalgamadoras com vazamento e falhas de sucção durante a remoção de restaurações antigas¹⁵.

Já existem esforços para a aquisição pelos cirurgiões-dentistas de equipamentos específicos para separar resíduos de amálgama a fim de que não se dispersem em tubulações ou filtros sucores nos consultórios¹⁶.

Existem outras operações além da mineração e manipulação do amálgama dentário que podem envolver mercúrio e levar trabalhadores a riscos de exposição tais como manuseio de termômetros, barômetros, conservantes, tecnologias de transferência de calor, pigmentos, catalisadores e outros¹⁷.

Métodos

Foi realizada uma inspeção do ar em locais específicos com a finalidade de medir o teor de vapor de mercúrio através de um aparelho analisador Zeeman quantitativo avançado de mercúrio da marca Lumex modelo RA-915+ (Figura 1). A escolha dos locais inspecionados foi feita de forma aleatória, tomando-se como condição a de serem locais onde se realizam atividades com restaurações de amálgama. Áreas onde não se realizam atividades com amálgama serviram como efeito comparativo e checagem de leitura.



Figura 1. Apresentação física do analisador Zeeman quantitativo que converte em dados a presença de mercúrio em amostras de diversas formas físicas, líquidas, sólidas ou gasosas

O analisador utilizado possui sensibilidade elevada multifacetada original para a monitoração ambiental e para a detecção real do tempo do vapor de mercúrio nos seguintes locais: ar, água, pilhas, óleo e condensantes sólidos, sedimentos, gêneros alimentícios e outros. Possui potencialidade original de executar medidas diretas rápidas e precisas. O processamento se dá através da foto-detecção de radiação e posterior conversão analógico-digital dos sinais elétricos em dados.

Características do modelo RA-915+

- Detecção direta de mercúrio sem a sua acumulação preliminar sobre um adsorvente de ouro.
- Limite de detecção extremamente baixo de mercúrio e alta seletividade.
- Operação de campo de uma bateria interna para detecção de mercúrio no ar atmosférico e gases industriais.
- Totalmente automatizado modo *stand-alone* autônoma de operação para o monitoramento contínuo do ambiente para a poluição por mercúrio.
- Limite de detecção ultrabaixo de mercúrio na água.
- Design aerodinâmico configurado para um tamanho pequeno e leve, única unidade portátil.
- Microprocessador embutido, *display* LC e interface de computador para a saída do relatório opcional personalizado e armazenamento em um computador *stand-alone*.
- Acessórios opcionais usando a técnica de vapor frio para dosagem de soluções de água e da pirólise com pós-combustão para análise de amostras sólidas de composição complexa.

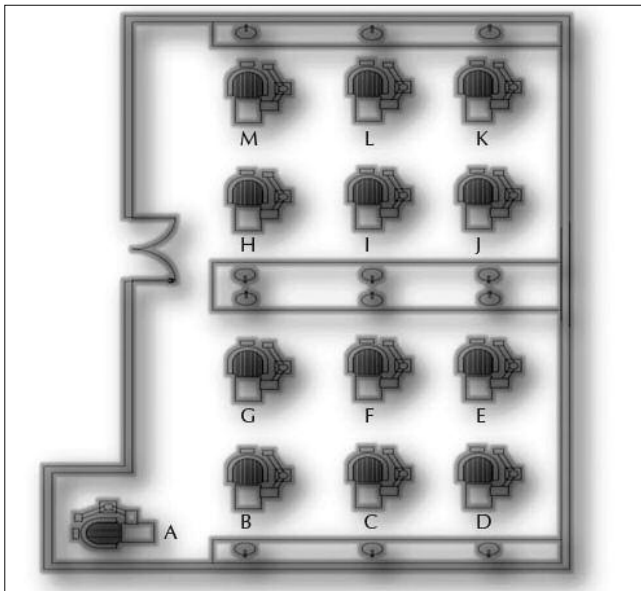


Figura 2. Apresentação da disposição das cadeiras de atendimento odontológico na Clínica da Faculdade São José. As cadeiras A, C, D, E, F, J, H foram as selecionadas para inspeção



Figura 3. Inspeção do manequim de prática de treino no Laboratório Multidisciplinar 104

- Com 2 ng/m³ hectogramas no ar ele tem uma seletividade elevada da análise, detecção contínua direta do mercúrio (sem concentração preliminar do mercúrio em um solvente), potencialidade da operação no campo usando uma bateria interna, medidas em linha, escala dinâmica larga das medidas diretas, entre outros.

- Por ser um sistema portátil tem sua otimização nos casos de exame da seleção da população, como análises biológicas (urina, sangue, cabelo e ar exalado), sendo utilizado em regiões de garimpo de ouro, ou seja, usado para os problemas de toxicologia, como monitoramento e para a segurança ocupacional.

Os locais de escolha foram nas dependências da Faculdade São José, especialmente na Clínica Odontológica onde se realizam restaurações com amálgama em pacientes. As cadeiras são dispostas na clínica segundo o esquema da Figura 2. Foi inspecionado também o Laboratório Multidisciplinar 104 onde se realizam restaurações com amálgama em manequins de resina (Figura 3) e em



Figura 4. Profissional do CETEM realizando a inspeção do ar do fim da tubulação de dejetos da cuspeira do equipo H

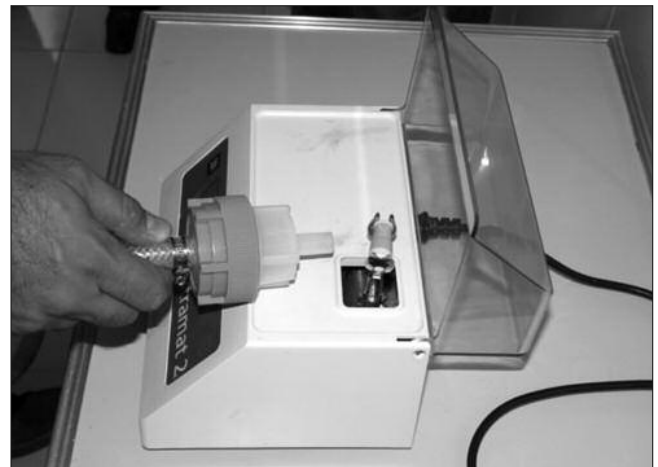


Figura 5. Inspeção do ar do amalgamador recém-acionado com cápsula de amálgama

ambientes onde não se manipula amálgama.

Na clínica, o Lumex foi ligado e assim detectou-se o teor de mercúrio no ambiente. Neste dia não haveria atendimento ao público.

Foi realizada a análise do ar do fim da tubulação que leva os dejetos da cuspeira ao esgoto (Figura 4), bem como a análise do ar do amalgamador (Figura 5), das cápsulas que contém a liga para a restauração e o ar/ambiente.

O segundo ambiente analisado foi um consultório onde a maioria das atividades diárias é cirurgia, porém em algumas vezes é usado para fazer restaurações de amálgama. Analisou-se então o fim da tubulação das cadeiras onde os pacientes são atendidos e o ar/ambiente.

O terceiro ambiente foi no exterior da clínica e longe de qualquer lugar onde se usa amálgama. Neste local analisou-se o ar/ambiente.

Resultados

Na Clínica Odontológica:

- Ar/ambiente: 257 ngHg/m³
- Ar do amalgamador: 330 ngHg/m³
- Ar no fim da tubulação onde é despejado todo o rejeito da cuspeira (Tabela 1):

Tabela 1. Índices de contaminação por vapor mercúrio

| Cadeiras | C ngHg/m ³ |
|----------|----------------------------|
| A | 8.000 ngHg/m ³ |
| C | 25.630 ngHg/m ³ |
| D | 3.300 ngHg/m ³ |
| E | 25.100 ngHg/m ³ |
| F | 25.000 ngHg/m ³ |
| J | 4.400 ngHg/m ³ |
| H | 26.140 ngHg/m ³ |

No Laboratório Multidisciplinar 104:

– Ar/ambiente: 47 ngHg/m³

– Manequim para prática: 211 ngHg/m³

Em qualquer espaço onde não se manipula amálgama:

– Ar/ambiente: 0 ngHg/m³

Discussão

Estudos realizados em áreas de garimpo demonstram que a exposição acentuada ao metal diminui a qualidade de vida da atividade social e econômica dos trabalhadores expostos ao mercúrio em diversos processos das suas atividades, bem como através da dieta rica em pescado contaminado⁶. O risco pode ser alto de intoxicação podendo causar doenças neurológicas irreversíveis¹⁰.

O problema da contaminação por mercúrio torna-se potencialmente grave devido à sua forma de vapor ser inodoro e incolor⁴ e a exposição de indivíduos às suas formas físico-químicas é considerado pela *World Health Organization* (WHO) um grave problema de saúde pública³.

Na Odontologia este risco ocorre no manuseio do amálgama dentário¹⁴ e portanto há a necessidade de aperfeiçoamento de sistemas eficazes de controle, contenção e processamento de resíduos de amálgama, bem como o tratamento do ar durante os processos de remoção de restaurações¹⁶.

As evidências de inúmeras enfermidades graves irreversíveis decorrentes da absorção do mercúrio^{3,6,10} conferem ao manuseio do amálgama uma atividade de alta periculosidade para saúde dos indivíduos e para o meio ambiente. Visto ser este material ainda amplamente utilizado no Brasil, muitas Faculdades de Odontologia incluem em seus conteúdos de programas de disciplinas o conhecimento e as habilidades requeridas pelo uso do amálgama como opção de material restaurador. Em função do número elevado de procedimentos restauradores com amálgama nestes locais específicos, há um problema decorrente que é a alta geração de resíduos¹³. Estes resíduos em alta quantidade conferem ao ambiente um potencial de insalubridade iminente devido ao risco de emissão de vapores de mercúrio⁸.

Os dados deste trabalho identificam a contaminação do ar nas tubulações das cadeiras odontológicas da Clínica da Faculdade São José, sinalizando a presença indevida de resíduos de amálgama nestes locais. Nas cadeiras C, E, F e H as leituras foram as maiores dentre as selecionadas para inspeção (Tabela 1). A identificação de resíduos de amálgama ocorreu também no Laboratório Multidisciplinar 104 através do resultado quantitativo do ar daquele ambiente. De acordo com esses dados, muito

além da eliminação dos resíduos das tubulações, de uma aplicação mais eficiente das normas para manuseio do amálgama dentário ou mesmo da pesquisa de novos materiais, identificou-se a necessidade de aprofundar, no âmbito da formação acadêmica, a importância destas ações locais no contexto mais amplo da saúde pública.

Conclusões

As tubulações das cadeiras C, E, F e H, dentre os selecionados para inspeção, foram as que apresentaram os maiores índices de contaminação por vapor mercúrio, podendo indicar que concentraram naquele período uma maior frequência das atividades de restaurações com amálgama realizadas pelos alunos. A cadeira H dentre as selecionadas foi a que apresentou a maior leitura quantitativa da presença do vapor do metal.

Os teores de contaminação das tubulações das cadeiras indicam que as medidas de descarte de resíduos de amálgama não estão sendo realizadas adequadamente.

A monitoração com medidores portáteis de vapores de mercúrio representa uma opção viável por ser de fácil execução. O manuseio é simples e leitura rápida. Sendo assim podem ser extremamente úteis nas inspeções de locais e principalmente nas situações de acidentes.

Este procedimento de monitoração pode ser adotado como rotina, internamente pelas clínicas odontológicas e empresas que utilizem o mercúrio em seus processamentos.

Adequações físicas e protocolos rígidos no manuseio do amálgama dentário devem ser adotados a fim de evitar riscos severos à saúde dos profissionais, equipes auxiliares e pacientes.

Agradecimentos

Ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Referências

1. Mascarelli A. Environment: toxic effects. *Nature*. 2012;483 (7389): 363-5. DOI: 10.1038/nj7389-363a.
2. Bastos WR, Lacerda LD. A contaminação por mercúrio na bacia do rio Madeira: uma breve revisão. *Geochim Brasil*. 2004;18(2):99-114.
3. World Health Organization – WHO. Preventing disease through healthy environments. Exposure to mercury: a major public health concern [acesso 11 mar 2012]. Disponível em: <http://www.who.int/ipcs/features/mercury.pdf>
4. Anusavice KJ. *Philips: materiais dentários*. 11.ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
5. Yallouz AV. Método alternativo de determinação de mercúrio em amostras ambientais: uma ferramenta na prevenção de intoxicação por peixe contaminado. *Cad Saúde Coletiva*. 2005;13(4):855-68.
6. Castilhos ZC, Lima CA. Mercury as an environmental problem: human health risk and aquatic ecosystems contamination assessment. In: Villas Bôas RC, Beinhoff C, Silva AR, editors. *Mercury in the Tapajós Basin*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED; 2001.
7. Graydon JA, St Louis VL, Lindberg SE, Sandilands KA, Rudd JWM, Kelly CA et al. The role of terrestrial vegetation in atmospheric Hg deposition: pools and fluxes of spike and ambient Hg from the METAALICUS experiment. *Global Biogeochem Cycles*. 2012;26: GB1022. DOI:10.1029/2011GB004031.

8. Faria MAM. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. Rev Saúde Pública. 2003;37(1):116-27. DOI:10.1590/S0034-89102003000100017.
9. Rodrigues E, Lavorato LMO, Novais RCD, Bussmann LZ, Mendes ME, Sumita NM. O laboratório clínico livre de mercúrio. J Bras Patol Med Lab. 2011;47(3):211-6.
10. Mahaffey KR. Mercury exposure: medical and public health issues. Trans Am Clin Climatol Assoc. 2005 [acesso 11 mar 2012]; 116:127-54. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1473138/?tool=pubmed>
11. Jesus LF, Marinha MS, Moreira FR. Amálgama dentário: fonte de contaminação por mercúrio para a Odontologia e para o meio ambiente. Cad Saúde Coletiva. 2010;18(4):509-15.
12. Craig RG, Powers JM. Materiais dentários restauradores. 11.ed. São Paulo: Santos; 2004.
13. Pécora JD. Guia prático sobre resíduos de amálgama odontológico [acesso 11 mar 2012]. Disponível em: http://www.forp.usp.br/restauradora/lagro/guia_pratico.html
14. Oliveira MT, Constantino HV. Avaliação dos níveis de mercúrio após exposição ocupacional ao amálgama dentário. Parte II. Avaliação longitudinal. Rev Bras Odontol. 2010;67(2):260-4.
15. Grigoletto JC, Oliveira AS, Muñoz SIS, Alberguini LBA, Takayanagi AMM. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em Odontologia: uma revisão bibliográfica. Ciênc Saúde Coletiva. 2010;13(2):533-42.
16. McNamus KR, Fan PL. Purchasing, installing and operating dental amalgam separators: practical issues J Am Dent Assoc. 2003; 134(8):1054-65.
17. United States. Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration [acesso 23 fev 2012]. Disponível em: <http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/mercuryvapor/recognition.html>

Endereço para correspondência:

Riva Marques Campos
Rua São Górdio, 44 apto.104 – Guadalupe
Rio de Janeiro-RJ, CEP 21660-230
Brasil

E-mail: riosjaneiro@hotmail.com

Recebido em 29 de abril de 2012
Aceito em 18 de julho de 2012