

JBES

Jornal Brasileiro de Economia da Saúde

Brazilian Journal of Health Economics

MARÇO 2010, VOLUME 2, NÚMERO 1 | MARCH 2010, VOLUME 2, NUMBER 1



Avaliação econômica do impacto da poluição do ar na saúde da população da cidade de São Paulo

*Economic evaluation of the impact of air pollution in the
health of the population of the city of São Paulo*

Pepe C, Teich V

A exposição ocupacional ao chumbo e os riscos à saúde do trabalhador

Lead occupational exposure and health risks to workers

Clark LGO, Oliveira HG e Clark OAC

Risco Ocupacional sob a Exposição a aerossóis e substâncias químicas em trabalhadores do setor de estética: Uma revisão da literatura

*Under the Occupational Risk Exposure to aerosols and
chemicals sector workers in Spa: A review of the literature*

Behring LP

Risco ambiental nas grandes metrópoles brasileiras

Environmental risk in Brazilian big cities

Clark OAC, Clark LGO

Risco de exposição ocupacional e doenças respiratórias no Brasil

Occupational exposure and respiratory diseases in Brazil

Salluh JIF

Os riscos do ozônio ambiental

The environmental risks of ozone

Bahia L

Poluição ambiental e doença cardiovascular na cidade de São Paulo

Air pollution and cardiovascular disease in São Paulo

Rey HCV



JBES

Jornal Brasileiro de Economia da Saúde

Brazilian Journal of Health Economics

MARÇO 2010, VOLUME 2, NÚMERO 1 | MARCH 2010, VOLUME 2, NUMBER 1

EDITOR (*Editor*)**Denizar Vianna Araújo**

Associate Professor, Internal Medicine, State University of Rio de Janeiro (UERJ)

CONSELHO EDITORIAL (*Editorial board*)**Alexandre Lemgruber**

Office of Economic Evaluation of Health Technologies, Head, ANVISA

Áquilas Mendes

President of the Brazilian Association of Health Economics (ABRES). Associate Professor, School of Economic Science, PUC/São Paulo and FAAP/ São Paulo

Augusto Guerra

Head of Pharmaceutical Assistance, Health State Secretary, Minas Gerais

Bernardo Rangel Tura

Researcher, Clinical Epidemiology Department, National Institute of Cardiology, Health Ministry

Carisi Anne Polanczyk

Associate Professor of Medicine, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS)

Cid Vianna

Director and Associate Professor, Institute of Social Medicine, State University of Rio de Janeiro (UERJ)

Eliézer Silva

Professor, Post Graduation Program of Anesthesiology, University of São Paulo (USP)

Fabiola Sulpino Vieira

Head of Projects and Programs, Health Economics and Development Department, MoH, Brazil

Francisco Acurcio

Associate Professor of Medicine, Federal University of Minas Gerais (UFMG)

Giacomo Balbinotto Neto

Associate Professor, School of Economic Science, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS)

Helena Cramer

Researcher, Clinical Epidemiology Department, National Institute of Cardiology, Health Ministry

Isabela S. Santos

Head of Department, Health Technology Assessment, National Agency of Private Health Insurance/MoH, Brazil

Luciana Bahia

Coordinator of Pharmacoeconomics Department, Brazilian Society of Diabetes

Marcos Bosi Ferraz

Professor and Director, São Paulo Center for Health Economics, Federal University of São Paulo (UNIFESP)

Maria Cristina**Sanches Amorim**
Full Professor, Economic Department, Pontifícia Universidade Católica - São Paulo**Mauricio Vianna**

Former Head of Department, Health Technology Assessment, MoH, Brazil

Nelson Teich

Health Economic Specialist, European School of Health Economics and University of York

Otávio Berwanger

Director, Institute of Research and Education, Hospital do Coração - São Paulo

Rosângela Caetano

Associate Professor of Institute of Social Medicine of the State University of Rio de Janeiro (UERJ)

Stephen Doral Stefani

Medical Oncologist of the Instituto do Câncer Mãe de Deus, Porto Alegre, RS. Professor of Fundação UNIMED. President elected of Brazilian Chapter of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research (ISPOR)

CONSELHO EDITORIAL INTERNACIONAL (*International Editorial Board*)**Bengt Jönsson**

Full Professor - Stockholm School of Economics

Federico Augustovski

Director, Health Economic Evaluation and Technology Assessment, Institute for Clinical Effectiveness & Health Policy (IECS)

Gisela Kobelt

MSc. University of Strasbourg. PhD Health Economics at Karolinska Institute in Stockholm

Lou Garrison

Professor, Pharmaceutical Outcomes Research & Policy Program. Department of Pharmacy, University of Washington

Stuart Peacock

Co-Director, National Centre for Health Economics, Services, Policy and Ethics. Senior Scientist, British Columbia Cancer Agency. Associate Professor, University of British Columbia

Suzanne Jacob Serruya

Consultant of Latin America for Perinatology/Women and Reproductive Health - Pan America Health Organization (PAHO)

Uwe Siebert

Professor of Public Health (UMIT). Associate Professor of Radiology (Harvard University). Chair, Dept. of Public Health, Medical Decision Making and Health Technology Assessment. UMIT - University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology



NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Informações gerais

1. O Jornal Brasileiro de Economia da Saúde (**J Bras Econ Saúde**) é uma publicação com a chancela acadêmica do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (JBES – www.doctorpress.com.br) para conteúdos científicos, com periodicidade trimestral. É dirigido a pesquisadores e formuladores de políticas de saúde, gestores e avaliadores do processo de incorporação de tecnologias em saúde. São aceitos para avaliação: estudos de custo da doença, análise econômica em saúde, análise de impacto orçamentário, estudo observacional, ensaio farmacoeconômico, inquérito epidemiológico, inovação metodológica e revisão da literatura, sob a forma de artigos originais, artigos de revisão, artigos de atualização e editoriais (conforme detalhamento a seguir). Os artigos podem ser submetidos nos idiomas português, espanhol ou inglês. Autores interessados em traduzir seu artigo para inglês podem solicitar um orçamento de tradução ao J Bras Econ Saúde.

2. Artigos submetidos ao **J Bras Econ Saúde** devem ser inéditos, isto é, não devem ter sido publicados nem submetidos para análise por outras revistas, no todo ou parcialmente. Em casos de figuras já publicadas, autorização deve ser obtida e a fonte deve ser citada. Uma vez publicados, os artigos passam a ser de propriedade da JBES.

3. As Instruções para Autores do **J Bras Econ Saúde** incorporam as recomendações dos *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals*. A versão completa do texto está disponível em www.icmje.org. Manuscritos que estiverem em desacordo com as instruções aqui apresentadas serão devolvidos para a incorporação de ajustes antes da avaliação pelo Conselho Editorial.

4. Todo artigo publicado no **J Bras Econ Saúde** passa pelo processo de revisão por especialistas (*peer review*). Os artigos submetidos são primeiramente encaminhados aos editores para uma avaliação inicial quanto ao escopo do trabalho e às exigências editoriais do Jornal. Se a avaliação é positiva, o artigo é enviado a dois revisores especialistas na área pertinente. Todo o processo é anônimo, ou seja, os revisores são cegos quanto à identidade dos autores e seu local de origem e vice-versa. Após a avaliação do artigo pelos revisores, os artigos podem ser aceitos sem modificações, recusados ou devolvidos aos autores com sugestões de modificações, sendo que cada artigo pode retornar várias vezes aos autores para esclarecimentos e modificações, sem que isso implique necessariamente a aceitação futura do trabalho.

5. O número de autores de cada manuscrito fica limitado a seis. O conceito de co-autoria implica contribuição substancial na concepção e planejamento do trabalho, análise e interpretação dos dados e redação ou revisão crítica do texto. Contribuições significativas feitas ao estudo, mas que não se enquadram nesses critérios, podem ser citadas na seção de agradecimentos.

6. Artigos de pesquisas clínicas (*clinical trials*) devem ser registrados em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde e pelo International Committee of Medical Journal Editors (por exemplo, www.actr.org.au, www.clinicaltrials.gov, www.ISRCTN.org, www.umin.ac.jp/ctr/index/htm e www.trialregister.nl). O número de identificação do estudo deverá ser apresentado ao final do resumo.

7. Para textos que forem aceitos para publicação, uma declaração, assinada por todos os autores deverá ser enviada à revista, contendo as seguintes informações: a) o manuscrito é original; b) o manuscrito não foi publicado nem submetido à outra revista, nem o será se vier a ser publicado no **J Bras Econ Saúde**; c) todos os autores participaram ativamente na elaboração do estudo e aprovaram a versão final do texto; d) situações de potencial conflito de interesse (financeiro ou de outra natureza) estão sendo informadas; e) foi obtida aprovação do estudo pelo comitê de ética da instituição à qual o trabalho está vinculado (para artigos que relatam dados de pesquisa experimental; f) foi obtido consentimento informado dos pacientes incluídos no estudo (quando aplicável). As informações sobre a aprovação do estudo por comitê de ética e a obtenção de consentimento informado também devem constar na seção Métodos do artigo.

8. Antes da publicação dos artigos aceitos, os autores correspondentes receberão, via e-mail, em arquivo PDF, o artigo editorado para aprovação. Nessa fase, as correções devem limitar-se a erros tipográficos, sem alteração do conteúdo do estudo. Os autores deverão devolver as provas aprovadas via e-mail ou fax até 48 horas após o recebimento da mensagem.

Tipos de artigos publicados

Artigos originais. Trabalhos resultantes de pesquisa científica que apresentam dados originais sobre Economia da Saúde e incluem análise estatística descritiva e/ou inferências de dados próprios. Esses artigos têm prioridade para publicação. Devem ser compostos de: página de rosto, resumo e palavras-chave, **abstract e keywords**, texto (dividido nas seções Introdução, Métodos, Resultados, Discussão ou equivalentes, Conclusões), agradecimentos (se aplicável), lista de referências (máximo de 40), tabelas (se houver), legendas de figuras (se houver) e figuras (se houver).

Artigos de revisão. Trabalhos que têm por objetivo resumir, analisar, avaliar ou sintetizar trabalhos de investigação já publicados em revistas científicas. Devem incluir síntese e análise crítica da literatura levantada e não ser confundidos com artigos de atualização. Devem ser compostos de: página de rosto, resumo e palavras-chave, **abstract e keywords**, texto, lista de referências, tabelas (se houver), legendas de figuras (se houver) e figuras (se houver).

Artigos de atualização ou opinião. Trabalhos que relatam informações geralmente atuais sobre tema de interesse para determinadas especialidades (por exemplo, uma nova técnica de modelagem ou método). Têm características distintas de um artigo de revisão, visto que não apresentam análise crítica da literatura. Devem ser compostos de: página de rosto, resumo e palavras-chave, **abstract e keywords**, texto, lista de referências, tabelas (se houver), legendas de figuras (se houver) e figuras (se houver).

Cartas ao leitor. Cartas ao editor comentando, discutindo ou criticando os artigos publicados no **J Bras Econ Saúde** serão bem recebidas e publicadas desde que aceitas pelo Conselho Editorial. Devem ser compostas de: título, nome do autor, identificação da publicação que está sendo comentada e lista de referências (se houver). Recomenda-se um máximo de 500 palavras, incluindo referências. Sempre que possível, uma resposta dos autores será publicada juntamente com a carta.

Preparação dos originais

Utilize preferencialmente o processador de texto Microsoft Word®. Os trabalhos devem ser digitados em fonte Times New Roman tamanho 12, espaço simples, alinhados à esquerda, iniciando cada seção em página nova, na seguinte ordem: página de rosto, resumo e palavras-chave, abstract e keywords, texto, agradecimentos, lista de referências, tabelas, legendas de figuras e figuras. Todas as páginas devem ser numeradas.

Síglas devem ser definidas por extenso na primeira ocorrência no texto; após a primeira ocorrência, somente a sigla deverá ser utilizada. No resumo, o uso de síglas deve ser evitado.

Substâncias devem ser apresentadas utilizando seu nome genérico. Se relevante, o nome comercial da substância e o fabricante podem ser informados entre parênteses.

A apresentação de unidades de medida deve seguir o sistema internacional (SI).

Genes de animais devem ser apresentados em itálico com inicial maiúscula (exemplo: *Sox2*); genes de seres humanos também devem ser apresentados em itálico, porém com todas as letras maiúsculas (exemplo: *SOX2*). Proteínas devem seguir o mesmo padrão de maiúsculas/minúsculas, porém sem itálico.

Página de rosto

A página de rosto deve conter:

- Título conciso e explicativo, representando o conteúdo do trabalho, em português e inglês
- Título resumido (máximo de 40 caracteres)
- Nomes dos autores
- Afiliação dos autores, indicando departamento/unidade, instituição e região geográfica
- Nome da instituição onde o trabalho foi executado
- Informações sobre auxílios recebidos sob a forma de financiamento, equipamentos ou medicamentos
- Congressos onde o estudo foi apresentado
- Nome, endereço, telefone, fax e e-mail do autor correspondente

Resumo e abstract

Todos os trabalhos devem apresentar um resumo em português e um **abstract** em inglês. Trabalhos escritos em espanhol devem apresentar, além do resumo no idioma original, também um resumo em português e um **abstract** em inglês. O conteúdo dos textos deve ser idêntico, e não deve ultrapassar 250 palavras. Para artigos originais, o resumo deve ser estruturado como segue: Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões. Para relatos de caso, artigos de revisão e artigos de atualização, o resumo não deve ser estruturado. Deve-se evitar o uso de abreviações no resumo, e não devem ser citadas referências.

Logo após o resumo/**abstract/resumen**, deverão ser apresentadas de três a seis palavras-chave que sejam integrantes da lista de Descritores em Ciências da Saúde (<http://decs.bvs.br>).

Agradecimentos

Esta seção é dedicada a reconhecer o trabalho de pessoas que tenham colaborado intelectualmente, mas cuja contribuição não justifica co-autoria, ou de pessoas ou instituições que tenham dado apoio material.

Referências bibliográficas

No texto, as citações serão identificadas entre parênteses, pelo sobrenome do autor seguido do ano de publicação. Exemplos: um autor (Steptoe, 1978), dois autores (Edwards & Steptoe, 1980), mais de dois autores (Van Steirteghem *et al.*, 1988).

A lista de referências deve ser apresentada em ordem alfabética (último sobrenome de cada autor seguido das duas primeiras iniciais), e não deve ser numerada. Trabalhos do mesmo autor devem ser ordenados cronologicamente; trabalhos de mesmo autor e ano devem ser identificados com letras após o ano (2000a, 2000b, etc.). A apresentação das referências seguirá os modelos propostos nos *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals* (ver exemplos a seguir). Todas as referências citadas na lista devem ser mencionadas no texto e vice-versa.

1. Artigo de periódico: Edwards RG, Steptoe PC, Purdy JM. Establishing full-term human pregnancies using cleaving embryos grown in vitro. *Br J Obstet Gynaecol*. 1980;87:737-56.

2. Livro: Wolf DP, Quigley MM, eds. Human in vitro fertilization and embryo transfer. New York: Plenum Press; 1984.

3. Capítulo de livro: Simpson JL. Gonadal dysgenesis and sex abnormalities: phenotypic-karyotypic correlations. In: Vallet HL, Porter IH, eds. Genetic mechanisms of sexual development. New York: Academic Press; 1979. p. 365-77.

4. Artigo de revista eletrônica: Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs [revista eletrônica]*. 2002 Jun [citado 2002 ago 12];102(6):[aproximadamente 3 p.]. Disponível em: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>.

5. Artigo publicado na Internet: Wantland DJ, Portillo CJ, Holzemer WL, Slaughter R, McGhee EM. The effectiveness of web-based vs. non-web-based interventions: a meta-analysis of behavioral change outcomes. *J Med Internet Res*. 2004;6(4):e40. Disponível em: <http://www.jmir.org/2004/4/e40/>. Acessado: 29/11/2004.

6. Site: OncoLink [site na Internet]. Philadelphia: University of Pennsylvania; c1994-2006. [atualizado 2004 set 24; citado 2006 mar 14]. Disponível em: <http://cancer.med.upenn.edu/>.

7. Software: Smallwaters Corporation. Analysis of moment structures: AMOS [software]. Version 5.0.1. Chicago: Smallwaters; 2003.

Tabelas e figuras

Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, etc.) devem ser numeradas em algarismos arábicos conforme a ordem de aparecimento no texto e devem ter legendas individuais, apresentadas ao final do trabalho. Cada tabela e figura deve ser submetida em folha separada.

Nas tabelas, deverão ser utilizadas apenas linhas horizontais, e cada dado deverá constar em uma célula independente. Explicações sobre itens das tabelas devem ser apresentadas em notas de rodapé identificadas pelos seguintes símbolos, nesta sequência: *, †, ‡, §, ||, ¶, **, ††, ‡‡.

Figuras em geral (gráficos, fotografias, etc.) serão publicadas em preto e branco. Despesas com a eventual reprodução de fotografias em cor serão de responsabilidade do autor.

Figuras podem ser submetidas eletronicamente, nas extensões .jpg, .gif ou .tif, com resolução mínima de 300 dpi (para possibilitar uma impressão nítida), ou por correio (ver instruções de envio mais adiante). Todas as figuras enviadas pelo correio devem ser identificadas no verso com o uso de etiqueta colante contendo o nome do primeiro autor, o número da figura e uma seta indicando o lado para cima.

Fotografias escaneadas não serão aceitas; fotografias em papel devem ser encaminhadas pelo correio. Fotografias de pacientes não devem permitir sua identificação.

Gráficos devem ser apresentados somente em duas dimensões.

Figuras já publicadas e incluídas em artigos submetidos devem indicar a fonte original na legenda e devem ser acompanhadas por uma carta de permissão do detentor dos direitos (editora ou revista).

Envio/submissão de artigos

Os artigos devem ser submetidos preferencialmente por e-mail (jbjes@doctorpress.com.br). Texto e figuras devem ser enviadas como um anexo à mensagem. Figuras (exclusivamente gráficos e fotografias digitais) podem ser enviadas nas extensões .jpg, .gif ou .tif, com resolução mínima de 300 dpi e tamanho máximo total (do conjunto de figuras) de 3 MB.

SUMÁRIO SUMMARY

EDITORIAL | EDITORIAL

- 1 “Medicina é uma ciência da incerteza e uma arte da probabilidade”
Conselho Editorial do Jornal Brasileiro de Economia da Saúde

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

- 2 Avaliação econômica do impacto da poluição do ar na
saúde da população da cidade de São Paulo
Economic evaluation of the impact of air pollution in the
health of the population of the city of São Paulo
Pepe C, Teich V

ARTIGO DE REVISÃO | REVIEW ARTICLE

- 8 A exposição ocupacional ao chumbo e os riscos à saúde do trabalhador
Lead occupational exposure and health risks to workers
Clark LGO, Oliveira HG, Clark OAC
- 15 Risco ocupacional sob a exposição a aerossóis e substâncias químicas
em trabalhadores do setor de estética: uma revisão da literatura
Under the occupational risk exposure to aerosols and chemicals
sector workers in Spa: a review of the literature
Behring LP
- 22 Risco ambiental nas grandes metrópoles brasileiras
Environmental risk in Brazilian big cities
Clark OAC, Clark LGO
- 29 Risco de exposição ocupacional e doenças respiratórias no Brasil
Occupational exposure and respiratory diseases in Brazil
Salluh JIF
- 33 Os riscos do ozônio ambiental
The environmental risks of ozone
Bahia L
- 37 Poluição ambiental e doença cardiovascular na cidade de São Paulo
Air pollution and cardiovascular disease in São Paulo
Rey HCV

41 Cost-effectiveness model of using zoledronic acid once a year versus current treatment strategies in postmenopausal osteoporosis

Fardellone P, Cortet B, Legrand E, Bresse X, Bisot-Locard S, Vigneron AM, Beresniak A
Comentado por: Fernandes RA

43 NOTÍCIAS | NEWS

44 EVENTOS | EVENTS



doctorpress.

Doctor Press Editora Científica
www.doctorpress.com.br

Publisher: Osmar A. Silva
Revisão: Sonia García
Editor de arte: Maurício Domingues
Editores: Andrea T. H. Furushima
Impressão: Ativaonline Editora e Serviços Gráficos Ltda.
Periodicidade: Trimestral

Assinatura anual local: R\$ 120,00. Em até 3 parcelas de R\$ 40,00
Assinatura anual internacional: US\$ 100,00
Annual local subscription: R\$ 120,00
Annual international subscription: US\$ 100,00

O Jornal Brasileiro de Economia da Saúde (JBES) é uma publicação periódica independente, trimestral e destina-se a disseminar o conhecimento científico nas áreas de economia da saúde e de avaliação de tecnologias em saúde (ATS). Nenhum artigo ou parte integrante de qualquer conteúdo publicado em suas páginas poderá ser reproduzido sem prévia autorização por escrito da Doctor Press Editora Científica. Os anúncios veiculados nesta edição são de exclusiva responsabilidade dos anunciantes, assim como os conceitos emitidos em artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores, não refletindo necessariamente a opinião do JBES e da Doctor Press Editora Científica.

The Brazilian Journal of Health Economics (BJHE) is an independent quarterly periodic and aims to disseminate scientific knowledge among Health Economics and Health Technology Assessment (HTA) fields. No one article or part of any content published in its pages can be reproduced without the editor's prior authorization.

All the information on this edition about the announced products is under the entire responsibility of the advertisers, as well as concepts within signed articles are under exclusive responsibility of their authors, and do not necessarily express JBES and Doctor Press Editora Científica's opinion.

“Medicina é uma ciência da incerteza e uma arte da probabilidade”

Sir. William Osler

O conselho editorial do Jornal Brasileiro de Economia da Saúde tem o prazer de apresentar a edição especial dedicada ao tema “Risco Ambiental à Saúde”.

A degradação ambiental em escala global que a mídia nos revela é o resultado de um consumo descuidado e excessivo dos recursos naturais.

As mudanças no meio ambiente ocorridas no século XX têm despertado o interesse de pesquisadores e formuladores de políticas para melhor compreensão das consequências na saúde humana.

Todas as estimativas estão centradas na mensuração do risco que poluentes e ambientes insalubres, inclusive de trabalho, exerce sobre a população. Risco é uma palavra que se refere ao futuro. Quando não se sabe ao certo o que acontecerá, mas há informação sobre probabilidades, isso é risco.

O principal problema da estimativa de risco é que a informação em que se baseiam geralmente é imprecisa. Como as decisões não podem esperar, as lacunas de informações devem ser preenchidas por inferências, que não devem ser avaliadas da mesma forma que os fatos.

Além da estimativa de risco, a avaliação econômica é importante para orientar a formulação de política de saúde, na esfera da poluição ambiental e ocupacional. A comparação entre os custos da prevenção à exposição ocupacional e à poluição ambiental *versus* os benefícios de se evitar os danos à saúde da população, só é possível se o prejuízo for expresso em termos econômicos.

Os economistas que elaboram análises de custo-benefício abordam os projetos com a seguinte questão: “Esta intervenção produzirá uma melhoria de Pareto?”. Uma melhoria de Pareto é uma mudança que melhorará pelo menos as condições de uma pessoa e não piorará as condições de outros, porém, como na maioria das avaliações este cenário não é possível, modifica-se para: “Esta intervenção produzirá uma possível melhoria de Pareto?”, no sentido de se questionar se é possível que os que ganham compensem os que perdem. A necessidade percebida de estimar em valores monetários o risco do dano à saúde surge da busca de melhorias de Pareto – medidas para melhorar o bem-estar coletivo (Adams, 2009).

Os autores convidados para esta edição apresentam diferentes abordagens sobre o tema, com foco nas consequências para as capitais brasileiras. Há estimativa econômica dos custos relacionados à poluição na cidade de São Paulo e análise crítica da literatura sobre o dano à saúde relacionado à poluição ambiental. Esta contribuição permitirá maior compreensão e estimativa da magnitude do problema.

Nosso objetivo com a publicação desta edição é estimular a pesquisa do risco populacional relacionado à poluição ambiental em nosso meio. O resultado de pesquisas locais é uma importante contribuição da academia para a formulação de políticas de saúde no Brasil.

**Conselho Editorial do
Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**

Avaliação econômica do impacto da poluição do ar na saúde da população da cidade de São Paulo

Impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo

Economic evaluation of the impact of air pollution in the health of the population of the city of São Paulo

Economic impact of air pollution in the city of São Paulo

Camila Pepe¹, Vanessa Teich²

Palavras-chave:

poluição do ar, mortalidade, morbidade, saúde, avaliação econômica

Keywords:

air pollution, mortality, morbidity, health, economic analysis

RESUMO

Objetivo: Avaliar o impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo, concentrando-se nos custos relacionados às hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares e à perda de produtividade por mortalidade precoce. **Métodos:** Os casos atribuíveis à poluição do ar foram estimados considerando o MP_{10} como poluente de referência. O modelo de cálculo aplicado considera: risco relativo associado a um aumento no MP_{10} , frequência do desfecho na população de interesse e nível de exposição à poluição. O impacto da variação do risco relativo foi avaliado por análise de sensibilidade. Foi adotada a perspectiva da sociedade, incluindo custos médicos diretos para o Sistema Único de Saúde (SUS) e custos indiretos para a sociedade. **Resultados:** O nível de MP_{10} mostrou ter impacto no número de mortes e hospitalizações por pneumonia em crianças < 5 anos e de hospitalizações por doença cardiovascular em idosos ≥ 65 anos. A redução do nível de MP_{10} na cidade em estudo pode gerar uma economia de até R\$ 5,8 milhões com redução de hospitalizações. Estimou-se uma perda de R\$ 42.371.578 e R\$ 306.782 com as mortes prematuras por pneumonia e DPOC, respectivamente. **Conclusões:** Medidas eficientes com o intuito de melhorar a qualidade do ar da cidade de São Paulo são fundamentais por ter potencial em reduzir o número de mortes e hospitalizações em crianças e idosos, além de representar uma economia para o SUS e sociedade.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the economic impact of air pollution in the city of São Paulo, concentrating in hospitalization costs related to respiratory and cardiovascular diseases and to productivity losses due to early mortality. **Methods:** The cases attributable to air pollution were estimated considering PM_{10} as reference pollutant. The applied calculation model considers: relative risk associated to an increase in PM_{10} , frequency of outcomes in the population of interest and level of exposure to air pollution. The impact of relative risks variation was evaluated through sensitivity analysis. A societal perspective was adopted, including direct medical costs for the Brazilian Unified Health System (SUS) and indirect costs for the society. **Results:** The level of PM_{10} showed impact on the number of deaths and hospitalizations due to pneumonia in children < 5 years and hospitalizations due to cardiovascular disease in people aged ≥ 65 years. Reductions in the level of PM_{10} in the city might lead to an economy of up to R\$ 5.8 million with hospitalization reductions. Estimated losses of R\$ 42,371,578 and R\$ 306,782 were associated to premature deaths due to pneumonia and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), respectively. **Conclusions:** Efficient measures with the aim of improving the air quality in the city of São Paulo are fundamental due to their potential impacts in reducing deaths and hospitalizations among children and the elderly, besides representing cost offsets for SUS and the society.

Recebido em 07/01/2010. Aprovado para publicação em 15/02/2010. Fontes de financiamento: Este estudo recebeu apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil. Conflitos de interesse: não há

1. Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil

2. Pesquisadora do Instituto Medinsight, Rio de Janeiro, Brasil.

Endereço para correspondência: Av. das Américas, 4.801/sala 235 - Barra da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP 22631-004 - e-mail: medinsight@medinsight.com

Introdução

Atualmente, doenças crônicas representam a principal causa de morbidade e mortalidade no Brasil (Menezes AM et al., 2005). De acordo com dados do DATASUS (SIH-DATASUS, 2009), as doenças do aparelho respiratório e circulatório representaram a segunda e terceira principais causas de hospitalizações no ano de 2009 no Brasil.

O desenvolvimento econômico traz benefícios em termos de aumento de renda e melhoria da qualidade de vida para a sociedade, porém os centros urbanos de países em desenvolvimento geralmente lidam com problemas de poluição do ar devido ao rápido crescimento dos meios de transporte, instalações industriais e do número de pessoas expostas (Bell ML et al., 2005). São Paulo é responsável por um sexto do Produto Interno Bruto brasileiro. A área metropolitana de São Paulo inclui mais de 10 milhões de residentes e tem cerca de um quarto dos carros, caminhões e ônibus do país (Bell ML et al., 2005).

Níveis elevados de poluição em São Paulo foram associados com desfechos de saúde adversos, como baixo peso ao nascimento (Gouveia et al., 2004), atendimentos de emergência a crianças e idosos (Lin et al., 1999; Martins et al., 2002), admissões hospitalares (Braga et al., 1999; Braga et al., 2001; Saldiva et al., 1994; Gouveia e Fletcher, 2000a), e mortalidade (Saldiva et al., 1995; Gouveia e Fletcher, 2000b; Botter et al., 2002; Gouveia et al., 2003; Martins et al., 2004), incluindo mortalidade infantil (Conceição et al., 2001).

O objetivo deste estudo foi a avaliação do impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo, concentrando-se nos custos relacionados às hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares e à perda de produtividade por mortalidade precoce. Foi adotada a perspectiva da sociedade, incluindo custos médicos diretos para o Sistema Único de Saúde e custos indiretos para a sociedade.

MÉTODOS

A metodologia aplicada nesta avaliação foi utilizada em outros estudos (Ostro et al., 1996; Kunzli N, 2000; Cifuentes L, 2001; Marcilio I, 2007) e consiste em estimar o número de casos de diferentes desfechos, atribuíveis à poluição do ar. Foram avaliados os desfechos de morbidade e mortalidade descritos na Tabela 1. Estes desfechos foram selecionados por estarem disponíveis na literatura, quantificações do impacto da poluição do ar sobre cada um deles para a realidade da cidade de São Paulo (Gouveia N, 2003) e por impactarem diretamente nos custos em saúde. Os custos associados aos desfechos de morbidade foram estimados como custos de hospitalização. Para mortalidade estimou-se o custo indireto associado à perda de produtividade em função da mortalidade precoce dos indivíduos.

Tabela 1. Desfechos de morbidade e mortalidade avaliados

Mortalidade	CID 10	≥ 65 anos	< 5 anos
Pneumonia	J10 - J18	Sim	Sim
DPOC	J40 - J47	Sim	Sim
AVC	I60 - I69	Sim	Não
TCA	I44 - I49	Sim	Não
Morbidade	CID 10	≥ 65 anos	< 5 anos
Pneumonia	J10 - J18	Sim	Sim
DPOC	J40 - J47	Sim	Não
DCV	I21; I44-I49	Sim	Não

Siglas: AVC: Acidente Vascular Cerebral/Doença Cerebrovascular; DCV: Doença Cardiovascular; DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica + Asma; TCA: Transtorno da Condução e Arritmias.

Para avaliar o impacto da poluição sobre os desfechos em saúde, diversos poluentes podem ser avaliados, como óxido nítrico (NO_2), monóxido de carbono (CO), material particulado inalável (MP_{10}), partículas suspensas totais (TSP) ou dióxido de enxofre (SO_2), por exemplo. Porém, o impacto de cada um destes poluentes não é independente dos demais e, assim, a avaliação do somatório dos impactos isolados levaria a uma superestimativa do impacto total da poluição sobre a saúde. Neste estudo, portanto, focamos em um único poluente para estimar os casos atribuíveis à poluição do ar. Recorreu-se ao indicador MP_{10} como poluente de referência, apropriado por mensurar diversas fontes de poluição externa, como queima de combustíveis fósseis (Wilson R, 1996).

O modelo de cálculo aplicado a cada desfecho de saúde para estimar o número de casos atribuíveis à poluição do ar por causas externas considera: o risco relativo associado a um determinado aumento na poluição do ar para cada desfecho, a frequência do desfecho na população de interesse e o nível de exposição à poluição, como representado na Figura 1.

As funções de exposição são geralmente log-lineares. Para pequenos riscos e por níveis de exposição restritos, funções

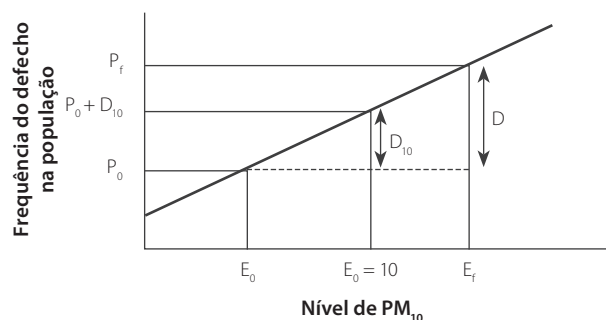


Figure 1. Função utilizada para cálculo do número de casos atribuíveis à poluição do ar

log-lineares e lineares levariam a resultados similares (Gouveia et al., 2003). Foi adotada para este estudo uma função linear para cálculo dos casos atribuíveis.

O nível médio de poluição, no entanto, deveria ser calculado em relação a um cenário de exposição de referência, de forma a representar o incremento no nível de poluição. O valor de 7,5 mg/m³ foi selecionado como referência (E₀), por representar o valor médio da categoria mínima utilizada para classificação dos níveis de exposição (5 a 10 mg/m³). Não há evidências sobre um valor limite inferior para níveis de poluição, porém não há publicações reportando exposições a MP₁₀ inferiores a 5-10 mg/m³ (Gouveia et al., 2003). O impacto de exposições abaixo de 7,5 mg/m³ foi, portanto, ignorado.

O risco relativo geralmente expressa um incremento de determinado efeito adverso para um aumento no nível de um poluente específico, em relação a um nível de desfechos de referência. O risco associado ao aumento de 10 mg/m³ de MP₁₀ para cada um dos desfechos analisados, e seu respectivo intervalo de confiança de 95%, foram obtidos do estudo de Gouveia et al., 2003. As frequências de mortalidade foram obtidas do Programa de Aperfeiçoamento das Informações de Mortalidade da Prefeitura do Município de São Paulo (SIM, 2007), que foram utilizadas para estimar o número de mortes no município no ano de 2009, e as frequências de hospitalizações foram obtidas do DATASUS (SIH-DATASUS, 2009). O nível médio de poluição por MP₁₀ na cidade de São Paulo foi estimado com base na média anual das mensurações de material particulado inalável de 2006 a 2008 para o município de São Paulo (Resolução 61/09, 2009).

Utilizando as funções de exposição, expressas como o risco relativo (RR) por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP₁₀, e a frequência de cada desfecho de saúde, foi calculado para cada desfecho o número atribuível de casos para um aumento de 10 mg/m³ de MP₁₀, como $D_{10} = (RR-1) \cdot P_0$, onde P_0 representa a frequência de desfechos obtida em um cenário hipotético de referência E_0 (média anual de MP₁₀ de 7,5 mg/m³). P_0 foi derivado a partir de média atual de cada um dos desfechos, dado o nível de exposição atual,

aplicando a fórmula: $P_0 = \frac{10 \cdot P_f}{[(RR-1) \cdot (E_f - E_0) + 10]}$, onde

P_f = número final de eventos observados no município de São Paulo; E_f = exposição final observada no município de São Paulo; e E_0 = exposição de referência.

O impacto da variação do risco relativo sobre cada desfecho em saúde foi avaliado por análise de sensibilidade, considerando o intervalo de confiança dos parâmetros (Gouveia et al., 2003). Considerando D_{10} para cada desfecho em saúde, a população total da cidade de São Paulo e os níveis médios de poluição por MP₁₀, podem ser calculados os casos atribuíveis à poluição do ar.

Os custos médicos diretos associados ao aumento da frequência de hospitalizações foram estimados com base no valor médio associado a cada Autorização de Internação Hospitalar (SIH-DATASUS, 2009) dos respectivos desfechos considerados para análise. Os custos indiretos foram estimados com base no rendimento médio nominal mensal das pessoas ocupadas na cidade de São Paulo no ano de 2009, obtido a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009).

RESULTADOS

O risco relativo (RR) e intervalo de confiança (IC) de 95% por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP₁₀ e a frequência de cada desfecho de saúde estão apresentados na Tabela 2, segmentados em crianças até 5 anos de idade e idosos com 65 anos ou mais.

Tabela 2. O risco relativo por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP₁₀ e a frequência de cada desfecho de saúde na cidade de São Paulo

Mortalidade	RR (IC)	Frequência (Pf)
Pneumonia < 5 anos	1,122 (0,972-1,294)	166
Pneumonia ≥ 65 anos	1,003 (0,995-1,011)	3.388
DPOC < 5 anos	1,011 (0,999-1,023)	10
DPOC ≥ 65 anos	1,022 (1,006-1,038)	1.920
AVC ≥ 65 anos	1,018 (0,991-1,046)	3.625
TCA ≥ 65 anos	1,004 (0,996-1,012)	287
Hospitalização	RR	Frequência (Pf)
Pneumonia < 5 anos	1,043 (1,028-1,058)	15.489
DPOC ≥ 65 anos	1,013 (1,003-1,023)	1.858
Pneumonia ≥ 65 anos	1,011 (1,005-1,016)	6.608
DCV ≥ 65 anos	1,071 (1,049-1,095)	4.934

Considerando o cenário hipotético de referência (E_0 = 7,5mg/m³) e o cenário atual (E_f = 38,5 mg/m³) de exposição a MP₁₀, a Tabela 3 mostra a frequência de mortalidade e hospitalização obtida no cenário de referência E_0 (P_0), o número de casos atribuíveis à poluição do ar para um aumento de 10 mg/m³ de MP₁₀ (D_{10}) e o número de casos atribuíveis à poluição do ar para uma variação ΔE ($E_f - E_0$) no MP₁₀ (D).

Observa-se também nesta tabela o percentual de mortes e hospitalizações que são atribuíveis a poluição do ar, sendo relevante a contribuição do MP₁₀ no aumento de mortes e hospitalizações por pneumonia em crianças menores de 5 anos e de hospitalizações por doença cardiovascular em idosos com 65 anos ou mais.

A Tabela 4 apresenta o melhor e pior cenário no que diz respeito ao número de mortes e hospitalizações atribuíveis à

Tabela 3. Número de mortes e hospitalizações (%) atribuíveis à poluição do ar para uma variação $\Delta E (E_f - E_o)$ no MP_{10} na cidade de São Paulo

Mortalidade	P_o	D_{10}	D (%)
Pneumonia < 5 anos	120	15	46 (27%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	3.357	10	31 (1%)
DPOC < 5 anos	10	0	0 (3%)
DPOC $\geq$ 65 anos	1.797	40	123 (6%)
AVC $\geq$ 65 anos	3.433	62	192 (5%)
TCA $\geq$ 65 anos	284	1	4 (1%)
Hospitalização	P_o	D_{10}	D (%)
Pneumonia < 5 anos	13.666	588	1.823 (12%)
DPOC $\geq$ 65 anos	1.786	23	72 (4%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	6.390	70	218 (3%)
DCV $\geq$ 65 anos	4.043	287	891 (18%)

Tabela 4. Análise de sensibilidade – número de mortes e hospitalizações (%) atribuíveis à poluição do ar para uma variação $\Delta E (E_f - E_o)$ no MP_{10} na cidade de São Paulo

Mortalidade	Caso base	Melhor cenário	Pior cenário
Pneumonia < 5 anos	46 (27%)	79 (48%)	-
Pneumonia $\geq$ 65 anos	31 (1%)	112 (3%)	-
DPOC < 5 anos	0 (3%)	1 (7%)	-
DPOC $\geq$ 65 anos	123 (6%)	202 (11%)	35 (2%)
AVC $\geq$ 65 anos	192 (5%)	453 (12%)	-
TCA $\geq$ 65 anos	4 (1%)	10 (4%)	-
Hospitalização	D (%)	D (%)	D (%)
Pneumonia < 5 anos	1.823 (12%)	2.362 (15%)	1.238 (8%)
DPOC $\geq$ 65 anos	72 (4%)	124 (7%)	17 (1%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	218 (3%)	312 (5%)	101 (2%)
DCV $\geq$ 65 anos	891 (18%)	1.123 (23%)	651 (13%)

poluição do ar para uma variação $\Delta E (E_f - E_o)$ no MP_{10} , considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do risco relativo por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP_{10} apresentado na Tabela 2.

O valor médio reembolsado por AIH (Autorização de Internação Hospitalar) e o custo relacionado aos casos atribuídos à variação $\Delta E (E_f - E_o)$ no MP_{10} estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que uma economia de até 5,8 milhões de reais poderia ocorrer com a introdução de técnicas para redução da exposição de MP_{10} na cidade de São Paulo considerando o caso base. Considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do risco

Tabela 5. Custo com hospitalização atribuído à variação ΔE no nível de MP_{10} na cidade de São Paulo

Hospitalização	Custo médio AIH	Custo total atribuído a variação ΔE no nível de MP_{10}
Pneumonia < 5 anos	R\$ 945,36	R\$ 1.723.455,45
DPOC > 65 anos	R\$ 1.153,23	R\$ 83.067,14
Pneumonia > 65 anos	R\$ 1.129,86	R\$ 246.382,53
DCV > 65 anos	R\$ 4.284,13	R\$ 3.815.569,87
Custo total:		R\$ 5.868.475,00

co relativo por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP_{10} apresentado na Tabela 2, esta economia varia entre 4,1 e 7,5 milhões de reais.

Os custos relacionados aos desfechos de morbidade foram estimados com base nas hospitalizações. Para mortalidade se estimou o custo indireto associado à perda de produtividade em função da mortalidade precoce dos indivíduos, com base no rendimento médio nominal mensal das pessoas ocupadas na cidade de São Paulo no ano de 2009. Para esta análise, se considerou apenas as mortes em crianças menores de 5 anos de idade, assumindo que a faixa etária produtiva é entre 18 e 65 anos, representando 47 anos de produtividade perdidos por morte prematura. Assim, estimou-se uma perda de R\$ 42.371.578 e R\$ 306.782 com as mortes prematuras por pneumonia e DPOC, respectivamente. Considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do risco relativo por aumento de 10 mg/m³ no nível de MP_{10} apresentado na Tabela 2, esta perda varia de R\$ 0 a R\$ 73.613.134 e de R\$ 0 a R\$ 619.163 para pneumonia e DPOC, respectivamente.

No caso base, considerando os custos relacionados aos desfechos de morbidade e mortalidade, uma economia de até 48,5 milhões de reais poderia ocorrer com a introdução de técnicas para redução da exposição de MP_{10} na cidade de São Paulo. Este valor chega a até 81,8 milhões de reais na análise de sensibilidade realizada.

DISCUSSÃO

Este estudo teve o objetivo de estimar o impacto econômico da poluição do ar na saúde da população da cidade de São Paulo.

Observou-se que o número de casos de hospitalização atribuíveis a exposição ao MP_{10} foi considerável, principalmente nas internações relacionadas à pneumonia em crianças menores de 5 anos e às doenças cardiovasculares em idosos com 65 anos ou mais, correspondendo a 12% e 18% dos casos, respectivamente.

A contribuição da exposição ao MP_{10} no número de mortes por pneumonia em crianças menores de 5 anos também mostrou ser relevante nesta análise, sendo responsável por 27% dos casos.

A análise de sensibilidade veio para corroborar a afirmação de que a presença elevada de MP_{10} na atmosfera leva a um aumento considerável de hospitalizações por doença respiratória e circulatória. O impacto da poluição na hospitalização por pneumonia em crianças menores de 5 anos variou de 8% a 15% e por doença cardiovascular em idosos com 65 anos ou mais variou de 13% a 23%. No que diz respeito à mortalidade, a contribuição do MP_{10} no número de mortes por pneumonia em crianças menores de 5 anos pode chegar a 48% dos casos e no pior cenário esta contribuição seria nula.

Estes resultados se mostraram semelhantes aos publicados em estudos para outros estados e países (Cifuentes et al, 2000; Kunzli et al, 2000).

É importante ressaltar que os dados de custo apresentados se referem à perspectiva do sistema público de saúde, desta forma, as economias apresentadas são conservadoras podendo ser ainda maiores se levarmos em consideração os custos do sistema privado de saúde.

Esta análise também é conservadora por considerar apenas o efeito do MP_{10} na saúde. Optamos por usar apenas este componente, pois haveria sobreposição de casos se considerássemos os valores de risco relativo por aumento de 10 mg/m^3 publicados para outros componentes (por exemplo: O_3 e NO_2). No entanto, sabe-se que o impacto total foi subestimado por desconsiderar casos de hospitalização e mortalidade causados exclusivamente por estes outros elementos.

Vale também ressaltar que este estudo avaliou apenas o efeito da poluição no número de mortes e hospitalizações por doenças respiratórias e do aparelho circulatório. Entretanto, espera-se que a poluição também tenha influência em outras doenças, por exemplo, algumas neoplasias, como o câncer de pulmão. Além disso, no que diz respeito aos desfechos relacionados à morbidade, consideramos apenas custos com hospitalização para tratamento dos eventos agudos, sendo que em muitos casos os pacientes são acompanhados para tratamento da doença crônica e tais custos foram desconsiderados nesta análise.

Assim, concluímos que é fundamental que sejam implementadas medidas eficientes com o intuito de melhorar a qualidade do ar da cidade de São Paulo. Estas medidas terão impacto potencial na redução do número de mortes e hospitalizações em crianças até 5 anos de idade e de idosos com 65 anos ou mais, além de representar uma economia de até 48,5 milhões de reais para o Sistema Único de Saúde e sociedade.

Referências bibliográficas

- Bell ML, Davis DL, Gouveia N et al. The avoidable effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. *Environmental Research* 2006; 100: 431–40.
- Botter DA, Jørgensen B, Peres AA, 2002. A longitudinal study of mortality and air pollution in São Paulo, Brazil. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 12, 335–43.
- Braga AL, Conceição GMS, Pereira LAA, Kishi HS, Pereira JCR, Andrade MF, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Latorre MRDO, 1999. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. *J. Environ. Med.* 1, 95–102.
- Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceição GM, Lin CA, et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 2001; 31:106–13.
- Cifuentes L, Borja-Aburto VH, Gouveia N, Thurston G, Davis DL. Assessing the health benefits of urban air pollution reductions associated with climate change mitigation (2000–2020): Santiago, São Paulo, Mexico City, and New York City. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Suppl 3:419–25.
- Conceição, G.M.S., Miraglia, S.G.E.K., Kishi, H.S., Saldiva, P.H.N., Singer, J.M., 2001. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Environ. Health Perspect.* 109, s347–s350.
- Gouveia N, Fletcher T, 2000a. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup. Environ. Med.* 57, 477–83.
- Gouveia N, Fletcher T, 2000b. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. *J. Epidemiol. Community Health* 54, 750–755.
- Gouveia N, Mendonça GA, Ponce-de-Leon A, Correia JE, Junger WL, Freitas CU, et al., Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. *Epidemiol Serv Saúde* 2003; 12:29–40.
- Gouveia, N., Bremner, S.A., Novaes, H.M., 2004. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. *J. Epidemiol. Community Health* 58, 11–17.
- IBGE, 2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/pme_200912sp_03.shtm [Acessado em: 21/02/2010].
- Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; 356:795–801.
- Lin CA, Martins MA, Farhat SCL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio VM, Hatanaka M, Andrade WC, Hamaue WR, Böhm GM, Saldiva PHN, 1999. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* 13, 475–88.
- Lin CA, Pereira LAA, de Souza Conceição GM, Kishi HS, Milani R, Braga ALF, Saldiva, PHN, 2003. Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. *Environ. Res.* 93, 57–63.
- Marcilio I, Gouveia N. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 2007; 23 (4): S529–36.
- Martins MCH, Fatigati FL, Véspoli TC, Martins LC, Pereira LAA, Martins MA, Saldiva PHN, Braga ALF, 2004. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J. Epidemiol. Community Health* 58, 41–46. Saldiva et al, 1994.
- Menezes AMB, Jardim JR, Pérez-Padilla R et al. Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and associated factors: the PLATINO study in São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 2005; 21(5): 1565–73.

- Ostro B, Sanchez J, Aranda C, Eskeland G. Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 1996; 6: 97-114.
- Resolução SMA 61/09, de 21/08/09 — Áreas Saturadas — Relação de Municípios e Dados de Monitoramento.
- Saldiva PHN, Pope III CA, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM, Barone I, Bohm GM, 1995. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Arch. Environ. Health* 50, 159-63.
- SIH — DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nisp.def> Acesso em 17 de fevereiro de 2010.
- SIM — Sistema de Informações sobre Mortalidade no Município de São Paulo. Disponível em: <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/cgi/tabcgi.exe?secretarias/saude/TABNET/SIM/obito.def>. Acesso em 17 de fevereiro de 2010.
- Wilson R, Spengler J. *Particles in our air: concentrations and health effects*. Boston: Harvard University Press, 1996.

A exposição ocupacional ao chumbo e os riscos à saúde do trabalhador

Exposição ocupacional ao chumbo e seus riscos

Lead occupational exposure and health risks to workers

Luciana G. O. Clark, Hudson Gontijo de Oliveira e Otávio A. C. Clark

RESUMO

O chumbo é um dos principais contaminantes do meio ambiente e seu papel no cenário ocupacional tem sido estudado há décadas. O objetivo deste artigo é fazer uma revisão ampla sobre o tema, incluindo perspectivas mercadológicas, trabalhistas, médicas e levantar os dados dos principais estudos neste campo.

ABSTRACT

Lead is one of the main environmental contaminants and its role on the occupational setting has been studied for decades. The aim of this article is to provide an ample review on the theme, including market, legislative and medical perspectives and also to present data from the main works on this field.

Palavras-chave:

chumbo, exposição ocupacional, saturnismo, custos

Keywords:

lead, occupational exposure, saturnism, costs

Introdução

O papel do chumbo (Pb) como contaminante no cenário ocupacional tem sido estudado no Brasil de forma intermitente desde a década de 50 (Paoliello and De Capitani, 2007). Existem, no entanto, vários vieses que podem prejudicar um estudo epidemiológico ocupacional (Hu, Shih et al., 2007). Em geral as amostras são pequenas, o que os expõe ao erro do tipo II. Além disso, há o viés de seleção que é representado pelos trabalhadores mais doentes que já deixaram o local de trabalho antes do estudo ser realizado, problema comum em estudos transversais.

O emprego de coortes mais inclusivas, com antigos trabalhadores e a realização de estudos longitudinais que comparem cada trabalhador consigo mesmo em diferentes momentos podem mitigar estas limitações.

A despeito de meio século de estudos no país, estatísticas sobre o número de trabalhadores expostos ao metal, que sofrem episódios de intoxicação ou ainda dos custos desta exposição são escassas e incertas (Silveira et al., 2006). Entre 500 mil e um milhão e meio de trabalhadores nos Estados Unidos estão expostos ao chumbo nos locais de trabalho. Somente no estado da Califórnia este número chega a 200 mil (ATSDR, 2007).

Até as décadas de 70 e 80 a gasolina era um dos principais veículos de contaminação pelo chumbo. Em 1989 o Brasil foi um dos países pioneiros na retirada do Pb da gasolina através da tecnologia de adição do etanol anidro, que manteve a octanagem do combustível composto sem a necessidade de acréscimo do metal (Pontes, 2002).

A partir de 1996 o chumbo tetraetil foi oficialmente proibido como componente da gasolina nos Estados Unidos, porém ainda pode ser utilizado em combustível para veículos off-road e na aviação (ATSDR, 2007).

Atualmente a contaminação pelo chumbo ocorre principalmente através do processo de fabricação e reciclagem das baterias de veículos automotores. Nos Estados Unidos campanhas têm sido feitas visando a transição das baterias de chumbo por opções menos contaminantes ao meio ambiente e à popularização de carros híbridos (Gearhart et al., 2003).

Quanto custa erradicar o uso do chumbo? Perspectiva socioambiental

Uma análise (Grosse et al., 2002) publicada em 2002, projetou o impacto econômico da redução à exposição ao

Recebido em 09/01/2010. Aprovado para publicação em 25/02/2010. Financiamento: Este estudo recebeu apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil. Afiliação: Núcleo Brasileiro de Saúde Baseada em Evidências – Campinas – SP. Nome da instituição onde o trabalho foi executado: Evidências / MedInsight. Congressos onde o estudo foi apresentado: não há

Endereço para correspondência: Luciana Clark. Rua Tranquillo Prosperi, 143. Jd Santa Genebra II. Campinas – SP. CEP: 13084-778. Fax: 19-3287-8310. E-mail: luciana@evidencias.com.br

chumbo nos Estados Unidos a partir da década de setenta. Através de um modelo causal que ligou níveis de chumbo sanguíneo a alterações das habilidades cognitivas (redução do quociente de inteligência – QI), os autores conseguiram estimar os ganhos futuros de 3,8 milhões de crianças que tinham dois anos de idade no ano 2000. Segundo os cálculos, como resultado da redução do metal no meio ambiente, os ganhos desta população irão aumentar entre 110 bilhões e 319 bilhões de dólares, se comparados às crianças expostas ao chumbo na década de 1970. O chumbo causa redução dos níveis de QI, que estão diretamente ligados à queda nos ganhos e os resultados deste estudo estimam justamente a reversão deste quadro.

Um estudo realizado na África do Sul (Norman et al., 2007) estimou os custos das doenças secundárias à exposição ao chumbo através de modelos de simulação de Monte Carlo. A exposição ao chumbo foi responsável por 1.428 (Intervalo de Incerteza 95%: 1.086-1.772) mortes ou 0,27% (Intervalo de Incerteza 95%: 0.21 - 0.34%) das mortes no país em 2000. As principais doenças secundárias à exposição ao chumbo foram alterações mentais leves em crianças representando 75% do total de 58.939 DALYs (disability-adjusted life year) atribuíveis (Intervalo de Incerteza 95%: 55.413 – 62.500). Doenças cardiovasculares foram responsáveis pelo restante dos custos.

Panorama do mercado de chumbo no Brasil e no mundo

Segundo dados do Instituto de Metais Não Ferrosos (ICZ), nos últimos 15 anos houve um crescimento anual de 3% a 5% no consumo mundial de chumbo, impulsionado principalmente pelos países do chamado BRIC: Brasil, Rússia, Índia e China. Somente na China este crescimento chegou a atingir 12,7%.

Cerca de 80% do chumbo utilizado no Brasil é destinado à fabricação de baterias automobilísticas. Com o fim das atividades de extração em 1998, causado pelo esgotamento das minas, o consumo interno de Pb é alimentado pelas importações (47%) e pela reciclagem do metal (53%). A produção de chumbo secundário é obtida principalmente a partir da reciclagem de baterias automotivas em usinas de São Paulo e do Rio de Janeiro. Esta produção, em 2005, alcançou 104.904 t ou 2,4% da produção mundial.

O preço da tonelada de chumbo triplicou nos últimos 3 anos passando de 885 dólares, em 2006, para um pico de 2.630 dólares, em 2008, com estabilização em 1.450 dólares ao final de 2009.

Mundialmente os produtores se têm concentrado em estratégias de reciclagem que sejam ecologicamente corretas, uma vez que o metal pode ser reciclado inúmeras vezes sem a perda de suas características físico-químicas (ICZ, 2010).

De acordo com os dados do relatório do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, no ano de 2005 (Rodri-

gues and Silva, 2006), as reservas brasileiras (medidas e indicadas) de chumbo atingiram 52 milhões de toneladas (Mt), o que representa 37,14% das reservas mundiais do metal (140 Mt).

Os principais produtores de Pb primário são China (36 Mt), Austrália (28 Mt), Estados Unidos da América do Norte (20 Mt) e Canadá (9 Mt), representando 66% do total mundial.

A produção bruta mundial cresceu 5,1% em relação a 2004 enquanto a produção do chumbo metálico atingiu 7,6 Mt, com um crescimento de 8,6% no mesmo período.

As principais reservas brasileiras estão nos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Em 2005 o Brasil importou cerca de 80 Mt de produtos semimanufaturados, manufaturados e compostos químicos de chumbo equivalentes a 84 milhões de dólares. Em contrapartida, pela falta de uma usina metalúrgica em atividade no Brasil, toda a produção nacional de concentrado de chumbo (33 Mt) foi exportada com rendimento de 14,5 milhões de dólares.

O chumbo como contaminante

O Pb é um dos contaminantes mais prevalentes no meio ambiente, sendo conhecido por sua toxicidade ao ser humano e aos animais e também pela ausência de função fisiológica no organismo.

A absorção pode ocorrer por via cutânea, digestiva e respiratória, esta última a mais comum no ambiente laboral.

O metal tem meia-vida de 37 dias no sangue, 40 dias nos tecidos moles e 27 anos nos ossos. Aproximadamente 90% do Pb ficam depositados nos ossos, porém os primeiros sintomas de toxicidade são demonstrados no sistema nervoso central e na medula óssea. Apenas 2% estão presentes na corrente sanguínea, sendo 5% destes como forma biologicamente ativa no plasma (Moreira and Moreira, 2004).

A exposição ao Pb pode ocorrer nas duas formas do metal (Rosin, 2009):

- Chumbo inorgânico, que oxida rapidamente e está presente em processos como a vitrificação e cerâmica e em alguns combustíveis. Pode ser absorvido por via inalatória (poeira contaminada por chumbo, tintas, entre outros), por via gastrointestinal através de água e comida contaminadas geralmente após a contaminação secundária do solo por resíduos industriais;
- Chumbo orgânico como o tetraetil, que é uma toxina para o sistema nervoso central e pode ser absorvido através da pele durante o contato com objetos tratados com este tipo de contaminante.

A cinética da intoxicação:

Independente de sua via de entrada no organismo, o Pb absorvido forma complexos estáveis com outras substâncias como oxigênio, fósforo, enxofre e nitrogênio. Sua interação com enzimas e a interferência no funcionamento

das membranas celulares representam a base dos processos tóxicos.

Após a absorção, o metal se distribui entre o sangue, rins, medula óssea, fígado, cérebro, ossos e dentes (ATSDR, 2007).

Entre os modelos propostos para explicar a distribuição de Pb no organismo estão o modelo tricompartmental de Rabinowitz (Rabinowitz et al., 1973). Neste, o sangue seria o compartimento em comunicação direta com os tecidos moles e ossos. Outros modelos mais refinados incluem o biocinético e de exposição integrados, o de Legett e o de O'Flaherty. Este último, multicompartmental, aplica parâmetros fisiologicamente consistentes para descrever a atividade metabólica de cada compartimento e tem sido o mais utilizado. Estudos demonstram que até 70% do chumbo detectado no sangue é proveniente do estoque ósseo. Existem evidências de que durante períodos de maior mobilização óssea, como gravidez, lactação, osteoporose e envelhecimento, podem ocorrer picos de liberação de Pb na corrente sanguínea e agudização de quadros de intoxicação (Moreira and Moreira, 2004).

Ação do chumbo no organismo

Sistema cardiovascular

Um estudo de casos e controles com 1.171 indivíduos (Hu et al., 1996) revelou que os pacientes diagnosticados com hipertensão apresentavam níveis séricos e ósseos de Pb superiores aos não hipertensos (OR 1.5), sugerindo que o acúmulo prolongado de chumbo no organismo possa ser um fator de risco para o desenvolvimento da hipertensão.

Mais recentemente, uma meta-análise publicada (Nawrot et al., 2002) avaliou 31 estudos dos quais 12 tratavam de exposição ocupacional ao chumbo. Os autores detectaram que um aumento de duas vezes na plumbemia estava associado à elevação de 1 milímetro de mercúrio (1 mm/Hg) na pressão sistólica (IC95% +0.5 a +1.4 mm Hg; $p < 0.001$) e 0.6 mm/Hg na pressão diastólica (IC95% +0.4 a +0.8 mm Hg; $p < 0.001$). Estes resultados sugerem que pode haver uma ligação, conquanto fraca, entre chumbo e hipertensão.

Sistema geniturinário

Como diversos outros metais pesados, o Pb tem efeito tóxico nos túbulos renais levando à retenção de ácido úrico e consequentemente, gota. Plumbemia acima de 80 µg/dl está diretamente associada à perda de função renal através da disfunção mitocondrial, isquemia e fibrose glomerular induzidas pelo metal. A elevação em dez vezes dos níveis de Pb no sangue foi associada à redução do clearance de creatinina em 10 a 13 ml/minuto (Odds Ratio OR 3.76, Intervalo de Confiança IC95% 1.37–10.4, $P = 0.01$) mesmo após ajuste por idade, índice de massa corporal (IMC), uso de diuréticos e níveis pressóricos (Staessen et al., 1992).

Outro estudo prospectivo (Tsaih et al., 2004) observou interações entre a plumbemia, a quantidade de Pb ósseo, diabetes e a predição anual do declínio da creatinina sérica. Os autores detectaram que o aumento do conteúdo ósseo de chumbo estava associado a uma elevação 17 vezes superior da creatinina sérica em pacientes diabéticos, quando comparados a não diabéticos (1.08 mg/dl/10 anos *versus* 0.062 mg/dl/10 anos; $p < 0.01$).

Um estudo de coortes (Shadick et al., 2000) com início na década de 1960 avaliou 777 indivíduos quanto à correlação entre hiperuricemia, gota e chumbo. Os pacientes que preenchiam o critério para gota (ácido úrico > 7 mg/dl) apresentavam níveis séricos normais de Pb, porém uma alta concentração do metal na zona trabecular da patela. O modelo estatístico demonstrou uma associação positiva entre conteúdo ósseo de Pb e hiperuricemia ($p = 0.027$).

Sistema nervoso central

Existem inúmeros estudos avaliando o impacto da intoxicação por chumbo no sistema nervoso central. Uma revisão recente (Shih et al., 2007) avaliou 21 estudos sobre a exposição ao chumbo, 15 dos quais em ambiente ocupacional. Os autores encontraram associação entre o aumento da plumbemia (para os trabalhadores com exposição atual) ou acúmulo ósseo/índice cumulativo de chumbo sanguíneo (exposição passada) e a piora das funções cognitivas. Um estudo longitudinal realizado durante dois anos com 803 trabalhadores coreanos expostos ao metal demonstrou associações consistentes entre os níveis séricos de Pb e os resultados dos testes cognitivos em cada medida realizada e também entre os níveis ósseos de Pb e o declínio dos resultados dos testes no ano seguinte, principalmente em habilidades de execução, destreza manual e percepção vibratória (Schwartz et al., 2005).

Uma avaliação com 535 trabalhadores (Schwartz et al., 2000) após 16 anos de afastamento da exposição revelou que mesmo com a plumbemia baixa os indivíduos expostos apresentaram performance inferior, estatisticamente significativa em três testes quando comparados aos controles: habilidade de construção visual, memória verbal e aprendizado ($p < 0.05$). O conteúdo tibial de Pb foi preditor do declínio em seis testes cognitivos ($p < 0.05$). De modo geral, para estes últimos, a elevação de 15.7 µg/g no conteúdo de Pb tibial foi equivalente a um declínio de 5 anos de idade nos resultados dos testes comparados ao baseline. Estes resultados sugerem que a função cognitiva pode declinar progressivamente devido à exposição passada ao chumbo.

Sistema hematopoiético

Um estudo brasileiro recente (Minozzo et al., 2009) comparou os níveis sanguíneos de 53 trabalhadores expostos ao chumbo e seus controles. Os resultados mostraram que 34% dos

expostos *versus* 7,5% do grupo-controle apresentavam níveis de hemoglobina abaixo de 13 g/dl.

Outro estudo (Kim et al., 2003) foi realizado com 118 trabalhadores expostos ao Pb e 42 controles na Coreia. Os trabalhadores expostos apresentaram níveis significativamente menores de hemoglobina, hematócrito, ferro sérico e saturação de transferrina e um aumento significativo na capacidade de ligação do ferro ($p < 0.01$). A deficiência do ferro foi associada com altos níveis de plumbemia ($p = 0.033$).

O mesmo cenário foi detectado no estudo realizado na Nigéria (Ukaejiofo et al., 2009), com 81 indivíduos com exposição ocupacional ao chumbo, no qual foram encontrados níveis reduzidos de hemoglobina, contagem de reticulócitos, eosinófilos e monócitos em relação ao grupo-controle ($p < 0.05$).

Fontes de contaminação:

A Tabela 1 descreve as atividades mais suscetíveis à intoxicação por chumbo no Brasil e o respectivo grau de insalubridade conferido a cada uma pelo Ministério do Trabalho (Silveira et al., 2006; Trabalho, 1978a).

Para instituições militares e clubes de tiro, um estudo recente demonstrou que a poeira contaminada por chumbo em pavilhões de treinamento de tiro pode levar à duplicação dos valores de plumbemia em 6 semanas (Vivante et al., 2008).

Outro aspecto para o qual se deve atentar é a possibilidade do trabalhador contaminar a família ao expô-la às suas roupas contaminadas com Pb (ATSDR, 2007).

Legislação trabalhista em relação ao chumbo

As atividades consideradas insalubres são regidas pela Norma Regulamentadora 15 de 1978 (NR 15) modificada pela última vez em 2008, na qual se inclui a exposição ocupacional ao Pb (Trabalho, 1978b).

A NR15 estabelece que o valor teto de exposição ao chumbo é de 0,1 mg/m³ para jornadas de trabalho até 48 horas semanais e que exposições que atinjam este teto caracterizam grau de insalubridade máximo.

Toda intoxicação ocupacional por chumbo deve ser obrigatoriamente notificada pelo Serviço Único de Saúde (SUS), conforme a Portaria GM/MS/777, de 28 de abril de 2004. A comunicação à Previdência Social deve ser realizada por meio de abertura de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT).

Diagnóstico da intoxicação por chumbo

O processo diagnóstico da intoxicação por chumbo é composto por várias fases: anamnese ocupacional, avaliação do quadro clínico e exame físico, além dos exames laboratoriais.

O protocolo do Ministério da Saúde (Silveira et al., 2006) orienta que a anamnese ocupacional deve ser completa e detalhada, levantando informações que evidenciem e qualifiquem a exposição ao metal. A Tabela 2 descreve a anamnese ocupacional.

Tabela 1. Atividades mais suscetíveis à contaminação por Pb – Grau de insalubridade

Grau de insalubridade (% adicional sobre o salário mínimo)	Atividade
Máximo (40%)	Fabricação de compostos de chumbo, carbonato, arseniato, cromato mênio, litargírio e outros
	Fabricação de esmaltes, vernizes, cores, pigmentos, tintas, unguentos, óleos, pastas, líquidos e pós à base de compostos de chumbo
	Fabricação e restauração de acumuladores, pilhas e baterias elétricas contendo compostos de chumbo
	Vulcanização de borracha pelo litargírio ou outros compostos de chumbo
	Pintura a pistola com pigmentos de compostos de chumbo em recintos limitados ou fechados
	Limpeza, raspagem e reparação de tanques de mistura, armazenamento e demais trabalhos com gasolina contendo chumbo tetraetila
	Fabricação e emprego de chumbo tetraetila ou tetrametila
Médio (20%)	Fundição e laminação de chumbo, zinco velho, cobre e latão
	Aplicação de esmaltes, vernizes, cores, pigmentos, tintas, unguentos, óleos, pastas, líquidos e pós à base de compostos de chumbo
	Fabricação de porcelana com esmaltes de compostos de chumbo
	Pintura e decoração manual (pincel, rolo e escova) com pigmentos de compostos de chumbo (exceto pincel capilar), em recintos limitados ou fechados
Mínimo (10%)	Tinturaria e estamparia com pigmentos à base de compostos de chumbo
	Pintura a pistola ou manual com pigmentos de compostos de chumbo ao ar livre

Tabela 2. Anamnese ocupacional

Tópico	O que deve ser avaliado
Processo de trabalho	Matérias-primas utilizadas Produtos intermediários e finais Ferramentas e equipamentos utilizados
Organização do trabalho	Jornada diária e semanal Pausas, horas extras Ritmo de trabalho Produtividade Forma de remuneração
Ambiente de trabalho	Instalações Tipo de construção Pé-direito Ventilação Iluminação
Forma de limpeza do ambiente de trabalho	Varrição Aspiração Lavagem com água
Presença de EPC	Exaustores Enclausuramento de atividades que utilizam chumbo
Presença de EPI	Uniformes, luvas, máscaras, botas, protetores auriculares (tipo, forma de uso, manutenção, frequência da troca de filtros no caso das máscaras)
Conforto e higiene	Presença de refeitórios fora da área de produção, oferta de água potável, escaninhos duplos, instalações sanitárias com vaso sanitário, chuveiros
Atenção à saúde	Realização de Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) pelo empregador; Presença de Comissão Interna de Prevenção a Acidentes (CIPA) na empresa; Oferta de convênios privados de saúde
Dados epidemiológicos e relativos ao meio ambiente	Relato de casos de colegas de trabalho ou moradores das vizinhanças da empresa com intoxicação por chumbo. Tratamento de efluentes pela empresa

EPC: Equipamentos de Proteção Coletiva; EPI: Equipamentos de Proteção Individual

Diagnóstico laboratorial

A Norma Regulamentadora NR7/78, modificada pela portaria SSST 24/94, define como parâmetros para controle biológico da exposição ocupacional ao chumbo os exames (Trabalho, 1978a) descritos na Tabela 3.

A dosagem sanguínea do chumbo é um indicador de exposição, ao passo que a zinco-protoporfirina (ZPP) e o ácido

delta aminolevulínico (ALA-u) são indicadores de efeito biológico, pois revelam alterações orgânicas causadas pela ação direta ou indireta do chumbo na via metabólica do heme. A ZPP permanece elevada mesmo após a normalização dos outros parâmetros bioquímicos e pode estar alterada em casos de anemia ferropriva. O ALA-u retorna rapidamente aos níveis normais, uma vez que o trabalhador foi afastado da exposição (Silveira et al., 2006).

Tabela 3. Parâmetros para controle biológico da exposição ao chumbo

Agente químico	Material	Dosagem	VR	IBMP	Método	Interpretação
Chumbo inorgânico	Sangue*	Chumbo	Até 40 µg/100 ml	60 µg/100 ml	EAA	SC
	Urina*	Acido delta amino-levulínico	Até 4,5 mg/g creatinina	10 mg/g creatinina	E	SC
	Sangue*	Zinco-proto porfirina	Até 40 µg/100 ml	100 µg/100 ml	HF	SC
Chumbo tetraetila	Urina**	Chumbo	Até 50 µg /g creatinina	100 µg/g creatinina	EAA	EE

IBMP: índice biológico máximo permitido; VR: valor de referência; E: espectrofotometria ultravioleta/visível; EAA: espectrofotometria de absorção atômica; HF: hematofluorômetro * iniciar monitoramento após 1 mês de exposição **recomenda-se coleta ao fim do último dia da jornada de trabalho

EE: exposição ambiental acima do limite de tolerância, mas não possui, isoladamente, significado clínico ou toxicológico próprio, ou seja, não indica doença, nem está associado a um efeito ou disfunção de qualquer sistema biológico;

SC: indica exposição excessiva e tem significado clínico ou toxicológico próprio, ou seja, pode indicar doença, estar associado a um efeito ou uma disfunção do sistema biológico avaliado

Há controvérsia, no entanto, pois estudos (Moreira and Moreira, 2004) têm detectado manifestações clínicas e efeitos biológicos com níveis inferiores aos delineados pelo Ministério do Trabalho.

Nos Estados Unidos, a Occupational Safety & Health Administration – OSHA, determina como limite máximo de plumbemia 50 µg/dl (OSHA, 1978), um nível que vem sendo criticado como elevado e inseguro (Gearhart et al., 2003).

A técnica de Raios X fluorescentes (RXF) quantifica os depósitos de chumbo nos ossos, estima a exposição crônica ao metal e também as reservas deste, passíveis de entrar novamente em circulação (Kondrashov and Rothenberg, 2001). Este método, no entanto, ainda é pouco utilizado no Brasil.

Diagnóstico clínico

Inicialmente o paciente pode apresentar apenas sintomas inespecíficos como fadiga, irritabilidade, insônia, cefaleia e redução da libido.

A intoxicação aguda por chumbo pode causar cólicas, vômitos, encefalopatia, confusão mental, neuropatia periférica, artralgia, mialgia e fraqueza muscular.

A exposição prolongada ao metal afeta os sistemas enzimáticos cálcio-dependentes, ATPases, fosforilação oxidativa mitocondrial e o crescimento celular. Interfere ainda com a síntese do heme, a integridade da membrana celular e metabolismo de esteroides e causa degeneração axonal e desmielinização. Também são descritas a potencialização da perda acústica (Hwang et al., 2009) e gota secundária à redução da excreção de uratos.

O paciente pode apresentar anemia, alterações nas gengivas, oligospermia, insuficiência renal e encefalopatia crônica (Rosin, 2009). Uma revisão sistemática recente (Navas-Acien et al., 2007) realizada a partir de estudos observacionais concluiu que existe evidência suficiente para inferir uma relação causal entre a exposição ao chumbo e a hipertensão.

Tratamento

A primeira e mais importante medida a ser tomada é o afastamento do trabalhador do ambiente contaminado. As recomendações de tratamento medicamentoso com quelação são em sua maioria empíricas pela falta de estudos clínicos bem desenhados (Kosnett et al., 2007).

Uma revisão recente avaliou os quelantes ácido etileno-diamino tetra-acético (EDTA) e o ácido dimercaptosuccínico (DMSA) no tratamento da intoxicação por chumbo inorgânico. O EDTA deve ser administrado por via parenteral, enquanto o DMSA tem boa absorção oral. Ambos possuem meia-vida de eliminação de 60 minutos e não há evidência de que qualquer deles atravesse a barreira hematoencefálica em maior grau. Os perfis de toxicidade são diferentes: o EDTA causa nefrotoxicidade dose-dependente e o DMSA pode le-

var a uma reação mucocutânea severa precisando, por vezes, ser suspenso. Nos estudos avaliados o DMSA se mostrou mais efetivo em reduzir as concentrações renais do chumbo, enquanto o EDTA foi mais efetivo na redução do metal nos ossos. O autor salienta, porém, que a falta de estudos randomizados que comparem diretamente ambas as drogas impede conclusões de superioridade por qualquer uma delas (Bradberry and Vale, 2009).

Prevenção

As principais medidas de prevenção primária da exposição ao chumbo metálico podem ser atingidas através da engenharia de segurança, combinada ao uso de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI) e boas práticas de trabalho.

A substituição do chumbo por agentes menos tóxicos, o isolamento das operações que envolvem sua manipulação, ambientes com exaustão e tratamento de efluentes adequados são fundamentais como medidas de prevenção.

Os EPI são as máscaras de filtro químico, luvas e uniformes apropriados (preferencialmente lavados na empresa para evitar a contaminação domiciliar).

A limpeza do ambiente de trabalho deve ser realizada por aspersão úmida, não por varrição e os depósitos de água potável devem estar protegidos. A educação dos trabalhadores quanto aos cuidados necessários e quanto aos sintomas da intoxicação deve ser parte integral do processo de prevenção primária.

Referências bibliográficas

- ATSDR, A. f. T. S. a. D. R.-. (2007). Toxicological profile for lead. In, U.S.D.o.H.a.H. Services, ed. (Atlanta - Georgia: U.S Department of Health and Human Services), p. 582.
- Bradberry, S., and Vale, A. (2009). A comparison of sodium calcium edetate (edetate calcium disodium) and succimer (DMSA) in the treatment of inorganic lead poisoning. *Clin Toxicol (Phila)* 47, 841-858.
- Gearhart, J., Menke, D., Griffith, C., and Mills, K. (2003). Getting the Lead Out - Impacts of and alternatives for automotive lead uses In *Getting the Lead Out*, E.C. Environmental Defense, Clean Car Campaign, ed. (Washington - DC: Environmental Defense, Ecology Center, Clean Car Campaign), p. 60.
- Grosse, S. D., Matte, T. D., Schwartz, J., and Jackson, R. J. (2002). Economic gains resulting from the reduction in children's exposure to lead in the United States. *Environ Health Perspect* 110, 563-569.
- Hu, H., Aro, A., Payton, M., Korrick, S., Sparrow, D., Weiss, S. T., and Rotnitzky, A. (1996). The relationship of bone and blood lead to hypertension. The Normative Aging Study. *JAMA* 275, 1171-1176.
- Hwang, Y. H., Chiang, H. Y., Yen-Jean, M. C., and Wang, J. D. (2009). The association between low levels of lead in blood and occupational noise-induced hearing loss in steel workers. *Sci Total Environ* 408, 43-49.
- ICZ, I. d. M. N. F.-. (2010). Chumbo - Mercado e Perspectivas. In.
- Kim, H. S., Lee, S. S., Hwangbo, Y., Ahn, K. D., and Lee, B. K. (2003). Cross-sectional study of blood lead effects on iron status in Korean lead workers. *Nutrition* 19, 571-576.

- Kondrashov, V. S., and Rothenberg, S. J. (2001). How to calculate lead concentration and concentration uncertainty in XRF in vivo bone lead analysis. *Appl Radiat Isot* 55, 799-803.
- Kosnett, M. J., Wedeen, R. P., Rothenberg, S. J., Hopkins, K. L., Materna, B. L., Schwartz, B. S., Hu, H., and Woolf, A. (2007). Recommendations for medical management of adult lead exposure. *Environ Health Perspect* 115, 463-471.
- Minozzo, R., Wagner, S. C., Deimling, L. I., and Mello, R. S. (2009). Prevalência de anemia em trabalhadores expostos ocupacionalmente ao chumbo. *Rev bras hematol hemoter* 31, 94-97.
- Moreira, F. R., and Moreira, J. C. (2004). A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. *Ciência e Saúde Coletiva* 9, 167-181.
- Navas-Acien, A., Guallar, E., Silbergeld, E. K., and Rothenberg, S. J. (2007). Lead exposure and cardiovascular disease--a systematic review. *Environ Health Perspect* 115, 472-482.
- Nawrot, T. S., Thijs, L., Den Hond, E. M., Roels, H. A., and Staessen, J. A. (2002). An epidemiological re-appraisal of the association between blood pressure and blood lead: a meta-analysis. *J Hum Hypertens* 16, 123-131.
- Norman, R., Mathee, A., Barnes, B., van der Merwe, L., Bradshaw, D., and South African Comparative Risk Assessment Collaborating, G. (2007). Estimating the burden of disease attributable to lead exposure in South Africa in 2000. *S Afr Med J* 97, 773-780.
- OSHA, O. S. H. A.-. (1978). Toxic and Hazardous Substances - The standard and summary of the statement of reasons. In, O.S.H. Administration, ed. (Washington DC), pp. 52952-53014.
- Paoliello, M. M. B., and De Capitani, E. M. (2007). Occupational and environmental human lead exposure in Brazil. *Environmental Research* 103, 288-297.
- Pontes, L. (2002). O combustível automotivo no Brasil. *ComCiência*.
- Rabinowitz, M. B., Wetherill, G. W., and Kopple, J. D. (1973). Lead Metabolism in the Normal Human: Stable Isotope Studies. *Science* 182, 725-727.
- Rodrigues, A. F. d. S., and Silva, B. C. I. E. n. (2006). Sumário Mineral. In, D.-D.N.d.P. Mineral, ed. (Brasília: DIDE - Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral), p. 304.
- Rosin, A. (2009). The long-term consequences of exposure to lead. *Isr Med Assoc J* 11, 689-694.
- Schwartz, B. S., Lee, B. K., Bandeen-Roche, K., Stewart, W., Bolla, K., Links, J., Weaver, V., and Todd, A. (2005). Occupational lead exposure and longitudinal decline in neurobehavioral test scores. *Epidemiology* 16, 106-113.
- Schwartz, B. S., Stewart, W. F., Bolla, K. I., Simon, P. D., Bandeen-Roche, K., Gordon, P. B., Links, J. M., and Todd, A. C. (2000). Past adult lead exposure is associated with longitudinal decline in cognitive function. *Neurology* 55, 1144-1150.
- Shadick, N. A., Kim, R., Weiss, S., Liang, M. H., Sparrow, D., and Hu, H. (2000). Effect of low level lead exposure on hyperuricemia and gout among middle aged and elderly men: the normative aging study. *J Rheumatol* 27, 1708-1712.
- Shih, R. A., Hu, H., Weisskopf, M. G., and Schwartz, B. S. (2007). Cumulative lead dose and cognitive function in adults: a review of studies that measured both blood lead and bone lead. *Environ Health Perspect* 115, 483-492.
- Silveira, A. M., Patta, C. s. A., Albinati, C. u. M. C. B., Mascarenhas, E. d. S., and Lira, J. L. C. d. (2006). Atenção à Saúde dos Trabalhadores Expostos ao Chumbo Metálico. In, D.d.a.o.e.P.t.e.g.-S.d.a.a.o.a. saúde, ed. (Brasília: Editora do Ministério da Saúde), p. 44.
- Staessen, J. A., Lauwerys, R. R., Buchet, J. P., Bulpitt, C. J., Rondia, D., Vanrenterghem, Y., and Amery, A. (1992). Impairment of renal function with increasing blood lead concentrations in the general population. The Cadmibel Study Group. *N Engl J Med* 327, 151-156.
- Trabalho, M. d. (1978a). NR 7 - Norma Reguladora do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. In, M.d. trabalho, ed.
- Trabalho, M. d. (1978b). NR 15 - Norma Regulamentadora de Atividades e Operações Insalubres. In NR 15, M.d. Trabalho, ed. (http://www.mte.gov.br/Empregador/segau/Legislacao/Portarias/1978/conteudo/port_3214.asp).
- Tsaih, S.-W., Korrick, S., Schwartz, J., Amarasiriwardena, C., Aro, A., Sparrow, D., and Hu, H. (2004). Lead, Diabetes, Hypertension, and Renal Function: The Normative Aging Study. *Environ Health Perspect* 112, 1178-1182.
- Ukajiofo, E. O., Thomas, N., and Ike, S. O. (2009). Haematological assessment of occupational exposure to lead handlers in Enugu urban, Enugu State, Nigeria. *Niger J Clin Pract* 12, 58-64.
- Vivante, A., Hirshoren, N., Shochat, T., and Merkel, D. (2008). Association between Acute Lead Exposure in Indoor Firing Ranges and Iron Metabolism, Vol 10, (Ramat Gan, ISRAEL: Israel Medical Association).

Risco ocupacional sob a exposição a aerossóis e substâncias químicas em trabalhadores do setor de estética: uma revisão da literatura

Under the occupational risk exposure to aerosols and chemicals sector workers in Spa: a review of the literature

Lilian Prates Behring¹

Palavras-chave:

riscos ocupacionais, saúde ocupacional, doenças ocupacionais e cabeleireiros

Keywords:

occupational risks, occupational health, occupational diseases, hairdressers

RESUMO

Este artigo teve como o objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os riscos ocupacionais relacionados ao grau de exposição dos trabalhadores do segmento de estética, em foco o profissional cabeleireiro. Este indivíduo é exposto a substâncias químicas contidas nos produtos utilizados em seu cotidiano de trabalho, tais substâncias se tornam agressivas não somente ao meio ambiente, mas ao profissional que os manipula. Foram utilizados dados abrangendo as bases de dados da Literatura Latino Americana de Ciências em Saúde (LILACS), MedLine, Scientific Eletronic Library Online (SciELO). Relacionando os seguintes descritores (Desc): occupational risks, occupational health, occupational diseases e barbering com os quais foram encontrados 90 artigos. Destes, 63 foram analisados, atendendo aos critérios preestabelecidos. Como resultados foram evidenciados estudos nacionais e internacionais que ofereceram subsídios para a evidência dos riscos ocupacionais relacionados à exposição a substâncias químicas provenientes da atividade laboral nos serviços de cabeleireiros. Aproximadamente 264 mil e 420 mil trabalhadores do segmento de estética no Brasil têm risco aumentado de desenvolvimento de câncer de pulmão e laringe, respectivamente. Há evidência que sugere a necessidade de ambientes bem ventilados para minimização do risco. Tais dados se mostram extremamente relevantes e indispensáveis para uma avaliação criteriosa sobre a promoção e proteção referente à saúde do trabalhador e ao meio ambiente nesta área.

ABSTRACT

This article had the purpose of reviewing the literature on occupational risks related to the exposure of aesthetics workers and the focus is the hairdresser. This individual is exposed to chemical substances contained in products used in it's daily work. Such substances become more aggressive not only to the environment, but to the person who handles. Study used data covering the databases of the Latin American Health Sciences (LILACS), MedLine, Scientific Electronic Library Online (SciELO). The following descriptors were related (Desc): Occupational Risks, Occupational Health, Occupational diseases and Barbering, with which we found 90 articles, 63 of these were analyzed and match the pre-established criteria. As results were highlighted national and international studies which have offered subsidies to the disclosure of the risks related to occupational exposure to chemical substances arising from work activity of the hairdressers. Approximately 264 thousand and 420 thousand of aesthetics workers in Brazil have increased risk of developing cancer of the lung and larynx, respectively. There is evidence that suggests the need for well-ventilated environments to minimize risk. The data prove to be extremely relevant and necessary to thoroughly evaluate the promotion and protection on workers' health and the environment in this area.

Recebido em 03/02/2010. Aprovado para publicação em 27/02/2010. Fontes de financiamento: Este estudo recebeu apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil. Conflito de interesse: não há.

Endereço para correspondência: Avenida Marechal Rondon nº 381. São Francisco Xavier. Rio de Janeiro, RJ – CEP 20950-003. E-mail: lilianbehring@gmail.com

Introdução

Os profissionais de estética estão em todo o mundo. Estima-se que nos Estados Unidos sejam cerca de 800 mil pessoas empregadas em salões de cabeleireiros e na Europa estes números superem a marca de um milhão de pessoas que trabalham nesta área (Takkouche et al., 2009). No Brasil não poderia ser diferente, devido à estimativa de 400 mil salões de cabeleireiros (Ministério do Trabalho e Emprego, 2010), com emprego, em média, de três pessoas por estabelecimento, chega-se ao quantitativo equivalente a 1.200 mil trabalhadores neste segmento.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego, a profissão cabeleireiro, apesar de não possuir regulamentação, está inserida nos trabalhadores em serviços de embelezamento e higiene e é definida como trabalhadores que tratam da estética e saúde e aplicam produtos químicos para ondular, alisar ou colorir os cabelos; cuidam da beleza das mãos e pés; realizam depilação e tratamento de pele; fazem maquiagens sociais e para caracterizações (maquiagem artística); realizam massagens estéticas utilizando produtos e aparelhagem; selecionam, preparam e cuidam do local e materiais de trabalho. Projeções indicam que até 2016 ocorrerá o crescimento de 14% de trabalhadores neste ramo profissional (U.S. Department of Labor, 2008).

Porém, apesar do enorme crescimento na indústria de cosméticos e salões de beleza na América Latina e no Brasil, o mesmo não pode se afirmar em relação aos cuidados com a saúde do trabalhador, que são expostos diariamente a substâncias tóxicas em seu ambiente de trabalho.

O objetivo deste estudo é avaliar o risco ocupacional relacionado ao grau de exposição dos trabalhadores do segmento de estética, em foco o profissional cabeleireiro, exposto a substâncias químicas contidas nos produtos utilizados no ambiente de trabalho sob a forma de aerossóis, cremes, pastas, xampus, tinturas e descolorantes.

Métodos

Trata-se de um estudo bibliográfico sistematizado, de abordagem quantitativa, descritiva e analítica, perfazendo o âmbito nacional e internacional. A coleta de dados foi efetuada em periódicos disponíveis em bases eletrônicas da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), entre elas MedLine, LILACS (Literatura Latino Americana de Ciências em Saúde), IBECs e SciELO (Scientific Eletronic Library Online). O recorte temporal analisado foi desde a década de 1970 até 2010, de acordo com os artigos encontrados na pesquisa. As variáveis utilizadas para caracterização dos achados bibliográficos foram: tipo de estudo, aspecto clínico, idiomas e ano de publicação, associado ao objetivo da temática a ser estudada. O levantamento dos dados obtidos na produção bibliográfica foi realizado nos meses janeiro e fevereiro de 2010. Foram eleitos os se-

guintes descritores: occupational risks, occupational health, occupational diseases e barbering. A busca foi baseada seguindo critérios específicos: como critérios de inclusão dos artigos, foram utilizados a abordagem dos descritores pré-definidos pareados com o descritor Barbering e associados conjuntamente aos demais pré-selecionados. Como critério de exclusão foram utilizados apenas artigos disponíveis *on-line* ou em acervo em bibliotecas nacionais associados ao objetivo da pesquisa e não houve restrições quanto ao tipo do estudo.

Resultados

A análise dos resultados foi determinada através de duas estruturas distintas: apresentação do desenho metodológico bibliográfico escolhido e a discussão dos dados encontrados na literatura evidenciadas através do método.

Desenho metodológico

Foi encontrada nas bases pesquisadas, de acordo com a metodologia adotada, uma totalidade de 90 estudos. Com a definição dos descritores por pareamento e a exclusão das duplicidades, foram encontrados os resultados seguir: com a utilização dos descritores "barbering" e "occupational diseases" evidenciou-se 60 periódicos que se constituem sob a forma de artigo. Destes, 4 detiveram duplicidade, 2 artigos não estavam disponíveis *on-line* e 1 artigo não possuiu aderência à temática. Portanto, foram analisados apenas 53 artigos. Quanto à caracterização dos artigos, 13 periódicos foram identificados como relato de casos, 11 como estudo de prevalência, 06 estudos de incidência, 05 constituem estudos de coorte, 1 foi definido como caso controle e 1 como ensaio clínico controlado. Os demais não foram caracterizados pelos autores. Comparando o aspecto clínico dos resultados, foram evidenciados 32 periódicos que descrevem a etiologia das doenças ocupacionais neste grupo de profissionais, 11 artigos referem-se aos diagnósticos associados a doenças ocupacionais, 9 referem-se ao prognóstico de doenças ocupacionais relacionadas a estes trabalhadores e 1 descreve a predição sobre doenças associadas à execução de atividades relacionadas aos cabeleireiros. Dentre a incidência de artigo por idiomas encontrados, a maioria é de língua inglesa, perfazendo um total de 43. Cinco são em alemão e três em italiano, seguidos de um artigo em espanhol e um em português. Quanto ao ano de publicação demonstra uma diversificação e uma preocupação com a questão em âmbito internacional sobre as doenças associadas aos salões de beleza, em especial cabeleireiros e esteticistas, desde a década de 70, porém com um incremento nas publicações a partir das décadas de 90 e 2000, que deixou a marca de um artigo por ano, para um aumento progressivo até o quantitativo de cinco artigos ao ano, como é o caso dos anos de 2006 e 2008.

Quando ocorre o pareamento entre os descritores “barbering” e “occupational risks”, evidencia-se o achado de 9 estudos dos quais 08 artigos e uma monografia. Dentre eles, 06 evidenciam duplicidade e o restante se refere a etiologia dos riscos ocupacionais e aos profissionais cabeleireiros, sendo que um associa ainda a etiologia e o prognóstico a riscos ocupacionais. Quanto ao idioma foi evidenciado um em francês, um em inglês, seguido de um artigo em alemão. Quanto ao ano de publicação, utilizando os referidos marcadores, foram evidenciados apenas trabalhos da década de 80 e 90, demonstrando pouca evidência nesta nomenclatura descritiva atualmente.

Na associação por pareamento dos descritores “barbering” e “occupational risks” foram encontrados 16 artigos e, neste grupo, 12 foram excluídos por duplicidade. Dos quatro artigos analisados, todos se referem a etiologia da saúde ocupacional e os cabeleireiros, 03 (três) descrevem a associação entre o prognóstico e a saúde ocupacional e 01 (um) sobre o diagnóstico relacionado a saúde ocupacional. O inglês novamente foi majoritário como idioma dos artigos evidenciados. Quanto à referência ao ano de publicação, com a escolha destes descritores, evidenciaram-se artigos mais recentes: um de 2004, um de 2008 e dois artigos foram publicados no ano de 2009.

Mantendo os critérios metodológicos, ao selecionar de forma conjunta os descritores barbering; occupational health; occupational risks e occupational disease, foram selecionados 04 estudos primários e uma revisão sistemática com meta-análise. Todos já haviam sido catalogados, dentre os achados. A totalidade encontrada possui referência a etiologia relacionada à saúde, risco e doenças ocupacionais associados aos profissionais cabeleireiros. Os estudos primários são estudos de prevalência e possuem o idioma inglês. Os estudos primários foram publicados após o ano de 2000, sendo um artigo em 2004, um artigo em 2006 e dois em 2008. Tais achados demonstraram que no pareamento conjunto através dos descritores houve artigos de interesse sobre a questão dos riscos e doenças ocupacionais com a associação e ênfase a saúde do trabalhador cabeleireiro, porém dos quatro artigos encontrados, apenas metade se refere a fatores de risco associados a substâncias utilizadas nos ambientes de trabalho.

O estudo principal e de maior robustez pela hierarquia da evidência médica foi a revisão sistemática com meta-análise elaborada por Takkouche et al. Os autores selecionaram 18 estudos observacionais que estimaram o risco de câncer de pulmão e 12 estudos observacionais que estimaram o risco de câncer de laringe nos trabalhadores do segmento de estética com foco no profissional cabeleireiro. A meta-análise pelo método randômico, isto é, que contemplou a heterogeneidade dos estudos, demonstrou aumento do risco de câncer de pulmão de 27% [RR = 1.27 (95% de Intervalo de Confiança 1.15-1.41) $p < 0.0001$] e aumento do risco de câncer de laringe de 52% [RR = 1.52 (95%

de Intervalo de Confiança 1.20-1.42) $p < 0.04$], relacionado à exposição ocupacional.

Discussão

O risco da exposição dos profissionais de estética a substâncias químicas

O Brasil é um dos locais onde mais existem salões de beleza e serviços de estética no mundo. Neste contexto, dentro desses serviços existem profissionais que realizam seus trabalhos e, conseqüentemente, são expostos a agentes químicos em decorrência de procedimentos realizados em sua atividade profissional (Chua-Gocheco et al., 2008).

Tais procedimentos estão associados a uma exposição maciça de substâncias químicas altamente nocivas ao ser humano tais como fenilenodiamina, 3-aminofenol diaminosulphate, resorcinol, tolueno-2, 5-sulfito de sódio, ácido oleico, hidróxido de sódio, hidróxido de amônio, propilenoglicol, álcool isopropílico e álcool, hidróxido de sódio, hidróxido de guanidina, tioglicolato de amônio, hidróxido de amônio, o petróleo, e de peróxido de hidrogênio, Wicket et Blackmore-Prince (Wickett RR, 1997; Blackmore-Prince et al., 1999). Tais substâncias são componentes de, principalmente, tinturas, descolorantes, alisantes e permanentes que são os produtos mais utilizados por estes profissionais (Chua-Gocheco et al., 2008).

Estes produtos químicos constituem uma ameaça em potencial à saúde destes trabalhadores expostos, causando uma série de comprometimentos sistêmicos que podem levar a agravos de saúde e até mesmo à morte. Estudos demonstram que os profissionais especializados em cuidar de cabelos são expostos a milhares de substâncias químicas contidas em produtos de beleza inerentes ao tratamento e embelezamento capilar. Além disso, o cabeleireiro pode estar exposto a solventes voláteis, propulsores de aerossóis contidos em *sprays* de cabelo, bem como o formaldeído, metacrilatos e nitrosaminas existentes como componentes de muitos produtos (IARC, 1993).

Segundo o Ministério da Saúde, a saúde do trabalhador é uma área da saúde pública que possui as relações existentes entre o trabalho e a saúde como objeto de estudo e intervenção, e os seus objetivos são de promover e proteger a saúde dos trabalhadores mediante ações de vigilância aos riscos, às condições e às doenças ocupacionais, bem como de organizar e prestar assistência aos trabalhadores. Entre os determinantes da saúde do trabalhador estão os condicionantes sociais, econômicos, tecnológicos e organizacionais que respondem pelos fatores de risco ocupacionais presentes nos processos de trabalho, como é o caso dos estabelecimentos como salões de cabeleireiros.

Os resultados evidenciam estudos nacionais que se preocupam com a saúde do trabalhador nos setores de

estética, ocorrendo a citação de alterações e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho e Lesões por Esforços Repetitivos (DORT/LER) em cabeleireiras (Mussi, 2005) e problemas de ordem ventilatória (Beloto et al., 2006; Figueiredo et al., 2008) e artigos sobre a prevalência de doenças transmissíveis e parasitoses (Linardi et al., 1988). Porém, existe pouca literatura nacional correlacionando o risco ocupacional dos profissionais ao grau de exposição a substâncias tóxicas e gases nocivos, evidenciando a relevância deste estudo.

Há evidência na literatura de uma lacuna na atenção à saúde do trabalhador no que tange o manuseio e proteção de algumas substâncias contidas nos aerossóis e produtos para cabelos como fixadores de penteados, xampus, cremes para alisamentos, tinturas, descolorantes, entre tantos outros, que são extremamente nocivos não só para o meio ambiente, mas também para os profissionais que manuseiam tais produtos.

Na literatura internacional a discussão se torna mais densa em relação aos periódicos nacionais, porém ainda restrita para a magnitude do assunto a ser abordado. Existem vários artigos que historicamente – há mais de três décadas – discutem este assunto (Babish et al., 1991; IARC, 1993; Silverman et al., 1996). Dentre as doenças ocupacionais descritas estão as relacionadas ao risco de contaminação do/pelo profissional por patologias relacionadas ao contato sem proteção a componentes sanguíneos (She et al., 1988; Wazir et al., 2008; Paez Jimenez et al., 2009), são abordados os distúrbios músculo-esqueléticos (Kumaki et al., 1985a; Kumaki et al., 1985b) e as doenças relacionadas à presença de cistos interdigitais e granulomatosos causados por cabelo (Patey, 1969; Kovalcik, 1973; Colapinto, 1977; Patel et al., 1990; Jochims et al., 1998; Adams et al., 2001) e até mesmo risco cardiovascular associado ao fator ocupação, o qual informa que o profissional cabeleireiro possui alta propensão ao risco para o desenvolvimento de distúrbios cardiovasculares (Tuchsen et al., 1996).

No que tange as descrições dos fatores de risco associados a doenças para os profissionais cabeleireiros no manuseio de produtos em seu ambiente laboral, surgem várias vertentes extremamente preocupantes que merecem total atenção por parte dos estudos e atenção social. Em tratando-se de exposição inalatória por risco de asma relacionado ao trabalho, constitui uma situação preocupante, pois é descrita em várias bibliografias (Leino et al., 1997; Akpınar-Elci et al., 2002) como doença relacionada ao grupo de cabeleireiros, que possui entre outras causas relacionadas à sua etiologia, a inalação de sais de persulfate que são componentes químicos de baixa massa molecular amplamente utilizados em processos de produção diferentes, incluindo a indústria de cosméticos (Blainey et al., 1986; Kopferschmitt-Kubler et al., 2002). Dentre estes produtos estão os sprays fixadores, alisantes, descolorantes e tintu-

ras. A asma induzida por persulfate pode representar 4% de todos os casos de asma ocupacional neste público específico. Existem evidências que substâncias como amônia, sódio, potássio e persulfatos, substâncias que compõem os sais de persulfate, são extremamente alérgenos e desenvolvem não só a asma, mas também rinites ocupacionais que são descritas com o uso constante de descolorantes. Estes produtos contêm, entre outras substâncias, o tiogluconato de amônio e além desta patologia ainda pode desenvolver lesões de derme e epiderme como é o caso das dermatites de origem química (Schwaiblmair et al., 1997; Moscato et al., 2005; Cruz et al., 2009).

A descrição de afecções de pele compõe desde as dermatites e desidroses (Reichenberger et al., 1972) até mesmo doenças raras relacionadas à rejeição ao cabelo (Stone, 1975), doenças de ordem respiratória como asma brônquica e rinites (Coppieters et al., 2004), e até mesmo o risco de adquirirem câncer como doença de ordem ocupacional (Takkouche et al., 2009).

O câncer é maciçamente descrito em literatura e associado a esses relatos existem estudos que comprovam a relação entre substâncias inaladas e a incidência de vários tipos de câncer (Viadana et al., 1976). O risco de inalação e contato por substâncias inerentes aos profissionais cabeleireiros, associado à incidência de câncer, é evidenciado e descrito desde a década de 80 (Nicholls, 1976) para desenvolvimento de câncer, principalmente de ordem pulmonar. Em estudos de coorte internacionais (Nicholls, 1976; Pukkala et al., 1992; IARC, 1992; IARC, 1993; Bartsch 1994) tais literaturas descrevem o risco potencial destas substâncias às quais os profissionais são expostos cronicamente, sugerindo a necessidade de uma avaliação sistemática a este grupo de trabalhadores (Nicholls, 1976; Spinelli, 1984). Apesar da grande maioria da literatura descrever a existência de relações entre risco ocupacional e câncer no que tange a profissão dos cabeleireiros, existem controvérsias, pois alguns estudos (Shibata et al., 1990) não evidenciaram correlação de mortalidade por doenças hematológicas com o risco ocupacional por utilização de colorantes capilares. Outros relatam que a modificação do padrão e desenvolvimento de tais doenças está associada à modificação de comportamento da legislação e melhora das condições de trabalho inerente ao processo de valorização da promoção de saúde do trabalhador (Pukkala et al., 1992), principalmente ventilação do ambiente de trabalho.

Outra doença de ordem que se manifesta através do contato com agentes agressores é a conjuntivite, que é definida como inflamação da conjuntiva, que se manifesta por hiperemia e granulações na conjuntiva, exsudação e lacrimejamento; de acordo com a natureza do processo, pode ser conjuntivite aguda epidêmica ou conjuntivite crônica. As conjuntivites podem ser causadas por produ-

tos e estão relacionadas às rinites com sintomatologias oculares. As conjuntivites ocupacionais podem ser causadas por inúmeros irritantes: ácidos alcalis, aerossóis, névoas, vapores de solventes e poeiras em suspensão no ar (Leino et al., 1997).

Os problemas dermatológicos são frequentes entre profissionais cabeleireiros (Lorizzo et al., 2002), além de dermatites agudas e crônicas algumas doenças dermatológicas raras (Bowers et al., 1982) podem ser decorrentes do contato com os produtos utilizados pelos profissionais cabeleireiros. Outros problemas citados como contribuintes das afecções de pele são substâncias existentes nos equipamentos coadjuvantes de proteção, como é o caso das luvas que, em sua maioria, são constituídas de látex de borracha natural. Esta é uma causa frequente de alergia mediada por IgE em cabeleireiros, pois possuem um talco que contém substâncias que causam alergias de ordem inalatória e principalmente tópica. Ainda são evidenciados problemas de ordem mental relacionados à exposição de substâncias utilizadas em produtos pelos cabeleireiros (Genuis et al., 2004) e grandes evidências correlacionadas a problemas gestacionais com crianças que nascem pequenas para a idade gestacional (PIGs) (Rylander et al., 2002).

Estimativa do risco de câncer de pulmão relacionado à exposição ocupacional no Brasil

O aumento do número de casos de câncer de pulmão entre trabalhadores do segmento de estética, encontrado na meta-análise elaborada por Takkouche et al., indica que a magnitude do risco é considerável e pode estar sendo negligenciada pelos formuladores de políticas de saúde no Brasil. No cenário brasileiro, por exemplo, o número de casos novos de câncer de pulmão estimado para o Brasil no ano de 2010 será de 27.630, segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (INCa). A identificação da fração atribuível à exposição ocupacional para o desfecho câncer de pulmão neste segmento profissional pode representar percentual expressivo dos novos casos, diante de universo de mais de um milhão de trabalhadores expostos.

Por exemplo, a estimativa do Cálculo da Fração Atribuível (FAT) pela exposição ocupacional nos trabalhadores do segmento de estética:

$$FA \text{ expostos} = 1 - (1/RR) = 1 - (1/1,27) = 0,22$$

$$FAT \text{ populacional} = FA \text{ expostos} \times \text{população} = 0,22 \times 1.200.000 = 264.000$$

Significa que 264 mil trabalhadores do segmento de estética têm um risco aumentado de desenvolvimento de câncer de pulmão no Brasil, ao longo do período de exposição ao carcinógeno.

Estimativa do risco de câncer de laringe relacionado à exposição ocupacional no Brasil

A estimativa do Cálculo da Fração Atribuível (FAT) pela exposição ocupacional nos trabalhadores do segmento de estética, para o desfecho câncer de laringe, está descrito abaixo:

$$FA \text{ expostos} = 1 - (1/RR) = 1 - (1/1,52) = 0,35$$

$$FAT \text{ populacional} = FA \text{ expostos} \times \text{população} = 0,35 \times 1.200.000 = 420.000$$

Significa que 420 mil trabalhadores do segmento de estética têm um risco aumentado de desenvolvimento de câncer de laringe no Brasil, ao longo do período de exposição ao carcinógeno.

Considerações finais

Em razão do anteriormente descrito, evidencia-se a necessidade de mobilização social através de entidades e instituições de ensino e pesquisa para que sejam criadas estratégias que possibilitem um aumento de informações de prevenção e promoção à saúde dos trabalhadores na área de estética, em especial o grupo de cabeleireiros. Como foi descrito, há evidências científicas, principalmente internacionais, de agravos de saúde relacionados ao risco ocupacional por agentes químicos utilizados em centros de cabeleireiros. Os estudos descritos anteriormente preconizam a importância da implementação de ações educativas em saúde e inspeções sanitárias sistemáticas para a promoção e proteção da saúde de trabalhadores, pois tais medidas estão relacionadas à diminuição de incidências de doenças ocupacionais e, mais importante, é fundamental criar ambientes com ventilação adequada para minimização do risco.

Tais medidas minimizam os agravos à saúde deste profissional devido à diminuição da exposição ao risco ocupacional. Acredita-se que os meios de comunicação em massa através da mídia e da tecnologia da informação, notadamente a internet, funcionem como ponto preponderante para a obtenção da divulgação em curto prazo de formas de utilização de equipamentos de proteção individual e escolhas conscientes para a utilização de produtos menos tóxicos para o trabalhador e para o meio ambiente.

Referências bibliográficas

- Adams CI, Petrie PW, Hooper G. Interdigital pilonidal sinus in the hand. J Hand Surg 2001;26(1):53-5.
- Akpınar-Elci M; Elci OC; Importance of work intensity on respiratory problems in hairdressers. Occup Environ Med 2002;59(9):649-50.
- Babish JG, Scarlett JM, Voekler SE, Gutenmann WH, Lisk DJ. Urinary mutagens in cosmetologists and dental personnel. J Toxicol Environ Health 1991;34:197-206.

- Bartsch H. The carcinogenicity of hair dyes and permanent wave preparations. *Hautarzt* 1994;45(6):359.
- Beloto A, Bspalhok B, Gomes SMM. Estudo da capacidade funcional ventilatória dos profissionais cabeleireiros da cidade de Maringá, Estado do Paraná, no ano de 2005. *Acta Sci. Health Sci*; 2006; 28(2):137-45.
- Blackmore-Prince C, Harlow SD, Gargiullo P, Lee MA, Savitz DA. Chemical hair treatments and adverse pregnancy outcome among black women in central North Carolina. *Am J Epidemiol*. 1999;149(8):712-6.
- Blainey AD; Ollier S; Cundell D; Smith RE; Davies RJ Occupational asthma in a hairdressing salon. *Thorax* 1986;41(1):42-50.
- Bowers PW. Roustabouts' and barbers' breast. *Clin Exp Dermatol* 1982;7(4):445-8.
- Chua-Gocheco A, Bozzo P, Einarson A. Safety of hair products during pregnancy: personal use and occupational exposure. *Can Fam Physician* 2008;54(10):1386-8.
- CIC Europe/Uni-Europa. Code of Conduct. Guidelines for European Hairdressers. 'How to Get Along Code'. 26 June 2001. [http://www.uniglobalunion.org/UNIHairBeauty.nsf/70c3d04c5f60c73cc1256800001e3b89/4669823a54944412c1256aaf003869c6/\\$FILE/code%2026%2006%2001%20final%20version%20EN.pdf](http://www.uniglobalunion.org/UNIHairBeauty.nsf/70c3d04c5f60c73cc1256800001e3b89/4669823a54944412c1256aaf003869c6/$FILE/code%2026%2006%2001%20final%20version%20EN.pdf) (10 Jan 2010, date last accessed).
- Colapinto ND. Umbilical pilonidal sinus. *Br J Surg* 1977;64(7):494-5.
- Coppieters Y, Piette D. Targeting pupils at risk of occupational asthma. *Patient Educ Couns* 2004;55(1):136-41.
- Cruz MJ, De Vooght V, Munoz X, Hoet PH, Morell F, Nemery B et al. Assessment of the sensitization potential of persulfate salts used for bleaching hair. *Contact Dermatitis* 2009; 60(2):85-90.
- Figueiredo J P, Pomieciński F, Yang AC, Castro FFM, Kalil J, Galvao CES. Diagnostic assessment of occupational asthma due to persulfate salts in a professional hairdresser: a case report. *Clinics* 2008 ;63(1):149-50.
- Genuis SJ, Genuis SK. Human exposure assessment and relief from neuropsychiatric symptoms: case study of a hairdresser. *J Am Board Fam Pract* 2004;17(2):136-41.
- IARC. Working group on the evaluation of carcinogenic risks to humans: occupational exposures of hairdressers and barbers and personal use of hair colourants; some hair dyes, cosmetic colourants, industrial dyestuffs and aromatic amines. Proceedings. Lyon, France, 6-13 October 1992. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*; 57: 7-398, 1993.
- IARC. Occupational exposures of hairdressers and barbers and personal use of hair colourants. *Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1993;57: 43-118.
- Jochims J, Brandt KA. Interdigital pilonidal sinus, a rare occupational disease. *Chirurg* 1998;69(11):1280-1.
- Kopferschmitt-Kubler MC, Ameille J, Popin E, Calastrengr-Crinquand A, Vervloet D, Bayeux-Dunglas MC et al. Observatoire National de Asthmes Professionnels Group. Occupational asthma in France: a 1-yr report of the Observatoire National de Asthmes Professionnels Project. *Eur Respir J*. 2002;19:84-89.
- Kovalcik PJ. Relevancy of the barber's interdigital pilonidal sinus. *JAMA* 1973;224(12):1650.
- Kumaki T, Kurosaki S, Yunoki HF. An occupational health survey on beauticians in Japan. (III). Survey of lumbago. *Nippon Ika Daigaku Zasshi* 1985;52(4):477-82.
- Kumaki T; Kurosaki S; Yunoki HF. An occupational health survey on beauticians in Japan. (IV). Relationship of lumbago to body weight. *Nippon Ika Daigaku Zasshi* 1985; 52(4):483-8.
- Leino T, Tammilehto L, Paakkulainen H, Orjala H, Nordman H. Occurrence of asthma and chronic bronchitis among female hairdressers. A questionnaire study. *J Occup Environ Med* 1997;39(6):534-9.
- Leino T, Tammilehto L, Luukkonen R, Nordman H. Self reported respiratory symptoms and diseases among hairdressers; *Occup Environ Med* 1997;54(6):452-5.
- Linardi PM, Botelho JR, De Maria M, Cunha, HC, Ferreira JB. Prevalence of nits and lice in sampls of cut hair from floors of barbershop and beauty parlors in Belo Horizonte, Minas Gerais state, Brazil. *Linardi, Mem Inst Oswaldo Cruz* 1988;83(4):471-4.
- Lorizzo M, Parente G, Vincenzi C, Pazzaglia M, Tosti A. Allergic contact dermatitis in hairdressers: frequency and source of sensitisation. *Eur J Dermatol* 2002;12(2):179-82.
- Ministério da Saúde e Organização Pan-Americana de Saúde. Doenças Relacionadas a Trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. MS, SPS, DAPE, 2001.
- Ministério do Trabalho e Emprego. BRASIL. Classificação Brasileira de Ocupações: Trabalhadores nos serviços de embelezamento e higiene. Disponível em: <http://www.mtebo.gov.br> . Acesso em 17 fev 2010.
- Moscato G, Pignatti P; Yacoub MR; Romano C; Spezia S; Perfetti LF. Occupational asthma and occupational rhinitis in hairdressers. *Chest* 2005;128(5): 3590-8.
- Mussi G. Prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT) em profissionais cabeleireiras de institutos de beleza de dois distritos da cidade de São Paulo 2005. [156] p. ilus, tab.
- Nicholls PJ. Release of histamine from lung tissue in vitro by dimethylhydantoin-formaldehyde resin and polyvinylpyrrolidone. *Br J Ind Med* 1976;33(2):127-9.
- Paez Jimenez A, El-Din NS, El-Hoseiny M, El-Daly M, Abdel-Hamid M, El Aidi S et al. Community transmission of hepatitis B virus in Egypt: results from a case-control study in Greater Cairo. *Int J Epidemiol* 2009;38(3):757-65.
- Patey DH. A reappraisal of the acquired theory of sacrococcygeal pilonidal sinus and an assessment of its influence on surgical practice. *Br J Surg* 1969;56(6):463-6.
- Patel MR, Bassini L, Nashad R, Anselmo MT. Barber's interdigital pilonidal sinus of the hand: a foreign body hair granuloma. *J Hand Surg* 1990; 15(4):652-5.
- Pukkala E, Nokso-Koivisto P, Roponen P. Changing cancer risk pattern among Finnish hairdressers. *Int Arch Occup Environ Health* 1992;64(1):39-42.
- Reichenberger M. Findings during the initial examination of skin patients in the barbering trade with special reference to dyshidrosis. *Berufsdermatosen* 1972;20(3): 124-32.
- Riboldi A, Odescalchi CP, Ghislanzoni. On occupational pathology in hairdressers and barbers: allergological and prognostic aspects. *Folia Allergol* 1970;17(2):221-5.
- Rylander L, Axmon A, Toren K, Albin M. Reproductive outcome among female hairdressers. *Occup Environ Med* 2002;59(8):517-22.
- Schwaiblmair M, Vogelmeier C, Fruhmarm G. Occupational asthma in hairdressers: results of inhalation tests with bleaching powder. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 70(6):419-23.
- She SL, Shi LY, Wu YJ, Li ZZ, Zheng CZ, Wu YP et al. A seroepidemiologic study of hepatitis B virus infection among barbers in Huangshi City, Hubei, China. *Microbiol Immunol* 1988;32(2): 229-33.
- Shibata A, Sasaki R, Hamajima N, Aoki K. Mortality of hematopoietic disorders and hair dye use among barbers. *Nippon Ketsueki Gakkai Zasshi* 1990;53(1):116-8.
- Silverman DT, Morrison AS, Devesa SS. Schottenfeld D, Fraumeni JF (eds). Bladder cancer. *Cancer Epidemiology and Prevention*. New York: Oxford University Press, 1996 pp. 1156-79.

- Spinelli JJ, Gallagher RP, Band PR, Threlfall WJ. Multiple myeloma, leukemia, and cancer of the ovary in cosmetologists and hairdressers. *Am J Ind Med* 1984;6(2):97-102.
- Stone OJ. Chronic paronychia in which hair was a foreign body. *Int J Dermatol* 1975 14(9): 661-3.
- Takkouche B, Regueira-Méndez C, Montes-Martínez A. Risk of cancer among hairdressers and related workers: a meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2009;38:1512-31.
- Tuchsen F, Andersen O, Costa G, Filakti H, Marmot MG. Occupation and ischemic heart disease in the European Community: a comparative study of occupations at potential high risk. *Am J Ind Med* 1996;30(4):407-14.
- U.S. Department of Labor. Barbers, cosmetologists, and other personal appearance workers in: *Occupational Outlook Handbook*, 2008; 09 edition. <http://www.bls.gov/oco/ocos169.htm> (10 jan 2010, date last accessed).
- Viadana E, Bross ID, Houten L. Cancer experience of men exposed to inhalation of chemicals or to combustion products. *J Occup Med* 1976;18(12):787-92.
- Wazir MS, Mehmood S, Ahmed A, Jadoon HR. Awareness among barbers about health hazards associated with their profession. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2008; 20(2):35-8.
- Wickett RR. Permanent waving and straightening of the hair. *Cutis*. 1997;39(6):496-7.

Risco ambiental nas grandes metrópoles brasileiras

Risco ambiental no Brasil

Environmental risk in Brazilian big cities

Otávio A. C. Clark; Luciana Clark¹

Palavras-chave:

poluição, saúde de populações, Brasil

Keywords:

pollution, health of populations, Brazil

RESUMO

A poluição ambiental em grandes cidades está associada ao aumento na morbi-mortalidade das populações expostas. No Brasil existem vários estudos que avaliaram a associação entre poluentes e saúde da população. O objetivo deste estudo foi identificar os estudos realizados no país que procuraram associação entre poluição e saúde de populações. Foram encontrados 27 estudos. Todos encontraram alguma associação entre poluição e piora da saúde da população. Não foi possível determinar entre os poluentes quais eram os mais relevantes para o problema.

ABSTRACT

The ambient pollution in big cities is associated to an increase in morbidity and mortality of the population. In Brazil, there are some studies that have evaluated the association among many air pollution and health outcomes. Our aim was to identify studies performed in the country that looked for an association between pollution and the health of the population. We found 27 studies. All of them detected some association between pollution and a worsening in the health. We could not determine which of the pollution agents are more relevant to the problem.

Introdução

No início de seu famoso livro "O Perfume" (Suskind and Woods, 2002), o autor diz sobre o olfato: "é o único dos sentidos que não podemos voluntariamente parar", referindo-se à continuidade necessária do ato vital de respirar.

Com o fenômeno da migração para as cidades este ato se tornou, além de vital, perigoso, por conta principalmente da atividade humana. Motores e chaminés despejam todos os dias toneladas de gases e partículas tóxicas, que são inaladas pelos moradores das cidades, principalmente dos grandes centros urbanos.

Os efeitos mais imediatos da poluição são sentidos pelo corpo quase que imediatamente ao entrar em contato com poluentes: irritação de mucosas, olhos, dificuldades de respirar etc. Outras se instalam de forma insidiosa e, lentamente, contribuem para a deterioração do corpo humano, colaborando para o aparecimento e agravamento de doenças tão distintas quanto asma e baixo peso ao nascimento (Zorzetto, 2008).

Os poluentes com efeito deletério sobre os seres humanos mais conhecidos e estudados incluem o ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido

de nitrogênio (NO₂) e as partículas inaláveis, de diâmetro inferior a 10 micrômetros (µm) (PM₁₀) (Miraglia et al., 2005; O'Neill et al., 2008).

No Brasil, quem mais sofre com a poluição atmosférica é a cidade de São Paulo. Com 15 milhões de habitantes, imensa frota de carros, grande atividade industrial e localização geográfica e condições meteorológicas propícias, a cidade sofre com seu próprio desenvolvimento (O'Neill et al., 2008; Zorzetto, 2008).

Além das consequências para a saúde, há um custo financeiro para a sociedade, tanto por aumento na necessidade de uso de recursos médico hospitalares quanto por perda de produtividade e de anos de vida (Miraglia, 2007).

Apesar de ser um problema reconhecido por governo, sociedade, com ampla divulgação na mídia, ainda são poucos os estudos sobre o problema realizados aqui (Zorzetto, 2008).

O objetivo desta revisão foi identificar estudos que tenham mensurado os efeitos da poluição sobre as populações humanas em cidades brasileiras e compilar os principais resultados destes.

Recebido em 03/02/2010. Aprovado para publicação em 27/02/2010. Afiliação: Núcleo Brasileiro de Saúde Baseada em Evidências – Campinas – SP. Nome da instituição onde o trabalho foi executado: Evidências / MedInsight. Financiamento: não houve. Congressos onde o estudo foi apresentado: não há.

Endereço para correspondência: Otávio Clark. Rua Tranquillo Prosperi, 143. Jd Santa Genebra II. Campinas – SP. CEP: 13.084-778. Fax: 19-3287-8310. E-mail: clark@evidencias.com.br

Métodos

Realizamos uma revisão da literatura buscando estudos conduzidos no Brasil que tenham analisado riscos associados à poluição atmosférica em cidades do país. Os critérios de inclusão foram: 1) estudo objetivo de um ou mais fatores poluentes do ar; 2) ter analisado a associação destes fatores com desfechos de saúde da população; 3) ter sido realizado em alguma cidade brasileira.

A busca foi realizada nas bases de dados do MedLine e LILACS.

Resultados

Mais de 300 referências foram recuperadas pelas nossas estratégias de busca. Destas, 27 preenchem nossos critérios de inclusão (Tabela 1) (Bakonyi et al., 2004; Braga et al., 2007; Braga et al., 2001; Castro et al., 2007; Cendon et al., 2006; Conceicao et al., 2001; Cury Junior et al., 2007; Daumas et al., 2004; Farhat et al., 2005; Freitas et al., 2004; Gouveia et al., 2004; Gouveia et al., 2006; Junger and Leon, 2007; Lin et al., 2003;

Lin et al., 2004; Martins et al., 2002; Martins et al., 2006; Medeiros and Gouveia, 2005; Medeiros, 2008; Moura et al., 2008; Nascimento et al., 2006; Nascimento et al., 2004; Pereira Filho et al., 2008; Pereira et al., 1998; Rios et al., 2004; Saldiva et al., 1994; Santos et al., 2008).

Dezoito dos estudos (66%) foram realizados em São Paulo-SP, quatro no Rio de Janeiro-RJ e os cinco restantes em outras cidades (São José dos Campos-SP, Curitiba-PR, Itabira-MG, Taubaté-SP e Vitória-ES). Dez destes foram feitos com crianças, quatro com grávidas, quatro com idosos, dois com neonatos, três com adultos, um com adultos com hipertensão arterial, dois com a população geral e um com crianças e idosos.

As relações mais estudadas foram a concentração de poluentes com ocorrência de doenças do aparelho respiratório - nove estudos. As doenças cardiovasculares foram avaliadas em seis, a mortalidade infantil, intrauterina e/ou neonatal em cinco, a morbidade neonatal em três, internações hospitalares/procura por atendimento de urgência foram usados como parâmetro em 11 estudos. Dois estudos avaliaram a mortalidade de idosos. Os poluentes mais avaliados foram PM_{10} , CO, NO_2 , SO_2 .

Tabela 1. Estudos sobre efeitos da poluição em populações brasileiras

População						
Autor	Ano de publicação	Ano de realização	Local	População	End points avaliados	Resultados
Crianças						
Moura	2008	2002 a 2003	Rio de Janeiro	Crianças	Atendimentos de urgência por sintomas respiratórios	Aumento em PM_{10} associado com 6,7% de aumento no número de consultas de urgência em crianças com menos de 2 anos
Castro	2007	2001 a 2003	Vitória	Crianças	Asma em crianças com menos de 6 anos	Aumento de PM_{10} associado com aumento nos casos de asma
Nascimento	2006	2000 a 2001	São José dos Campos	Crianças	Internação por pneumonia	Aumento em PM_{10} de $24 \mu g/m^3$ associado com aumento de 9,8% nas internações por pneumonia
Farhat	2005	1996 a 1997	São Paulo	Crianças	Doenças respiratórias	Elevação de NO_2 , relacionado com aumento de 18,4% nos atendimentos de urgência por sintomas respiratórios, 17,6% em internações por pneumonia e 31,4% em internações por asma ou bronquiolite
Nascimento	2004	2001	Taubaté	Crianças	Internações por doenças respiratórias	Aumento da concentração de SO_2 associado com 25% no risco de internação
Bakonyi	2004	1999 a 2000	Curitiba-PR	Crianças	Atendimentos por sintomas respiratórios	Aumento na concentração de poluentes associado com aumento de 4,5% nas consultas por sintomas respiratórios
Rios	2004	ND	Rio de Janeiro	Crianças	Prevalência de asma	A prevalência de asma foi diretamente correlacionada com o PM_{10}
Braga	2001	1993 a 1997	São Paulo	Crianças	Internações hospitalares	Aumentos em PM_{10} e CO associados ao risco de hospitalização por doenças respiratórias
Saldiva	1994	1990 a 1991	São Paulo	Crianças	Mortalidade infantil	Aumento da concentração de NO_2 associado com aumento no risco de morte

População						
Autor	Ano de publicação	Ano de realização	Local	População	End points avaliados	Resultados
Conceição	2001	1994 a 1997	São Paulo	Crianças	Mortalidade infantil	Aumentos na concentração de CO, SO ₂ e PM ₁₀ associados com aumento de 15%, 13% e 7% no risco de morte por problemas respiratórios nas crianças
Adultos						
Pereira Filho	2008	2001 a 2003	São Paulo	Adultos	Atendimentos de urgência por doença cardiovascular	Aumento da concentração de SO ₂ (8 microg/M ³) associado com 7% de aumento de atendimento de urgência em não diabéticos e 20% de diabéticos
Santos	2008	1998 a 1999	São Paulo	Adultos	Atendimentos de urgência por arritmias cardíacas	Aumento no risco de ocorrência de arritmias correlacionado com aumento na concentração de CO (12%), NO ₂ (10,4%) e PM ₁₀ (6,7%)
Lin	2003	1994 a 1995	São Paulo	Adultos	Atendimentos de urgência por doença cardiovascular isquêmica	Aumento da concentração de CO associado a um aumento de 6,4% das admissões hospitalares por angina ou infarto agudo do miocárdio
Adultos com hipertensão arterial						
Curry-Jr	2007	2001 a 2003	São Paulo	Adultos com hipertensão arterial	Crise hipertensiva	Elevação de NO ₂ , CO, SO ₂ relacionado com aumento no número de crises hipertensivas
Geral						
Braga	2007	2003 a 2004	Itabira-MG	Geral	Atendimentos em pronto socorro	Aumento de 10 µg/m ³ de PM ₁₀ associado com aumento de 4% na procura por pronto socorro por crianças e de 4% para adultos por doenças cardiovasculares
Gouveia	2006	ND	São Paulo	Geral	Internações hospitalares	Aumento de 10 µg/m ³ de PM ₁₀ associado com aumento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% para internação por DPOC em adultos e 1,5% em adultos por doença isquêmica do coração
Idosos						
Martins	2006	1996 a 2001	São Paulo	Idosos	Ocorrência de doenças cardiovasculares	Aumento de PM ₁₀ (26 µg/m ³) e SO ₂ (10,73 µg/m ³) associados a aumento de 3,17% nas admissões por insuficiência cardíaca e 0,89% de aumento para admissões por doenças cardiovasculares no geral
Cendon	2006	1998 a 1999	São Paulo	Idosos	Atendimentos de urgência por infarto agudo do miocárdio	Aumento da concentração de SO ₂ associado com aumento de 13% nas internações em UTI por infarto agudo do miocárdio
Daumas	2004	Ecológico (1990 a 1993)	Rio de Janeiro	Idosos	Mortalidade de idosos	Aumento de 10% no risco de mortalidade associado com aumento da concentração de partículas em suspensão (resultado NS)
Martins	2002	1996 a 1998	São Paulo	Idosos	Atendimentos de urgência por pneumonia e gripe	Aumento interquartil de O ₃ e SO ₂ levam a um acréscimo de 8% e 14,5% no número de atendimentos por pneumonia e gripe em idosos
Grávidas						
Medeiros	2005	1998 a 2000	São Paulo	Grávidas	Ocorrência de recém-nascidos com baixo peso	Exposição materna ao CO ₂ , NO ₂ e aumento no PM ₁₀ associado com ocorrência de recém-nascido de baixo peso
Junger	2007	2002	Rio de Janeiro	Grávidas	Peso ao nascer	Não houve associação

População						
Autor	Ano de publicação	Ano de realização	Local	População	End points avaliados	Resultados
Gouveia	2004	ND	São Paulo	Grávidas	Peso do recém-nascido	Cada aumento de 1 ppm de CO durante o primeiro trimestre de gestação, ocorre uma perda de 23 g no peso ao nascimento
Pereira	1998	1991 a 1992	São Paulo	Grávidas	Mortalidade intrauterina	Concentração de NO ₂ , SO ₂ e CO associados com aumento no risco de morte intra-uterina
Crianças e idosos						
Freitas	2004	1993 a 1997	São Paulo	Crianças e idosos	Morbidade respiratória e mortalidade em idosos	Aumento na PM ₁₀ (10%), CO (6,1%) e O ₃ (2,5%) associados com aumento nas admissões por doenças respiratórias em crianças e PM ₁₀ (8,1%) e CO (7,9%) com aumento da mortalidade em idosos
Neonatos						
Medeiros	2008	ND	São Paulo	Neonatos	Mortalidade neonatal	Associação não significativa de 50% de aumento na mortalidade neonatal com a densidade de tráfego
Lin	2004	1998 a 2000	São Paulo	Neonatos	Mortalidade neonatal	Aumentos em PM ₁₀ e SO ₂ correlacionados com aumento de 4% e 6% no risco de morte neonatal

Legenda: ND – Não disponível.

Estudos em crianças

A população mais estudada foi a de crianças, em dez estudos (Bakonyi et al., 2004; Braga et al., 2001; Castro et al., 2007; Conceicao et al., 2001; Farhat et al., 2005; Moura et al., 2008; Nascimento et al., 2006; Nascimento et al., 2004; Rios et al., 2004; Saldiva et al., 1994). Em outro estudo foram incluídos idosos e crianças (Freitas et al., 2004).

Cinco destes estudos foram feitos em São Paulo (Tabela 1).

O estudo de Saldiva (Saldiva et al., 1994) avaliou a relação entre poluição e mortalidade infantil. Neste estudo um aumento na concentração de NO₂ foi associado a um risco maior de morte entre as crianças. Este estudo é antigo (foi realizado em 1990-1991) e já chamava a atenção para o fato de a poluição na cidade de São Paulo ter atingido níveis críticos, há vinte anos (Saldiva et al., 1994).

Em São Paulo, Farhat (Farhat et al., 2005) encontrou uma associação importante entre a poluição por NO₂ e a ocorrência de doenças respiratórias. Uma elevação de 65 µg/m³ desta substância, esteve associada com aumento de 18,4% nos atendimentos de urgência por sintomas respiratórios, 17,6% em internações por pneumonia e 31,4% em internações por asma ou bronquiolite.

Em 2001, Braga (Braga et al., 2001) encontrou um aumento significativo de necessidade de internações em crianças da cidade de São Paulo associado a um aumento no índice PM₁₀ e na concentração de CO. As crianças com menos de dois anos e aquelas com 14 a 19 anos foram as mais suscetíveis a este efeito. As menores tiveram um aumento de 9,4% nas internações hospitalares e as maiores um excesso de 5,1%,

associadas a cada aumento do intervalo interquartil no PM₁₀. Aumentos interquartis do CO também foram associados a piora, com 11% a mais de internações.

Um estudo avaliou especificamente a associação entre aumento na concentração de poluentes e morte por problemas respiratórios (Conceição et al., 2001). Aumentos na concentração de CO, SO₂ e PM₁₀ foram associados aos aumentos de 15%, 13% e 7%, respectivamente, no risco de morte por problemas respiratórios nas crianças. Estes incrementos ocorrem de forma aguda, após o segundo dia da exposição.

Dois estudos feitos no Rio de Janeiro (Moura et al., 2008; Rios et al., 2004) buscaram associações entre o PM₁₀ e doenças respiratórias em crianças. Moura (Moura et al., 2008) encontrou um aumento de 6,7% nos atendimentos de urgência em crianças com menos de dois anos, associados a aumento de PM₁₀. Rios (Rios et al., 2004) encontrou aumento na prevalência de asma correlacionada com os índices de PM₁₀. Em estudo com desenho parecido, realizado em Vitória-ES, Castro (Castro et al., 2007) também detectou uma associação positiva entre as concentrações de PM₁₀ e os casos de asma.

Estudos feitos na região do Vale do Paraíba (SP), por Nascimento (Nascimento et al., 2006; Nascimento et al., 2004), nas cidades de Taubaté (Nascimento et al., 2004) e São José dos Campos (Nascimento et al., 2006), tiveram por objetivo determinar a relação entre a concentração de poluentes e internações por doenças respiratórias em crianças. Em São José dos Campos os autores determinaram que aumentos de PM₁₀ da ordem de 24 µg/m³ estavam associados a 9,8% de elevação nos níveis de internação por pneumonia.

Em Taubaté foi encontrada uma associação entre aumentos na concentração de SO_2 com excesso de 25% no número de internações.

Em Curitiba, Bakonyi (Bakonyi et al., 2004) procurou determinar a associação entre concentração de poluentes e atendimentos por sintomas respiratórios. Os autores constataram que um aumento de $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumaça por três dias estava associado com um aumento de 4,5% no número de atendimentos de crianças com doenças respiratórias.

Um outro estudo, que incluiu crianças e idosos, realizado em São Paulo entre 1993 e 1997 (Freitas et al., 2004), buscou associações entre concentração de poluentes e a morbimortalidade nestas populações. Uma variação na concentração de poluentes entre o percentil 10 e o 90 foi responsável por aumento na internação por doenças respiratórias em crianças: PM_{10} , aumento de 10%, CO, aumento de 6,1% e O_3 , aumento de 2,5%.

Estudos em neonatos

Dois estudos avaliaram os efeitos de poluentes sobre a saúde de recém-nascidos (Lin et al., 2004; Medeiros, 2008). Ambos foram realizados na cidade de São Paulo. Lin (Lin et al., 2004) avaliou a concentração de poluentes e o risco de mortalidade neonatal. Aumentos na PM_{10} e na concentração de SO_2 estiveram associados a um aumento no risco de morte: um aumento interquartil de PM_{10} ($23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) provocou um excesso de 4% na mortalidade, enquanto no caso do SO_2 , um aumento interquartil ($9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) este excesso foi da ordem de 6%. Os autores criaram um índice para representar o efeito dos dois poluentes combinados. A cada aumento interquartil neste índice houve um aumento de 6,3% nas mortes neonatais.

Medeiros (Medeiros, 2008) realizou um estudo de casos e controles comparando mortalidade neonatal com a densidade do tráfego no domicílio da criança. Apesar de não ter utilizado medida direta da poluição, houve uma associação não significativa entre a densidade do tráfego com aumentos da ordem de 50% na mortalidade neonatal.

Estudos em grávidas

Quatro estudos, três realizados em São Paulo e um no Rio de Janeiro, avaliaram efeitos da poluição em fetos (Gouveia et al., 2004; Junger and Leon, 2007; Medeiros and Gouveia, 2005; Pereira et al., 1998). Três buscaram uma associação entre exposição a poluentes e peso ao nascer (Gouveia et al., 2004; Junger and Leon, 2007; Medeiros and Gouveia, 2005) e um com a mortalidade intrauterina (Pereira et al., 1998). O estudo de Junger, realizado no Rio de Janeiro, não encontrou associação entre poluição e peso ao nascer (Junger and Leon, 2007). Os outros dois estudos que se propuseram a analisar peso e poluentes encontraram correlação significativa entre

estes fatores: Medeiros (Medeiros and Gouveia, 2005) relacionou a exposição materna no primeiro trimestre de gravidez a níveis elevados de CO_2 , NO_2 e ao PM_{10} com ocorrência de recém-nascido de baixo peso. Gouveia (Gouveia et al., 2004) encontrou achados semelhantes. Em ambos foi possível determinar uma associação linear entre exposição materna a poluentes no primeiro trimestre da gravidez e a ocorrência de recém-nascido de baixo peso. No estudo de Medeiros (Medeiros and Gouveia, 2005) a cada aumento de $1 \mu\text{g}$ de PM_{10} , NO_2 e SO_2 e 1 ppm de CO houve decréscimo de 0,6 g, 0,47 g, 1,26 g e 11,87 g, no peso ao nascer, respectivamente. O estudo de Gouveia (Gouveia et al., 2004) encontrou um decréscimo de 23 g no peso ao nascer para cada aumento de 1 ppm de CO durante o primeiro trimestre de gestação.

O estudo de Pereira (Pereira et al., 1998) teve como objetivo avaliar a relação entre poluentes e mortalidade intrauterina. Houve uma correlação positiva da concentração de NO_2 , SO_2 e CO com morte intraútero. Esta associação foi aguda e o evento ocorreu em média após cinco dias do aumento da poluição.

Estudos em adultos

Quatro estudos foram feitos em adultos, todos em São Paulo (Cury Junior et al., 2007; Lin et al., 2003; Pereira Filho et al., 2008; Santos et al., 2008). Um deles incluiu especificamente adultos com hipertensão (Cury Junior et al., 2007).

O estudo de Pereira Filho (Pereira Filho et al., 2008) avaliou a correlação entre poluentes e atendimentos de urgência por doença cardiovascular em pacientes com diabetes e em não diabéticos. Os resultados mostraram um aumento da concentração de SO_2 ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) associado com 7% de aumento de atendimento de urgência em não diabéticos e 20% de diabéticos, em até dois dias após aumento da poluição.

Lin (Lin et al., 2003) avaliou se existe um aumento nos atendimentos por urgência devido a doença cardiovascular isquêmica associado à poluição. Os dados foram coletados entre 1994 e 1995. Cada aumento interquartil de CO foi associado com um aumento de 6,4% nos atendimentos de urgência por angina ou infarto agudo do miocárdio.

Em um estudo com desfecho não usual (Santos et al., 2008), Santos avaliou a relação entre poluição atmosférica e a ocorrência de arritmias cardíacas. Para cada incremento interquartil houve um excesso no risco de ocorrência de arritmias correlacionado com aumento na concentração de CO (12%), NO_2 (10,4%) e PM_{10} (6,7%). Este aumento ocorreu de forma aguda, no mesmo dia do aumento da poluição. Houve também um gradiente dose-dependente da associação.

Cury Jr. (Cury Junior et al., 2007) avaliou uma população de adultos com diagnóstico prévio de hipertensão arterial. Aumentos na concentração dos três poluentes estudados (CO, NO_2 e SO_2) foram associados com ocorrência de crises hipertensivas. Os tempos latentes entre o aumento de po-

luentes e o aparecimento da crise hipertensiva foi diferente para cada um dos poluentes. Para o SO₂ houve repercussões em até cinco dias após sua maior concentração e para o CO e NO₂ isso ocorreu entre dois e sete dias.

Estudos na população geral

Dois estudos avaliaram os efeitos dos poluentes na população geral (Braga et al., 2007; Gouveia et al., 2006). Um foi realizado em Itabira-MG (Braga et al., 2007), cidade com forte atividade de mineração, e outro em São Paulo (Gouveia et al., 2006). O estudo de Itabira-MG (Braga et al., 2007) avaliou a PM₁₀ na cidade, procurando relacionar sua concentração com atendimentos em pronto-socorro. Os resultados mostraram um efeito deletério do aumento da PM₁₀ tanto para crianças como para adultos. Cada aumento de 10 µg/m³ de PM₁₀ foi associado com aumento de 4% na procura por pronto-socorro por crianças e de 13% para adolescentes ambos por emergências respiratórias. Para os adultos houve aumento de 4% na procura por atendimento de urgência devido a doenças cardiovasculares. Os efeitos foram agudos e duraram por até três dias após a elevação inicial.

Em São Paulo, Gouveia (Gouveia et al., 2006) procurou relação entre hospitalizações da população geral e aumento no PM₁₀. Aumento de 10 µg/m³ de PM₁₀ foi associado com aumento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% para internação por DPOC em adultos e 1,5% em adultos por doença isquêmica do coração.

Estudos em idosos

Quatro estudos avaliaram especificamente os efeitos da poluição em idosos (Cendon et al., 2006; Daumas et al., 2004; Martins et al., 2002; Martins et al., 2006). Três foram realizados em São Paulo (Cendon et al., 2006; Martins et al., 2002; Martins et al., 2006) e um no Rio de Janeiro (Daumas et al., 2004).

Daumas (Daumas et al., 2004) mediu a concentração de partículas em suspensão e a mortalidade de idosos no município do Rio de Janeiro, no início da década de 1990. Seu trabalho encontrou um aumento de 10% no risco de mortalidade associado com aumento da concentração de partículas em suspensão, porém não houve significância estatística nos resultados atribuídos pelos autores “pelo reduzido conjunto de dados de poluição disponível para o período estudado”.

Um estudo procurou medir a associação entre concentração de poluentes e atendimentos de urgência por pneumonia e gripe em idosos (Martins et al., 2002). Neste, um aumento interquartil de O₃ e SO₂ levaram a um acréscimo de 8% e 14,5% no número de atendimentos por pneumonia e gripe em idosos.

Dois estudos feitos em São Paulo avaliaram a relação entre poluição e doenças cardiovasculares em idosos (Cendon et al., 2006; Martins et al., 2006). Cendon (Cendon et al., 2006) avaliou a concentração de poluentes e correlacionou com

atendimentos de urgência por infarto agudo do miocárdio. Seus resultados mostraram um aumento interquartil da concentração de SO₂ associado com aumento de 13% nas internações em UTI por infarto agudo do miocárdio em unidades de terapia intensiva e de 8% nas enfermarias.

Martins (Martins et al., 2002) mediu a associação entre concentração de poluentes e a ocorrência de doenças cardiovasculares. Aumentos interquartis da PM₁₀ e SO₂ foram associados com aumentos de 3,17% em insuficiência cardíaca congestiva e 0,89% em doenças cardiovasculares totais.

Discussão

Os achados dos estudos são consistentes com uma piora das condições de vida da população associada a poluição, pois, praticamente todos os estudos encontraram uma associação entre um ou mais poluentes e uma piora nas variáveis clínicas estudadas. Houve, entretanto, certa variabilidade sobre qual dos poluentes mais estudados (CO, NO₂, SO₂, PM₁₀, O₃) apresenta um efeito mais importante e mesmo sobre a relevância de cada um. Como os estudos demonstraram, a cidade de São Paulo é extremamente afetada pela poluição e grupos de todas as faixas etárias sofrem as consequências. Há tanto um excesso de mortes quanto de hospitalizações na cidade.

Se em grandes cidades a poluição é um problema conhecido, em cidades de menor porte isso pode ser um problema ainda desconhecido. As análises feitas em cidades como Itabira (Braga et al., 2007), São José dos Campos (Nascimento et al., 2006) e Taubaté (Nascimento et al., 2006) apontam que a poluição atmosférica pode trazer repercussões para a saúde das populações de cidades menores.

Como o número de estudos é relativamente pequeno, algumas questões ainda continuam sem resposta: qual o efeito da poluição em outras cidades? Como questões geográficas e climáticas influenciam a poluição? Quais os poluentes mais importantes? De particular interesse, o efeito da poluição no Rio de Janeiro parece seguir um padrão diferente de São Paulo, provavelmente pelas condições geográficas e climática distintas.

Seria de interesse geral que novos estudos fossem realizados e que fossem capazes de propor soluções que pudessem pelo menos amenizar a situação. Qual seria, p.ex., o impacto da adoção de etanol no lugar da gasolina? O rodízio de veículos seria capaz de melhorar a situação? Quais melhorias no transporte coletivo teriam maior impacto na saúde das pessoas?

Conclusão

A exposição a poluentes em cidades brasileiras é um fator de risco para a morbi-mortalidade das populações expostas. Boa parte dos nuances da poluição e dos poluentes é desconhecida e mais pesquisas são necessárias, principalmente na área de soluções.

Referências bibliográficas

- Bakonyi, S. M., Danni-Oliveira, I. M., Martins, L. C., and Braga, A. L. (2004). [Air pollution and respiratory diseases among children in the city of Curitiba, Brazil]. *Rev Saude Publica* 38, 695-700.
- Braga, A. L., Pereira, L. A., Procopio, M., Andre, P. A., and Saldiva, P. H. (2007). [Association between air pollution and respiratory and cardiovascular diseases in Itabira, Minas Gerais State, Brazil]. *Cad Saude Publica* 23 Suppl 4, S570-578.
- Braga, A. L., Saldiva, P. H., Pereira, L. A., Menezes, J. J., Conceicao, G. M., Lin, C. A., Zanolletti, A., Schwartz, J., and Dockery, D. W. (2001). Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in Sao Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 31, 106-113.
- Castro, H. A., Hacon, S., Argento, R., Junger, W. L., Mello, C. F., Castiglioni Junior, N., and Costa, J. G. (2007). Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitoria, Espirito Santo State, Brazil. *Cad Saude Publica* 23 Suppl 4, S630-642.
- Cendon, S., Pereira, L. A., Braga, A. L., Conceicao, G. M., Cury Junior, A., Romaldini, H., Lopes, A. C., and Saldiva, P. H. (2006). Air pollution effects on myocardial infarction. *Rev Saude Publica* 40, 414-419.
- Conceicao, G. M., Miraglia, S. G., Kishi, H. S., Saldiva, P. H., and Singer, J. M. (2001). Air pollution and child mortality: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. *Environ Health Perspect* 109 Suppl 3, 347-350.
- Cury Junior, A., Cendon, S., and Perez, S. (2007). Efeitos da poluição atmosférica na frequência de atendimentos por hipertensão arterial em unidade de emergência na cidade de São Paulo / The effects of the air pollution on the frequency of services on hypertensive patients at the emergency unit in the city of São Paulo. *Rev Soc Bras Clin Med* 5, 105-113.
- Daumas, R. P., Mendonca, G. A., and Ponce de Leon, A. (2004). [Air pollution and mortality in the elderly in Rio de Janeiro: a time-series analysis]. *Cad Saude Publica* 20, 311-319.
- Farhat, S. C., Paulo, R. L., Shimoda, T. M., Conceicao, G. M., Lin, C. A., Braga, A. L., Warth, M. P., and Saldiva, P. H. (2005). Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admissions. *Braz J Med Biol Res* 38, 227-235.
- Freitas, C., Bremner, S. A., Gouveia, N., Pereira, L. A., and Saldiva, P. H. (2004). [Hospital admissions and mortality: association with air pollution in Sao Paulo, Brazil, 1993 to 1997]. *Rev Saude Publica* 38, 751-757.
- Gouveia, N., Bremner, S. A., and Novaes, H. M. (2004). Association between ambient air pollution and birth weight in Sao Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health* 58, 11-17.
- Gouveia, N., Freitas, C., and Martins, L. C. (2006). Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil / Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica* 22, 2669-2677.
- Junger, W. L., and Leon, A. P. (2007). [Air pollution and low birth weight in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2002]. *Cad Saude Publica* 23 Suppl 4, S588-598.
- Lin, C. A., Amador Pereira, L. A., de Souza Conceicao, G. M., Kishi, H. S., Milani, R., Jr., Ferreira Braga, A. L., and Nascimento Saldiva, P. H. (2003). Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. *Environ Res* 92, 57-63.
- Lin, C. A., Pereira, L. A., Nishioka, D. C., Conceicao, G. M., Braga, A. L., and Saldiva, P. H. (2004). Air pollution and neonatal deaths in Sao Paulo, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 37, 765-770.
- Martins, L. C., Latorre Mdo, R., Cardoso, M. R., Goncalves, F. L., Saldiva, P. H., and Braga, A. L. (2002). [Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in Sao Paulo, Brazil]. *Rev Saude Publica* 36, 88-94.
- Martins, L. C., Pereira, L. A., Lin, C. A., Santos, U. P., Prioli, G., Luiz Odo, C., Saldiva, P. H., and Braga, A. L. (2006). The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Rev Saude Publica* 40, 677-683.
- Medeiros, A., and Gouveia, N. (2005). [Relationship between low birthweight and air pollution in the city of Sao Paulo, Brazil]. *Rev Saude Publica* 39, 965-972.
- Medeiros, A. P. P. (2008). Traffic-related air pollution and perinatal mortality: a case-control study. *Environ Health Perspect* 116, 2008.
- Miraglia, S. G. (2007). Health, environmental, and economic costs from the use of a stabilized diesel/ethanol mixture in the city of Sao Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica* 23 Suppl 4, S559-569.
- Miraglia, S. G., Saldiva, P. H., and Bohm, G. M. (2005). An evaluation of air pollution health impacts and costs in Sao Paulo, Brazil. *Environ Manage* 35, 667-676.
- Moura, M., Junger, W. L., Mendonca, G. A., and De Leon, A. P. (2008). [Air quality and acute respiratory disorders in children]. *Rev Saude Publica* 42, 503-511.
- Nascimento, L. F., Pereira, L. A., Braga, A. L., Modolo, M. C., and Carvalho, J. A., Jr. (2006). [Effects of air pollution on children's health in a city in Southeastern Brazil]. *Rev Saude Publica* 40, 77-82.
- Nascimento, L. H., Modolo, M. C., and Carvalho, J. A., Jr. (2004). Atmospheric pollution effects on childhood health: an environmental study in the Paraíba Valley. *Rev Bras Saude Matern Infant* 4, 367-374.
- O'Neill, M. S., Bell, M. L., Ranjit, N., Cifuentes, L. A., Loomis, D., Gouveia, N., and Borja-Aburto, V. H. (2008). Air pollution and mortality in Latin America: the role of education. *Epidemiology* 19, 810-819.
- Pereira Filho, M. A., Pereira, L. A., Arbex, F. F., Arbex, M., Conceicao, G. M., Santos, U. P., Lopes, A. C., Saldiva, P. H., Braga, A. L., and Cendon, S. (2008). Effect of air pollution on diabetes and cardiovascular diseases in Sao Paulo, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 41, 526-532.
- Pereira, L. A., Loomis, D., Conceicao, G. M., Braga, A. L., Arcas, R. M., Kishi, H. S., Singer, J. M., Bohm, G. M., and Saldiva, P. H. (1998). Association between air pollution and intrauterine mortality in Sao Paulo, Brazil. *Environ Health Perspect* 106, 325-329.
- Rios, J. L., Boechat, J. L., Sant'Anna, C. C., and Franca, A. T. (2004). Atmospheric pollution and the prevalence of asthma: study among schoolchildren of 2 areas in Rio de Janeiro, Brazil. *Ann Allergy Asthma Immunol* 92, 629-634.
- Saldiva, P. H., Lichtenfels, A. J., Paiva, P. S., Barone, I. A., Martins, M. A., Massad, E., Pereira, J. C., Xavier, V. P., Singer, J. M., and Bohm, G. M. (1994). Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environ Res* 65, 218-225.
- Santos, U. P., Terra-Filho, M., Lin, C. A., Pereira, L. A., Vieira, T. C., Saldiva, P. H., and Braga, A. L. (2008). Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in Sao Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health* 62, 267-272.
- Suskind, P., and Woods, J. E. (2002). *O perfume*. (São Paulo: Vintage Books).
- Zorretto, R. (2008). *População Sufocada*. *Rev Fapesp*, 48-51.

Risco de exposição ocupacional e doenças respiratórias no Brasil

Occupational exposure and respiratory diseases in Brazil

Jorge I. F. Salluh¹

Palavras-chave:

doença ocupacional,
pneumoconioses, poluição
ambiental, asbestose, asma, DPOC

Keywords:

occupational disease,
pneumoconiosis, environmental
pollution, asbestosis, COPD

RESUMO

A exposição a fatores ambientais é uma importante fonte de morbimortalidade no Brasil. Muito embora as melhorias de condições de trabalho e a progressiva urbanização do país tenham sido responsáveis por quedas na incidência de pneumoconioses tradicionais, como as relacionadas ao carvão ou à sílica, outros riscos advindos da urbanização vêm sendo descritos. Dentre eles, a exposição à poluição ambiental e outros fatores presentes no ambiente de trabalho, são hoje importantes responsáveis por agudizações de asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Embora muitos avanços recentes tenham sido atingidos por pesquisadores da área, significativas melhorias na vigilância epidemiológica e nos processos de identificação de indivíduos em risco ocupacional precisam ser feitas para que intervenções precoces capazes de reduzir seu impacto na morbimortalidade ocorram.

ABSTRACT

The exposure to environmental factors is a major source of morbidity in Brazil. Despite the reduction in the rates of traditional pneumoconiosis as coal worker's lung and asbestosis ascribed to the several improvements that were made in the working conditions and the trend towards urbanization, other risk factors have emerged. Among them, air pollution and new risk factors pertinent to the workplace are nowadays co-responsible for the increasing rates of asthma and COPD exacerbations. Although many advances were made by researchers on this field, significant improvements in epidemiologic surveillance and risk assessment of individuals exposed to occupational hazards are needed. These advances will allow early interventions that may reduce the burden of occupational exposure on respiratory function.

Introdução

As pneumoconioses são as principais doenças ocupacionais respiratórias e são definidas pelo acometimento intersticial pulmonar que ocorre como reação a inalação de poeira (NIOSH, 2006, CDC, 2001). As exposições principais se dão no ambiente de trabalho, mas hoje exposição ambiental também se encontra associada ao desenvolvimento de doenças respiratórias. As principais pneumoconioses são a asbestose, silicose e a pneumoconiose dos trabalhadores de carvão, tais pneumoconioses em geral têm evolução lenta, no entanto o grave comprometimento pulmonar pode ocorrer em todas após a exposição prolongada, sendo a sílica mais frequentemente associada a formas mais graves e rapidamente progressivas. Do ponto de vista de saúde pública estas doenças assumem grande importância não somente por sua frequência elevada em indivíduos expostos, mas especialmente pelo fato de serem geradas pelo

homem e, portanto, serem potencialmente evitáveis (NIOSH, 2006). Outras formas conhecidas de pneumoconioses são relacionadas a inalação de alumínio, talco, berílio, mica e grafite, entre outros. Mais recentemente doenças respiratórias associadas à exposição a concentrações elevadas de material particulado e biomassa (oriunda da queima de cana-de-açúcar) vêm sendo reportadas e respondem por elevada frequência de doenças de vias aéreas superiores e inferiores no Brasil.

Vigilância epidemiológica e dados nacionais

Nos EUA e na Europa diversas iniciativas têm sido eficazes em produzir dados epidemiológicos. O National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) demonstrou que, dentre os casos de pneumoconioses notificados em

Recebido em 11/02/2010. Aprovado para publicação em 27/02/2010. Fontes de financiamento: não há. Conflitos de interesse: não há

1. Programa de Pós-Graduação Instituto Nacional de Câncer, Rio de Janeiro, Brasil.

Endereço para correspondência: Jorge I. F. Salluh, MD, PhD. Instituto Nacional de Câncer – INCA. Hospital do Câncer – I – 10ª Andar. Pça. Cruz Vermelha, 23. Rio de Janeiro – RJ – Brasil. CEP: 20230-130. Telefone: +55 21 2506-6120; Fax: +55 21 2506-6209. E-mail: jorgesalluh@yahoo.com.br, jsalluh@inca.gov.br

Michigan e Ohio, 58% eram relacionados a sílica (NIOSH, 2006). Com relação à asma ocupacional, por sua vez, dados coletados na costa leste dos EUA demonstraram que a asma ocupacional e a asma agravada pelo trabalho estão frequentemente associadas a inalação de produtos químicos (NIOSH, 2006). A NIOSH, na monitoração da exposição ao carvão, identificou doença radiologicamente significativa em 3% dos indivíduos expostos, sendo que 10% destes tinham critérios radiológicos de fibrose maciça (CDC, 2001).

A despeito da alta relevância acerca da monitoração da ocorrência de doenças respiratórias ocupacionais, dados produzidos no Brasil ainda são limitados, restringindo-se em sua maioria a projetos pontuais de pesquisa (Bagatin et al., 2006). Neste sentido projetos nacionais que contem com a colaboração de pneumologistas, profissionais de saúde pública e médicos generalistas são essenciais (WHO, 1996).

Asma e DPOC

A asma relacionada ao trabalho é uma das principais doenças respiratórias ocupacionais em termos de prevalência. Inúmeras substâncias químicas utilizadas em diversas atividades laborativas podem ser responsáveis por deflagrar ou agravar a asma.

Em São Paulo a asma relacionada ao trabalho é a principal doença respiratória ocupacional identificada em ambulatórios especializados (Mendonça et al., 1994). O fato de afetar principalmente indivíduos jovens, em contraposição às pneumoconioses, faz com que a asma relacionada ao trabalho tenha um peso socioeconômico elevado devido ao absenteísmo, aumento da necessidade de consultas ambulatoriais e de urgência, além de hospitalizações (Chan Yeung et al., 1995). Um estudo de uma base populacional realizado com 2.063 indivíduos na cidade de Ribeirão Preto, avaliou a prevalência e fatores de risco para a asma relacionada ao trabalho (Caldeira et al., 2006). Nesta amostra de pacientes 22% dos indivíduos apresentavam hiperresponsividade brônquica à metacolina. A prevalência de asma foi 11,8% e 4,2% tinham asma relacionada ao trabalho. Escolaridade baixa e atopia foram fatores independentemente associados ao diagnóstico de asma relacionada ao trabalho (Caldeira et al., 2006). Quando pacientes com asma de difícil controle são avaliados, fatores ocupacionais são frequentemente buscados como potenciais alvos de intervenção para a otimização terapêutica (Caldeira et al., 2006). Nestes indivíduos a redução da exposição pode ser um fator crucial para o controle dos sintomas. Um estudo realizado em Ribeirão Preto, São Paulo, avaliou 77 pacientes com asma de difícil controle e identificou asma ocupacional em 17% dos pacientes (Araújo et al., 2007). Neste mesmo estudo 34% dos pacientes reportaram exposição a agentes deletérios no ambiente de trabalho.

Recentemente, uma população de bombeiros foi avaliada com relação a prevalência e fatores de risco para sintomas de asma. Neste estudo 1.235 bombeiros foram avaliados e sintomas de asma estavam presentes em 8,2% dos indivíduos, sendo que o tempo de trabalho, tabagismo e rinite foram os principais determinantes da ocorrência de sintomas de asma nesta população (Ribeiro et al., 2009).

O conhecimento de populações de risco deve gerar políticas públicas de prevenção direcionadas a estes grupos de indivíduos.

Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), embora classicamente associada ao tabagismo e a doenças como a deficiência de alfa-1-antiproteases, sua prevalência pode estar associada a exposição ocupacional. Dados oriundos do estudo PLATINO, realizado em cinco grandes cidades da América Latina, demonstram que na cidade de São Paulo 15% dos indivíduos portadores de DPOC eram expostos a fumaça de carvão (para cozinhar), 49% expostos a biomassa pelas mesmas razões e até 33% tinham história de exposição a material particulado no ambiente de trabalho (Menezes et al., 2005). Tal aspecto reforça o elo epidemiológico entre DPOC e exposição ocupacional. Considerando que somente nos EUA o custo anual da DPOC supera os seis bilhões de dólares, medidas de prevenção devem ser priorizadas nesta população (Gold, 2009).

Pneumoconioses

A ocorrência de pneumoconioses no Brasil está documentada em uma série de estudos epidemiológicos históricos datados da década de 1970 (Morrone, 1980). Dentre estudos recentes, um retrospectivo, realizado em Campinas, avaliou 1.147 pacientes com pneumoconioses. Nestes a exposição a agentes causais foi de 17 + 8 anos. A maior parte dos pacientes (77%) foi diagnosticado entre os 35 e 59 anos de idade. A exposição à sílica foi o principal fator, identificada em 92,5% dos casos, sendo os restantes causados por asbesto, carvão, grafite e metais, entre outros. Um estudo realizado com uma população exposta a asbestos durante o trabalho em minas no estado da Bahia avaliou 6.098 indivíduos (Bagatin et al., 2005). Dentre estes indivíduos, 24,7% apresentavam alterações funcionais pulmonares e 21% sintomas respiratórios. A exposição cumulativa, tabagismo e presença de imagem pleural estavam associados de modo independente ao declínio da função pulmonar.

Muito embora não faça parte das pneumoconioses clássicas, a queima de biomassa pode causar doença pulmonar por emitir material particulado e carbono. Um estudo realizado em Piracicaba (São Paulo) de 1997 a 1998 demonstrou que a queima de cana-de-açúcar pode elevar de modo significativo a emissão de material particulado, o que está associado a maior frequência de sintomas

respiratórios e internações hospitalares por causas pulmonares, especialmente em crianças e idosos (Cançado et al., 2006).

Doenças das vias aéreas superiores

Um grande número de agentes inalados, ocupacionalmente, pode causar sintomas das vias aéreas superiores. Dentre os principais sintomas se destacam: rinossinusites, disfonias, perfurações do septo nasal e neoplasias da cavidade nasal e paranasal (Siracusa et al., 2000). São inúmeros os agentes causais responsabilizados por sua ocorrência e estima-se que 20% da população tenha rinite alérgica e 5% não alérgica. Assim como a asma, a rinite pode ser causada ou agravada pela exposição ambiental. Infelizmente, dados epidemiológicos a este respeito são escassos na literatura médica brasileira (Ministério da Saúde, 2001). Contudo, dada a sua elevada frequência na população geral, o grande número e a ubiquidade de muitos dos agentes potencialmente envolvidos com a sua gênese, podemos supor que seu impacto de saúde pública é elevado (Gomes, 1983).

Câncer

O número estimado de novos casos de câncer de pulmão no Brasil em 2010 é de 17.800 entre os homens e de 9.830 nas mulheres (risco estimado de 18 casos novos a cada 100 mil homens e 10 a cada 100 mil mulheres) (INCa, 2010). Fatores ambientais relacionados ao câncer de pulmão podem ser divididos em quatro grupos: (a) relacionados aos hábitos de vida (tabagismo e dieta); (b) relacionados ao ambiente de trabalho (agentes químicos e radiações); (c) relacionados ao meio ambiente e (d) relacionados aos cuidados de saúde (radioterapia/radiação).

Wunsch-Filho e cols. observaram que os principais fatores de risco associados ao câncer de pulmão, do ponto de vista ocupacional, foram: trabalhar nas indústrias de máquinas (OR = 1,62, CI 95%: 1,02 - 2,55); > de 10 anos de trabalho em cerâmicas (OR = 6,43; CI 95%: 1,12 - 37,01); e > 10 anos em tecelagens (Wunsch-Filho et al., 1998). Em um estudo de caso-controle o mesmo grupo de investigadores estimou a incidência de neoplasia de pulmão na população com maior risco, na região metropolitana de São Paulo (SP). A análise de regressão logística não condicional mostrou *odds ratio*: 1,97 (95% IC: 1,52 a 2,55) para os trabalhadores com maiores escores de exposição ocupacional (Wunsch-Filho et al., 1995).

Conclusões

Estudos realizados na última década demonstram que o impacto das diversas formas de exposição ocupacional na saúde respiratória de indivíduos previamente hígidos

ou com comorbidades é bastante expressivo. Este impacto se traduz em sintomas, perda funcional pulmonar, redução de qualidade de vida, absenteísmo do trabalho e necessidade de internações hospitalares, resultando em elevado ônus humano e financeiro para o país. Claro está que bases de dados devem ser geradas para fornecer informação fidedigna e vigilância epidemiológica de modo a subsidiar as futuras diretrizes e intervenções preventivas de saúde pública nesta área. A geração de conhecimento deve ainda permitir a identificação de populações em risco elevado, resultando assim na produção de intervenções precoces que possibilitem minimizar o impacto ocupacional na saúde respiratória destes indivíduos.

Referências bibliográficas

1. NIOSH [site na internet]. [citado 2010 Fev 18]. Disponível em :www.cdc.gov/niosh
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems: recommendations from the Guidelines Working Group. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2001;50:1-35.
3. Bagatin E, Jardim JR, Stirbulov R. Occupational chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol*. 2006;32:S35-40.
4. WHO [site na internet]. Wagner GR. Health screening and surveillance of mineral dust exposed workers. Recommendation for the ILO Workers Group. Geneva. World Health Organization, 1996. [citado 2010 Fev 18]. Disponível em : www.who.int/occupational_health/publications/en/oehmineraldust1.pdf
5. Mendonça EMC, Algranti E, Silva RCC, Buschinelli JTP. Ambulatório de pneumopatias ocupacionais da Fundacentro: resultados após 10 anos. *Rev Bras Saúde Ocup*. 1994;22:7-13.
6. Chan-Yeung M. Assessment of asthma in the workplace. ACCP consensus statement. *American College of Chest Physicians. Chest*. 1995;108:1084-1117.
7. Caldeira RD, Bettiol H, Barbieri MA, Terra-Filho J, Garcia CA, Vianna EO. Prevalence and risk factors for work related asthma in young adults. *Occup Environ Med*. 2006 63:694-699.
8. Araujo AC, Ferraz E, Borges Mde C, Filho JT, Vianna EO. Investigation of factors associated with difficult-to-control asthma. *J Bras Pneumol*. 2007;33:495-501.
9. Ribeiro M, de Paula Santos U, Bussacos MA, Terra-Filho M. Prevalence and risk of asthma symptoms among firefighters in São Paulo, Brazil: a population-based study. *Am J Ind Med*. 2009;52:261-269.
10. Menezes AM, Perez-Padilla R, Jardim JR, Muino A, Lopez MV, Valdivia G, et al., Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the Platino study): a prevalence study. *Lancet*. 2005;366:1875-1881.
11. The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [site na internet]. [citado 2009 Fev 18]. Disponível em : <http://goldcopd.com/>
12. Morrone LC. *Rev Saude Ocupacional* 1980;8:6-30.
13. Bagatin E, Nader JA, Nery LE, Terra-Filho M, Kavakama J, Castelo A, Capelozzi V, Sette A, Kitamura S, Favero M, Moreira-Filho DC, Tavares R, Peres C, Becklake MR. Non-malignant consequences of decreasing asbestos exposure in the Brazil chrysotile mines and mills. *Occup Environ Med*. 2005;62:381-389.

14. Cançado JE, Saldiva PH, Pereira LA, Lara LB, Artaxo P, Martinelli LA, Arbex MA, Zanobetti A, Braga AL. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environ Health Perspect.* 2006;114:725-729
15. Siracusa A, Desrosiers M, Marabini A. Epidemiology of occupational rhinitis: prevalence, aetiology and determinants. *Clin Exp Allergy.* 2000;30:1519-1534.
16. Ministério da Saúde. Brasil. Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. [Série A. Normas e Manuais Técnicos, 114]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2001. 310-362.
17. Gomes ER. Lesões produzidas por agentes químicos nas indústrias de galvanoplastia. *Rev Bras Saúde Ocup.* 1983;11:78-80.
18. INCa [Site na internet].]. [citado 2009 Fev 22]. Disponível em: www.inca.gov.br/estimativa/2010
19. Wunsch-Filho V, Moncau JE, Mirabelli D, Boffetta P. Occupational risk factors of lung cancer in Sao Paulo, Brazil. *Scand J Work Environ Health.* 1998;24:118-124.
20. Wunsch Filho V, Magaldi C, Nakao N, Moncau JEC. Trabalho industrial e câncer de pulmão. *Rev Saúde Pública.* 1995;29:166-176.

Os riscos do ozônio ambiental

The environmental risks of ozone

Luciana Bahia¹

Palavras-chave:

poluição, ozônio,
doenças, mortalidade

Keywords:

pollution, ozone,
diseases, mortality

RESUMO

O crescente aumento dos poluentes do ar acarreta danos à saúde dos indivíduos, principalmente nos grandes centros urbanos e nas populações mais suscetíveis (idosos e crianças). Na atualidade os estudos científicos demonstram de forma mais acurada os riscos de determinados poluentes, entre eles o ozônio, um dos mais nocivos. Além da visão médica, gestores e formuladores de políticas de saúde devem ter conhecimento dos custos diretos e indiretos das doenças causadas ou agravadas pela poluição ambiental. O desenvolvimento tecnológico acompanhado do crescimento da população urbana e idosa tornará esse problema ainda maior no futuro, consequentemente, medidas de controle da poluição são mandatórias para todas as grandes cidades para que se evite um dano ainda maior para a sociedade e sistemas de saúde.

ABSTRACT

The growing number of air pollutants has been causing damage to health, especially in large urban centers and more susceptible populations (elderly and children). Scientific studies have shown with more accuracy the risks of certain pollutants, including ozone, one of the most harmful. Health managers and policy makers should be aware of the direct and indirect costs of diseases caused or exacerbated by environmental pollution. Technological development has accompanied the growth of urban and elderly people. These will become a bigger problem in the future, therefore, measures for pollution control are mandatory for all major cities to refrain from even greater harm to society and health systems.

Introdução

Há mais de 50 anos os pesquisadores vêm demonstrando os riscos da poluição ambiental sobre a saúde humana. No início dos anos 80, cientistas do mundo inteiro começaram a alertar para os riscos ambientais do aumento da concentração de gases causadores do efeito estufa na atmosfera em decorrência da desastrosa interferência no equilíbrio natural do meio ambiente pela humanidade. O ozônio é apenas um entre as centenas de poluentes que infestam o ar das grandes cidades, porém é um dos mais nocivos. Embora existam dados de que os níveis ambientais de ozônio estejam aumentando em ambos os hemisférios (Holloway T et al., 2003), até agora, poucos estudos conseguiram demonstrar o real impacto desse poluente por dificuldades e imprecisões nos métodos científicos utilizados.

O ozônio é um gás de difícil mensuração e controle. Ele não é emitido diretamente, mas é um subproduto de várias e complexas reações químicas entre diversos poluentes (monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos) e a luz solar. O calor funciona como um acelerador dessas reações, aumentando a geração de ozônio, que geralmente atinge seu pico entre as 12 e 15 horas do dia. Portanto, o aquecimento global figura entre um dos fatores possivelmente responsáveis pela maior geração de ozônio.

Vários países e cidades já estão controlando a emissão de gases poluentes, porém é muito difícil elaborar estratégias eficientes para a redução do ozônio. Um exemplo no nosso país foi a criação dos carros movidos a biocombustíveis. O paradoxo é que, embora esses veículos emitam menores quantidades de monóxido de carbono, passam a emitir no ar resíduos de álcool – os aldeídos, que são matéria-prima para o ozônio.

O ozônio presente na estratosfera (10 a 50 quilômetros de altitude) funciona como uma barreira contra a radiação solar, causadora de definidos riscos à saúde. Ou seja, longe da superfície, o ozônio é benéfico, próximo é danoso.

Uma comissão europeia foi constituída, em 1999, com o objetivo de criar medidas para o monitoramento e controle das concentrações de ozônio ambiental, segundo os objetivos prévios para a boa qualidade do ar sugeridos pela Organização Mundial da Saúde. Os limites de emissão de vários poluentes foram derivados de um modelo de custo-efetividade, denominado RAINS (*Regional Air Pollution Information and Simulation*) que integra informações de fontes de emissão (desenvolvimento econômico, possibilidades técnicas e custos para a redução da emissão) com informações científicas sobre a dispersão de poluentes, incluindo a formação do ozônio (Amann M. et al., 2000).

Recebido em 11/12/2009. Aprovado para publicação em 17/02/2010. Fontes de financiamento: Este estudo recebeu apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil. Conflito de interesse: não há.

1. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil.

Endereço para correspondência: Luciana Bahia. R. Visconde de Pirajá 547-501 Ipanema. Tel.: 21-2512-4350 – Fax: 21-3507-2097. Rio de Janeiro – RJ – CEP 22410-003. lucianabahia@uol.com.br

Na região metropolitana de São Paulo o ozônio representa o principal poluente, excedendo os padrões de qualidade do ar por vários dias ao ano. Pesquisadores do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo verificaram a variação da concentração máxima de ozônio em cinco bases de observação através de dados simulados pela diminuição do potencial de formação de ozônio. Os precursores de ozônio mais comuns na cidade de São Paulo foram: formaldeído (mais importante), acetaldeído, propeno, isopropeno, cis-2-buteno e trans-2-buteno. Os dados observados sugerem que a melhor estratégia de redução da concentração de ozônio seria a redução da emissão de VOC, a mesma ação não é possível com o NO_2 , já que a sua diminuição acarreta aumento da concentração de ozônio (Orlando JP et al., 2009).

Ozônio e doenças

O ozônio inalado, mesmo em pequenas quantidades, é capaz de causar um processo inflamatório pulmonar, exacerbando doenças como asma, rinite, enfisema e complicando quadros cardiológicos como insuficiência cardíaca e congestão pulmonar.

A relação entre o ozônio e as doenças respiratórias é bem estabelecida e documentada por meio do registro de mais admissões em serviços de emergência e de internações. Alguns estudos nacionais demonstraram aumento do número de internações por doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de São Paulo, principalmente entre crianças e idosos.

Um aumento de 10 microgramas/ m^3 de material particulado (PM) esteve associado com aumento de 4,6% nas internações por asma em crianças e 4,3% das internações por doença pulmonar obstrutiva crônica e doenças cardíacas em idosos. No Rio de Janeiro o aumento na quantidade de poluentes (1 milésimo de grama) resultou em acréscimo de 4% no número de crianças hospitalizadas (Freitas C et al., 2004; Gouveia N et al., 2006).

A relação entre os poluentes do ar (ozônio, monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio), nível socioeconômico e sintomas alérgicos (rinite, asma e eczema atópico) foi estudada em 16.209 adolescentes nas cidades de São Paulo, Santo André, Curitiba e Porto Alegre. Embora os autores não tenham detectado um padrão na relação entre determinados poluentes e sintomas específicos, os dados sugerem que a exposição a esses poluentes determina aumento significativo nos sintomas alérgicos (Solé D et al., 2007).

No período de 1996 a 1997 foi demonstrada a relação entre o aumento da concentração de dióxido de nitrogênio, ozônio e monóxido de oxigênio e o maior número de atendimentos e internações por afecções respiratórias em crianças atendidas no setor de emergência do Instituto da Criança da Universidade São Paulo (Farhat SC et al., 2005).

Em sete cidades do Chile foi demonstrado um aumento de 10% a 17% nos atendimentos por cefaléia relacionados a

vários poluentes (PM = material particulado; NO_2 = dióxido de nitrogênio, CO = monóxido de carbono e O_3 = ozônio) (Dales RE et al., 2009).

Ozônio e mortalidade

O impacto da poluição atmosférica sobre a morbimortalidade brasileira foi estudado em populações de maior risco (idosos > 65 anos e crianças < 5 anos) de sete cidades brasileiras (Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo e Vitória). Embora os autores descrevam que os métodos de aferição da poluição tenham sido diferentes, os fatores de impacto foram gerados localmente. Os pesquisadores estimaram que 600 mortes/ano seriam atribuídas a doenças respiratórias no grupo de idosos e 47 mortes/ano no grupo de crianças, correspondendo a 4,9% e 5,5% da mortalidade respiratória total observada nesses grupos, respectivamente (Marcilio I & Gouveia N, 2007). Outra análise realizada apenas na cidade de São Paulo demonstrou claramente que a população de idosos é a de maior risco de mortalidade relacionada com a poluição ambiental (Tabela 1) (Gouveia N & Fletcher T, 2000).

A relação entre o aquecimento das cidades e a mortalidade geral foi demonstrada em outra série em três grandes cidades latinas (São Paulo, Chile e cidade do México). Com o aumento da temperatura se observou um aumento no risco de morte, mesmo após o ajuste pela concentração de ozônio. A cidade São Paulo foi a cidade mais quente e com a mais forte relação entre a temperatura e a mortalidade, sendo os idosos > 65 anos e os de menor nível educacional os grupos mais suscetíveis (Bell ML et al., 2008).

Recentemente foram publicadas três meta-análises especificamente sobre o impacto da concentração ambiental de ozônio e a mortalidade em diferentes populações (Bell M et al., 2005; Ito K. et al., 2005; Levy JI et al., 2005). Embora os autores tenham utilizado diferentes fontes de dados e métodos de avaliação, os resultados finais foram bastante semelhantes. Demonstrou-se que para cada aumento na concentração média anual de ozônio em 10 ppm (partícula por milhão) no ar ambiente ocorre um aumento paralelo na mortalidade de 0,83% a 0,87%. Todos os estudos mostraram que o risco é maior nos meses do verão (níveis mais altos de ozônio) do que no inverno, porém inúmeros fatores de confundimento devem ser considerados na análise desses resultados (prevalência de aparelhos de ar-condicionado, estação do ano, tempo de exposição, faixa etária, concentração métrica dos poluentes, etc.).

Os dados do estudo NMMAPS (*National Morbidity and Mortality Air Pollution Study*), que monitora longitudinalmente a qualidade do ar em 95 cidades americanas nos últimos 14 anos, foram analisados no período de 1987 a 2000 e comparados com os resultados da meta-análise de 39 estudos de séries (Bell et al., 2005).

Tabela 1. Riscos relativos ajustados para mortalidade em todas as idades em relação ao aumento no nível de poluentes (aumento nos níveis de PM₁₀ do percentil 10 ao 90)

	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
Todas as idades	1.007 (0.986, 1.026)	1.010 (0.992, 1.029)	0.996 (0.979, 1.012)	1.012 (0.994, 1.031)	1.008 (0.989, 1.027)
Acima de 65 anos					
Todas as causas	1.033* (1.006, 1.060)	1.033* (1.008, 1.058)	1.013 (0.992, 1.033)	1.020 (0.996, 1.046)	1.023* (1.000, 1.046)
Respiratórios	1.060* (1.005, 1.118)	1.040* (0.981, 1.101)	1.031 (0.982, 1.082)	0.981 (0.927, 1.037)	1.051* (0.994, 1.111)
Cardiovasculares	1.038* (1.001, 1.076)	1.044* (1.010, 1.080)	1.014 (0.986, 1.043)	1.041* (1.007, 1.076)	1.031 (0.996, 1.067)

*p < 0.05

PM₁₀, Material particulado; SO₂, dióxido enxofre; NO₂, dióxido nitrogênio; CO, monóxido carbono e O₃, ozônio;

A Tabela 2 evidencia a diferença entre os resultados de algumas meta-análises existentes sobre a relação entre ozônio e mortalidade.

Um estudo em 23 cidades européias, com três anos de duração, demonstrou que nos meses do verão o aumento da concentração de ozônio (5 ppm) se acompanha de um aumento de 0,33% na mortalidade geral, 0,45% nas mortes cardiovasculares e 1,13% nas doenças respiratórias. Comparando com os métodos utilizados nas metanálises citadas (aumento de 10 ppm), poderíamos inferir, então, o dobro desses riscos (Gryparis A et al., 2004).

Tabela 2. Estimativas de aumento da mortalidade decorrente da exposição ao ozônios

Estudo	Aumento percentual na mortalidade (intervalo 95%)
Thurston e Ito 2001	1,37% (0,78 a 1,96)
Stieb et al., 2003	1,12% (0,32 a 1,92)
Levy et al., 2001	0,98% (0,59 a 1,38)
Anderson et al., 2004	1,11% (0,55 a 1,67)
Bell et al., 2005	0,87% (0,55 a 1,18)

Risco e economia

Economistas vêm tentando mensurar o impacto econômico das doenças causadas pela poluição. Os custos diretos podem ser estimados através do aumento das internações hospitalares e visitas aos serviços de saúde (ambulatórios e setores de emergência), mas além desses, existem ainda os custos indiretos decorrentes do presenteísmo, absenteísmo, aposentadorias e mortes prematuras.

É importante estimar os prejuízos econômicos decorrentes dos males causados pela poluição ambiental para estabelecer investimentos prioritários em ações preventivas focadas. Não existem dados que possam ser comparados entre

países, já que o investimento em saúde tem uma variação per capita enorme. Na tentativa de utilizar um indicador padrão, a medida de DALY (Disability-Adjusted Life Years) tem sido aplicada para estimar o impacto econômico.

Um trabalho realizado na cidade de São Paulo atribuiu valores de DALY em relação à poluição ambiental baseado em estudos epidemiológicos prévios. Os custos indiretos da saúde atribuíveis à poluição do ar somaram US\$ 3.222.676 (em crianças e idosos) e os valores de DALY atribuídos foram de US\$ 28.212 por ano (Miraglia SG et al., 2005).

Pesquisadores da Escola de Saúde Pública de Harvard publicaram um estudo de custo-benefício (valores monetários) da redução de ozônio em relação a alguns desfechos de saúde: mortalidade prematura, asma crônica, internações hospitalares por afecções respiratórias e restrição nos dias de trabalho. Foi estimado um valor anual para os benefícios de saúde pela redução na concentração de ozônio de aproximadamente US\$ 10 por pessoa pela redução de 1 micrograma/m³ (média de 24h) (Levy JI et al., 2001).

Na área de Hong Kong, onde a poluição vem crescendo significativamente nas últimas décadas, foi realizada uma estimativa do impacto econômico e na saúde de dias com poluição ambiental habitual comparados com dias de qualidade de ar sugerida pela Organização Mundial da Saúde para a população de 6,9 milhões de indivíduos. Foi demonstrado que, se medidas efetivas de diminuição da poluição conseguissem manter a qualidade do ar dentro dos níveis sugeridos mundialmente, haveria uma diminuição de 1.335 mortes, 60.587 dias de internações e 6,7 milhões de visitas médicas por afecções respiratórias. A perda de produtividade evitada seria de US\$ 240 milhões/ano (Hedley AJ et al., 2008).

Conclusão

Embora o mundo já tenha consciência dos riscos da poluição ambiental para a saúde, as ações efetivas para controle da emissão de poluentes está longe de ser realidade, prin-

principalmente nos grandes centros urbanos. Os efeitos deletérios do ozônio para a saúde são observados em grupos mais suscetíveis, como idosos e crianças, aumentando o número de hospitalizações e morte. Em adição, o aumento da poluição ambiental ocorre em paralelo ao aumento da expectativa de vida e da população acima de 60 anos no mundo. Os dados científicos existentes são insuficientes para indicar uma estimativa precisa dos custos diretos e indiretos decorrentes da poluição. Até então, as evidências apontam para um aumento na mortalidade e dos gastos na saúde e isso certamente tem um grande impacto para a saúde pública e para a sociedade em diversos países, inclusive no Brasil.

Referências bibliográficas

- Amann M et al. The revision of the air quality legislation in the european union related to ground-level ozone. *J Hazard Mater*. 2000 Nov 3;78(1-3):41-62.
- Anderson HR et al. Meta-Analysis of Time-Series Studies and Panel Studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3). Report of a WHO Task Group. Copenhagen: World Health Organization; 2004.
- Bell ML et al. Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *Int J Epidemiol*. 2008 Aug;37(4):796-804.
- Bell M et al. A Meta-Analysis of Time-Series Studies of Ozone and Mortality With Comparison to the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. *Epidemiology* 2005;16: 436-45.
- Dales RE et al. Air pollution and hospitalization for headache in Chile. *Am J Epidemiol*. 2009 Oct 15;170(8):1057-66.
- Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, et al. Acute effects of ozone on mortality from the 'Air Pollution and Health: A European Approach' Project. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170:1080-7.
- Hedley AJ et al. Air pollution: costs and paths to a solution in Hong Kong-- understanding the connections among visibility, air pollution, and health costs in pursuit of accountability, environmental justice, and health protection. *J Toxicol Environ Health A*. 2008; 71(9-10):544-54.
- Holloway T, Fiore A, Hastings MG. Intercontinental transport of air pollution: will emerging science lead to a new hemispheric treaty? *Environ Sci Technol*. 2003;37:4535-42.
- Ito K et al. Associations between ozone and daily mortality -- Analysis and Meta-analysis. *Epidemiology*. 16(4):446-57.
- Levy JI et al. Assessing the public health benefits of reduced ozone concentrations. *Environ Health Perspect*. 2001;109:1215-26.
- Levy JI et al. Ozone exposure and mortality. An empiric Bayes Metaregression Analysis. *Epidemiology* 2005; 16(4): 458-67.
- Marcilio I, Gouveia N. Quantificação do impacto da poluição atmosférica sobre a população urbana brasileira. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2007, vol.23, suppl.4, pp. S529-S536.
- Miraglia SG et al. An evaluation of air pollution health impacts and costs in São Paulo, Brazil. *Environ Manage*. 2005 May;35(5):667-76.
- Orlando JP et al. Ozone precursors for the São Paulo Metropolitan Area. *Sci Total Environ*. 2009 Dec 22. [Epub ahead of print].
- Solé D et al. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema in Brazilian adolescents related to exposure to gaseous air pollutants and socioeconomic status. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2007;17(1):6-13.
- Stieb DM et al. Meta-analysis of time-series studies of air pollution and mortality: update in relation to the use of generalized additive models. *J Air Waste Manage Assoc*. 2003;53:258-61.
- Thurston GD, Ito K. Epidemiological studies of acute ozone exposures and mortality. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2001;11:286-94.

Poluição ambiental e doença cardiovascular na cidade de São Paulo

Air pollution and cardiovascular disease in São Paulo

Helena Cramer Veiga Rey¹

Palavras-chave:

poluição do ar, assunção de risco, doenças cardiovasculares

Keywords:

air pollution, risk exposure, cardiovascular disease

RESUMO

Estudos epidemiológicos realizados em grandes centros urbanos têm demonstrado a associação da poluição atmosférica com aumento de morbimortalidade cardiovascular. Devido à densidade populacional e numerosa frota de automóveis, São Paulo é um cenário apropriado para o estudo do impacto da poluição na saúde cardiovascular. As evidências demonstram que a poluição na cidade de São Paulo afeta a saúde cardiovascular da população, elevando o número de internações, mortalidade e subsequentemente os gastos com saúde pública, demonstrando a necessidade do investimento em medidas de controle das fontes poluentes e gerenciamento do desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Recent epidemiologic studies indicate that air pollution is directly linked to increased cardiovascular morbidity and mortality. São Paulo, the most populous city of South America with a numerous automobile fleet is an appropriate place to study air pollution adverse health problems. Evidences showed that air pollutant effects on cardiovascular health of general population increased the hospital admissions, mortality and impact on public health costs, indicating the necessity of air quality policy and control to promote a sustainable development.

Introdução

A doença cardiovascular resulta da combinação de herança genética e fatores ambientais. Ainda que os hábitos de vida como dieta, atividade física e tabagismo compreendam os principais fatores de risco ambientais e modificáveis, o papel da poluição atmosférica tem sido estudado como responsável pela elevação do risco cardiovascular (Dockery et al., 1993).

Níveis elevados de poluição atmosférica têm efeito sobre a pressão arterial, a frequência cardíaca, a resistência vascular e a coagulação sanguínea (Ibaldi-Mulli et al., 2001) (Brook et al., 2002), que resulta no aumento da morbidade e mortalidade cardiovascular (Schwartz et al., 1994) (Pope et al., 2004).

O interesse sobre esse tema nos últimos anos reflete no aumento de publicações na área de Cardiologia Ambiental (Bhatnagar et al., 2006). Na última década muitos estudos foram realizados tendo como cenário grandes centros urbanos. São Paulo é a maior cidade sul-americana, cuja população estimada para o ano de 2007 foi de mais de 10 milhões de habitantes (IBGE, 2007) e possui a maior frota de automóveis do país (CETESB, 2009). Portanto, São Paulo é um local apropriado para o estudo dos efeitos da inalação de poluentes na saúde da população.

A presente revisão tem o objetivo de descrever os efeitos da poluição atmosférica no sistema cardiovascular e seu impacto na saúde pública na cidade de São Paulo.

As fontes de poluição, os níveis aceitáveis e impacto na saúde cardiovascular

As emissões gasosas e de material particulado para a atmosfera derivam principalmente de veículos, indústrias e da queima de biomassa. As principais fontes de poluição na cidade de São Paulo são as emissões provenientes de veículos e indústrias.

Os parâmetros regulamentados para aferição da qualidade do ar são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis ou material particulado (PM), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂). Na Tabela 1 estão descritos os padrões de qualidade do ar para os principais poluentes, de acordo com a Agência de Proteção Ambiental norte-americana (EPA). O índice de qualidade do ar pode variar de 0 a maior ou igual a 300. Quando acima de 100 já causa impacto na saúde e sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta; e quanto maior o índice, pior a reper-

Recebido em 07/02/2010. Aprovado para publicação em 27/02/2010. Fontes de financiamento: não houve. Conflito de interesse: não há.

1. Pesquisadora do Departamento de Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Cardiologia – Rio de Janeiro – Brasil.

Endereço para correspondência: Instituto Nacional de Cardiologia. Rua das Laranjeiras 374 / 5ª Andar – Laranjeiras – Rio de Janeiro – CEP 22240-006. Telefone 21-82589140 e 21-32030522 e-mail hrcramer@globo.com

cussão clínica e as manifestações cardiovasculares, se tornam mais frequentes (CETESB, 2009).

Tabela 1. Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes, segundo a Agência de Proteção Ambiental – EPA, EUA

Poluentes	Padrões primários	Tempo médio
Partículas inaláveis (PM ₁₀)	50 mg/m ³ 150 mg/m ³	média aritmética anual nível limite para 24 horas
Ozônio (O ₃)	0,12 ppm (235 mg/m ³)	média de 1 hora máxima diária
Dióxido de enxofre (SO ₂)	0,03 ppm (80 mg/m ³) 0,14 ppm (365 mg/m ³)	média aritmética anual nível máximo em 24 horas
Monóxido de carbono (CO)	9 ppm (10 mg/m ³) 35 ppm (40 mg/m ³)	nível máximo em 1 hora média máxima de 8 horas
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	0,053 ppm (100 mg/m ³)	média aritmética anual

A relação causal entre danos à saúde e poluição ambiental foi estabelecida em meados do século 20 em episódios agudos que ocorreram na Europa (Logan et al., 1952). A partir daí, o controle da qualidade do ar passou a ser adotado nos países desenvolvidos. O órgão responsável pelo controle da qualidade ambiental no estado de São Paulo, Companhia de

Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), foi criado em 1968 e vem monitorando a qualidade do ar em uma rede automatizada em todo o estado. Esse registro possibilita pesquisas e auxilia na formulação de ações para controle da poluição. Na Tabela 2 estão os valores de referência para episódios agudos de poluição.

Os poluentes que mais frequentemente ultrapassam os limites legais em São Paulo são o ozônio, o material particulado e o monóxido de carbono. O que mais difere dos estudos em países desenvolvidos é a elevação de CO atmosférico, que ainda é encontrado no Brasil devido ao baixo uso de catalisadores em automóveis e pela frota antiga de veículos, fabricados antes das leis regulatórias de controle de emissão de poluentes, que datam de 1996 (CETESB, 2009).

Os poluentes atmosféricos também apresentaram variações sazonais, tendo o PM₁₀ e CO picos no inverno e o O₃ picos no verão (CETESB, 2009).

Mecanismos fisiopatológicos de efeito da poluição na saúde cardiovascular – evidências de estudos na cidade de São Paulo e impacto na Saúde Pública

Evidências recentes acumulam informações sobre os mecanismos fisiopatológicos envolvidos nos eventos cardiovasculares mediados pela poluição ambiental.

Tabela 2. valores de referencia para episódios agudos de poluição – CETESB

Poluente	Características	Fontes principais	Nível de atenção	Nível de alerta	Nível de emergência
Partículas Inaláveis (MP ₁₀ e MP _{2,5}) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido em suspensão, Faixa de tamanho < 10 micra	Processos de combustão e aerossol secundário	375 (µg/m ³) - 24 h	625 (µg/m ³) - 24 h	875 (µg/m ³) - 24 h
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido em suspensão, Faixa de tamanho < 100 micra	Processos de combustão e exaustão. Fontes Naturais como o pólen	250 (µg/m ³) - 24 h	420 (µg/m ³) - 24 h	500 (µg/m ³) - 24 h
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, precursor dos sulfatos, um dos componentes das partículas inaláveis	Processos que utilizam queima de óleo combustível	800 (µg/m ³) (µg/m ³) - 24 h	1.600 ((µg/m ³) (µg/m ³) - 24 h	2.100 (µg/m ³) (µg/m ³) - 24 h
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom- vermelhado, pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos e compostos orgânicos tóxicos	Processos de combustão	1.130 (µg/m ³) - 1 h	2.260 (µg/m ³) - 1 h	3.000 (µg/m ³) - 1 h
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido	Combustão incompleta em veículos automotores	15 (ppm) - 8 h	30 (ppm) - 8 h	40 (ppm) - 8 h
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, principal componente da névoa fotoquímica	Produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos	200 (µg/m ³) - 1 h	800 (µg/m ³) - 1 h	1.000 (µg/m ³) - 1 h

*Adaptado do Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2008⁴.

Constata-se que a poluição causa alteração em diversos parâmetros cardiovasculares.

Estudos demonstraram a associação entre o aumento de partícula inalável < 2,5 micra ($PM_{2,5}$) e a redução da frequência cardíaca (Gold et al., 2000) e que a elevação de PM_{10} se relaciona com elevação da frequência cardíaca (Pope et al., 1999), sustentando a tese de que a poluição altera o sistema nervoso autônomo, corroborando com os achados de estudos que demonstram a alteração da variabilidade da frequência cardíaca, que é um fator de risco para desenvolvimento de arritmias cardíacas, pela exposição a poluentes (Gold et al., 2000) (Devlin et al., 2003).

Em 2007 foi publicada uma série temporal que evidenciou a associação dos níveis de CO, NO_2 e PM_{10} e admissão por arritmia cardíaca na Emergência do Instituto do Coração (InCor), na cidade de São Paulo (Santos et al., 2008). A participação de CO e NO_2 está relacionada à combustão dos automóveis.

O efeito da poluição na resistência vascular foi comprovado em estudo controlado com voluntários sadios que, ao inalarem PTS e O_3 em níveis elevados por duas horas, apresentavam diminuição do diâmetro da artéria braquial de em média 0,09 mm, elevando a resistência vascular sistêmica e, por fim, a pressão arterial (Brook et al., 2002).

Pesquisa realizada em uma emergência na cidade de São Paulo, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003, na qual se estudou pacientes hipertensos que procuravam atendimento por complicação hipertensiva, demonstrou que elevações nas concentrações atmosféricas de NO_2 , CO e SO_2 se relacionam com maior número de atendimentos de pacientes portadores de hipertensão arterial (Santos et al., 2008).

O efeito da poluição na doença isquêmica do coração é multifatorial. Estudos evidenciam vários mecanismos envolvidos. O estudo epidemiológico MONICA comprovou a associação de aumento da poluição com o aumento da viscosidade sanguínea (Peters et al., 2002). A exposição por longo tempo a níveis elevados de $PM_{2,5}$ demonstrou estar associada à calcificação coronariana e ao processo de aterosclerose (Hoffman et al., 2007). A ativação de processo inflamatório pela inalação de PM_{10} e $PM_{2,5}$, entre outros poluentes, está amplamente documentada na literatura (Peters et al., 2001) (Ruckert et al., 2007). A conjunção de hipercoagulabilidade, aterosclerose e inflamação resultam no processo de isquemia miocárdica.

O grupo do laboratório de poluição atmosférica experimental da Universidade de São Paulo confirmou a associação entre CO e admissão na emergência do InCor por isquemia cardíaca em adultos acima de 45 anos de idade. Foi evidenciada a associação de elevação de PM_{10} , SO_2 e O_3 com as admissões hospitalares por doença isquêmica, porém sem significância estatística, provavelmente devido ao tamanho amostral (Lin et al., 2003).

Estudos de associação entre mortes totais de idosos e níveis de poluição atmosférica vêm sendo realizados na cidade de São Paulo. Pesquisa realizada em 1995 (Saldiva et al., 1995) encontrou incremento de 13% de mortes associadas com os níveis médios anuais, analisando um ano de mortes por todas as causas, excluídas as causas externas. Em outro estudo, na mesma época, em que se analisou um período de cinco anos, detectou-se aumento de 8% nas mortes totais de idosos (excluídas as causas externas) associados com um incremento de PM_{10} (Freitas et al., 2004). Devido à constância da associação entre PM_{10} e danos à saúde, este se posiciona como indicador de exposição para o acompanhamento do impacto na saúde.

O custo indireto com saúde atribuível à poluição atmosférica é cerca de três milhões de dólares anuais, fato que, associado ao aumento do número de eventos cardiovasculares e respiratórios, torna essa questão um problema de saúde pública (Miraglia et al., 2005).

Propostas para minimizar o problema

Com uma frota de cerca de seis milhões de veículos automotivos e o principal parque industrial do país, São Paulo, que ocupa a terceira posição entre as cidades mais populosas do mundo, enfrenta um grande desafio de controlar adequadamente a qualidade do ar para manter a saúde da população.

Iniciativas importantes vêm sendo tomadas, como a implantação de programas de gestão ambiental em frotas de transporte de cargas e passageiros, a capacitação de oficinas destinadas à melhoria da manutenção de veículos automotores dos ciclos Otto e Diesel, o incentivo à contínua melhoria da qualidade de combustíveis automotivos, o estudo de novas alternativas energéticas veiculares, bem como o aumento do controle corretivo da emissão excessiva de fumaça preta nos veículos em uso movidos a diesel. Seus efeitos serão vistos no longo prazo.

As propostas de maior fiscalização no uso obrigatório de catalisadores em automóveis, investimento em transporte coletivo com expansão das linhas de metro e ativação de trens intermunicipais e o uso de biocombustíveis se encontram na ordem do dia.

Em avaliação dos impactos ambientais e sociais da mistura estabilizada do uso de diesel/etanol na frota de ônibus e caminhões na região metropolitana de São Paulo, se verificou reduções nos poluentes atmosféricos, especialmente o PM_{10} , e uma análise custo-benefício ambiental que resultou positiva em US\$ 2,851 milhões, concluindo que o uso de biodiesel produziria ganhos em termos ambientais, de saúde e de inclusão socioeconômica, garantindo sustentabilidade (Miraglia et al., 2010).

Esta revisão buscou não apenas sumarizar evidências dos impactos na saúde cardiovascular causados pelas mudanças

ambientais, mas alertar sobre a necessidade de gerenciar o crescimento de uma grande metrópole como São Paulo de forma sustentável.

Referências bibliográficas

- Bhatnagar A. Environmental cardiology. Studying mechanistic links between pollution and heart disease. *Cir Res* 2006;99:692-705
- Brook RD, Brook JR, Urch B, Vincent R, Rajagopalan S, Silverman F. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation* 2002;105:1534-6.
- CETESB, 2009. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2008 [recurso eletrônico]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp>. Acessado em 20/02/2010.
- Cury-Junior, Abrão José; Cendon-Filha, Sonia Perez; Pereira, Luiz Alberto Amador; Braga, Alfesio Luis Ferreira; Conceição, Gleice Margarete de Souza. Efeitos da poluição atmosférica na frequência de atendimentos por hipertensão arterial em unidade de emergência na cidade de São Paulo.
- Devlin RB, Ghio AJ, Kehrk H, Sanders G, Cascio W. Elderly humans exposed to concentrated air pollution particles have decreased heart rate variability. *Eur Respir J* 2003;21:765-805.
- Dockery DW, Pope CA III, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753-1759.
- Freitas, Clarice et al. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. *Rev. Saúde Pública, São Paulo*, v. 38, n. 6, Dec. 2004.
- Gold DR, Litonjua A, Schwartz J, et al. Ambient pollution and heart rate variability. *Circulation* 2000;101:1267-73.
- Hoffmann B, Moebus S, Mohlenkamp, et al., for the Heinz Nixdorf Recall Study Investigative Group. Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation* 2007;116:489-96.
- Ibald-Mulli A, Stieber J, Wichmann H-E, Koenig W, Peters A. Effects of air pollution on blood pressure: a population-based approach. *Am J Public Health* 2001;91:571-7.
- IBGE, 2007. Contagem Populacional. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>. Acessado em : 20/02/2010.
- Lin CA, Amador Pereira LA, de Souza Conceição GM, Kishi HS, Milani R Jr, Ferreira Braga AL, Nascimento Saldiva PH. Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. *Environ Res*. 2003 May;92(1):57-63.
- Logan WPD. Mortality in the London fog incident, 1952. *Lancet* 1953;1:336-8
- Miraglia SG, Saldiva PH, Böhm GM. An evaluation of air pollution health impacts and costs in São Paulo, Brazil. *Environ Manage*. 2005 May;35(5):667-76.
- Miraglia, SG. Health, environmental, and economic costs from the use of a stabilized diesel/ethanol mixture in the city of São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2010.
- Peters A, Döring A, Wichmann H-E, Koenig W. Increased plasma viscosity during an air pollution episode: a link to mortality? *Lancet* 1997;1582-7.
- Peters A, Fröhlich M, Döring A, et al. Particulate air pollution is associated with an acute phase response in men. *Eur Heart J* 2001;22:1198-204.
- Pope CA III, Dockery DW, Kanner RE, Villegas GM. Oxygen saturation, pulse rate, and particulate air pollution. A daily time-series panel study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:365-72.
- Pope CA III, Burnett RT, Thurston GD, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution. Epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004;109:71-7.
- Ruckert R, Greven S, Ljungman P, et al. Air pollution and inflammation(interleukin-6, C-reactive protein, fibrinogen) in myocardial infarction survivors. *Environ Health Perspect* 2007;115:1072-80.
- Saldiva PHN, Pope CA, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Arch Environ Health* 1995;50:159-63.
- Santos UP, Terra-Filho M, Lin CA, Pereira LA, Vieira TC, Saldiva PH, Braga AL. Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in Sao Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 2008 Mar;62(3):267-72.
- Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and metaanalysis. *Environ Res* 1994;64:36-52.

Cost-effectiveness model of using zoledronic acid once a year versus current treatment strategies in postmenopausal osteoporosis

Patrice Fardellone, Bernard Cortet, Erick Legrand, Xavier Bresse, Ségolène Bisot-
Locard, Anne-Marie Vigneron, Ariel Beresniak
Joint Bone Spine 2010; 77: 53-7

Comentado por: Roberta Arinelli Fernandes¹

A osteoporose pós-menopausa continua sendo um problema de saúde pública, responsável por maior morbidade, mortalidade e queda na qualidade de vida das pacientes, além de importante aumento nos custos quando ocorrem fraturas. Existem diversas opções terapêuticas disponíveis, mas a adesão ao tratamento continua sendo um grande desafio. Uma análise de custo-efetividade foi então realizada por Fardellone e colaboradores e publicada em janeiro de 2010, para estimar a razão de custo-efetividade incremental de um tratamento com infusão anual, o ácido zoledrônico, versus tratamentos padrão para o manejo da osteoporose pós-menopausa na França. A esta análise econômica, foi aplicado um *check-list* sugerido por Drummond em 2005, que consiste em 29 perguntas, agrupadas em 10 tópicos principais.

De acordo com Drummond, a primeira parte a ser analisada é a estrutura da questão de pesquisa. Fardellone coloca em sua questão a avaliação tanto de custos quanto de efeitos, compara alternativas de tratamento e diz sob qual perspectiva de tratamento o estudo está sendo realizado.

Com relação à inclusão de alternativas concorrentes, ele utiliza como comparador, “estratégias de tratamento padrão”, que incluem quatro classes de medicamentos, sem a omissão de alternativas importantes. Não foi considerada a estratégia do não tratamento, sugerida em análises econômicas, provavelmente por questões éticas.

A efetividade dos comparadores foi retirada de ensaios clínicos randomizados publicados. Os bisfosfonatos foram agregados em uma mesma classe, pois estudos de avaliação de eficácia demonstraram resultados uniformes. Foi realizada comparação indireta entre os resultados, uma vez que não foram localizados estudos *head-to-head*, o que pode levar a viés. Foram criadas então, duas estratégias diferentes para avaliação de efetividade. Na primeira, assumiu-se valores diferentes de eficácia para cada estratégia testada, assim como diferentes taxas de adesão, levando a efetividades diferentes. Na segunda, assumiu-se que todos os pacientes aderentes ao tratamento tinham a mesma medida de eficácia e que todos os pacientes não aderentes teriam as medidas de risco apresentadas para os grupos placebo dos estudos considerados. Assim, nesta segunda estratégia, a diferença entre as efetividades se deve apenas à diferença na adesão ao tratamento, dados retirados de literatura publicada e validados por opinião de especialistas.

O quarto ponto a ser analisado diz respeito à identificação de todos os custos e desfechos relevantes para o modelo. Em relação aos dados de custo, o autor cita que foram considerados os custos relacionados à estratégia terapêutica, como consultas e testes laboratoriais ao longo de 3 anos, mas não especifica os itens um a um. Para a valoração dos desfechos (fraturas), foram utilizados estudos de custo da doença franceses publicados. Os itens considerados também não foram especificados. Apesar de o autor citar na introdução que o estudo foi realizado sob a perspectiva da sociedade, ao longo do estudo diz que apenas os custos diretos foram incluídos no modelo. Todos os custos foram estimados sob a perspectiva do pagador (seguridade social).

Recebido em 17/01/2010. Aprovado para publicação em 21/02/2010.

1. Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil

Endereço para correspondência: Policlínica Piquet Carneiro da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Avenida Marechal Rondon nº 381. São Francisco Xavier – Rio de Janeiro, RJ – CEP 20950-003.
E-mail robertaarinelli@gmail.com

Não há informações sobre inclusão de custos de capital ou *overhead*. Os desfechos selecionados para o modelo incluem fratura vertebral, fratura não vertebral, exceto fêmur proximal e fraturas do fêmur proximal.

As medidas utilizadas para os custos foram a moeda corrente (Euro). As consequências foram medidas em termos de risco absoluto para o desenvolvimento de cada um dos 3 grupos de fraturas apresentadas.

O sexto ponto a ser discutido é a credibilidade nos valores atribuídos aos custos e consequências. O autor cita ao longo do estudo as fontes de onde foram retirados os valores (estudos publicados e tabela de procedimentos), em valores de mercado para o ano de 2007, mas os custos não são demonstrados. Para os desfechos, riscos absolutos foram retirados de ensaios clínicos publicados e as taxas de adesão foram validadas por opinião de especialistas.

Não há informação sobre aplicação de taxa de desconto para os custos e consequências, o que deveria haver, uma vez que o horizonte da análise é de três anos.

A análise incremental dos custos e consequências foi realizada através da razão de custo efetividade incremental e expressa como "custo por tipo de fratura evitada".

As incertezas inseridas nos modelos como premissas foram testadas em análises de sensibilidade utilizando modelo de simulação de Monte Carlo, com limites mínimos e máximos descritos ao longo do texto. Porém, os resultados das análises de sensibilidade não foram demonstrados, não havendo certeza sobre a robustez do modelo.

O décimo e último ponto avalia a apresentação e discussão dos resultados. A interpretação dos resultados foi feita de forma apropriada, demonstrando a razão de custo efetividade incremental para cada um dos desfechos e medidas de efetividade adotados. Os resultados foram considerados custo-efetivos para todos os cenários e desfechos utilizados. Os achados não foram comparados a outros estudos publicados, mas o autor cita que a maioria deles apresenta estudos de custo-utilidade, não recomendados pelas diretrizes francesas para a tomada de decisão por utilizarem muitas premissas no cálculo do QALY e por não expressarem uma medida clínica de desfecho. Não foram abordadas questões éticas sobre uma possível alteração no padrão de tratamento da osteoporose. O autor ressalta a limitação ao usar comparação indireta para as medidas de desfecho. Não são abordadas questões referentes à implementação da nova tecnologia, caso esta seja incorporada como o tratamento padrão.

A utilização de *check-lists* permite uma avaliação crítica sistemática das análises econômicas, não só sob o ponto de vista metodológico, mas também sobre suas aplicabilidades, devendo ser feita sempre que alguma alteração no padrão de tratamento for sugerida.

Referências bibliográficas

- Drummond MF, Sculpher MJ, George WT, O'Brien BJ, Stoddart GL. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*. Third ed. Oxford UP, editor. New York 2005.
- Fardellone P, Cortet B, Legrand E, Bresse X, Bisot-Locard S, Vigneron AM, et al. Cost-effectiveness model of using zoledronic acid once a year versus current treatment strategies in postmenopausal osteoporosis. *Joint Bone Spine* 2009 Dec 22.

Grupos de pesquisa do IATS na Organização Pan-Americana da Saúde

A qualidade dos estudos e dos pesquisadores que compõem o IATS deu origem a mais um reconhecimento internacional. Recentemente, os grupos da Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ/IATS, coordenado pelo Dr. Prof. Denizar Vianna Araujo, e da Universidade de São Paulo – USP/IATS, liderado pela Dra. Profa. Maria Novaes, foram selecionados como Centro de Excelência da PAHO/WHO, para estudos de análise de decisão de vacinas.

Centro de Excelência é o nome que a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) adotou ao escolher grupos de pesquisa que considerou com maior qualificação na área de avaliações econômicas em vacinas. A pesquisadora explica de que forma o processo de se-

leção ocorreu. “Foi solicitado pelos responsáveis da Pro-Vac Initiative, da OPAS, a grupos de pesquisa que, como tendo produção na área de avaliação econômica em vacinas, preenchessem um formulário descrevendo suas atividades e, com base nessas informações, foram escolhidos seis centros: dois no Brasil, dois na Colômbia, um na Argentina e um no México”.

Esta conquista, ressalta a doutora, trará a possibilidade de compartilhar conhecimentos, e experiências com outros grupos de pesquisa, além da participação de projetos conjuntos definidos como de interesse para a OPAS. Os professores Denizar Araújo e Maria Novaes são membros do comitê gestor do IATS.

Edição online do JBES ganha indexação

Os editores do JBES – Jornal Brasileiro de Economia da Saúde receberam, em março último, uma notícia de grande valor. A partir de agora, as edições *online* do JBES estão indexadas na base de dados BVS-ECOS – Biblioteca Virtual em Saúde, portal nacional de informação em Economia da Saúde – uma iniciativa do Ministério da Saúde e BIREME/OPAS/OMS. Segundo Osmar A. Silva, um de seus editores, esse é um grande passo em direção à consolidação deste periódico, cujo propósito é a disseminação do conhecimento na área de Economia da Saúde e Avaliação de Tecnologias em Saúde. Com essa nova possibilidade, todo o seu conteúdo ganhará mais impacto e visibilidade, completa. O link para a BVS-ECOS é: <http://economia.saude.bvs.br/php/level.php?lang=pt&component=17&item=28>

Mudanças na Alcon do Brasil

A Alcon do Brasil, laboratório líder no setor de oftalmologia, comunica a chegada de dois novos executivos ao grupo. O advogado Walban Damasceno de Souza assumiu a recém criada Gerência de Acesso ao Mercado e Relações Governamentais e o economista Luis Fernando Soares Lenski é o novo Diretor da Unidade de Negócios Farmacare.

Walban Damasceno de Souza, ao longo de 17 anos de carreira, ocupou posições semelhantes na Nycomed Pharma, Bristol-Myers Squibb e Becton Dickinson. Walban é formado pela FMU e possui especialização em Direito Público e Tributário pela PUC/SP.

Luis Fernando Soares Lenski trabalhou por 9 anos na Alcoa e outros 12 na Johnson & Johnson. Ao longo de sua vida profissional ocupou posições de gerência e direção nas áreas de vendas, trade marketing e Franquia. Luis Fernando é graduado em Economia pela Pontifícia Universidade Católica e tem MBA em Gestão Estratégica pela Fundação Getúlio Vargas.

Johnson & Johnson tem novo Gerente de Economia da Saúde

Mario Giorgio Saggia, anteriormente Gerente de Farmacoeconomia na Roche, assumiu a Gerência Sênior de Economia da Saúde da Johnson & Johnson. Nessa posição, Mario é responsável por todas as unidades de negócios da Johnson & Johnson no Brasil e, além disso, acumula a Gerência Regional de Economia da Saúde para a América Latina da divisão Cordis.

9º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECONOMIA DA SAÚDE

27 a 29 de abril de 2010

Sustentabilidade do Setor Saúde

Local: Hotel Intercontinental
Al. Santos, 1123
São Paulo - SP

Website: www.cpes.org.br

ISPOR 15th ANNUAL INTERNATIONAL MEETING

15 a 19 de maio de 2010

From adaptive trials to personalized medicine:
providing value for decision-makers.

Local: Hilton Atlanta
Atlanta – GA – EUA

Website: www.ispor.org

XXVI CONGRESSO NACIONAL DE SECRETARIAS MUNICIPAIS DE SAÚDE

25 a 28 de maio de 2010

No encontro de maio próximo, a Região das Hortências, na Serra Gaúcha, terá um atrativo a mais com o acolhimento de milhares de gestores de saúde de todo o país. Ao participarem de cursos, mesas, seminários e painéis, os secretários de saúde estarão aperfeiçoando a gestão do SUS e trocando experiências bem sucedidas.

O Congresso Anual do CONASEMS reúne secretários municipais de saúde, gestores, trabalhadores e usuários dos serviços públicos de saúde de todo o Brasil para discutir e trocar experiências, com o objetivo principal de aprofundar questões sobre a política de saúde, visando o aperfeiçoamento do Sistema Único de Saúde (SUS).

Informações: www.conasems.org.br

Local: Centro de Convenções Expo-Gramado
Gramado – RS

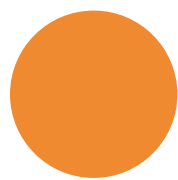
V CONBRASS – CONGRESSO BRASILEIRO DE AUDITORIA EM SISTEMAS DE SAÚDE

21 a 23 de Outubro de 2010

Este ano, o Presidente do CONBRASS é o Dr. Otávio Clark, Oncologista Clínico, PhD, Especialista em Medicina Baseada em Evidências e Diretor da Evidências-Medinsight Consultoria. Em sua quinta edição, o Conbrass é um evento dirigido aos formadores de opinião e decisores da área de auditoria em saúde e seu tema central será Soluções em Auditoria. Terá ainda a edição do IV Prêmio CONBRASS, que premiará os três melhores trabalhos apresentados e selecionados pela Comissão Científica. Além da confraternização entre os participantes, haverá também entrega de troféu em cristal e premiação em dinheiro.

Local: Hotel Praia Centro
Av. Monsenhor Tabosa, 740
Praia de Iracema – Fortaleza – CE

Website: www.conbrass.com.br



Esta edição do Jornal Brasileiro de Economia
da Saúde (JBES) recebeu apoio do
**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
para Avaliação de Tecnologias em Saúde
(IATS) – CNPq/Brasil**

