

GEOLOGIA MÉDICA: CONTAMINAÇÃO DE SOLOS E A SAÚDE PÚBLICA

Bernardino Ribeiro de Figueiredo

Instituto de Geociências (IG) e Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Geologia Médica é um ramo da ciência aplicada voltado para a elucidação de prováveis relações entre materiais ou fatores geológicos e os efeitos benéficos ou adversos à saúde humana e à vida em geral. Embora a produção de pesquisa nessa área tenha recebido grande ênfase em todo o mundo especialmente na última década, abordagens científicas equivalentes podem ser encontradas há muito mais tempo em áreas tais como Geomedicina, Toxicologia Ambiental, Geografia Médica, Saúde Ambiental etc.

O ano de 2008 foi declarado pela Assembléia Geral das Nações Unidas como Ano Internacional do Planeta Terra. As atividades de celebração do Ano Internacional, em todo mundo, estão sendo coordenadas pela International Union of Geological Sciences (IUGS) e UNESCO. A Geologia Médica é um dos dez temas prioritários de pesquisa do Ano Internacional do Planeta Terra assinalados abaixo:

1. Água subterrânea - uso sustentável
2. Desastres naturais - minimizando riscos
3. Terra e saúde – Geologia Médica - por um ambiente mais seguro
4. Clima - o registro nas rochas
5. Recursos - uso sustentável
6. Megacidades - construindo com mais segurança
7. Terra profunda - da crosta até o núcleo
8. Oceanos - a profundidade do tempo
9. Solos - a pele viva da Terra
10. Terra e vida – origens da diversidade

Uma grande variedade de fenômenos naturais e os seus efeitos benéficos ou adversos à saúde humana têm sido abordados pela Geologia Médica. Entre esses se incluem os efeitos curativos advindos da exposição humana a certos minerais, rochas, lamas, águas termais, águas minerais e outros materiais. Por outro lado, agravos à saúde humana (ou de animais e plantas) podem advir da

exposição ao excesso ou deficiência de elementos químicos e minerais no ambiente; da inalação de poeiras minerais provenientes de emissões vulcânicas, de desertos ou produzidas pelo homem; da exposição a certos compostos orgânicos, radionuclídeos, micróbios e outros patógenos.

A Geologia Médica ocupa-se fundamentalmente de elucidar as relações entre os fatores geológicos naturais e efeitos à saúde, porém abrange também os estudos de áreas contaminadas. Merecem destaque aqui os solos contaminados naturalmente ou comprometidos em decorrência da urbanização, das atividades industriais ou agrícolas.

Os solos constituem uma das esferas do planeta, a pedosfera, que dá sustentação à vida humana. Ela é formada de materiais resultantes da alteração das rochas pelo intemperismo, mesclados na superfície com matéria orgânica. Nos materiais e processos

ali descritos interagem os materiais sólidos da Terra com os componentes da biosfera, das águas e da atmosfera. Desse fato decorre a percepção de que o estudo da contaminação de solos impõe também considerações sobre a qualidade das águas, sobre a ação dos organismos vivos ou sobre a composição de gases e aerossóis.

Situações típicas estudadas pela Geologia Médica e que representam temas de fronteira do conhecimento abrangem

as tempestades de poeiras que podem alcançar distâncias transoceânicas e as erupções vulcânicas (cinzas e gases tóxicos). Outros estudos têm focalizado a deficiência de iodo

no ambiente (solo, água e alimento) a que se relacionam disfunções da glândula tireóide (bócio) ou o excesso de flúor em água (rochas, solos, alimento) que pode induzir a fluorose dental ou esquelética em humanos.

Estudos sobre a

deficiência de selênio em solos têm sido importantes para prevenir doenças como a

Kashin-Beck (distúrbio de formação óssea produzindo deformidades, edema de articulações, dor crônica e fraqueza generalizada) e como a Keshan (doença do músculo cardíaco, miocardiopatia). O consumo prolongado de água com concentração excessiva de arsênio, o que pode ser devido ao contato com rochas, sedimentos ou solos arseníferos, pode provocar diversos agravos à saúde humana como queratoses e vários tipos de câncer. O caso mais famoso foi revelado pelo British Geological Survey em Bangladesh, em 1998, onde uma população de mais de 21 milhões de pessoas estava exposta ao consumo de água subterrânea com mais de

50 microgramas As por litro, muito superior ao limite de potabilidade de 10 microgramas de arsênio por litro de água, recomendado pela Organização Mundial da Saúde.

No Brasil a preocupação em compreender as relações entre os parâmetros de qualidade ambiental e agravos à saúde é crescente. Constituem exemplos os estudos sobre arsênio, chumbo e mercúrio considerados as substâncias mais perigosas à saúde humana na listagem da ATSDR-CERCLA (2003). Embora ainda sejam poucos os estudos integrados do meio físico e de exposição humana a metais, as informações disponíveis para certas áreas já permitem estabelecer correlações entre parâmetros ambientais e os níveis de exposição humana.

Pesquisas sobre arsênio foram realizadas no Estado de Minas Gerais, Vale do Ribeira (São Paulo e Paraná) e Santana (Amapá). Níveis baixos de exposição ao arsênio correlacionam-se com baixas concentrações de As em água embora altos teores em solo, sedimentos e resíduos industriais sejam observados. Estes aspectos foram detalhados e analisados por Figueiredo et al. (2007), Deschamps & Matschullat (2007), De Capitani et al. (2006), Sakuma (2004), Lima (2003), Santos et al. (2003), Deschamps et al. (2002) e vários outros autores.

Estudos sobre contaminação ambiental e humana por chumbo foram realizados em Santo Amaro (Bahia), Vale do Ribeira, Cubatão e Bauru (São Paulo). Da revisão de vários autores (Carvalho et al. 2003; Paoliello et al. 2002, 2005; Cunha et al. 2005;

Freitas et al. 2007) é possível perceber que altos níveis de exposição humana ao chumbo relacionam-se a fontes não pontuais (emissão atmosférica de indústrias), altos teores de Pb em solo, poeira e alimentos. Em contraste, entre residentes de áreas vizinhas de fontes pontuais (minas e fábricas de bateria), com baixos teores de Pb em solo, os níveis de exposição são baixos.

O mercúrio é um dos poluentes mais estudados no Brasil, em especial na Amazônia, onde foi intensa a atividade de garimpo de ouro (Malm 1998; Lima de Sá et al. 2006, entre outros). Porém, concentrações anômalas de mercúrio em águas, solo e ar também são encontradas em áreas afastadas das regiões de garimpo de ouro (Jardim & Fadini 2001; Fadini & Jardim 2001). A participação da biosfera nos processos de metilação do mercúrio e de bio-concentração em certas espécies de peixes, consumidas pela população, tem sido pesquisada por vários autores. Contudo, os estudos não são conclusivos sobre a correlação entre metal em sedimentos e peixes e a relação com exposição humana ao mercúrio ainda não está suficientemente clara.

Atualmente, o projeto de integração de dados mais importante em execução no Brasil é Projeto de Geomedicina do Paraná, conduzido pelo Instituto Pelé Pequeno Príncipe e MINEROPAR com recursos da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia. Está em curso a montagem de um sistema de Web Mapping, que tem por finalidade auxiliar pesquisas ambientais e de doenças crônicas de maior incidência em crianças na região. O sistema trará informações sobre a relação entre teores de elementos químicos e substâncias encontrados no meio ambiente e efeitos na saúde humana, animal e vegetal.

Segundo os executores do projeto, o estado paranaense possui as maiores taxas de câncer no córtex das glândulas supra-renais em crianças entre 0,8 e 3 anos. O objetivo do projeto será assim o de verificar se há e quais são as influências ambientais sobre a doença.

A partir desses exemplos é possível perceber o grande valor das pesquisas em Geologia Médica. O valor dessas pesquisas está sendo demonstrado em vários países por meio do desenvolvimento de novos produtos minerais, benéficos à saúde, e do lançamento de novos empreendimentos, em especial, no setor farmacêutico e de cosméticos. Porém uma grande importância pode ser percebida nas pesquisas, incluindo o mapeamento geoquímico de baixa densidade de extensas regiões, que visam a prevenção de doenças e conseqüente economia de recursos para os setores de saúde pública e vigilância sanitária.

A Geologia Médica requer o trabalho conjunto de geocientistas com especialistas de outras áreas. Trata-se de uma área de pesquisa na qual é essencial o estabelecimento de práticas interdisciplinares envolvendo uma variedade de profissionais, tais como, químicos, biólogos, geógrafos, toxicologistas, epidemiologistas, veterinários, dentistas, engenheiros e cientistas sociais, entre outros.

Referências:

ATSDR-CERCLA 2003 Top 20 hazardous substances from the CERCLA priority list of hazardous substances, Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act,

2002.

Carvalho, F.M., Silvany Neto, A.M., Tavares, T.M., Costa, A.C.A., Chaves, C.R., Nascimento, L.D., Reis, M.A. 2003. Chumbo no sangue de crianças e passivo

- ambiental de uma fundição de chumbo no Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 13 (1): 1-10.
- Cunha, F.G.; Figueiredo, B.R.; Paoliello, M.B.; De Capitani, E.M.; Sakuma, A. M. 2005 Human and environmental lead contamination in the Uppar Ribeira Valley, Southeastern Brazil. *Terrae*, 2 (1-2): 28-36.
- De Capitani, E.M.; Sakuma, A.M.; Figueiredo, B.R.; Paoliello, M.M.B.; Okada, I.A.; Duran, M.C.; Okura, R.I. 2006 Exposição humana ao arsênio no Médio Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. In: Da Silva C.R. et al. (Eds), *Geologia Médica no Brasil*, CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro, p: 82-87.
- Deschamps, E.; Ciminelli, V.S.T.; Lange, F.T.; Matschullat, J.; Raue, B.; Schmidt, H. 2002 Soil and Sediment Geochemistry of the Iron Quadrangle, Brazil: The Case of Arsenic. *J Soils & Sediments*, 2 (4): 216 – 222.
- Deschamps, E; Matschullat, J. 2007 *Arsênio Antropogênico e Natural, Um estudo em regiões do Quadrilátero Ferrífero*, FEAM, Belo Horizonte, 330 p.
- Fadini, P.S.; Jardim, W.F. 2001 Is the Negro River basin (Amazon) impacted by naturally occurring mercury?. *Science of The Total Environment*, 275: 71-82.
- Figueiredo, B.R.; Borba, R.P.; Angélica, R.S 2007 Arsenic occurrence in Brazil and human exposure. *Environmental Geochemistry & Health*, Springer, Netherlands, 29: 109-118.
- Freitas, C.U.; De Capitani, E.M.; Gouveia, N.; Simonetti, M.H.; Silva, M.R.P.; Kira C.S.; Sakuma, A.M.; Carvalho, M.F.H.; Duran, M.C.; Tiglea, P.; Abreu, M.H. 2007. Lead exposure in an urban community: Investigation of risk factors and assessment of the impact of lead abatement measures. *Environment Research*, 103 (3):338-344.
- Jardim, W.F.; Fadini, P.S. 2001 A origem do mercúrio nas águas do rio Negro. *Ciência Hoje*, 30 (177): 62-64.
- Lima de Sá, A.; Herculano, A.M.; Pinheiro, M.C.; Silveiras, L.C.L.; Do Nascimento, J.L.M.; Crespo-López, M.E. 2006 Exposição humana ao mercúrio na região Oeste do Estado do Pará. *Revista Paraense de Medicina*, 20 (1), Belém.
- Lima, M.O. 2003. Caracterização geoquímica de arsênio total em águas e sedimentos em áreas de rejeitos de minérios de manganês no Município de Santana Estado do Amapá. Dissertação de Mestrado, Belém, Curso de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica - CPGG-UFPA, 132 p.
- Malm, O. 1998 Gold Mining as a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon, *Environmental Research*, Section A 77: 73-78.
- Paoliello, M.M.B.; Capitani, E.M.; Cunha, F.G.; Matsuo, T.; Carvalho, M.F.; Sakuma, A.; Figueiredo, Reis, M.A. 2002. Chumbo no sangue de crianças e passivo ambiental de uma fundição de chumbo, *Environmental Research*, Section A 88: 120-128.
- Paoliello, M.M.B.; De Capitani, E.M. 2005. Environment contamination and human exposure to lead in Brazil. *Reviews of Environmental Contamination & Toxicology*, 184: 59-96.

Sakuma, A.M.A. 2004 Avaliação da exposição humana ao arsênio no Alto Vale do Ribeira, Brasil, Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP, 161 p.

Santos, E.C.O.; Jesus, I.M.; Brabo, E.S.; Fayal, K.F.; Lima, M.O. 2003. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. Revista Brasileira de Epidemiologia, 6(2): 171-185.

Financiamento: CNPq Grant no.300323/93-0 e FAPESP Grant 03/09916-6.