

"Mire donde pisa": los peligros de la contaminación del suelo*

"Watch your step": dangers of soil contamination

Flavio Manoel Rodrigues da Silva Júnior

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Es indiscutible que, dado el volumen de agua en nuestro planeta, este podría ser llamado de Planeta Agua. Sin embargo no podemos cerrar los ojos para los casi 30% de superficie terrestre que da nombre al planeta, que abriga a los más de 7,5 mil millones de seres humanos y una importante parcela de nuestra biodiversidad. Es sobre nuestra tierra, sobre nuestro suelo, que están edificadas nuestras construcciones, carreteras, ferrovías; es en él que se cultiva o se cría la mayor parte de los alimentos para nuestro consumo; y donde pasamos la mayor parte de nuestras vidas.

El compartimento suelo está sujeto a diferentes procesos que pueden reducir su calidad, tales como erosión, desertificación, inundación, presencia de patógenos y parásitos y la contaminación por sustancias químicas. Todos estos procesos parecen tener estrecha relación con actividades antropogénicas; pero, por otro lado, también son capaces de afectar negativamente la calidad de vida del ser humano. Entre ellos, se destaca la contaminación química del suelo, no porque sea la más agresiva o lo que causa mayores perjuicios al suelo, sino porque es el más silencioso e invisible. Ciertamente una madre impediría a su hijo de jugar en la arena para "no agarrar" gusanos, gérmenes, bacterias, bicho de pie; jamás para evitar plumbemia, selenosis o intoxicación por cualquier otro elemento químico, que puede estar presente en altas concentraciones en el suelo.

Aunque el suelo es fuente y/o depósito de muchos contaminantes químicos, el número de estudios que investigan la amplitud de la contaminación del suelo y sus efectos ecológicos y en la salud humana sigue siendo muy inferior al de los sobre la contaminación del ambiente acuático, por ejemplo. Cualquier persona puede llegar a la misma conclusión realizando una búsqueda simple en alguna base de datos de artículos científicos utilizando los términos indexadores correspondientes al asunto.

Desde el punto de vista de la protección legal de los compartimentos ambientales y sobre la base de las resoluciones del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), aunque la Resolución N° 420/2009¹, relativa a la protección de la calidad del suelo y las aguas subterráneas, es infinitamente más moderna que la Resolución N° 003/1990², que dispone sobre la calidad del aire (se registre aquí la necesidad urgente de actualizar esta última Resolución), posee algunos obstáculos para su viabilidad. Tal vez el principal de ellos sea el establecimiento de los valores de referencia de calidad (VRQs) por medio de los órganos ambientales estatales y del Distrito Federal.

En la Resolución CONAMA N° 420/2009¹, la indicación de cuales suelos seguirán las directrices para la gestión de sitios contaminados se da a través de la categorización de los suelos en las diferentes clases de calidad del suelo, basado en la concentración de los productos químicos, se establecen cuatro clases en orden creciente de contaminación: Clase 1, Clase 2, Clase 3 y Clase 4. Este encuadre se realiza sobre la base de valores orientadores: los VRQs; los de prevención (VP); y los de investigación (VI). El VI es la concentración de una determinada sustancia en el suelo que, a niveles elevados, presenta riesgos potenciales para la salud humana. El VP es el valor límite de una determinada sustancia, de modo que sea capaz de sostener sus funciones principales y se estableció basado en análisis de fitotoxicidad y evaluación de riesgo ecológico. Y el VRQ es la concentración de una determinada sustancia que define la calidad natural del suelo. Los dos primeros valores se determinaron en dicha Resolución; pero los VRQ serían establecidos por los órganos ambientales estatales y del Distrito Federal competentes en un plazo originariamente de cuatro años después de publicada aquella Resolución; posteriormente se estableció un nuevo plazo máximo, diciembre de 2014. Hasta el 2016, entre todos los

* Artículo de opinión escrito por Conferencista del II Encuentro Científico Internacional del Instituto Evandro Chagas, realizado en el período de 25 a 27 de octubre de 2017, en Ananindeua, Pará, Brasil. Todos los artículos de esa modalidad fueron analizados por la Comisión Científica del Evento y, posteriormente, por los Editores de la RPAS.

Correspondencia / Correspondence:

Flavio Manoel Rodrigues da Silva Júnior

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas

Av. Itália km 8. Campus Carreiros – CEP: 96203-900 – Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil – Tel.: +55 (53) 3233-6633

E-mail: f.m.r.silvajunior@gmail.com

órganos ambientales estatales y del Distrito Federal, sólo cinco habían establecido los VRQs propios³. Incluso para estos Estados, el número de sustancias químicas contempladas es reducido.

Saliendo de la esfera legal, conviene destacar otros aspectos sobre la exposición a los suelos y sus contaminantes químicos, así como sus efectos adversos en los organismos vivos. El primer dato relevante a ser mencionado, y que poca gente conoce, es que la United States Environmental Protection Agency estima la tasa de ingestión involuntaria de suelo (suelos + polvo) en el orden de: 100 mg/día, para niños de 0 a 6 meses de edad; 200 mg/día, para niños de 6 meses a 12 años de edad; y de 100 mg/día, para individuos a partir de 12 años⁴. En una cuenta rápida, considerando una expectativa de vida de aproximadamente 80 años, calculamos que cada ser humano ingiere involuntariamente casi 3,5 kg de suelo durante su vida. Esto quiere decir que, hipotéticamente, una persona que pasa toda la vida en un suelo con una concentración de 300 mg/kg de plomo (permitida por la Resolución CONAMA para suelos residenciales) ingiere, de forma involuntaria, sólo por vivir y respirar en ese ambiente, más de 1 g de plomo a lo largo de la vida. ¿Parece poco? Esto equivale, en promedio, a 34,3 µg/día de plomo. Cabe mencionar aquí que la Food and Drug Administration, agencia estadounidense responsable por el control de la seguridad alimentaria, fija en 6 µg/día el nivel máximo de ingestión de plomo por vía alimentaria⁵.

En 2014, publicamos un estudio que relacionaba la ingestión de suelo de áreas impactadas por actividades de carbón con el riesgo mutagénico obtenido por medio de la consagrada prueba de Ames⁶. Para eso, se calculó el volumen de suelo necesario para duplicar la tasa de mutación espontánea y el tiempo necesario para que esa tasa fuera alcanzada (utilizando el valor de 200 mg/día de ingestión involuntaria de suelo por niños). Los resultados revelaron que la exposición a los suelos por un período entre 0,6-3 días ya era suficiente para duplicar la tasa de mutación espontánea, ya que estas tasas se obtuvieron con valores que oscilaron

entre 129,3 y 600 mg de suelo. Entre las áreas de recolección de suelo de este estudio se encontraban parques públicos, lo que conecta a un alerta sobre el riesgo mutagénico al que los niños pueden estar expuestos, por el simple e inocente hecho de jugar en un parque o en una plaza cerca de su casa.

Otro estudio investigó, experimentalmente, los impactos de la exposición a suelos de plazas públicas contaminados por mercurio. Durante 120 días, ratas Wistar fueron expuestas oralmente al lixiviado de los suelos y, después de ese período, se constataron alteraciones hematológicas, fisiológicas y principalmente de comportamiento. Después de esa exposición crónica, algunos ratones empezaron a perder la movilidad del tronco posterior, comprometiendo la locomoción de los mismos. Obviamente, este resultado no puede ser extrapolado a un escenario de exposición humana a esos suelos, pero sirve de alerta para el peligro de una exposición crónica a suelos urbanos contaminados por mercurio⁷.

Una serie de otros estudios experimentales han revelado efectos adversos derivados de la exposición a suelos urbanos contaminados, causando daños genéticos⁸, fisiológicos⁹ y reproductivos¹⁰. Como se mencionó anteriormente, debemos tener cuidado en no extrapolar estos escenarios, pero tales estudios sirven para revelar los peligros de la exposición a suelos contaminados por sustancias químicas y para que tengamos más cuidado con donde pisamos.

Nuestra estrecha relación con el suelo subraya la necesidad del cuidado con ese compartimento ambiental, y los estudios mencionados nos advierten para la disminución progresiva de la calidad del suelo y para los posibles riesgos invisibles, a los que estamos vulnerables. Los organismos ambientales competentes deben hacer que se cumplan los deberes legales de los contaminadores y mejorar, cada día, los mecanismos que disponemos para el mantenimiento de la calidad ambiental. De modo más amplio, la sociedad como un todo necesita estar bien atenta, pues, al parecer, "lo que contamina es invisible a los ojos".



REFERENCIAS

- 1 Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2009 dez 30; Seção 1:81-4.
- 2 Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 1990 ago 22; Seção 1:15937-9.
- 3 Reis FO, Martinez EA, Silva Júnior FMR, Lima ACR. Análise dos dispositivos legais nos estados brasileiros perante a Resolução 420/2009. Âmbito Jurídico, Rio Grande [Internet]. 2017 mar [citado 2017 out 13];XX(158). Disponível em: http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=18630.
- 4 U.S. Environmental Protection Agency. Office of Research and Development. Update for chapter 5 of the Exposure Factors Handbook: Soil and Dust Ingestion. Washington: United States Environmental Protection Agency; 2017. (EPA/600/R-17/384F).

- 5 U.S. Department of Health and Human Services. U.S. Food & Drug Administration. Questions and answers on lead in foods [Internet]. Silver Spring (MD): U.S. Food & Drug Administration; 2017 [cited 2017 Oct 14]. Available from: <https://www.fda.gov/Food/FoodbornIllnessContaminants/Metals/ucm557424.htm>.
- 6 Silva Júnior FMR, Vargas VMF. Tools used to estimate soil quality in coal combustion waste areas. *An Acad Bras Cienc.* 2014 Jun;86(2):769-76.
- 7 Muccillo-Baisch AL, Mirlean N, Carrazzoni D, Soares MCF, Goulart GP, Baisch P. Health effects of ingestion of mercury-polluted urban soil: an animal experiment. *Environ Geochem Health.* 2012 Feb;34(1):43-53.
- 8 Garcia EM, Silva Junior FMR, Tavella RA, Cruz CG, Baisch PRM, Muccillo-Baisch AL. Genotoxicity in the offspring of rats exposed to contaminated and acidified experimentally soils. *Water Air Soil Pollut.* 2017 Jul;228:254.
- 9 Silva Júnior FMR, Silva PF, Garcia EM, Klein RD, Peraza-Cardoso G, Baisch PR, et al. Toxic effects of the ingestion of water-soluble elements found in soil under the atmospheric influence of an industrial complex. *Environ Geochem Health.* 2013 Jun;35(3):317-31.
- 10 Garcia EM, Silva Junior FMR, Soares MCF, Muccillo-Baisch AL. Developmental effects of parental exposure to soil contaminated with urban metals. *Sci Total Environ.* 2015 Jul;520:206-12.

Recibido en / Received: 14/10/2017
Aceptado en / Accepted: 18/10/2017

Se refiere al doi: 10.5123/S2176-62232017000400005, publicado originalmente en portugués.

Traducido por: Lota Moncada

Cómo citar este artículo / How to cite this article:

Silva Júnior FMR. "Mire donde pisa": los peligros de la contaminación del suelo. *Rev Pan-Amaz Saude.* 2017 oct-dic;8(4):1-3. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232017000400005>