

# Contribuciones para el diseño de estudios epidemiológicos sobre contaminación por mercurio en la Amazonía\*

## Contributions to the epidemiological study design on mercury pollution in Amazon

Volney de Magalhães Câmara<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Para algunos investigadores, el diseño de estudios epidemiológicos es considerado de alta complejidad. Esto porque utiliza, en sus análisis, estadísticas de diversos niveles, las cuales evalúan la presencia de determinados efectos a la salud de la población o la baja probabilidad de que ocurra, al azar, asociaciones entre la exposición a algún factor y la aparición de efectos a la salud. Dada esta complejidad, un artículo de opinión sobre Epidemiología, relacionado al diseño de estudios sobre la exposición y efectos del mercurio en la Amazonía, debe tener el principal objetivo de discutir puntos específicos de esa relación y/o servir como una aproximación inicial del lector con ese tema tan relevante para la Salud Colectiva. Los estudios sobre el mercurio metálico y el metilmercurio, en la Amazonía Legal, muestran a personas expuestas en las áreas mineras, poblaciones ribereñas, indígenas y residentes de zonas urbanas a través de la contaminación intradomiciliaria<sup>1,2,3,4,5</sup>.

Una de las decisiones preliminares, para la determinación del diseño de las investigaciones, es la elección de qué forma de mercurio será el objeto del estudio. El mercurio metálico, lanzado en la atmósfera por la quema de la amalgama oro-mercurio, y el metilmercurio, que se origina por medio de la cadena biológica en situaciones específicas de los sedimentos de los ríos, son completamente diferentes para el diseño de los estudios epidemiológicos. Las muestras de orina son las más utilizadas en la evaluación de los niveles de exposición para la forma metálica; mientras que las muestras de cabello son preferentes para la forma metilada.

La segunda decisión se refiere al tipo de estudio epidemiológico más adecuado. En el caso del mercurio, estudios descriptivos, como el propio título indica, describen cómo los efectos del mercurio ocurren en la población – por sexo, edad, ocupación, tiempo, local, entre otros. El otro tipo de estudio epidemiológico es el analítico, el que prueba hipótesis que pueden

relacionar la exposición al mercurio con algún efecto en la salud (búsqueda de la relación causa-efecto), como, por ejemplo, evaluar si la exposición al mercurio puede estar relacionada a alteraciones hematológicas o a algún efecto específico en la audición, visión, etc.

La mayoría de las veces, el investigador necesitará ir a campo para obtener los niveles de exposición al mercurio y también los posibles efectos a ser investigados. Sin embargo, existen sistemas de información disponibles que pueden ayudar en la búsqueda de efectos a la salud, como el Sistema de Información sobre Mortalidad (SIM), el Sistema de Información sobre Nacidos vivos (SINASC); el Sistema Nacional de Información Tóxico-Farmacológica (Sinitox); el Sistema de Información de Agravamientos de Notificación (Sinan) y el Sistema de Informaciones Hospitalarias del Sistema Único de Salud (SIHSUS). Otros, como la Encuesta Nacional por Muestra de Domicilio del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, incluyen preguntas específicas sobre la morbilidad de la población. Para estudios en la Amazonía, hasta por la inmensa área geográfica y la poca capilaridad del SUS, se puede suponer que los datos sobre los efectos en la salud de la población de esa región, presentes en esos sistemas, no expresan la realidad. La elección del dato secundario o primario es una decisión del investigador, que debe evaluar cuál es el dato más viable y adecuado para su investigación<sup>6</sup>.

Los estudios descriptivos tienen una elevada importancia para el área de la salud y, evidentemente, para los estudios epidemiológicos. Lo que los profesionales de esta área conocen actualmente sobre el cuadro clínico de la intoxicación por mercurio, para la definición de casos, proviene de muchos de esos estudios.

En relación a las variables sobre las personas, esas investigaciones en la Amazonía pueden mostrar cómo diversas variables ocurren en la intoxicación; entre ellas, las principales son sexo, edad, tipo de alimentación,

\* 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 esta modalidad fueron analizados por la Comisión Científica del Evento y, posteriormente, por los Editores de la RPAS.

### Correspondencia / Correspondence:

Volney de Magalhães Câmara

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina

Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n; Praça da Prefeitura Universitária; Ilha do Fundão. Bairro: Ilha do Fundão. CEP: 21949-900 – Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil – Tel.: +55 (21) 2598-9328

profesión, hábitos culturales, tipo de religión, estándar de consumo (especialmente, en ese caso, se hace relevante el consumo de pescado), renta, escolaridad, entre otras.

El tiempo es otra variable relevante para cualquier estudio descriptivo. Se sabe que, en la época de las lluvias en la Amazonía, la exposición al mercurio metálico es menor por la imposibilidad de la actividad *garimpeira* (buscadores de oro y piedras preciosas) en algunos locales. Una intoxicación aguda, que puede ocurrir por la exposición elevada al mercurio metálico, puede presentar casos de intoxicación en un corto espacio de tiempo. Sin embargo, tanto para la forma metálica como para la metilica, los efectos adversos sobre la salud relacionados con el mercurio son de aparición crónica, muchas veces, por exposición a ese metal en un largo período de tiempo.

El local es otra variable importante, ya que puede orientar esfuerzos y, así, maximizar actividades de

vigilancia para la mitigación y prevención de nuevos casos.

Los estudios epidemiológicos existentes, en su mayoría, son descriptivos y, entre ellos, aquellos que evalúan la prevalencia de los efectos del mercurio en la población. Como se puede observar en el cuadro 1, el estudio de incidencia es de larga duración y, por lo tanto, es más difícil de realizar en la exposición al mercurio<sup>7</sup>. Inicialmente, se selecciona un grupo de personas a ser estudiado, y, después de un período de tiempo determinado, se observan todos los casos nuevos de los efectos del mercurio definidos para el estudio. Como estos efectos son insidiosos y crónicos, se debe esperar un largo tiempo para que obtener un número relevante de casos. Los estudios de prevalencia son de corta duración y pueden ser elaborados en hasta un día, siendo más viables y preferidos por los investigadores. En estos últimos, se incluyen todos los casos prevalentes, sean nuevos o antiguos.

Tipos	Ejemplos de diseño del estudio	Factibilidad
Observacionales /Descriptivos		
Incidencia	Identificación y acompañamiento de una población expuesta a un contaminante ambiental durante un período en el que se registran nuevos casos de intoxicación por el contaminante que se quiere estudiar.	Estudio de larga duración más indicado para las enfermedades agudas.
Prevalencia	Identificación de una población expuesta a un contaminante ambiental y cálculo inmediato de todos los casos existentes de intoxicación por el contaminante.	Estudio de corta duración y más indicado para las enfermedades crónicas.
Observacionales /Asociación entre variables		
Ecológico	Correlación entre los registros de una determinada patología y los niveles de exposición a un contaminante por un período de tiempo.	Poco factible debido a la ausencia de registros de los contaminantes y de la enfermedad.
Seccional o Transversal	Formar un grupo de personas expuestas (censo o una muestra) al factor ambiental (Grupo Estudio) y otro grupo de personas no expuestas (Grupo Comparación). Enseguida, comparar la prevalencia de los efectos entre los dos grupos.	Muy factible. Por ser de corta duración, es indicado para efectos crónicos.
Observacionales / Comparativos/Evidencia de causalidad		
Cohorte	Inicialmente, formar dos grupos: Estudio y Comparación (igual a los estudios seccionales); enseguida, comparar la incidencia o mortalidad de los efectos entre los dos grupos en un determinado período.	Poco factible. Larga duración indicado para efectos agudos y poblaciones estables.
Cohorte histórico	Por los datos de registro, los grupos de expuestos (Estudio) y no expuestos (Comparación) son formados en un determinado momento del pasado. Enseguida, se comparan las incidencias/mortalidades del efecto a ser estudiado entre los dos grupos, desde el pasado hasta el momento actual.	Poco factible por la ausencia de registros.
Caso control	Se forma un grupo de personas que presentan los efectos que se quieren estudiar (Grupo Estudio) y otro grupo similar que no presenta ese efecto (Grupo Control). El segundo paso es comparar, la proporción de personas expuestas en el pasado entre los dos grupos.	Factible por ser de corta duración. Ideal para enfermedades crónicas y de baja prevalencia. Necesita registros confiables de efecto.
Intervencionales/Experimentales		
Experimental	Seleccionar un grupo de personas que sufrirán un determinado tipo de intervención – por ejemplo, el uso de nuevas drogas o nuevas tecnologías (Grupo Estudio) – y un grupo similar sin la intervención (Grupo Comparación); y acompañarlos, por un período de tiempo, para comparar la incidencia de los efectos entre los dos grupos.	Poco factible debido a temas éticos. Ideal para evaluar el impacto de un medicamento a ser probado o de un equipamiento de protección en el ambiente de trabajo.

Fuente: Câmara y Tambellini, 2003<sup>7</sup>.

**Cuadro 1** – Características seleccionadas para el diseño de los estudios epidemiológicos en salud ambiental y salud del trabajador

El estudio del tipo ecológico es poco viable para ser realizado en Brasil y particularmente en la Amazonía. Se necesitan registros de exposición al mercurio y de casos de efectos a la salud durante largos períodos de tiempo, para calcular una correlación entre estas dos variables (ver explicación en el cuadro 1). Entre las principales características de los estudios ecológicos, se destaca el hecho de no incluir a la persona individualmente para ser entrevistada o evaluada clínicamente, sino poblaciones, a través de las diversas informaciones a que se puede tener acceso en los sistemas citados anteriormente (mortalidad, morbilidad y morbilidad y otras).

Los estudios analíticos son generalmente comparativos entre grupos según la exposición o la presencia de un efecto sobre la salud. El primer paso en la realización de tales estudios, para cualquier investigador, es la definición de la hipótesis a ser probada. La hipótesis alternativa es aquella que se desea comprobar. En el caso de que las pruebas estadísticas muestren alguna "diferencia estadística", se abandona la hipótesis nula (cuando no hay diferencia entre los grupos de estudio) y se adopta la hipótesis alternativa. Los dos grupos necesitan ser lo más parecidos posible y ser sometidos a los mismos procedimientos. Esto es válido para todos los estudios analíticos. Se deben evitar errores de selección (por ejemplo, elección de la población a ser estudiada) y de medición (por ejemplo, equipos no calibrados). La presencia de variables de interferencia (*confounding*) también distorsiona la asociación exposición-enfermedad. Como ejemplos de sesgos, se puede citar: a) si en el Grupo Estudio se incluye una población de mayores, una mayor proporción de efectos neurológicos puede estar asociada a ese perfil de edad; b) el exceso de temblores de manos en un grupo, en lugar de ser un indicativo de mayor proporción de lesión neurológica, puede tener como origen el hecho de que uno de los grupos incluye más individuos alcohólicos.

El estudio seccional es considerado por muchos autores como un estudio analítico. Es quizás el más factible de ser realizado. En primer lugar, se eligen a los individuos del Grupo Estudio (en este caso, los expuestos al mercurio) y un Grupo de Comparación, formado por no expuestos (vale repetir que estos grupos deben ser lo más parecidos posible). Después (pueden ser pocos días) se compara la proporción de personas con efectos entre los dos grupos, por medio de pruebas estadísticas, para evaluar la probabilidad de que esa diferencia no sea casualidad. El problema de los estudios seccionales es que, en el Grupo Estudio, pueden estar incluidas personas que presentaron efectos a ser probados antes de la

exposición al mercurio y, por lo tanto, no podrían asociarse a ese metal. Una posibilidad, para minimizar este problema, podría ser la utilización de un instrumento, como un cuestionario bien elaborado, que pudiera identificar si el efecto surgió después de la exposición al mercurio.

El estudio analítico de *cohorte* es el más adecuado para evaluar riesgos, porque al acompañar a los grupos estudiados, el investigador identificará los casos que surgieron después de la exposición al mercurio. Sin embargo, es el más difícil de realizar para estudios sobre ese metal en lugares de gran movimiento migratorio, como la Amazonía. La selección de los grupos Estudio y Comparación es similar al estudio seccional; aunque la gran diferencia es que se analizan, para la comparación entre los grupos, sólo los casos nuevos que aparecen en un período de tiempo definido. Una evaluación de los estudios sobre contaminantes ambientales en Brasil apuntó que pocos estudios, como el de tipo *cohorte*, se realizan en el país<sup>8</sup>.

Otra opción aún más difícil es el de *cohorte* histórico o *cohorte* retrospectivo, en que, a partir de una fecha en el pasado, se forman los grupos Estudio o Comparación; y, a partir de esa fecha hasta el momento presente, se comparan las proporciones de efectos.

Los estudios caso-control son diferentes de todos los estudios analíticos que se han descrito anteriormente. Se forma un Grupo Estudio de personas que presentan el efecto relacionado al mercurio, que es el objeto de estudio, y un Grupo Control con las que no presentan ese tipo de efecto. Después, las proporciones de individuos que fueron expuestos al mercurio en el pasado se comparan a través de pruebas estadísticas entre estos dos grupos.

Finalmente, en los estudios experimentales, en los que interviene el investigador, como, por ejemplo, probando una medicación para disminuir los efectos del mercurio, la cuestión de la ética en la investigación necesita ser evaluada con cautela. Se debe esperar un largo tiempo para su aprobación, ya que es necesario que sea encaminado a instancias superiores en Brasilia.

Este estudio es sólo una mirada superficial sobre los diversos tipos de estudios epidemiológicos que pueden ser utilizados en investigaciones sobre el mercurio en la Amazonía. El investigador, de acuerdo con el efecto adverso a la salud a ser investigado, necesita escoger el tipo de estudio que pueda responder a la investigación, teniendo en cuenta el tiempo y los recursos materiales y humanos que estén disponibles.



## REFERENCIAS

- 1 Jesus IM, Brabo ES, Lima MO, Faial KRF, Moraes LLCS, Mendes RA, et al. Contribuição pioneira do Instituto Evandro Chagas para a saúde ambiental na Amazônia em 25 anos da Seção de Meio Ambiente. *Rev Pan-Amaz Saude*. 2016 dez;7 n. esp:83-92.
- 2 Passos CJS, Mergler D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saude Publica*. 2008;24 Suppl 4:S503-20.
- 3 Malm O, Dórea JG, Barbosa AC, Pinto FN, Weihe P. Sequential hair mercury in mothers and children from a traditional riverine population of the Rio Tapajós, Amazonia: seasonal changes. *Environ Res*. 2010 Oct;110(7):705-9.
- 4 Marques RC, Abreu L, Bernardi JVE, Dórea JG. Neurodevelopment of Amazonian children exposed to ethylmercury (from Thimerosal in vaccines) and methylmercury (from fish). *Environ Res*. 2016 Aug;149:259-65.
- 5 Câmara VM, Tavares LMB, Filhote MIF, Malm O, Perez MA. A program for the control of indoor pollution by metallic mercury. *Environ Res*. 2000 Jun;83(2):110-6.
- 6 Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
- 7 Câmara VM, Tambellini AT. Considerações sobre o uso da epidemiologia nos estudos em saúde ambiental. *Rev Bras Epidemiol*. 2003 jun;6(2):95-104.
- 8 Froes Asmus CIR, Camara VM, Landrigan PJ, Claudio L. A systematic review of children's environmental health in Brazil. *Ann Glob Health*. 2016 Jan-Feb;82(1):132-48.

Recibido en / Received: 2/10/2017  
Aceptado en / Accepted: 11/10/2017

Se refiere al doi: 10.5123/S2176-62232017000400004, publicado originalmente en portugués.

**Traducido por:** Lota Moncada

Cómo citar este artículo / How to cite this article:

Câmara VM. Contribuciones para el diseño de estudios epidemiológicos sobre contaminación por mercurio en la Amazonía. *Rev Pan-Amaz Saude*. 2017 oct-dic;8(4):1-4. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232017000400004>