



Problemas del Desarrollo. Revista  
Latinoamericana de Economía  
ISSN: 0301-7036  
revprode@servidor.unam.mx  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México

de Souza, Marcos José; Fernandes, Elaine; de Carvalho, Lucas Vitor  
Determinantes estructurales en la difusión de las patologías del agua en Brasil  
Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, vol. 45, núm. 179, octubre-diciembre, 2014, pp. 117-136  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11832064006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

## DETERMINANTES ESTRUCTURALES EN LA DIFUSIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL AGUA EN BRASIL

Marcos José de Souza, Elaine Fernandes y Lucas Vitor de Carvalho\*

Fecha de recepción: 14 de noviembre de 2013. Fecha de aceptación: 27 de marzo de 2014.

### RESUMEN

Este artículo tiene como principal objetivo analizar las variables representativas de la calidad de vida y ambiental de la población brasileña, centrándose en las enfermedades transmitidas por el agua y el saneamiento. Para ello, se utilizaron el análisis factorial y un modelo econométrico con datos de panel. Los resultados muestran que los incrementos porcentuales en los niveles de saneamiento generan disminuciones de mayor magnitud porcentual en el número de hospitalizaciones. Este efecto sugiere que las inversiones en el área de la salud tienen una gran repercusión en la prevención de los brotes, porque factores como la cobertura de los servicios de agua en el medio urbano y la calidad de agua se muestran como los principales determinantes de los niveles de morbilidad.

**Palabras clave:** Brasil, agua, saneamiento, medio ambiente, niveles de morbilidad.

**Clasificación JEL:** C33, I12, L95, O54, Q25, Q53.

### STRUCTURAL DETERMINANTS IN THE SPREAD OF WATERBORNE DISEASES IN BRAZIL

#### Abstract

The main objective of this article is to analyze variables describing quality of living and the environment in the Brazilian population, focusing on waterborne diseases and sanitation. To do so, this work used factor analysis and a panel data econometric model. The results reveal that percentage increases in sanitation levels decrease the number of hospitalizations at an even greater percentage magnitude. This suggests that investing in sanitation would greatly impact the prevention of outbreaks, because factors such as coverage for water utilities in urban areas and water quality are some of the principal aspects that determine morbidity rates.

**Key Words:** Brazil, water, sanitation, environment, morbidity rates.

\* Universidade Federal de Viçosa, Brasil. mjs05carvalho@gmail.com, eafernandes@ufv.br, lucasvitor.cs@gmail.com, respectivamente.

**DÉTERMINANTS STRUCTURELS DANS LA PROPAGATION DES PATHOLOGIES  
PAR L'EAU AU BRÉSIL**

**Résumé**

Cet article a pour principal objectif d'analyser les variables représentatives de la qualité de vie et d'environnement de la population brésilienne, en se centrant sur les maladies transmises par l'eau et l'assainissement. Pour cela, il a été utilisé l'analyse factorielle et un modèle économétrique avec données de panel. Les résultats montrent que les augmentations du taux d'assainissement engendrent des diminutions proportionnellement supérieures du nombre d'hospitalisations. Cet effet donne à penser que les investissements dans le domaine de la santé ont un grand impact sur la prévention des affections, puisque des facteurs comme la couverture des services d'eau dans le milieu urbain et la qualité de l'eau se révèlent être les principaux déterminants des niveaux de morbidité.

**Mots clés:** Brésil, eau, assainissement, environnement, niveaux de morbidité.

**DETERMINANTES ESTRUTURAIS NA DIFUSÃO DAS PATOLOGIAS DA ÁGUA  
NO BRASIL**

**Resumo**

Este artigo tem como principal objetivo analisar as variáveis representativas da qualidade de vida ambiental da população brasileira, se concentrando nas doenças pela água e o saneamento. Para tanto, se utilizou a análise fatorial e um modelo econometrônico de dados de panel. Os resultados mostram que os aumentos percentuais nos níveis de saneamento geram diminuições de maior magnitude percentual no número de hospitalizações. Este efeito sugere que os investimentos na área de saúde têm um grande efeito na prevenção dos surtos, porque fatores como a cobertura dos serviços de água no meio urbano e a qualidade da água se mostram como os principais determinantes dos níveis de morbidade.

**Palavras-chave:** Brasil, água, saneamento, meio ambiente, níveis de morbidade.

巴西水生疾病传播中的结构决定性因素

摘要：

本文的主要目标是通过描述影响巴西生活质量与环境的变量，重点集中分析水生疾病与公共卫生。对此，本文使用了因素分析和面板数据计量模型。研究结果显示，在一次水生疾病爆发中，随着公共卫生水平的提高，患病住院的人数将会下降。这表明，投资公共卫生能够影响疾病爆发防疫，因为城市用水设施的覆盖率、水的质量等因素是影响发病率的主要因素。

关键词：巴西 水 公共卫生 环境 发病率

## INTRODUCCIÓN

Los cuellos de botella de la infraestructura nacional están presentes en todos los sectores de la economía: logísticos, relativos a las rutas de transporte y comercio; educacionales, con respecto a la deficiencia de la infraestructura física y a la inversión adecuada para la formación de personas; en la defensa civil, teniendo en cuenta las tragedias y los desastres naturales de temporada, como las inundaciones repentinas y graduales recurrentes, entre otros. Las endemias de enfermedades transmitidas por el agua se producen casi todos los años en muchas ciudades brasileñas debido, entre otros factores, a las inundaciones y a la contaminación resultante del agua consumida. Las inundaciones causan graves perjuicios a las redes de abastecimiento de agua y alcantarillado, proporcionan una mayor transmisión de enfermedades y llevan a varias personas, especialmente los niños menores de cinco años, a buscar el Sistema Único de Saúde (Sistema Único de Salud).

En América Latina y en el Caribe, los niños presentan un promedio de 3.3 episodios de diarrea al año; este número puede alcanzar, sin embargo, hasta siete en algunas localidades. En estos sitios de mayor frecuencia, los niños pueden pasar hasta 15% de su vida con diarreas (Ludwig *et al.*, 1999). De esa forma hay un costo de temporada con la salud pública que requiere grandes cantidades de capital del gobierno central. Estos costos podrían reducirse al mínimo, y quizás en algunos casos incluso eliminarlos, si los temas que favorecen la infección fuesen tratados con seriedad y como inversión en calidad de vida. No sería imposible, con los recursos actuales, tener una población más sana, con menor costo en salud pública y una mayor eficiencia en la atención en los centros de salud de todo el país. Esta observación motivó el presente análisis que tuvo como principal objetivo analizar variables representativas de la calidad de vida y ambiental de la población brasileña, centrándose en las enfermedades transmitidas por el agua y la falta de saneamiento.

Zonas con riesgo de deslizamiento y problemas relacionados con la red de abastecimiento de agua, alcantarillado y recolección de basura son recurrentes en Brasil. No sólo el crecimiento incontrolado como el planeado por las esferas políticas locales se muestran débiles con relación en la eficiencia de estos servicios a largo plazo. La falta de planes directores serios, centrados en la urbanización y en la mejora de la calidad de vida de la población, teniendo en cuenta el escenario de crecimientos demográfico y económico, conducen a problemas estructurales de la defensa civil, exponiendo a las personas a inundaciones, deslizamientos de tierra y a calles sin pavimentación.

En cuanto al saneamiento, altos niveles de cloro residual fuera de los estándares en las aguas de los sistemas de suministro y bajos niveles de recolección y tratamiento de aguas residuales se observan en la mayoría de las ciudades brasileñas. En el trabajo de Barcellos (2005), la contaminación del agua se trata no sólo como una causa agravante de la salud, sino también como resultado de procesos sociales y ambientales. Según señalan Ceddia *et al.* (2013), la aparición de enfermedades infecciosas está estrechamente relacionada con la expansión económica y la consecuente degradación ambiental. Por lo tanto, la provisión universal de acceso a las cadenas de suministro y el creciente riesgo de contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas pueden exponer a la población a los agentes químicos y biológicos. La mala calidad de los sistemas de captación y purificación de agua tiende a transformar la propia red en un posible diseminador de enfermedades.

Con respecto a la literatura empírica Ludwig *et al.* (1999), Guedes *et al.* (2000), Laurenti (2004), Barcellos (2005), Andrade y Silva (2005), Barreto *et al.* (2007), Confalonieri y Marinho (2007), Zucarelli *et al.* (2010), Ribeiro y Rooke (2010), Freitas y Ximenes (2012), Ayach *et al.* (2012), entre otros, trataron de evaluar la relación entre gastos con salud y calidad sanitaria. Estos estudios sugieren que cuanto más invierten en infraestructura de salud, los agentes del gobierno menos tendrán que gastar en la salud de la población. Los datos publicados por el Ministerio de Salud corroboran estos resultados —por cada R\$ 1.00 invertido en saneamiento R\$ 4.00 se ahorran en costos médicos (Funasa, Fundação Nacional de Saúde, 2011).

Como se ha señalado, hay muchas razones que llevan al cuadro endémico, sin embargo, pocos estudios tratan de asociar los datos de diferentes naturalezas para analizar el comportamiento de la propagación de estas enfermedades. Al trabajar diferentes causas para el mismo problema, se espera que puedan incluir no sólo los resultados que indiquen las variables que están más correlacionadas, sino también que muestren cómo la inversión pública debe ser asignada para que sus beneficios sean maximizados en cada frente de acción de combate a las enfermedades endémicas, ya sea en materia de saneamiento y defensa civil, entre otros.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo general analizar la relación entre el nivel de saneamiento, las ocurrencias de desastres naturales y el número de hospitalizaciones de niños menores de cinco años de los municipios brasileños en el periodo de 2005 a 2010. En concreto, se trató de: *a)* identificar el efecto del nivel de saneamiento y de los desastres naturales en el número de ingresos en el sus (Sistema Único de Salud), *b)* verificar cuáles municipios tienen más problemas relacionados con la falta de saneamiento,

y *c)* identificar los que poseen las mejores condiciones de saneamiento y que puedan utilizarse como puntos de referencia para los demás.

Este artículo se divide en tres secciones, además de los resultados y discusión y las consideraciones finales.

## **1. INTERRELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE VIDA Y LA AMBIENTAL**

Según Sen (2008), las estrategias de desarrollo de los países deben incluir acciones para crear un entorno económico, social, político y cultural favorable a los individuos. Esto se debe a que el rendimiento de cada persona depende de las oportunidades económicas; las libertades políticas; las cuestiones sociales y de educación; y estímulos y sus iniciativas. Por lo tanto, la calidad de vida del individuo está estrechamente relacionada con las oportunidades reales ofrecidas por los logros colectivos, tanto en el pasado como en el presente.

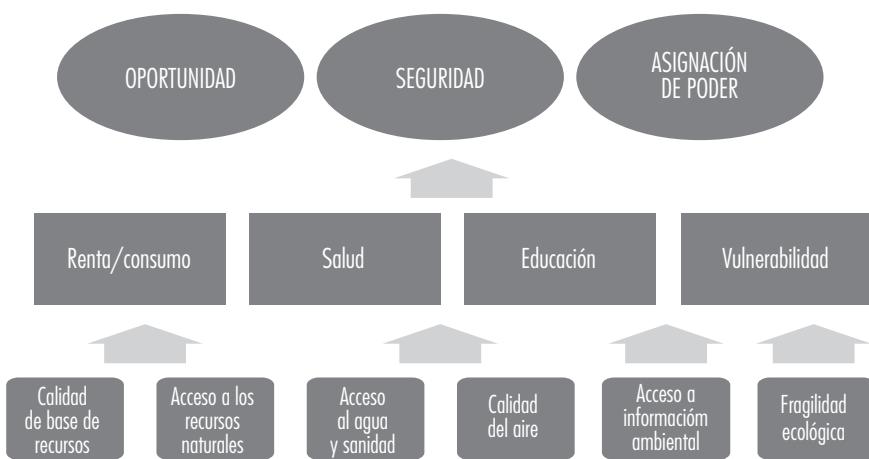
Sachs (2007) complementa a Sen (2008) y dice que el desarrollo sostenible debe destacar, además de las cuestiones económicas y sociales, las ambientales. Esto significa, por ejemplo, que el aumento de la calidad de vida y la equidad social deben ser objetivos centrales (objetivo final) del modelo de desarrollo. Del mismo modo, la eficiencia y el crecimiento económico son esenciales, ya que es poco probable que la calidad de vida aumente con equidad sin que la economía sea capaz de crecer. La preservación ambiental o la prudencia ecológica es otro factor extremadamente importante. En la ausencia de condiciones ambientales adecuadas, no es posible garantizar la calidad de vida y la equidad social para las generaciones futuras.

Gallopín (1982) complementa haciendo hincapié en que las condiciones ambientales están estrechamente relacionadas a la calidad de vida, ya que se considera como el resultado de la salud de la persona y su sentido de satisfacción.

Con el fin de relacionar las variables que representan la calidad de vida y la del ambiente, que se han mencionado anteriormente, Bojo *et al.* (2001) construyó la representación esquemática que se ve en la figura 1, la cual muestra los efectos de la calidad ambiental (tercera línea de arriba abajo) en la de la vida (rectángulos), y los efectos de ambas sobre el bienestar.

El hombre forma parte del medio ambiente con todo lo que produce artificialmente, afecta y es afectado por él. La calidad de vida y la ambiental están directamente relacionadas, porque la contaminación del aire, de las aguas y del suelo, además de la extinción de los ecosistemas afecta directamente el bienestar de los individuos. Entonces se puede llamar calidad ambiental al estado en el que se encuentran las diferentes dimensiones del medio ambiente. Si

Figura 1. Representación esquemática de las dimensiones de la calidad del medio ambiente y de la vida



Fuente: Bojo *et al.* (2001).

éste, que abarca a la humanidad con sus prácticas y costumbres, es dañado de alguna manera, hay una reducción en el nivel de la calidad de vida, misma que afecta a la calidad ambiental, ya que es un componente suyo (Sachs, 2007).

La calidad de vida resulta de la exposición del individuo a las circunstancias adversas, guardando una relación directa con factores como el medio ambiente sano y productivo, la presencia de espacios estéticos y recreativos y la participación de los individuos en la toma de decisiones. Este concepto se relaciona también a oportunidades de satisfacción de los deseos y aspiraciones humanas. La calidad de vida va más allá de la provisión de las necesidades básicas de la persona (alimentación, salud, vivienda, vestido, educación, empleo y participación) en función de los valores culturales (Leff, 2004). De esa forma, es posible entender que si la calidad ambiental es un componente de la calidad de vida y ésta, a su vez, es probablemente el componente más importante del desarrollo, se puede concluir que el desarrollo depende de una buena gestión del medio ambiente (Sachs, 2007). En este sentido, el efecto causado al medio ambiente por los seres humanos y de éste en la calidad de vida de la gente es cada vez más complejo, tanto en términos cuantitativos como cualitativos (Leite, 2000).

Y la calidad de vida depende de la ambiental para lograr un desarrollo equilibrado y sustentable.<sup>1</sup> Esa idea de la calidad de vida tiene como objetivo romper los parámetros homogéneos de bienestar y crear oportunidades para la formación de nuevos índices que sean capaces de articular los costos del

crecimiento con los valores culturales y el potencial de la naturaleza, además de complementar las medidas objetivas con las percepciones subjetivas. Es así como la calidad de vida abre las perspectivas para que se pueda reflexionar sobre la equidad social, junto a las esferas de la diversidad ecológica y cultural (Leff, 2004).

En pocas palabras, el significado de calidad de vida conduce a los valores que regulan el comportamiento social, los cuales están asociados no sólo con el nivel de ingresos o el de distribución de la riqueza, sino también a los criterios de la salud reproductiva, calidad de la maternidad y de la paternidad y, por fin, a los mecanismos de autogestión ambiental. Por lo tanto, el deterioro de la calidad ambiental generalmente da lugar al estado patológico de recurrencia de las enfermedades de la pobreza<sup>2</sup> (como el cólera y el dengue), que provienen de la contaminación del aire, de los suelos, de los recursos hídricos y del uso de recursos tóxicos como plaguicidas.

Frente al agravamiento de los problemas ambientales, la acción política debe centrarse en los métodos que dinamicen la conciencia ambiental de la población mediante la educación. Además de ello, la comprensión de los problemas ambientales debe basarse en la dimensión socio ambiental, considerándose especialmente los criterios culturales, que, a su vez, requieren determinaciones específicas en la formulación de políticas públicas. El gran desafío es perseguir los objetivos de calidad de vida y ambiental para que se puedan reforzar mutuamente.<sup>3</sup>

## **2. LOS DIFERENTES ESCENARIOS DENTRO DE LA UNIDAD INTERNA FEDERAL**

Brasil es el quinto país más grande del mundo en extensión, con más de ocho millones y medio de kilómetros cuadrados. Dentro del país hay una gran variedad geomorfológica, ambiental y climática. Esas diferencias en la composición del ambiente son fundamentales para caracterizar las formas de asentamiento y definición que toman las estructuras sociales por medio de la ocupación de tierras por la población. Esos factores determinan las culturas y otras actividades económicas establecidas allí, crean una identidad regional así como hábitos a veces exclusivos de aquella realidad. Conjuntamente, se tiene la forma como se dio la ocupación del territorio brasileño; costumbres y hábitos culturales vinieron junto a la colonización, atenuando aún más las diferencias entre las regiones del país. Como el desarrollo nacional se dio en su mayoría focalizado en el crecimiento económico local (ciclo de la caña de azúcar en el noreste, del oro en Minas Gerais y del café en el oeste de São

Paulo y en el Vale do Paraíba), la concentración de los recursos es una cuestión estructural histórica.

Todas esas divergencias crean ambientes singulares en los que las endemias proliferan por diferentes razones. Según lo explicado por Ayach *et al.* (2012, p.60),

la sociedad insertada en diferentes ambientes nos obliga a conocer con profundidad, más allá de los aspectos físicos del ambiente, las condiciones de vida de sus residentes, la clase social a la que pertenecen, las características del barrio donde viven, así como: los ingresos, la ocupación, la escolaridad, la cultura y, principalmente, sus expectativas o visiones de mundo que están vinculadas a su percepción ambiental y a sus valores.

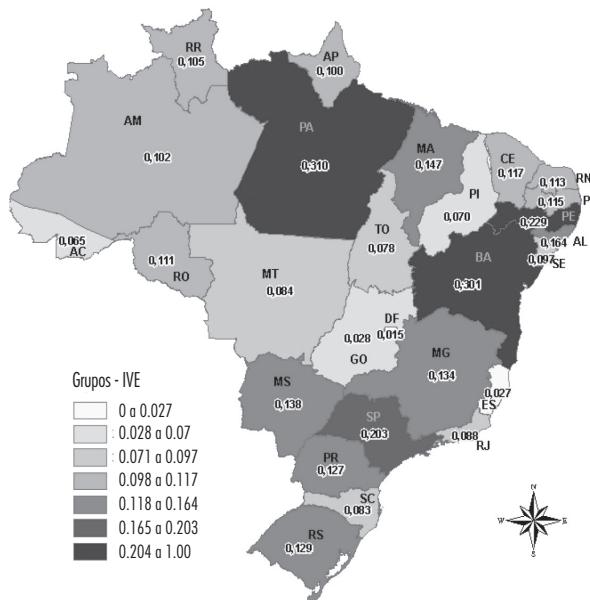
Con el fin de intentar conocer adecuadamente las condiciones de vida de la población, Confalonieri y Marinho (2007) crearon los Índices de Vulnerabilidad. Éstos varían entre 0 y 1 y tratan de asignar valores inversamente proporcionales al grado de susceptibilidad de la sociedad a la aparición de enfermedades, sea por razones sociales, climatológicas o epidemiológicas. Los mapas 1, 2 y 3 muestran los valores de cada indicador por estado brasileño.

Se observa en los mapas que los más altos valores de las tasas están en las regiones Norte y Nordeste. Esto significa que en éstas hay una perversa combinación de indicadores socioeconómicos bajos, alta vulnerabilidad climatológica y alta vulnerabilidad epidemiológica.

En lo que respecta específicamente al noreste, según Guedes *et al.* (2000), los casos de hepatitis A ocurridos en Campina Grande-PB crecieron con la sequía. Con el racionamiento de agua, las personas comenzaron a consumir recursos hídricos de fuentes alternativas, como las derivadas de la lluvia, más propensas a la contaminación debido al tiempo y a las condiciones de almacenamiento. La sequía en el norte también conduce a la aparición de enfermedades como el cólera. Como demuestra Confalonieri y Marinho (2007), la falta de lluvias deja de suministrar agua a la población local, reduce el volumen de los ríos y crea charcos en los bancos, aumentando las concentraciones de vibrión colérico. Vale la pena recordar que ambos casos se producen en los lugares con los niveles socioeconómicos más bajos, donde hay un gran déficit de abastecimiento de agua y saneamiento.

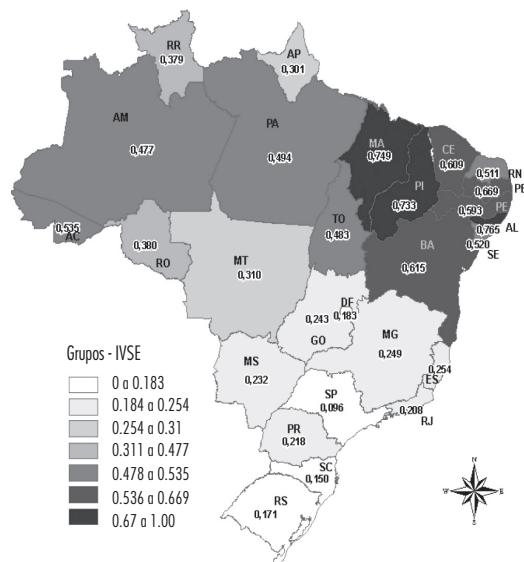
Aunque la región Norte y Noreste presenten índices de vulnerabilidad más altos, estados como Minas Gerais y São Paulo también sufren por problemas socioeconómicos, climáticos y endémicos. Las deficiencias en la infraestructura y en la educación complementan el escenario negativo y ayudan a impulsar aún más los problemas de la región (Ayach *et al.*, 2012).

Mapa 1. Índice de vulnerabilidad epidemiológica



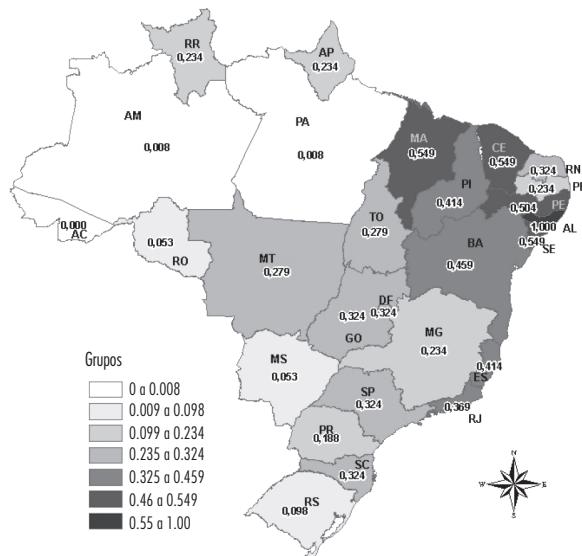
Fuente: Confalonieri, y Marinho (2007).

Mapa 2. Índice de vulnerabilidad socioeconómica



Fuente: Confalonieri, y Marinho (2007).

Mapa 3. Índice de vulnerabilidad climatológica



Fuente: Confalonieri, y Marinho (2007).

Por lo tanto, este trabajo utiliza como centro de análisis los estados de Minas Gerais y São Paulo porque poseen gran cantidad de datos sobre saneamiento e índices de vulnerabilidad con valores más cercanos. Además de eso, los desastres naturales cubren sólo las variables representativas de las inundaciones y los deslizamientos de tierra, problemas recurrentes en los estados seleccionados.

Este complejo panorama de diversos factores que influyen no sólo los resultados finales, sino también a sí mismos, refuerza aún más el argumento a favor de un sistema integrado de información y vigilancia de la morbilidad y la mortalidad resultantes de eventos climáticos extremos. Esto requiere una sinergia entre los Departamentos de Salud, Defensa Civil y Seguridad Pública.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Modelo econométrico

Se utilizaron en este estudio, las técnicas de datos de panel para examinar las consecuencias de la variación de las condiciones de saneamiento y ocurrencias de fenómenos climáticos agravantes, a lo largo del tiempo, en relación con los

índices de morbilidad (hospitalización) de niños entre 1 a 4 años en las instalaciones del Sistema Único de Saúde (sus). De esa forma, tenemos una serie temporal de seis años con una muestra de 69 ciudades en los estados de Minas Gerais y São Paulo. Ambos tienen gran cantidad de datos sobre el saneamiento y son relativamente similares en términos de los índices de vulnerabilidad presentados anteriormente. La ampliación del ámbito de las redes de abastecimiento en esos estados y niveles más bajos de vulnerabilidad socioeconómica y climatológica llevaron, juntos, a la no utilización de la variable sequía como un indicador de desastres naturales en este modelo.

Como hay muchas ciudades con diversidad estructural, el uso de este método permite hacer constante, a lo largo del tiempo, peculiaridades específicas de cada una de ellas. La expresión (1) resume el modelo utilizado.

$$\ln m_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(s_{it}) + \beta_2(d_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

donde  $m$  es el número de admisiones de niños menores de cinco años;  $s$  es el indicador de saneamiento; y  $d$  es el indicador de la ocurrencia de desastres naturales. El indicador de saneamiento se hizo a partir del análisis factorial<sup>4</sup> por componentes principales de las siguientes variables (algunas en valores escalares y otras en porcentajes): conexiones de agua en la red por economías activa; extensión de la conexión de red de agua por ligación; índice del servicio urbano de agua; índice de aguas residuales tratadas en relación con el agua consumida; índice de la provisión total de agua; incidencia de los análisis de cloro residual dentro del patrón; incidencia de los análisis de la turbiedad dentro de la norma; incidencia de los análisis de coliformes totales dentro del patrón; índice de productividad del personal total-equivalente.

Para la elección del modelo, se hizo necesario la realización de las pruebas de Chow, Hausman, y LM de Breusch-Pagan. No fue necesario detectar la presencia de auto correlación y heterocedasticidad con las pruebas de Wooldridge y de White, ya que el modelo de efectos aleatorios se mostró el más adecuado. Para más detalles véanse Gujarati, y Porter (2011).

### 3.2. Fuente y procesamiento de datos

#### 3.2.1. Datos sanitarios

Las principales enfermedades especificadas por la literatura actual son parte de la CID-10 (clasificación internacional de enfermedades). Pertencen a dos

grupos, las enfermedades infecciosas y parasitarias y las del aparato digestivo. Se buscó reducir los efectos de la subnotificación, utilizando los datos de morbilidad de las personas mayores de 1 a 4 años de edad. Todos los registros de hospitalización fueron adquiridos de la base de datos del sus, el DATASUS.

### *3.2.2. El Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento (SNIS)*

Provisto por el Ministerio de las Ciudades, es una muestra de la participación voluntaria de los datos referentes a la gestión, costos, funcionalidad y calidad de los servicios del agua, saneamiento, recolección y destinación de los residuos sólidos. Se extrajo del SNIS una muestra de 69 municipios para los años de 2005 a 2010, con datos sobre la densidad de ahorros activos y extensión de la red de agua por conexión (una red con las conexiones hídricas más exclusivas a cada región y residencia disminuye las posibilidades de contaminación de una población debido a la contaminación de un único enlace de agua); alcance del atendimiento porcentual de agua en el medio urbano y total de los municipios; índice porcentual de saneamiento tratado en relación con el agua consumida (qué cantidad de agua consumida fue tratada, después de su uso por el proveedor de servicios); e incidencias de los análisis dentro del patrón de cloro residual, turbiedad y coliformes totales en el agua.

### *3.2.3. Atlas brasileño de desastres naturales*

Desarrollado por la Universidade Federal de Santa Catarina, es una colección de informaciones de las Coordinaciones Estatales de Defensa Civil, hecha en los años 2010 y 2011, que caracteriza geográficamente las localidades y presenta datos correspondientes a los años 1991 a 2010 en casos de inundaciones repentinas, graduales, tormentas de viento y/o ciclones, granizo, movimientos de masas (deslizamientos), incendios forestales, erosiones lineales y fluviales, estiajes y sequías. Como principales fenómenos agravantes para la propagación epidemiológica, fueron analizadas las ocurrencias de inundaciones repentinas (aumento de las precipitaciones pluviales seguido por las inundaciones, con violentos y rápidos aumentos en el nivel del agua), graduales (que se producen en lugares de altitud más baja y movimientos de masa, que forman parte del grupo de los desastres naturales relacionados a la geomorfología) y movimientos de masas en las ciudades seleccionadas.

### 3.2.4. Variables

Como variable de saneamiento, se utilizaron todos los datos obtenidos del SNIS para sintetizar un solo indicador que proporcionaría una vista de los niveles generales de saneamiento observados cada año y en cada ciudad. Estos datos proporcionan información sobre la cobertura del abastecimiento de agua, la calidad del servicio, la calidad de los servicios de purificación del agua y el volumen de aguas residuales tratadas en relación con el agua consumida. Este indicador nos da un panorama amplio de los niveles de saneamiento más decisivos en la prevención de la contaminación endémica.

Como variable climatológica, se analizaron las incidencias totales de deslizamientos de tierra e inundaciones (bruscas y graduales) que dan lugar a la variable de “desastres naturales”, estos mismos datos se analizaron por Zucarelli *et al.* (2010). Por su factor destructivo, causan daños a las represas y a los sistemas de alcantarillado, contaminando venas hídricas, muchas veces de abastecimiento urbano.

Las enfermedades analizadas son parte, en su mayoría, del grupo de enfermedades infecciosas y parasitarias, las otras fueron tratadas como enfermedades gastrointestinales. Todas se están diseminando por el contacto y la ingestión de agua contaminada (el ciclo de vida del agente infeccioso presente en cursos o charcos de agua) y son: cólera, fiebre tifoidea y paratifoidea, shigelosis, amebiasis, diarrea y gastroenteritis de origen infeccioso presumible, leptospirosis icterohemorrágica, leptospirosis no especificado, fiebre amarilla, dengue, fiebre hemorrágica debida al virus del dengue, la malaria por *plasmodium falciparum*, *plasmodium vivax* y *plasmodium malariae*, otras formas de malaria observadas en los análisis parasitológicos, leishmaniasis visceral, cutánea, mucocutánea, leishmaniasis no especificada, esquistosomiasis, dracunculosis, gusano del corazón, anquilostomiasis, otras enfermedades infecciosas intestinales, otras formas de leptospirosis, otras hepatitis virales, malaria no especificada, otros helmintos, y otras infecciones por trematodos. Todos los datos corresponden al total de ingresos por año en cada ciudad, proporcionados por la base de datos del sus, el DATASUS.

Los brotes estacionales de las enfermedades transmitidas por vectores son influenciados por el aumento de la temperatura y de las precipitaciones. El número de ingresos hospitalarios de algunas enfermedades puede prevenirse por la vacunación de la población. Como los datos discutidos aquí eran anuales, el modelo no cubre la estacionalidad de los ingresos, además de no considerar datos sobre la vacunación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, se utilizó un panel para examinar las consecuencias de la variación de las condiciones de saneamiento y ocurrencias de fenómenos climáticos agravantes a lo largo del tiempo, en relación con los índices de morbilidad (hospitalizaciones) de niños menores de cinco años. Esta metodología es adecuada, ya que permite tornar constantes las peculiaridades de los municipios que poseen diversidades estructurales.

En primer lugar, se hicieron pruebas para la elección del modelo utilizado. El cuadro 1 muestra los valores encontrados.

Cuadro 1. Pruebas utilizadas para seleccionar el modelo

Pruebas	Hipótesis	Estadísticas
Chow	$H_0$ : modelo <i>pooled</i> $H_1$ : efectos fijos	Prob > F = 0.0000
Hausman	$H_0$ : efectos aleatorios $H_1$ : efectos fijos	Prob > $\chi^2$ = 0.6034
LM de Breusch-Pagan	$H_0$ : <i>pooled</i> $H_1$ : efectos aleatorios	Prob > $\chi^2$ = 0.0000

Fuente: resultados de la investigación.

En este cuadro, se observa que las pruebas de Chow y LM de Breusch-Pagan fueron estadísticamente significativas, a diferencia de la prueba de Hausman. Esto indica que el modelo que mejor se ajustaba a la muestra fue de efectos aleatorios. Sin ser necesaria la aplicación de las pruebas de Wooldridge y White, ya que no hay auto-correlación o heteroscedasticidad en el modelo de efectos aleatorios. Por ello, el modelo es estadísticamente significativo. Los resultados del modelo estimado se presentan en el cuadro 2. En cuanto a la prueba F, se rechaza la hipótesis de que todos los coeficientes sean estadísticamente iguales a cero.

La variable saneamiento fue estadísticamente significativa con 1% de probabilidad. El valor del coeficiente muestra que, en términos porcentuales, el aumento de 1% en los niveles de calidad sanitaria reduce en 1.02% la cantidad de camas ocupadas en el sus. Este resultado pone de manifiesto la importancia que tiene la mejora de los niveles de saneamiento básico para mejorar la

Cuadro 2. Modelo estimado a partir del modelo de efectos aleatorios

Variable	Coeficiente	Z	Valor-p
Constante	1 438208	19,84	0,000
Ln(saneamiento)	-1,01547	-4,32	0,000
Desastres	0,041118	-1,68	0,095
R <sup>2</sup> Within	R <sup>2</sup> Between	R <sup>2</sup> Overall	Observaciones
0,0536	0,0011	0,0042	414

Fuente: resultados de la investigación.

calidad de vida de la población, ya que la prevención sanitaria genera un nivel de decesos más bajo, ahorrando recursos públicos.

Es importante señalar que se observaron los peores niveles de saneamiento de los municipios de Minas Gerais. La ciudad de Barbacena se destacó en este *ranking*. Con una red de abastecimiento escasamente ramificada y completa, Barbacena todavía tiene menos de 12% de sus aguas residuales tratadas y sólo 72% de las muestras de agua recogidas se observan niveles de coliformes totales, cloro y turbiedad dentro de la norma. Estos factores combinados han corroborado el bajo nivel de sanidad general atribuido a la ciudad (SNIS, 2012).

El municipio de São Paulo que tuvo el peor lugar en el *ranking* de saneamiento fue Santa Isabel, que a pesar de tener buenos niveles de calidad del agua suministrada, no presenta ningún tipo de tratamiento de las aguas residuales colectadas. Los residuos se vierten en los ríos y arroyos de la ciudad y los contaminantes se acumulan en la represa de Jaguari, que además de ser importante para el suministro y la generación de energía también es importante para el sustento de los pescadores locales. Sin embargo, se observaron muy pocos casos de hospitalizaciones en la ciudad en el periodo analizado. Esto sugiere que el municipio no es directamente afectado por sus excrementos, por lo que el abandono de los servicios de saneamiento no aparece como una consecuencia directa en la propia ciudad, sino como un costo social para los vecinos residentes que sufren de contaminación de los ríos causada por la falta de tratamiento de aguas residuales de Santa Isabel. Lo mismo ocurre con la ciudad de Guanhães en Minas Gerais, sus niveles de morbilidad son más altos que los de Santa Isabel, sin embargo, siguen siendo bajos si se tiene en cuenta la falta de tratamiento de aguas residuales.

Por el contrario, se encontraron los mejores resultados en los municipios de Jundiaí y Vinhedo del Estado de São Paulo, y Uberlândia para el estado de Minas Gerais. Estas ciudades tienen una red de abastecimiento de agua bien ramificada e integral dentro de sus respectivos perímetros urbanos, además de tener altos niveles de calidad de agua que se consume. Estos municipios pueden servir como un ejemplo a seguir para los demás municipios examinados.

La ciudad de Lambari-MG, a pesar de la falta de tratamiento de aguas residuales, presentó durante los tres primeros años de la muestra, excelentes niveles de calidad del agua, que aseguraron a la ciudad una posición elevada en el *ranking* y un total de sólo siete entradas hospitalarias en este periodo. En los años siguientes, sin embargo, probablemente debido al crecimiento desordenado de la ciudad, el índice de suministro total de agua dejó de abarcar casi toda la población para satisfacer sólo 75% de las localidades. Este hecho, además de reducir el valor del índice general de saneamiento, tuvo sus consecuencias observadas en el sistema de salud. El bajo número de hospitalizaciones (siete) en los primeros tres años se elevó a 24 en los últimos tres, probablemente debido a la deficiencia del suministro de agua en la zona urbana. Esta deficiencia obligó a la población a aumentar el consumo de fuentes de agua alternativas, aumentando en 343% el número de hospitalizaciones.

La variable *desastres naturales*, a pesar de tener un valor pequeño para el coeficiente encontrado, fue estadísticamente significativa en el modelo de 10% de significación. Esto demuestra que los accidentes por eventos climáticos extremos como tormentas e inundaciones son parte del cotidiano de las personas y afectan de manera significativa la calidad de vida de los brasileños. Minas Gerais y São Paulo, debido a su geografía, tienen un número considerable de viviendas en zonas de riesgo como laderas y tierras bajas. Esta característica hace que estos estados tengan serios problemas con las inundaciones y deslizamientos de suelo que reportan enormes pérdidas, pues además de contaminar venas hídricas importantes (ocasionando enfermedades que pueden conducir a la muerte) pueden causar la muerte directa de un sinnúmero de personas ahogadas y/o sepultadas.

Con respecto al estado de São Paulo, el número de ciudades que registraron daños, y el número de desplazados, por las fuertes lluvias está aumentando recientemente. Al compararse los años de 2012 y 2013 (hasta el momento), por ejemplo, se tiene que estos números aumentaron de 58 y 1 638 (2012) a 146 y 4 499 (2013), respectivamente (Folha de São Paulo, 2013).

Teniendo en cuenta éstos y otros eventos, es necesario a cada momento, desarrollar sistemas integrados de informaciones sobre la morbilidad y la mortalidad derivada de eventos climáticos, incluyendo las respectivas de los

departamentos de salud, defensas civiles y de seguridad pública. Dicho sistema permitiría una identificación de las víctimas que hay por deslizamientos de tierra e inundaciones, sus causas inmediatas y consecuencias, lo que contribuye a una mayor agilidad y eficacia en el control del problema.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

El presente estudio se propuso examinar los efectos del nivel de saneamiento y ocurrencias de desastres naturales en el número de ingresos de menores de cinco años de los municipios brasileños en el periodo de 2005 a 2010. La necesidad de entender las causas del problema se hace necesaria al observar un gasto que podría reducirse con las buenas prácticas sanitarias y la gestión de los recursos hídricos. Todo esto se hace aún más urgente si se tiene en cuenta el cambio climático y los fenómenos meteorológicos que propician, a menudo, mayor contaminación por la creación de entornos más favorables a los agentes patógenos.

Los resultados de este estudio muestran que cada aumento porcentual en los niveles de saneamiento provoca caídas de mayor magnitud porcentual en el número de hospitalizaciones. Esta elasticidad sugiere que las inversiones en el área de salud tienen repercusiones en la prevención de brotes, porque factores como la cobertura de los servicios de agua en el medio urbano y la calidad de agua mejorada se mostraron como los principales determinantes de los niveles de morbilidad. De esa forma, altos niveles de saneamiento pueden reducir los niveles de decesos. Para que esto ocurra, es necesario que se tenga un nivel adecuado de infraestructura y disponibilidad de capital. El estado de São Paulo, por ejemplo, presentó en el periodo analizado, mejores condiciones de saneamiento, porque sus ciudades poseen mejores niveles de infraestructura y disponibilidad de capital. A su vez, la situación del estado de Minas Gerais es más precaria porque sus ciudades enfrentan condiciones sanitarias y de contagio más graves. Además de ello, la infraestructura y la disponibilidad de capital para el estado de Minas Gerais es menor que para el de São Paulo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observó que los niveles de morbilidad se pueden suavizar, con el fin de reducir costos y mejorar la calidad de vida en la sociedad, esto sería posible con el trabajo conjunto de las diferentes esferas del gobierno (departamentos de salud, defensas civiles y de seguridad pública) a partir del desarrollo de sistemas de informaciones de movilidad y mortalidad. Éstos podrían ayudar al reconocimiento de las víctimas, en la observancia de las causas y en las principales consecuencias de los eventos ocurridos, lo cual

ayudaría a mejorar la atención a las víctimas y a prevenir futuros problemas de contaminación por las venas hídricas.

Por último, cabe destacar que los resultados positivos que surgen de saneamiento deben ser reforzados por actividades que entrañen un análisis regional profundo, con el fin de crear planes regionales de acciones ambientales y sanitarias. La necesidad de un centro integrado de acciones y monitoreo de las condiciones de saneamiento, climáticas y de defensa civil se ha demostrado que son importantes y de gran valor para la mejora de las condiciones de vida y de la eficiencia del servicio de salud pública.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Con todos estos acontecimientos, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (wced, por sus siglas en inglés) trabajó entre 1984 y 1987 en la creación de una agenda que permita un cambio global; el resultado fue la publicación del informe *Our common future* (Informe Brundtland), en el que se examinaban los problemas críticos entre desarrollo y medio ambiente. En él, se conceptúa el término desarrollo sostenible, el cual debería satisfacer las necesidades del presente de manera equitativa, sin comprometer las posibilidades de supervivencia y prosperidad de las generaciones futuras (Brundtland, 1987).
- <sup>2</sup> Estudios como los de Ekbom y Bojo (1999), Barbier (2000), y Parikh (2002) muestran la relación entre pobreza y medio ambiente.
- <sup>3</sup> Hay en literatura nacional e internacional algunas obras que tratan de la construcción de índices que incorporan las condiciones ambientales. Para más detalles, consultar Veiga (2008).
- <sup>4</sup> El análisis factorial empleado tiene como objetivo investigar la dependencia de todas las variables para observar el grado de asociación, una fórmula de valores estimados y establecer los niveles de significación estadística para las variables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, Rodrigo da Rocha, y Julce Clara Silva (2005), “Saneamento e saúde ambiental: hospitalizações por doenças infecciosas intestinais no RS”, *Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande-MT, pp. 1-9.
- Ayach, Lucy Ribeiro; Solange Therezinha de Lima Guimarães; Nanci Cappi, y Carlos Ayach (2012), “Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos”, *Caderno de Geografia*, Brasil, vol. 22, núm. 37, pp. 47-64.
- Barbier, Edward B. (2000), “The economic linkages between rural poverty and land degradation: Some evidence from Africa”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 82, núm. 1, pp. 355-370.

- Barcellos, Cristovam (coord.) (2005), *Desenvolvimento de indicadores para um sistema de gerenciamento de informações sobre saneamento, água e agravos à saúde relacionados*, Brasil, Fiocruz, pp. 48.
- Barreto, Maurício L. et al. (2007), “Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies”, *The Lancet*, vol. 370, núm. 9 599, pp. 1 622-1 628.
- Bojö, J. et al. (2001), *Environment chapter, poverty reduction strategy papers' source book*, Washington, Banco Mundial, p. 214.
- Brundtland, Gro Harlem (1987), “Our common future”, UNEP, Nairobi, Kenya (consultado el 12 de diciembre de 2012), disponible en <[http://www.regjeringen.no/upload/SMK/Vedlegg/Taler%20og%20artikler%20av%20tidligere%20statsministre/Gro%20Harlem%20Brundtland/1987/Presentation\\_of\\_Our\\_Common\\_Future\\_to\\_UNEP.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/SMK/Vedlegg/Taler%20og%20artikler%20av%20tidligere%20statsministre/Gro%20Harlem%20Brundtland/1987/Presentation_of_Our_Common_Future_to_UNEP.pdf)>.
- Ceddia, M. G. et al. (2013), “A complex system perspective on the emergence and spread of infectious diseases: Integrating economic and ecological aspects”, *Ecological Economics*, Amsterdam, vol. 90, pp. 124-131.
- Confalonieri, Ulisses E. C., y Diana P. Marinho (2007), “Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Brasil”, *Revista Multiciência*, Brasil, vol. 8, pp. 48-64.
- Ekbom, Anderes, y Juan Bojö (1999), “Poverty and environment: Evidence of links and integration into the country assistance strategy process” (consultado el 20 de octubre de 2011), disponible en <<http://www.staff.ncl.ac.uk/david.harvey/AEF806/WBPPovEn.pdf>>.
- Folha de São Paulo (2013), *Chuvas já provocaram 25 mortes em São Paulo desde dezembro* (consultado el 23 de septiembre de 2013), disponible en <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/1236422-chuvas-ja-provocaram-25-mortes-em-sao-paulo-desde-dezembro.shtml>>.
- De Freitas, Calos Machado, y Elisa Francioli Ximenes (2012), “Enchentes e saúde pública - uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação”, *Ciênc. Saúde Coletiva*, Brasil, vol. 17, núm. 6, pp. 1 601-1 616.
- Funasa-Fundação Nacional da Saúde (2011), “Funasa leva água tratada a comunidades rurais em Jaraguari (MS)” (consultado el 30 de octubre de 2013), disponible en <[http://www.funasa.gov.br/site/funasa-leva-agua-tratada-a-comunidades-rurais-em-jaraguari-ms](http://www.funasa.gov.br/site/funasa-leva-agua-tratada-a-comunidades-rurais-em-jaraguari-ms/)>.
- Gallopín, G. C. (1982), *El ambiente urbano y la planificación ambiental*, Medio Ambiente y Urbanización, Buenos Aires, CLACSO/CIFCA, p. 186.
- Guedes, Dionéia Garcia de Medeiros; Salomão de Andrade Pascoal, y Beatriz Suzana Ouruski de Ceballos (2000), “Doenças de veiculação hídrica: dia-

- rreia e hepatite Campina Grande-PB”, *Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Brasil, pp. 1-8.
- Gujarati, Dadomar N., y Dawn C. Porter (2011), *Econometria básica*, Porto Alegre, AMGH, p. 924.
- Laurenti, Ruy; Jorge M. H. P. Mello, y Sabrina Léa D. Gotlieb (2004), “A confiabilidade dos dados de mortalidade e morbidade por doenças crônicas não-transmissíveis”, *Ciência & Saúde Coletiva*, Brasil, vol. 9, núm. 4, pp. 909-920.
- Leff, Henrique (2004), *Saber ambiental*, Petrópolis, 3<sup>a</sup> edição, Ed. Vozes, pp. 87.
- Ludwig, Karin Maria *et al.* (1999), “Correlação entre condições de saneamento básico e parasitos intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo”, *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, Brasil, vol. 32, núm. 5, pp. 547-555.
- Parikh, J. (2002), “Poverty-environment-development nexus international”, *Journal of Global Environmental*, vol. 2, pp. 344-365.
- Ribeiro, Júlia Werneck, y Juliana Maria Scoralick Rooke (2010), *Saneamento básico e sua relação com meio ambiente e saúde pública*, Juiz de Fora-MG, UFJF, p. 28.
- Sachs, Ignacy (2007), *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento*, Ed. Cortez, p. 472.
- Sen, Amartya Kumar (2008), *Desenvolvimento como liberdade*, São Paulo, Schwarcz, p. 409.
- Da Veiga, José Eli (2008), “Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas”, *Revista de Economia Política*, Brasil, vol. 29, núm. 4, pp. 421-435.
- Zucarelli, Marcos Cristiano *et al.* (2010), “Monitoramento das ações em saneamento básico e vulnerabilidade em áreas de risco em Minas Gerais”, *Conferência Internacional da Rede*, Brasil, vol. 1, pp.1-13.