






## El papel de los flujos interregionales en la diseminación de epidemias de dengue en una ciudad de clima tropical

The role of inter-regional flows in the spread of epidemics in a city of regional influence with a tropical climate

Maria Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>, Marta Inenami<sup>2</sup>, Rosangela Maria Gasparetto da Silva<sup>3</sup>, Carlos Castillo-Salgado<sup>4</sup>, Helena Ribeiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Posdoctoranda.  
Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil. ✉ 

<sup>2</sup>Enfermera de Vigilância Epidemiológica. Serviço Especial de Saúde de Araraquara, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil. ✉ 

<sup>3</sup>Enfermera de Vigilância Epidemiológica. Serviço Especial de Saúde de Araraquara, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil. ✉ 

<sup>4</sup>Profesor. Department of Epidemiology, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Maryland, USA. ✉ 

<sup>5</sup>Profesora titular. Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brasil. ✉

**RESUMEN** El objetivo de este trabajo fue investigar el origen de los casos importados de dengue en la ciudad de Araraquara, Brasil y describir las principales características epidemiológicas. El estudio abarcó todos los casos confirmados de dengue registrados en el Sistema de Información de Enfermedades de Notificación (SINAN) [Sistema de Informação de Agravos de Notificação] de 1998-2013. Se consideraron como casos importados aquellos cuyo lugar de origen de infección se ubicara fuera de Araraquara. Se realizó un análisis descriptivo de la distribución de los casos por género, edad y clasificación de casos importados y autóctonos. Se utilizó un sistema de información geográfica para mapear los flujos y estimar las distancias de los puntos de contagio. Se incluyeron 6.913 casos confirmados, de los cuales 419 fueron importados. En la mayoría de estos casos, el origen de infección se ubicó en el estado de San Pablo, además de otras regiones brasileñas. Los resultados indican la relevancia de los casos importados y diferencias en el perfil epidemiológico por edad y sexo. Las conclusiones indican la necesidad de aumentar la vigilancia epidemiológica y de salud ambiental en los puertos, aeropuertos, paradas de camiones y terminales de buses y trenes.

**PALABRAS CLAVES** Dengue; Análisis Espacial; Sistemas de Información Geográfica; Vigilancia Epidemiológica; Brasil.

**ABSTRACT** The aim of this research was to investigate the origin of imported cases of dengue in the city of Araraquara, Brazil and to describe the disease's main epidemiological characteristics. The study encompassed all confirmed cases of dengue recorded in the Information System for Notifiable Diseases (SINAN) [Sistema de Informação de Agravos de Notificação] from 1998 to 2013. Cases whose origin of infection was likely located outside Araraquara were considered imported. The epidemiological study entailed a descriptive analysis of the data, regarding the distribution of cases by gender, age, and classification of imported and autochthonous cases. A geographic information system was used to map flows and estimate distances. There were 6,913 confirmed cases, 419 of which were imported. In most cases, the origin of infection was located in the state of São Paulo as well as other Brazilian regions. The results indicate the relevance of imported cases and differences in the epidemiological profile with respect to age and sex. Conclusions indicate the need to increase epidemiological and environmental health surveillance at ports, airports, truck stops, and bus and train terminals.

**KEY WORDS** Dengue; Spatial Analysis; Geographic Information Systems; Epidemiological Surveillance; Brazil.

## INTRODUCCIÓN

Entre las enfermedades infecciosas que afectan a las poblaciones urbanas, el dengue genera particular preocupación. Representa un grave problema de salud pública a nivel global dado que sus riesgos atañen a gran contingente de la población mundial. Las Américas fueron una zona virtualmente libre de dengue luego de la erradicación del *Aedes aegypti* en una campaña de control del vector que abarcó todo el continente en las últimas tres décadas<sup>(1)</sup>, pero a este periodo le siguió otro de reemergencia y fracaso en el control de la enfermedad en América Latina<sup>(2)</sup>.

En muchos países de América Latina, la rápida expansión urbana, asociada con el inadecuado abastecimiento de agua y tratamiento de desechos y la incrementada circulación de personas entre regiones y países, sumada a la resistencia de los mosquitos a los insecticidas, son factores que contribuyen al retorno de la circulación del virus de dengue y el aumento en la transmisión de la enfermedad en años recientes<sup>(3,4,5,6)</sup>, con la ocurrencia de millones de infecciones por dengue anualmente en la región<sup>(2)</sup>. El dengue epidémico ocurre cíclicamente cada tres a cinco años, con evidencia de un aumento en la magnitud y severidad de casos con cada epidemia nueva<sup>(1)</sup>. En la década de 1980 las concentraciones más altas de la enfermedad se informaron en El Caribe de habla hispana; sin embargo, en las décadas de 1990 y 2000 hubo un desplazamiento hacia el Cono Sur del 60% de los casos<sup>(1)</sup>.

En Brasil, el dengue es actualmente una de las enfermedades infecciosas más comunes a nivel nacional. Los modelos de control de enfermedades como el dengue se centran esencialmente en el uso de insecticidas, por lo que resultan insuficientes para controlar la enfermedad dada la carencia de integración intrasectorial<sup>(7)</sup>. Barreto *et al.*<sup>(8)</sup> incluyen al dengue entre el grupo de enfermedades para las cuales el control ha sido poco exitoso en Brasil.

Los traslados humanos juegan un rol importante en la adquisición y diseminación de

infecciones. El aumento en la velocidad y el caudal de los flujos de personas y bienes a nivel nacional, regional y global representa un gran impacto en el proceso de propagación de las enfermedades infecciosas –particularmente aquellas transmitidas por vectores, como el dengue– en áreas urbanas, escenarios favorables a la proliferación<sup>(9,10)</sup>.

Los casos importados son un prerrequisito para el comienzo de una epidemia, pero el número de estos casos depende de la capacidad de detección, notificación y respuesta de los sistemas de salud<sup>(11)</sup>. Según Al Abri *et al.*<sup>(12)</sup> se necesitan estudios que investiguen las posibles asociaciones entre enfermedades infecciosas y las personas que se trasladan. En América Latina, se ha mostrado que la migración humana y las personas viajantes son elementos importantes en la dispersión de los cuatro serotipos de dengue, tal como se observó en México y Uruguay<sup>(2,13,14)</sup>. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre casos importados se centran en las fronteras internacionales.

La adopción de medidas para detectar los casos importados de manera rápida y eficaz puede aportar a la prevención de la emergencia de epidemias de dengue y reducir los daños en la salud de la población. Shu *et al.*<sup>(15)</sup> describe algunos países que han adoptado estrategias para filtrar personas viajantes potencialmente afectadas que vuelven de áreas con dengue endémico.

Conocer el papel de los casos importados y autóctonos en la ciudad de Araraquara, Brasil puede aportar a la comprensión de la dinámica de transmisión de la enfermedad a nivel local y nacional, además de dar sustento a las acciones de vigilancia epidemiológica con la adopción de medidas adecuadas y oportunas para la prevención y control de epidemias.

La municipalidad de Araraquara se ubica en la región central del estado de San Pablo, Brasil. Su latitud es 21°74'38''S y su altitud promedio es de 646 metros sobre el nivel del mar. Tiene un clima tropical de altitud con inviernos secos y veranos lluviosos. La temperatura promedio anual es de 20,4°C, con un promedio anual mínimo de 10°C y máximo

de 28°C. La precipitación anual es de aproximadamente 1.352 mm. Según el Censo Nacional de Brasil<sup>(16)</sup>, en 2010, Araraquara contaba con 208.725 habitantes, lo que la define como una ciudad de tamaño mediano. La municipalidad abarca unos 1.005 km<sup>2</sup> y la mayoría de la población (97,16%) vive en el área urbana. Es una de las principales regiones de producción de caña de azúcar tanto del estado como del país. Las naranjas representan el segundo cultivo más importante en el área rural. Los frutos principalmente se procesan para jugo de exportación. De esta manera, la actividad industrial en la municipalidad se relaciona mayormente con la agricultura. En 2010, el índice de desarrollo humano de la municipalidad fue 0,815 (muy alto).

Se han registrado casos importados de dengue en Araraquara en todos los años desde que inició la vigilancia en 2008. Sin embargo, aún escasean estudios que investiguen la naturaleza de los casos importados. La investigación de estos casos puede arrojar luz sobre el posible impacto de los flujos de viajeros locales, regionales e internacionales en el proceso de propagación de dengue. El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis descriptivo para determinar el origen de los casos importados de dengue en la ciudad de Araraquara y describir las principales características epidemiológicas de la enfermedad.

La comprensión de las características epidemiológicas de los casos importados de dengue puede ayudar a identificar los elementos importantes que influyen los procesos involucrados en la epidemia de dengue, permitiendo implementar medidas para prevenir y atenuar el impacto de la enfermedad.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico con un diseño de tendencia temporal sobre casos de dengue notificados y confirmados entre 1998 y 2013 en la ciudad de Araraquara, en el centro del estado de San Pablo, Brasil.

Todos los datos analizados se extrajeron del Sistema de Información de Enfermedades de Notificación (SINAN) [*Sistema de Informação de Agravos de Notificação*] gestionado por el Ministerio de Salud e implementado por las ciudades. La tendencia temporal analiza el periodo de 1998 a 2013. Se descargaron las bases cartográficas georreferenciadas para la red de ciudades, centros municipales y estados de Brasil directamente del sitio web del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE). Las estimaciones de población utilizadas son las realizadas por el IBGE y provistas por el Ministerio de Salud a través del sistema de información DATASUS.

La ciudad de Araraquara se seleccionó como estudio de caso porque es una capital regional, cuenta con datos epidemiológicos de dengue a nivel local y constituye un área emblemática en el mundo tropical por su creciente incidencia de la enfermedad, similar a lo que sucede en otras ciudades latinoamericanas<sup>(1,2)</sup>. Más allá de las acciones de control llevadas a cabo, la ciudad ha registrado epidemias sucesivas a lo largo de la última década.

El presente estudio involucró casos de dengue autóctonos e importados. Tal como lo discuten Taylor *et al.*<sup>(17)</sup>, es esencial la inclusión de casos autóctonos e importados para modelar la dinámica de la epidemia e investigar la naturaleza de los flujos que pueden haber contribuido al empeoramiento de las epidemias de dengue. El análisis de los casos importados se realizaron por separado, para poder distinguir su contribución cada año junto a la ciudad y estado de su origen.

Los casos importados de dengue fueron definidos de acuerdo a la información del sitio probable de infección registrado en el SINAN. Los pacientes informan este dato en el momento que se completan los formularios de notificación.

En este estudio epidemiológico se realizó un análisis descriptivo de los datos respecto de la distribución de los casos por género, edad y clasificación de casos importados y autóctonos. Se aplicó la prueba de chi-cuadrado para comparar y analizar la significancia estadística de las diferencias en los

casos importados y autóctonos según género y grupo de edad.

Se realizó un mapa de flujos para determinar gráficamente el probable lugar de origen de casos importados y calcular las distancias promedio entre estos lugares y Araraquara. Para este fin, se georreferenciaron los casos de dengue, los cuales fueron combinados con las latitudes y longitudes de los centros de todas las ciudades, obtenidas en el IBGE. Estos procedimientos se realizaron con software Terraview 4.2. Los mapas temáticos y la geocodificación de los casos de dengue se hicieron con el paquete estadístico SPSS 11.0.

## RESULTADOS

Se notificaron y confirmaron 6.913 casos de dengue entre 1998 y 2013. La incidencia anual osciló entre 7,53 casos por 100.000 habitantes/año en 1998 y 1.209,4 casos por 100.000 habitantes/año en 2011. Se observaron casos importados en todos los años analizados, aunque con diferentes intensidades y

magnitudes, particularmente, entre los años epidémicos y los interepidémicos.

Como se muestra en la Figura 1, la mayoría de los casos importados contrajo la enfermedad entre las semanas epidemiológicas 1 y 21 (mayo), con un pico en las semanas 13-16 (marzo a abril). Luego de este pico se observa un descenso en la curva hasta la semana 21.

La Figura 2 muestra el porcentaje de casos importados y autóctonos de dengue en la ciudad de Araraquara entre 1998 y 2013. Hasta 2006, los casos importados representaron más del 50% de todos los eventos. A partir de 2008, los casos importados representaron, aproximadamente, el 10% de todos los eventos.

Se pueden observar diferencias por sexo entre los pacientes infectados a lo largo de la serie analizada. De los 419 casos importados, el 54,5% correspondía a varones y el 45,5% a mujeres. Entre los casos autóctonos, el 53,8% se dieron en mujeres y el 46,2% en varones ( $X^2 = 11,091$ ;  $p = 0,001$ ). Para todos los casos, la incidencia según sexo varió anualmente. Los totales globales para cada año de la serie se ven en la Tabla 1.

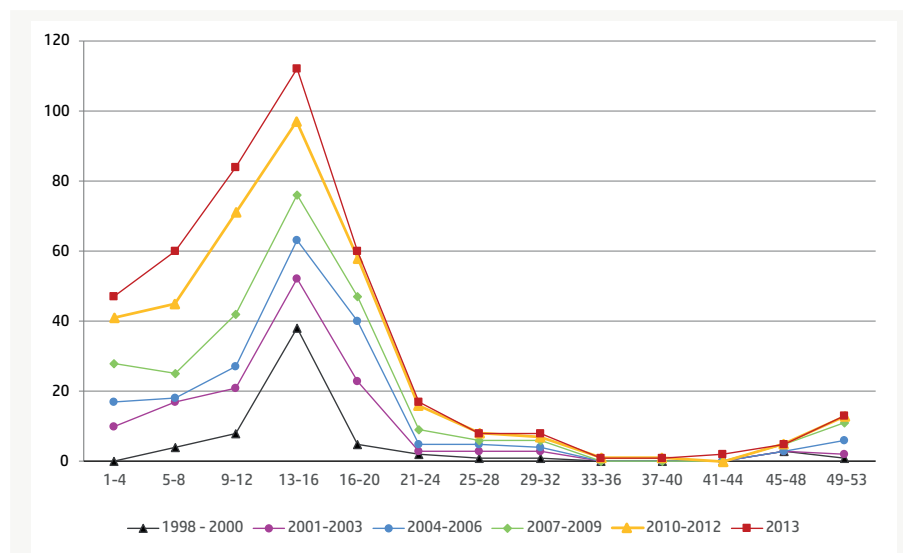


Figura 1. Número de casos importados de dengue por semana epidemiológica. Araraquara, Brasil, 1998-2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) del Ministerio de Salud de Brasil, y del Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

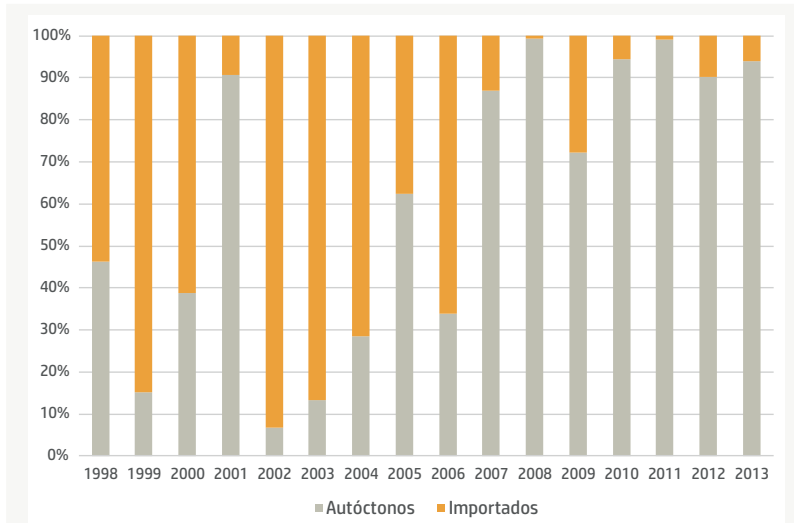


Figura 2. Porcentaje de casos importados y autóctonos de dengue. Araraquara, Brasil, 1998-2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) del Ministerio de Salud de Brasil, y del Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

Tabla 1. Casos de dengue notificados y confirmados según sexo. Araraquara, Brasil, 1998-2013.

Año	Mujeres		Varones		Total N
	n	%	n	%	
1998	0	0,00	8	100,00	8
1999*	28	52,83	25	47,17	53
2000	12	66,67	6	33,33	18
2001*	116	54,72	96	45,28	212
2002	20	45,45	24	54,55	44
2003	8	53,33	7	46,67	15
2004	3	42,86	4	57,14	7
2005	3	37,50	5	62,50	8
2006	27	41,54	38	58,46	65
2007*	177	50,43	174	49,57	351
2008*	642	54,04	546	45,96	1.188
2009	19	44,19	24	55,81	43
2010*	705	53,21	620	46,79	1.325
2011*	1.365	53,57	1.183	46,43	2.548
2012	77	62,60	46	37,40	123
2013*	481	53,39	420	46,61	901
Total	3.688	53,35	3.225	46,65	6.913

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) del Ministerio de Salud de Brasil, y del Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

\*Año epidémico.

### Distribución de los casos según edad

Se evidenciaron diferencias por grupo de edad entre los casos autóctonos e importados (Figura 3). Respecto a los casos importados de dengue, el 86,6% se dieron en personas mayores de 19 años y el 13,4% en personas de 19 años o menos ( $X^2 = 5,002$ ;  $p = 0,02$ ).

La incidencia más alta ocurrió en personas mayores de 19 años. A partir de 2001 hubo un leve incremento en el número de casos (en términos absolutos) entre personas de 19 años o menos. Se registraron un total de 11 casos en este grupo de edad en 1999, en contraposición con los 60 casos registrados en 2007 y los 221 casos en 2008, lo cual representó el 20% de todos los casos registrados en el periodo. Un leve aumento en el número de casos de dengue se observó entre personas de 11 a 19 años en 2009.

La Figura 4 muestra el origen de los casos importados de dengue durante el periodo analizado. El grosor de la línea representa la intensidad de los flujos. Los de mayor intensidad se evidencian en el estado de San Pablo y se derivan de ciudades con alta densidad poblacional. La distribución de casos importados según estado brasileño mostró que el

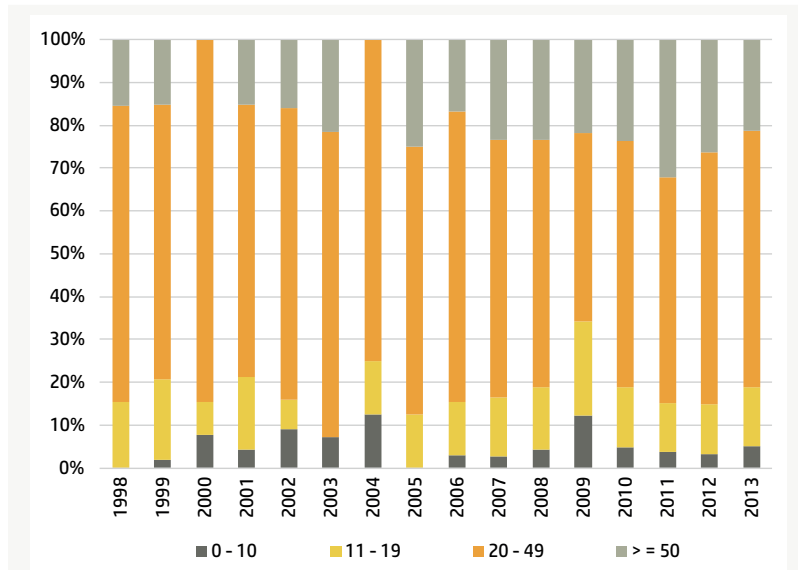


Figura 3. Porcentaje de casos de dengue por grupos de edad. Araraquara, Brasil, 1998-2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) del Ministerio de Salud de Brasil, y del Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

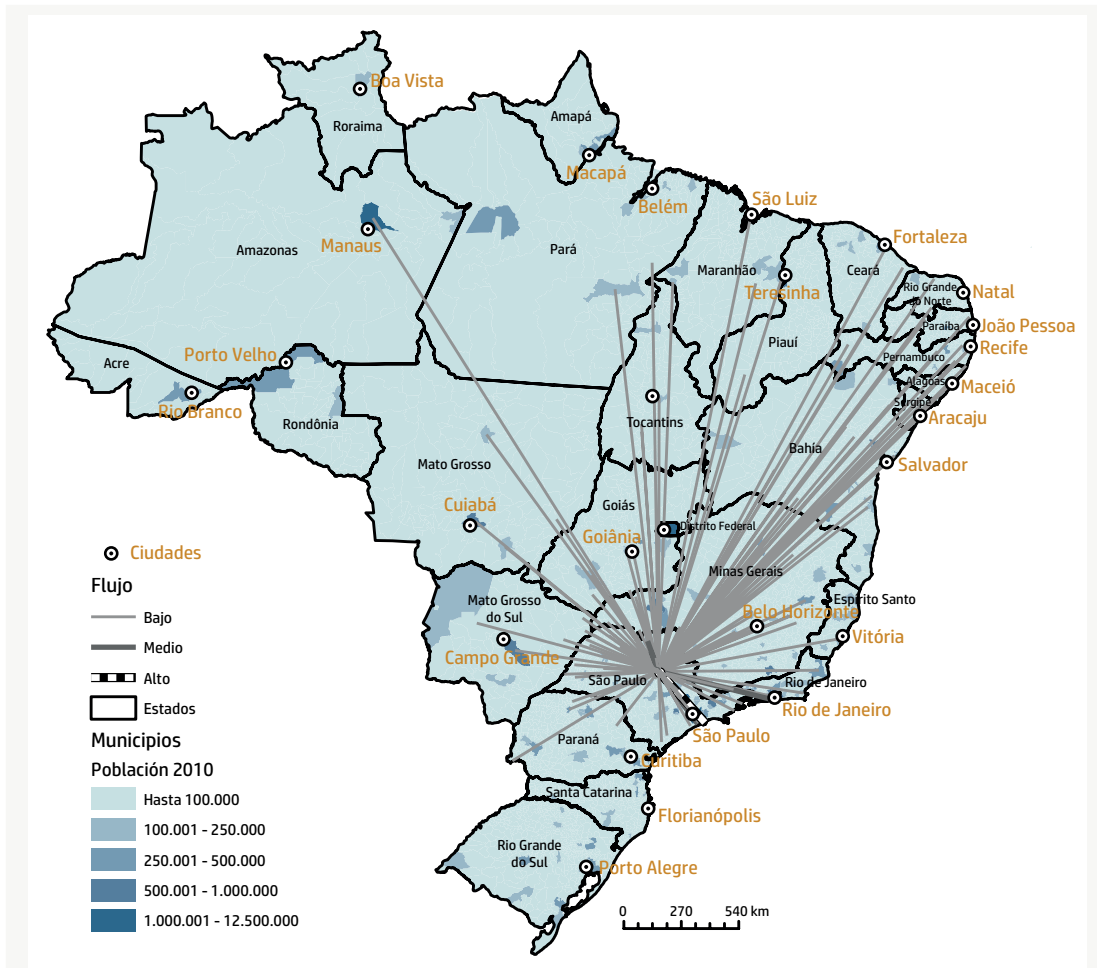


Figura 4. Flujos de probables sitios de infección y casos importados de dengue. Araraquara, Brasil, 1998-2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) del Ministerio de Salud de Brasil, y del Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) y DATASUS.

51% de los casos notificados y confirmados durante el periodo tuvieron como sitio probable de infección las ciudades costeras del estado de San Pablo: Guarujá, Santos y Praia Grande además de la ciudad del interior Ribeirão Preto. Se contrajeron menos casos en otras ciudades de San Pablo, seguido por los estados de Minas Gerais con el 7% de los casos, Bahia con el 3,6%, Rio de Janeiro con el 3,83%, Goiás con el 3,11%, y Mato Grosso do Sul con el 2,39%. Las distancias promedio observadas entre el probable sitio de infección y el centro de Araraquara fue de 400 kilómetros, mientras que las distancias mínimas y máximas fueron de 17 y 2.435 kilómetros, respectivamente.

## DISCUSIÓN

El estudio muestra un aumento de los casos de dengue en la ciudad, la misma tendencia observada en las Américas en décadas recientes: la morbilidad y la mortalidad por dengue vienen en aumento<sup>(1)</sup>. Se visualizaron seis epidemias en el periodo analizado, en los años 1999, 2001, 2007, 2008, 2010 y 2013, las cuatro primeras han sido descritas por Oliveira<sup>(18)</sup>. Para los otros años, la enfermedad parece haber tenido un patrón endémico con la ocurrencia de casos mayormente en verano y otoño. Sin embargo, resulta clara la contribución de los casos importados, no solo al introducir la enfermedad en la ciudad, sino al promover su persistencia, particularmente en los años interendémicos. Según los registros del SINAN, con la excepción de 2008, todos los casos índice fueron importados.

Aún no hay claridad respecto de los factores responsables de las epidemias periódicas en una misma área. Sin embargo, estos factores probablemente incluyan una combinación de la mayor circulación del virus en personas entre países y regiones, la inmunidad grupal, los serotipos específicos en las poblaciones humanas y los cambios genéticos en los virus en circulación o introducidos, confiriéndolo mayor potencialidad epidémica<sup>(19)</sup>.

En Brasil, el dengue ocurre endémicamente en los estados del noreste, sureste, norte y centro-oeste. Sin embargo, los hallazgos del presente estudio muestran que la mayoría de los casos importados de Araraquara se originaron en el estado de San Pablo, especialmente, en las ciudades portuarias y centros turísticos, así como en las ciudades costeras de la región Baixada Santista. Hubo una contribución sustancial de los estados de Río de Janeiro, Minas Gerais y Bahía, vinculada posiblemente al flujo de trabajadores y trabajadoras rurales, en particular quienes cortan caña y cosechan naranjas, los principales cultivos de la región.

Las distintas subpoblaciones de mosquitos se pueden conectar a través de estos movimientos. La población de viajeros actúa, con frecuencia, como gran diseminadora del virus del dengue, porque puede introducir cepas más virulentas (subtipos) del virus en áreas en las que, hasta el momento, solo se experimentaban formas más leves de la enfermedad<sup>(9,20)</sup>.

Los resultados de este estudio son similares a los de Shang *et al.*<sup>(21)</sup> quienes observaron variaciones en el impacto de los casos importados de dengue en diferentes fases de las epidemias en Taiwán. En el presente estudio, se vio un declive en el número de casos importados a lo largo de la serie temporal, que produjo una caída desde el 85%, en 1999, al 0,67%, en 2008, que sube nuevamente en 2009. Sin embargo, próximos estudios que se enfoquen en la relación entre casos importados y autóctonos deberían investigar si, al igual que en los resultados de Shang *et al.*<sup>(21)</sup>, los casos importados de dengue son responsables de la emergencia de casos locales en Araraquara. Es importante enfatizar que los casos no se importaron de otros países.

Un estudio reciente de Bogotá, Colombia, mostró que los habitantes adquirieron infecciones por dengue en diversas localidades a lo largo del país, pero que la mayor proporción de casos se contrajo en destinos turísticos populares en áreas endémicas, ubicados cerca de Bogotá (dentro de un radio menor a 200 km de los límites de la ciudad) y que el número de casos importados de dengue aumentó luego de festividades importantes<sup>(13)</sup>.

A lo largo del periodo analizado ocurrieron notificaciones de dengue en todos los grupos de edad, siendo el más afectado el grupo de 20 a 29 años. Este grupo está compuesto, en su mayoría, por adultos que trabajan o estudian y que tienen más probabilidades de trasladarse en la ciudad, o por individuos que están más expuestos al vector en diversos ambientes, por sus actividades. Durante los años interendémicos, hubo mayor cantidad de casos importados, lo cual quizás se asocie a los movimientos de los varones para fines de trabajo o recreación. En América Latina como un todo, la mayor incidencia se ve entre adolescentes y adultos jóvenes<sup>(1)</sup>. En el sudeste asiático, el dengue es predominantemente una enfermedad pediátrica<sup>(15)</sup>, así como en Venezuela, donde las incidencias de dengue y fiebre del dengue hemorrágico están más elevadas entre niños, niñas e infantes, respectivamente<sup>(1,22)</sup>. En México, la incidencia de dengue es más alta en el grupo de edad de 10 a 19 años<sup>(22)</sup>, mientras que, en Brasil, hasta 2006, las incidencias de fiebre de dengue y fiebre de dengue hemorrágico fueron mucho más altas en adultos<sup>(8)</sup>. Sin embargo, hay una tendencia creciente de casos severos en edades tempranas a lo largo de los últimos diez años en América Latina, en comparación con el periodo previo cuando era más frecuente en adultos jóvenes<sup>(22)</sup>. El porcentaje más alto de varones en los casos importados y en mujeres en los casos autóctonos en Araraquara concuerda parcialmente con los hallazgos de Vasconcelos *et al.*<sup>(11)</sup>.

La dinámica de transmisión de dengue en Araraquara no se podrá superar solo con acciones locales. Algunos factores macrodeterminantes contribuyen al aumento de casos de dengue: crecimiento poblacional, densidad poblacional, urbanización descontrolada, pobreza, movimientos poblacionales (migración, turismo), precipitaciones y cambios climáticos<sup>(22,23,24)</sup>. Se requiere de esfuerzos concertados entre todas las ciudades a nivel nacional en las cuales el dengue es endémico. Sería crucial realizar estudios en otros sitios para obtener un mapa más abarcativo de los patrones globales de transmisión en ciudades con climas tropicales. Estudios desde la geografía

de la salud pueden ser importantes para aportar mayor comprensión de la dinámica de transmisión<sup>(25,26,27,28,29)</sup>.

Este estudio resalta el rol de los casos importados de dengue al introducir la enfermedad dentro de la ciudad y, posiblemente, en disparar epidemias. También revela las ciudades identificadas de forma sistemática como ubicaciones probables de infección de los casos importados.

Según Tauil<sup>(28)</sup>, es prácticamente imposible prohibir la entrada de las personas infectadas en la etapa transmisible de la enfermedad a zonas donde está presente el vector. Los medios de transporte modernos son rápidos y frecuentes y pueden trasladar individuos portadores del virus de lugares distantes con extrema velocidad.

Se deberían incorporar medidas de prevención del dengue en las prácticas de inspección y educación sanitaria en zonas asociadas con alto movimiento de trabajadores y trabajadoras y turistas, tales como puertos, terminales de autobús, paradas de camiones y estaciones de tren. Además, se deberían investigar con mayor profundidad algunas de las profesiones potencialmente involucradas en la transmisión de la enfermedad: a) trabajadores y trabajadoras de plantaciones de caña y frutos cítricos (los cultivos más prevalentes en la región) con el influjo temporal de personas del noreste dedicadas a las cosechas; b) choferes de camión que llevan las cosechas al puerto costero de Santos para su exportación; y c) representantes de las multinacionales que venden productos a las industrias agrícolas y atraviesan las fronteras de los estados. Se precisan más estudios en profundidad sobre los flujos turísticos entre la región y la costa altamente infestada, así como los centros de rodeo en el interior. La migración interna, los movimientos interregionales y la ocurrencia de la enfermedad durante el periodo se relacionaron con el curso de la epidemia de dengue en el área estudiada. El alto tránsito de vehículos privados, transporte de pasajeros y camiones se vuelve, por lo tanto, potencialmente importante en la diseminación del virus del dengue hacia áreas no endémicas de Brasil y de los países fronterizos.



Resultaron habituales los flujos semanales de pasajeros de autobús a distancias de unos 400 km, lo que parece ser una tendencia a nivel mundial. El alto índice de desarrollo humano de Araraquara también indica que las epidemias no están necesariamente relacionadas con la pobreza. En este sentido, es importante que los sistemas de vigilancia epidemiológica y de salud ambiental incorporen estrategias que alcancen a la población que circula entre ciudades con dengue endémico para poder reducir las posibilidades de propagación. Varias prácticas básicas, tales como la piscicultura para reducir el vector y su larva, el uso de repelentes o la notificación veloz a los servicios de salud de síntomas asociados al dengue pueden ayudar a reducir las epidemias, en conjunto con las acciones tradicionales implementadas por agentes sanitarios: el control de basura amontonada, piscinas no cuidadas, tanques de agua sin tapa, floreros y abrevaderos, entre otros sitios favorables para la proliferación de mosquitos<sup>(30)</sup>.

Asimismo, es crucial que, como acción prioritaria, se realicen tamizajes para diagnosticar el virus y sus serotipos bajo la gestión de las unidades de vigilancia epidemiológica de la ciudad, a modo de establecer la dinámica de transmisión de dengue. En este sentido, una limitación de este estudio fue la ausencia de información sobre los serotipos responsables por las epidemias en la ciudad de Araraquara, así como el hecho de que el estudio solo incluyó casos de dengue que habían sido notificados y confirmados por el SINAN. Los resultados informados pueden haber subestimado el número de casos ya que los síntomas de dengue no siempre se identifican de forma correcta por los servicios de salud y la población.

## CONCLUSIONES

Las explicaciones de la emergencia de las epidemias en Araraquara son complejas, sobre todo porque involucran el influjo de casos importados que pueden introducir tipos

del virus que son diferentes a los que ya están en circulación a nivel local, y para los cuales gran parte de la población no ha adquirido inmunidad. Adicionalmente, profundizar la comprensión de esta dinámica puede ayudar a prevenir la entrada de otras enfermedades –y epidemias– más serias que el dengue que también se transmiten por el mosquito *Aedes aegypti*, tales como la fiebre chikungunya, el virus del Zika y la fiebre amarilla.

La gran relevancia de los casos importados de dengue en la ciudad de Araraquara, particularmente durante los periodos interepidémicos, resalta la necesidad de reformular las acciones de vigilancia epidemiológica, las cuales deberían incorporar orientación para la población en reconocer los síntomas asociados al dengue, sobre todo cuando viajan a otras regiones endémicas del país. Se necesitan acciones que combatan el dengue también en las escuelas, los lugares de trabajo y los lugares de entrada a la ciudad, como terminales de autobús, aeropuertos y terminales de transporte de carga en general.

Los movimientos de personas y de bienes ofrecen oportunidades para la transmisión del dengue de una región a otra. Las estrategias para combatir la enfermedad requieren de acciones intersectoriales de planificación en salud que abarquen la naturaleza compleja de la propagación de la enfermedad, que parece involucrar a una red de ciudades. Este factor llama a las agencias gubernamentales a coordinar y proveer una respuesta rápida al riesgo de diseminación del dengue y otras enfermedades infecciosas, implementando mecanismos de contención y bloqueo tanto básicos como más complejos, como la producción de vacunas. La estrategia de gestión integrada para la prevención y el control del dengue de la Organización Panamericana de Salud busca apuntalar las estrategias nacionales y tiene seis ejes de acción: 1) el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia; 2) las políticas ambientales para el control del vector; 3) el manejo integrado del vector; 4) los cuidados de pacientes; 5) las redes regionales de laboratorios; 6) la comunicación social para incidir en los comportamientos<sup>(22)</sup>.

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por la beca posdoctoral otorgada a Maria Aparecida de Oliveira.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- San Martín JL, Brathwaite O, Zambrano B, Solórzano JO, Bouckennooghe A, Dayan GH, Guzmán MG. The epidemiology of dengue in the Americas over the last three decades: a worrisome reality. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2010;82(1):128-135.
- Tapia-Conyer R, Méndez-Galván JF, Gallardo-Rincón H. The growing burden of dengue in Latin America. *Journal of Critical Virology*. 2009;46(S2):S3-S6.
- Barreto ML, Teixeira MG. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. *Estudos Avançados*. 2008;22(64):53-72.
- Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública*. 1998;32(3):232-236.
- Guha-Sapir D, Schimmer B. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. *Emerging Themes in Epidemiology*. 2005;2(1):1. doi: 10.1186/1742-7622-2-1.
- Mammen Jr MP, Pimgate C, Koenraadt CJM, Rothman AL, Aldstadt J, Nisalak A, et al. Spatial and temporal clustering of dengue virus transmission in Thai villages. *PLOS Medicine*. 2008;5(11):e205. doi: 10.1371/journal.pmed.0050205.
- Ferreira BJ, Souza MFM, Soares Filho AM, Carvalho AA. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2009;14(3):961-972.
- Barreto ML, Teixeira MG, Bastos FI, Ximenes RA, Barata RB, Rodrigues LC. Successes and failures in the control of infectious diseases in Brazil: social and environmental context, policies, interventions, and research needs. *The Lancet*. 2011;377(9780):1877-1889.
- Behrens RH, Hatz CH, Gushulak BD, MacPherson DW. Illness in travelers visiting friends and relatives: what can be concluded? *Clinical Infectious Diseases*. 2007;44(5):761-762.
- Schlagenhauf P, Weld L, Goorhuis A, Gautret P, Weber R, Von Sonnenburg F, et al. Travel-associated infection presenting in Europe (2008-12): an analysis of EuroTravNet longitudinal, surveillance data, and evaluation of the effect of the pre-travel consultation. *The Lancet Infectious Diseases*. 2015;15(1):55-64.
- Vasconcelos P. Epidemia de febre clássica de dengue causada pelo sorotipo 2 em Araguaína, Tocantins, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 1993;35(2):141-148.
- Al-Abri SS, Abdel-Hady DM, Al Mahrooqi SS, Al-Kindi HS, Al-Jardani AK, Al-Abaidani IS. Epidemiology of travel-associated infections in Oman 1999–2013: a retrospective analysis. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2015;13(5):388-393.
- Chaparro PE, De la Hoz F, Lozano Becerra JC, Repetto SA, Alba Soto CD. Internal travel and risk of dengue transmission in Colombia. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2014;36(3):197-200.
- Basso C, Rosa EG, Romero S, González C, Lairihoy R, Roche I, Caffera RM, Rosa R, Calfani M, Alfonso-Sierra E, Petzold M, Kroeger A, Sommerfeld J. Improved dengue fever prevention through innovative intervention methods in the city of Salto, Uruguay. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 2015;109(2):134-142.
- Shu PY, Chien LJ, Chang SF, Su CL, Kuo YC, Liao TL, Ho MS, Lin TH, Huang JH. Fever screening at airports and imported dengue. *Emerging Infectious Diseases*. 2005;11(3):460-462.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010 [citado 16 oct 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/C8oyXK>
- Degallier N, Favier C, Boulanger JP, Menkes C. Imported and autochthonous cases in the dynamics of dengue epidemics in Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 2009;43(1):1-7.
- Oliveira MA. Condicionantes socioambientais urbanos associados à ocorrência de dengue no município de Araraquara. [Teses de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2012.
- Wilder-Smith A, Gubler DJ. Geographic expansion of dengue: the impact of international travel. *The Medical Clinics of North America*. 2008;92(6):1377-1390.
- Wichmann O, Jelinek T. Dengue in travelers: a review. *Journal of Travel Medicine*. 2004;11(3):161-170.

21. Shang CS, Fang CT, Liu CM, Wen TH, Tsai KH, King CC. The Role of imported cases and favorable meteorological conditions in the onset of dengue epidemics. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2010;4(8):e775.
22. Zambrano B, San Martin JL. Epidemiology of dengue in Latin America. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. 2014;3(3):181-182.
23. Díaz-Quijano FA, Waldman EA. Factors associated with dengue mortality in Latin America and the Caribbean, 1995-2009: an ecological study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2012;86(2):328-334.
24. Nakhapakorn K, Tripathi NK. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *International Journal of Health Geographics*. 2005;8(4):13.
25. Chansang C, Kittayapong P. Application of mosquito sampling count and geospatial methods to improve dengue vector surveillance. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2007;77(5):897-902.
26. Kittayapong P, Yoksan S, Chansang U, Chansang C, Bhumiratana A. Suppression of dengue transmission by application of integrated vector control strategies at sero-positive GIS-based foci. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2008;78(1):70-76.
27. Viennet E, Ritchie SA, Faddy MH, Williams CR, Harley D. Epidemiology of dengue in a high-income country: a case study in Queensland, Australia. *Parasites & Vectors*. 2014;7:379. doi: 10.1186/1756-3305-7-379.
28. Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2002;18(3):867-871.
29. Takahashi LT, Ferreira Jr WC, D'Afonseca LA. Propagação da dengue entre cidades. *Biomatemática*. 2004;14:1-18.
30. Bowman LR, Tejeda GS, Coelho GE, Sulaiman LH, Gill BS, McCall PJ, et al. Alarm variables for dengue outbreaks: a multi-centre study in Asia and Latin America. *Plos One*. 2016;11(6):e0157971. doi: 10.1371/journal.pone.0157971.

#### FORMA DE CITAR

Oliveira MA, Inenami M, Silva RMG, Castillo-Salgado C, Ribeiro H. El papel de los flujos interregionales en la diseminación de epidemias de dengue en una ciudad de clima tropical. *Salud Colectiva*. 2018;14(1):109-119. doi: 10.18294/sc.2018.1206

Recibido: 31 de octubre de 2016 | Versión final: 26 de abril de 2017 | Aprobado: 1 de junio de 2017



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. Reconocimiento — Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. A cambio, se debe reconocer y citar al autor original. No Comercial — Esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso.

<http://dx.doi.org/10.18294/sc.2018.1206>