



Análisis de la distribución espacial de los accidentes de transporte terrestre atendidos por el Servicio Móvil de Urgencia (SAMU-192), en un municipio de la región nordeste de Brasil

Analysis of the spatial distribution of road accidents attended by the Mobile Emergency Service (SAMU-192) in a municipality of northeastern Brazil

Cristine Viera do Bonfim¹, Aline Galdino Soares da Silva², Weinar Maria de Araújo³, Carmela Alencar⁴, Betise Mery Alencar Furtado⁵

¹Doctora en Salud Pública. Investigadora titular, Fundação Joaquim Nabuco. Profesora, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. ✉ [ID](#)

²Diseñadora Gráfica. Núcleo en Geoprociamiento, Secretaria de Saúde. Olinda, Pernambuco, Brasil. ✉ [ID](#)

³Estudiante de Enfermería. Universidade de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. ✉ [ID](#)

⁴Estudiante de Maestría. Profesora, Fundação de Ensino Superior de Olinda. Recife, Pernambuco, Brasil. ✉ [ID](#)

⁵Doctora en Ciencias. Profesora Adjunta, Universidade de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. ✉ [ID](#)

RESUMEN Se describen las características epidemiológicas de las víctimas de accidentes de transporte terrestre atendidas por el Servicio Móvil de Urgencia (SAMU-192) y se localizan las áreas de mayor densidad de accidentes en el municipio de Olinda (Pernambuco, Brasil). Se empleó la estimación de densidad kernel para la detección de aglomerados espaciales de accidentes. En 2015 se registraron 724 accidentes. El 73,48% de las personas afectadas fueron del sexo masculino, y de entre 20 y 39 años de edad. Hubo un predominio de los accidentes con motocicletas (54,97%). Los aglomerados de accidentes se localizaron en las principales vías de tránsito y, los atropellamientos, cercanos a las terminales de ómnibus. El análisis espacial se mostró como un instrumento relevante para la identificación de los aglomerados de accidentes y una aplicación eficaz de las medidas de prevención y la mejora en la seguridad del tránsito vehicular.

PALABRAS CLAVES Accidentes de Tránsito; Servicios Médicos de Urgencia; Análisis Espacial; Brasil.

ABSTRACT This study describes the epidemiological characteristics of road accident victims attended by the Brazilian Mobile Emergency Service (SAMU-192) and located in the areas of highest accident density in the municipality of Olinda, (Pernambuco, Brazil). Kernel density estimation was used to detect spatial agglomerations of accidents. In 2015, 724 accidents occurred; of these, 73.48% of the victims were males aged 20-39 years. There was a predominance of accidents involving motorcycles (54.97%). Accident clusters were detected in the main traffic corridors, with run-over accidents located near bus terminals. Spatial analysis proved to be a relevant instrument for the identification of accident clusters and the application of effective prevention and traffic safety improvement measures.

KEY WORDS Traffic, Accidents; Emergency Medical Services; Spatial Analysis; Brazil.

INTRODUCCIÓN

Los accidentes de transporte terrestre han crecido significativamente y constituyen una de las principales causas de muerte e incapacidad en el mundo⁽¹⁾. Se estima una ocurrencia de 1,2 millones de muertes anuales debido a lesiones ocasionadas por estos accidentes. Cerca del 90% de esas muertes ocurren en los países de ingresos medios y bajos, que poseen apenas el 54% de la flota global de vehículos⁽²⁾.

Entre los factores explicativos de la concentración de los accidentes de tránsito en los países de ingresos medios y bajos se encuentran las condiciones económicas y sociales, además de las intervenciones de políticas públicas⁽³⁾. El rápido aumento del número de vehículos y de la exposición a factores de riesgo, como velocidad excesiva y consumo de alcohol; la no utilización de equipos de protección; reglamentos insuficientes para la seguridad vial y la estructura de salud pública ineficiente forman parte de la causalidad de las lesiones y muertes por accidentes de tránsito⁽⁴⁾.

A esto se suma que las lesiones no fatales provenientes de los accidentes de tránsito implican elevados costos económicos y humanos para la sociedad⁽⁵⁾, que incluyen la atención de emergencias, las internaciones hospitalarias, los gastos previsionales, las secuelas físicas y el impacto sobre las actividades cotidianas y funcionales⁽⁶⁾.

En Brasil, se observa una tendencia de aumento de la mortalidad y de las internaciones por accidentes de transporte terrestre^(7,8,9). Entre 2000 y 2010, la tasa de mortalidad pasó de 18 a 22,5 defunciones por 100.000 habitantes⁽⁷⁾. El análisis de las internaciones hospitalarias por causas externas en el Sistema Único de Salud (SUS), en el período 2002-2011, indicó que los accidentes de tránsito constituyen la segunda causa más frecuente, con un patrón constante de crecimiento de las tasas de hospitalización⁽⁸⁾. Se estima que anualmente en el país se gastan \$50.000 millones de reales en accidentes de transporte terrestre⁽⁹⁾.

En el año 2003, a través de la Resolución MS/GM 1863/2003 y la Resolución MS/GM 1864/2003, se instituyó en Brasil la Política Nacional de Atención de las Urgencias, que incorpora el componente prehospitalario con la implementación del Servicio de Atención Móvil de Urgencia (SAMU-192) en municipios y regiones del país, con el propósito de dar una asistencia calificada en la escena del accidente, y que el transporte y la llegada al hospital se realicen en forma rápida, a fin de que la víctima llegue con vida⁽¹⁰⁾.

Los servicios médicos de urgencia buscan reducir el número de defunciones y mejorar la calidad de los cuidados. Para ello, el foco se ha puesto muchas veces en la reducción de los tiempos de atención prehospitalaria⁽¹¹⁾. El tiempo se considera un determinante esencial en la atención inicial de pacientes con trauma^(12,13). La *golden hour* es un principio fundamental de la atención del traumatismo, el tiempo inmediato luego de la lesión, cuando la reanimación, estabilización y transporte rápido se perciben como más benéficos para el paciente^(11,14,15). Recientemente, el foco de atención prehospitalario pasó a ser el *platinum five minutes*, concepto que exige el rápido tratamiento de las complicaciones con riesgo de vida en forma inmediata luego de una lesión grave⁽¹⁶⁾.

En las últimas décadas se ha observado en el campo de la salud pública, el incremento en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de análisis espacial, que proporcionan nuevas herramientas a la epidemiología^(17,18,19,20). Se trata de una herramienta fundamental para la identificación de los riesgos epidemiológicos y de la planificación de acciones de salud^(21,22).

Diversos estudios han utilizado las técnicas de análisis espacial para detectar las áreas de riesgo de los accidentes de transporte terrestre^(9,23,24,25,26,27,28,29). Uno de los métodos más utilizados es la estimación de densidad kernel, que sirve para analizar a distribución puntual de un evento y ha sido ampliamente aplicado para identificar áreas de concentración de accidentes^(10,23,27,29,30).

La localización de los puntos críticos de ocurrencia de accidentes es esencial para la

asignación de recursos y mejoras en la seguridad vial^(23,29). Desde esa perspectiva, el objetivo de este trabajo es describir las características epidemiológicas de las víctimas de accidentes de transporte terrestre atendidas por el SAMU-192 y estimar áreas de mayor densidad de accidentes en el municipio de Olinda, estado de Pernambuco, Brasil.

MÉTODOS

Se trata de un estudio descriptivo transversal, con datos provenientes del componente de atención prehospitalaria del SAMU-192 del municipio de Olinda. Este municipio se sitúa en la región metropolitana de Recife, estado de Pernambuco, en el nordeste de Brasil. Posee una extensión territorial de 41,681 km² (98% urbana). Cuenta con una población estimada de 389.494 habitantes, distribuidos en 31 barrios. La tasa de densidad demográfica de 9.360,236 hab/km², la mayor del estado de Pernambuco y la quinta mayor de Brasil. El índice de desarrollo humano (IDH) fue de 0,735, en 2010.

Se analizaron todos los accidentes de transporte terrestre atendidos entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2015. En este municipio, el SAMU-192 se implementó en el año de 2006 e integra la red de la Región Metropolitana de Recife. El servicio dispone de cuatro ambulancias de soporte básico (USB), una unidad de soporte avanzado (USA) y una moto ambulancia. El equipo está compuesto por siete médicos, 13 enfermeros, 49 técnicos de enfermería y 22 choferes de ambulancia. Atiende, en promedio, 392 accidentes mensuales y su cobertura alcanza aproximadamente al 15% de los accidentes de transporte terrestre.

Todas las ocurrencias atendidas por las unidades del SAMU-192 de Olinda están georreferenciadas a través del *Global Positioning System* (GPS). Las ambulancias de atención prehospitalaria del municipio están equipadas con GPS y los choferes han sido entrenados para su utilización⁽¹⁰⁾. Los

formularios de atención se completan en una base de datos, que está consolidada por el *Núcleo de geoprocesamiento* de la Secretaría de Salud del municipio. Además de la información espacial, la base de datos posee variables sobre la víctima, la ocurrencia y la atención.

En este estudio se seleccionaron las siguientes variables: demográficas (sexo y franja etaria), relacionadas al accidente (tipo de accidente, día de la semana, horario de ocurrencia) y vehículo de soporte. La variable *mecanismo del trauma* presentó una elevada proporción sin información (80,3%) y no pudo ser estudiada. El análisis se realizó en el programa Epi Info versión 7. Se empleó estadística descriptiva a través de la distribución de frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas y medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas.

Para el mapeo y la detección de aglomerados espaciales, se utilizó el programa Quantum GIS (QGIS) versión 2.18, con la estimación de densidad kernel, método no paramétrico utilizado para identificar patrones espaciales. Este método calcula la densidad de eventos en torno de cada punto, ponderados por la distancia a partir del punto de cada evento^(31,32,33). De esa forma, los picos representan la presencia de *clusters* o “puntos calientes” en la distribución de los eventos, mientras que los valores bajos representan eventos que ocurren con menos frecuencia en el área⁽³⁴⁾.

La estimación de densidad kernel se define en la siguiente ecuación:

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n (1/r) k(d_{is}/r)$$

Donde:

$\lambda(s)$ es la densidad en la localidad s .

r es el radio de alcance de la estimación de densidad kernel, solo los puntos dentro de ese radio se utilizan para estimar $\lambda(s)$.

$k(d_{is}/r)$ es el peso de la distancia entre i y s (d_{is}). k es una función del radio entre r y d_{is} por lo que el efecto de alisado de la distancia es tenido en cuenta para su estimación.

Tabla 1. Caracterización de las víctimas de accidentes de tránsito atendidas por el SAMU-192 (N=724), en el municipio de Olinda, estado de Pernambuco, Brasil, 2015

VARIABLES	n	%
Sexo		
Femenino	167	23,07
Masculino	532	73,48
Ignorados	25	3,45
Franja etaria (en años)		
1 a 9	8	1,10
10 a 19	71	9,81
20 a 39	394	54,42
40 a 59	147	20,30
60 años y más	39	5,39
Ignorados	65	8,98
Parte del día		
Mañana	187	25,83
Tarde	200	27,62
Noche	265	36,60
Madrugada	57	7,87
Ignorados	15	2,07
Día de la semana		
Domingo	135	18,65
Lunes	92	12,71
Martes	65	8,98
Miércoles	84	11,60
Jueves	101	13,95
Viernes	131	18,09
Sábado	116	16,02
Tipo de ambulancia		
Unidad de Soporte Básico	329	45,44
Unidad de Soporte Avanzado	378	52,21
Ignorados	17	2,35
Unidad de salud de destino		
Atención en el lugar	16	2,21
Hospital	215	29,70
Unidad de urgencias	361	49,86
Policlínica	25	3,45
Rechazado	33	4,56
Otros	21	2,90
Ignorados	53	7,32
Víctimas de accidente de transporte		
Peatón	124	17,13
Motociclista	398	54,97
Ciclista	16	2,21
Ocupante de automóvil	154	21,27
Ocupante de ómnibus	27	3,73
Ocupante de vehículo de transporte pesado	5	0,69

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud de Olinda, Pernambuco, Brasil.

El radio de influencia define la vecindad del punto a ser interpolado y controla el alisado de la superficie generada. Un radio muy pequeño genera una superficie muy discontinua, mientras que, con un radio muy grande, la superficie tiende a parecer plana, suavizada. En este estudio, se adoptó un radio de 600 metros. En el mapa, las áreas de baja densidad se representaron en color verde y las de alta en color rojo.

El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario Oswaldo Cruz y Pronto-Socorro Cardiológico Universitario de Pernambuco "Prof. Luiz Tavares", bajo el código 1.778.389.

RESULTADOS

En el año 2015, se atendieron 4.704 ocurrencias, de las cuales 724 (15,40%) fueron accidentes de tránsito. Los individuos de sexo masculino representaron la mayor proporción entre los atendidos (73,48%). El promedio de edad de las víctimas fue de 30 años (desvío estándar = 14,40 años), con una edad mínima de dos y una máxima de 96 años. La franja etaria de 20 a 39 años fue la de mayor frecuencia (54,42%) (Tabla 1).

La distribución de los casos según las horas y los días de la semana puso en evidencia la mayor ocurrencia en el horario nocturno (36,60%) y en el fin de semana, con un 52,76% (382) del total. La unidad de soporte avanzado atendió la mayoría de los eventos (52,21%) y los centros de atención de urgencias fueron el principal destino (49,86%). Los accidentes de motocicleta (54,97%) ocuparon el primer lugar entre los vehículos involucrados (Tabla 1).

Se registraron 10 defunciones, de las cuales cuatro fueron por accidentes con motocicletas y tres por atropellamiento. Seis de las víctimas fatales eran de sexo masculino, con un promedio de edad de 33,5 años (variando de 17 a 68 años). Los accidentes ocurrieron el fin de semana, por la mañana.

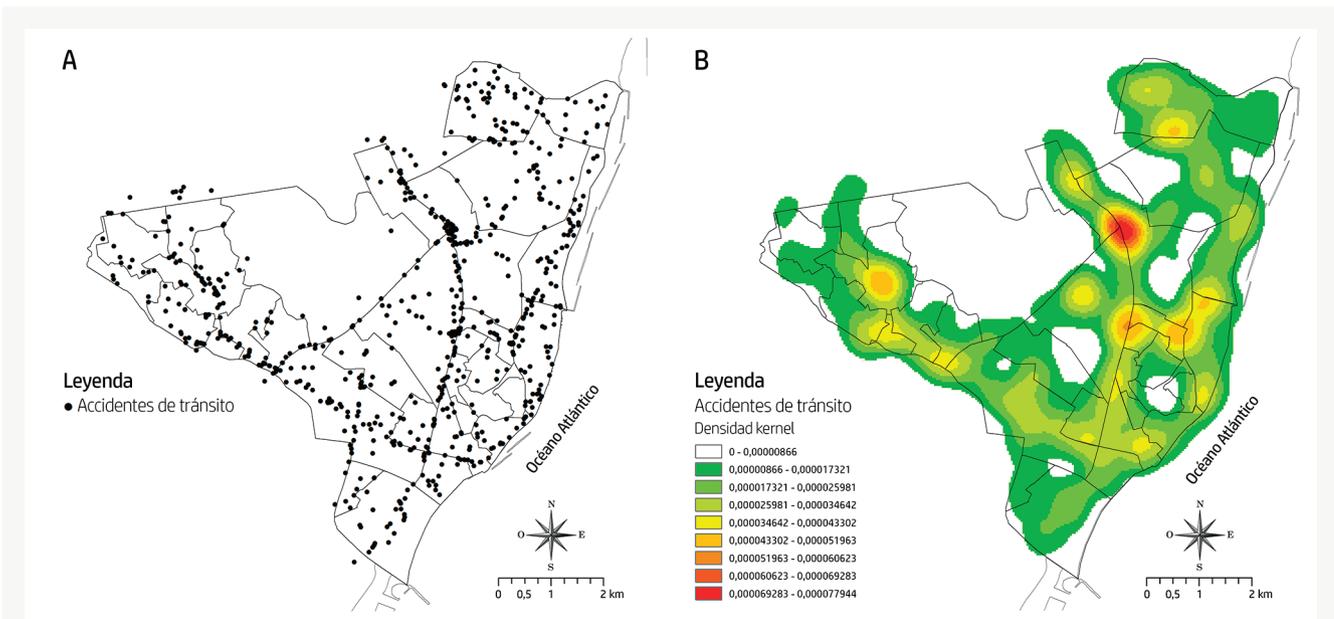


Figura 1. Accidentes de tránsito atendidas por el SAMU-192. (A) distribución puntual; (B) densidad kernel. Olinda, Pernambuco, Brasil, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud de Olinda, Pernambuco, Brasil.

La Figura 1 presenta, por un lado, la distribución puntual de la atención por accidentes de transporte terrestre realizada por el SAMU-192, y el análisis de densidad kernel que permite visualizar dos *clusters* significativos localizados a lo largo de la Ruta PE-015, en los barrios de Fragoso y Ouro Preto, situados al norte del municipio.

El análisis de densidad kernel fue realizado para todos los tipos de accidentes y en forma separada para los atropellamientos, accidentes con automóviles y motocicletas.

Los atropellamientos (Figura 2) están concentrados en cinco *clusters* localizados en los barrios de Rio Doce, Fragoso, Ouro Preto y Aguazinha. El primero se localiza en

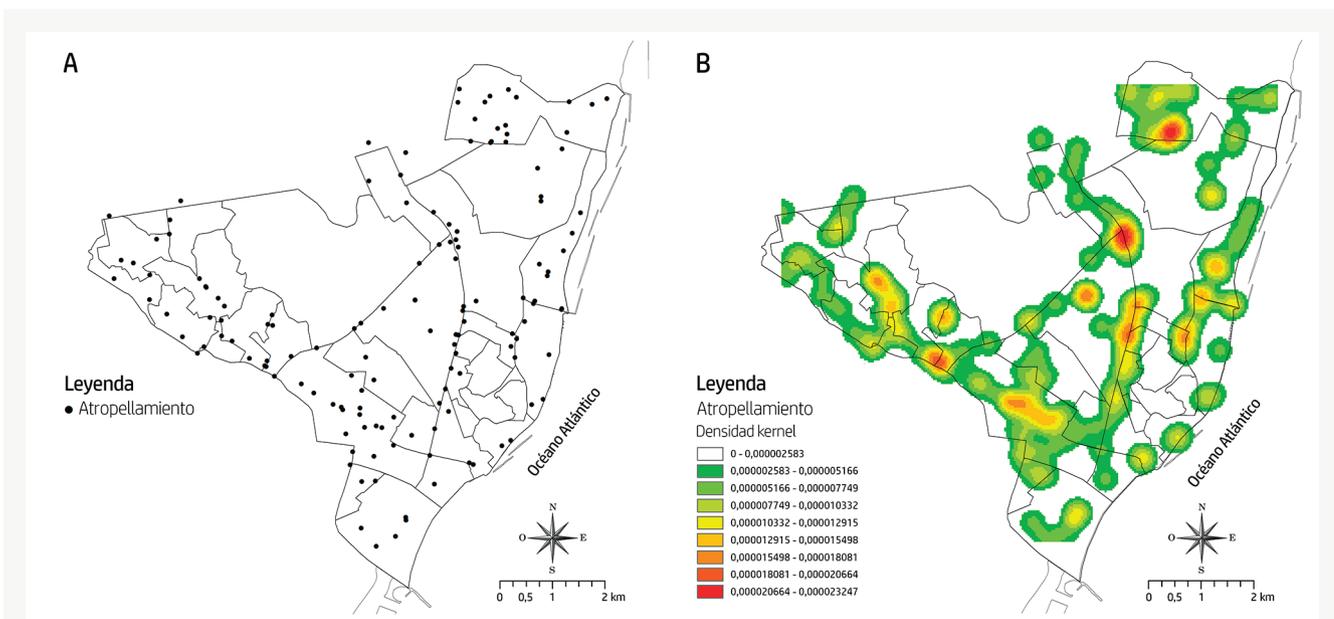


Figura 2. Atropellamientos atendidos por el SAMU-192. (A) distribución puntual; (B) densidad kernel. Olinda, Pernambuco, Brasil, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud de Olinda, Pernambuco, Brasil.

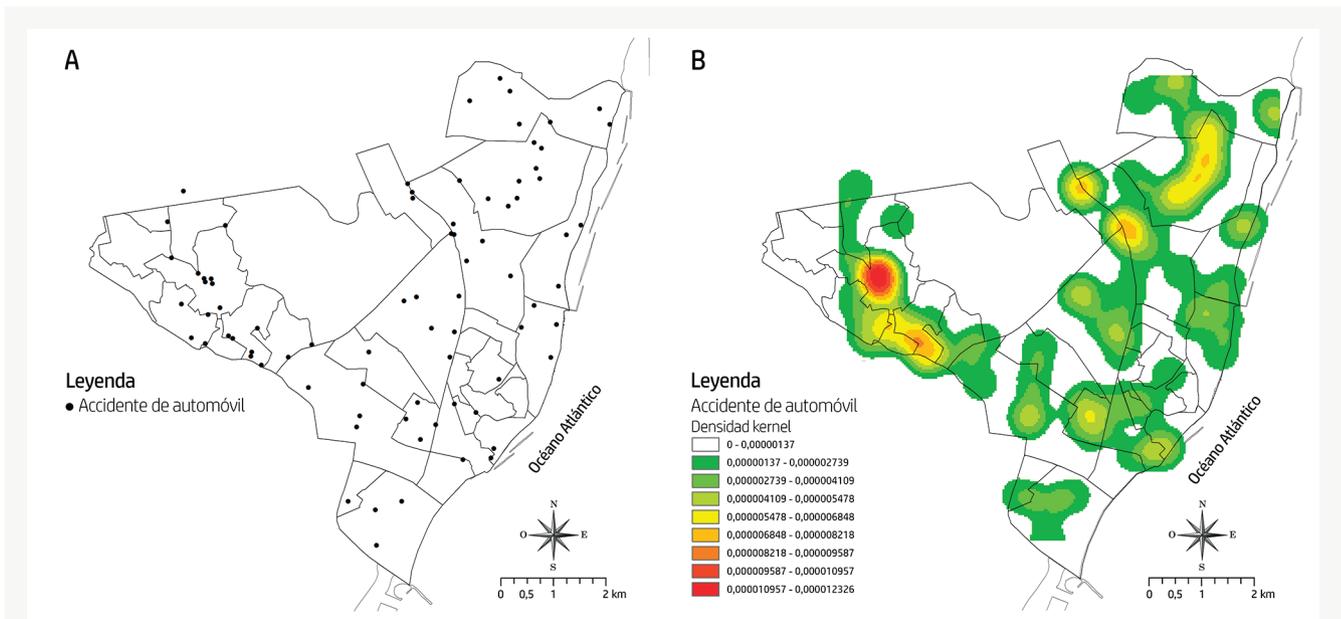


Figura 3. Accidentes de automóvil atendidos por el SAMU-192. (A) distribución puntual; (B) densidad kernel. Olinda, Pernambuco, Brasil, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud de Olinda, Pernambuco, Brasil.

la intersección de la Avenida Tiradentes y la Avenida Napólis, cerca de la terminal de ómnibus. El segundo, se sitúa en la Ruta PE-015 cercana a otra terminal de ómnibus; el tercero está en la misma ruta, en la intersección con la Avenida Chico Science. El cuarto y el quinto se encuentran en la Avenida Presidente

Kennedy. Los aglomerados de accidentes de automóvil se encuentran distribuidos en cuatro *clusters* (Figura 3). El primero se sitúa en el barrio Jardim Atlântico; el segundo cerca de la terminal de ómnibus en la Ruta PE-015; el tercero está en el barrio Frago; el último en el barrio de Águas Compridas,

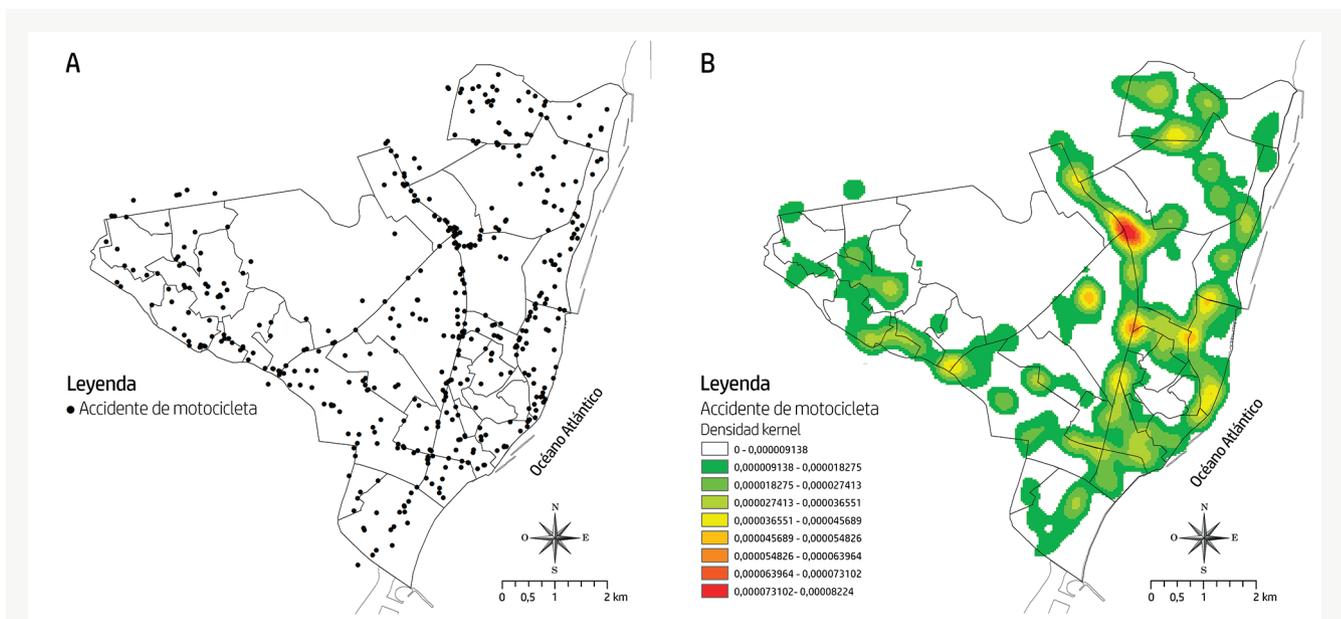


Figura 4. Accidentes de motocicleta atendidas por el SAMU-192. (A) distribución puntual; (B) densidad kernel. Olinda, Pernambuco, Brasil, 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud de Olinda, Pernambuco, Brasil.

cercano a la terminal integrada de ómnibus de Xambá.

En los accidentes de motocicleta se identificaron dos áreas con mayor concentración: la primera se sitúa en los barrios de Frago y Ouro Preto, cercana a la terminal de ómnibus de la Ruta PE-015 y, el segundo, en la misma ruta, en la intersección con la Avenida Chico Science (Figura 4).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio mostraron una mayor ocurrencia de accidentes de transporte terrestre de individuos de sexo masculino, entre 20 y 39 años. Estas características son similares a las encontradas en otras investigaciones^(35,36,37). El análisis de las diferencias en las tasas de mortalidad por sexo y edad con relación a la exposición, reveló una mayor mortalidad entre los conductores más jóvenes, de sexo masculino⁽³⁸⁾. Las campañas de sensibilización de seguridad deben ser planificadas y organizadas por edad y sexo, considerando las diferencias y las características de los grupos de conductores⁽³⁹⁾.

Estudios sobre años potenciales de vida perdidos por accidentes de transporte terrestre, desarrollados por diversos autores, mostraron que la franja etaria de 20 a 29 años fue la más alcanzada y, específicamente en el estado de Pernambuco, la franja etaria coincide con la encontrada en este estudio^(40,41,42).

Los fines de semana constituyen los días más críticos para la ocurrencia de los accidentes. La bibliografía indica que casi la mitad de los accidentes ocurren los fines de semana^(25,41,42,43,44). Este hecho puede ser explicado por las horas que las personas utilizan para su tiempo libre y, por inferencia, al aumento del consumo del alcohol, el que puede traer mayor vulnerabilidad a los conductores de motocicletas y automóviles.

El consumo de bebidas alcohólicas es un factor determinante para la ocurrencia de accidentes. Un estudio que analizó durante cinco años la prevalencia de alcohol

en sangre de individuos involucrados en accidentes, mostró diferencias con relación al día de la semana (semana o días del fin de semana), edad y sexo⁽⁴⁴⁾.

En cuanto a los horarios de los accidentes, se observó una mayor frecuencia por la noche, que difiere del resultado encontrado en el estudio de Almeida⁽⁴²⁾ que encontró la mayor incidencia en la madrugada. La presencia constante de controles en la madrugada con políticas represivas y punitivas volcadas a la prohibición de conducir vehículos a quienes hayan ingerido alcohol de acuerdo con la Ley 12760/2012⁽⁴⁵⁾, produjo una reducción significativa en la frecuencia de adultos que conducen alcoholizados en las capitales brasileñas, con posterioridad a la publicación de esas leyes⁽⁴⁶⁾. Adicionalmente, la débil iluminación y las precarias condiciones de las vías públicas pueden ser factores que contribuyan a la ocurrencia de accidentes nocturnos.

Una encuesta epidemiológica sobre los accidentes de transporte terrestre y los factores relacionados a los conductores, encontró asociación entre el tipo de accidente, el sexo, la escolaridad, el tipo de licencia, la hora del accidente, la causa final del accidente, el error del conductor, como también el tiempo transcurrido entre la obtención de la habilitación y el accidente (todos $p < 0,001$)⁽⁴⁷⁾.

En nuestro estudio, al caracterizar hacia dónde fueron derivadas las víctimas, la Unidad de Emergencias (UPA) fue el lugar con mayor número de derivaciones, seguido de los hospitales de referencia. En otro estudio, no se mencionó la UPA, sino solo los hospitales⁽²⁵⁾. Se considera que, en Pernambuco, la central de regulación médica de camas, funciona de forma adecuada y orienta la derivación de los pacientes dentro de la red de salud del Estado, de acuerdo con la complejidad, enviando a los hospitales a los pacientes de mayor gravedad. En nuestro estudio, los pacientes derivados hacia los hospitales alcanzaron el 29,70%⁽⁴⁸⁾. El tipo de ambulancia más utilizada en el transporte de las víctimas fue la Unidad de Soporte Avanzado, con el 52,21%, que difiere del estudio de Soares *et al.*⁽²⁵⁾ en el que

más del 90% de la atención fue realizada por Unidades de Soporte Básico.

En este trabajo se utilizaron métodos de análisis espacial para identificar las ocurrencias de los accidentes de tránsito en el municipio de Olinda, Pernambuco, para buscar “entender el impacto del lugar sobre la salud como un elemento clave de la investigación epidemiológica”⁽²⁰⁾. En este sentido, se detectaron los aglomerados espaciales, a través de la estimación de densidad kernel, en los principales corredores de tránsito del municipio. Se observó una concentración a lo largo de la Ruta PE-015 y en la Avenida Presidente Kennedy. La distribución de los accidentes de tránsito dentro de las ciudades es información relevante para acciones de vigilancia en salud. Una investigación anterior en el municipio también evidenció focos de accidentes en esas vías, lo que muestra la necesidad de realizar acciones que integren a los diversos órganos de la administración pública⁽²⁸⁾.

Los atropellamientos sucedieron cerca de las terminales de ómnibus locales, que cuentan con un flujo intenso de personas y vehículos, y que presentan condiciones de señalización e iluminación deficitarias, factores que pueden potenciar la ocurrencia de accidentes con peatones. En la Avenida Presidente Kennedy se identificaron dos segmentos críticos: el primero cercano a la feria, que posee un comercio activo todos los días y los peatones necesitan circular por la calle y no por las veredas. El segundo *cluster* está situado en un área que tiene una velocidad acentuada, de difícil desplazamiento para los peatones, además de la iluminación precaria. Un estudio que analizó los factores asociados a los atropellamientos constató que la fragilidad del peatón, el movimiento lento y la falta de equipos de iluminación constituyen la particularidad del alto riesgo de estos eventos⁽⁴⁹⁾. Mejoras en las condiciones de las calles, iluminación adecuada, campañas de seguridad vial y programas educativos son medidas cruciales para la reducción de los accidentes con peatones⁽⁴⁹⁾. El mapeo con la exacta localización de los atropellamientos provee la información necesaria para las medidas preventivas⁽⁵⁰⁾.

Los cuatro principales aglomerados espaciales de accidentes que involucran automóviles se localizaron en vías de mayor flujo de individuos y vehículos. El principal aglomerado espacial se sitúa en la avenida de Águas Compridas en el barrio del mismo nombre. Se trata de una calle de doble mano, estrecha y con comercios bastante frecuentados. Se mantuvieron como puntos críticos las áreas cercanas a las terminales de ómnibus (Ruta PE-015 y Xambá). La avenida Governador Carlos de Lima Cavalcanti, en el barrio Jardim Atlântico, presentó un significativo *cluster*, probablemente, en función del desplazamiento de los vehículos en dirección a la playa. La detección de áreas con densidades de accidentes a través del mapa de kernel, se ha mostrado eficiente para orientar medidas de prevención y de seguridad más eficaces⁽³⁴⁾.

Las motocicletas estuvieron involucradas en la mayoría de los accidentes, con dos áreas críticas localizadas a lo largo de la Ruta PE-015. La primera se encuentra cerca de la terminal de ómnibus y la segunda en la intersección con la Avenida Chico Science, se trata de una vía con flujo intenso de vehículos que transitan a alta velocidad. En Brasil, hubo un aumento en la flota de motocicletas en función de políticas federales que propiciaron el baixo custo en la fabricación y la facilidad de créditos para la adquisición de este tipo de vehículo⁽⁵¹⁾. Las motocicletas se utilizan, en gran medida, para la entrega de mercaderías, debido a su velocidad y habilidad para esquivar los congestionamientos en los centros urbanos. Esto se relaciona directamente con el aumento de los accidentes⁽⁵²⁾.

La estimación de densidad kernel ha sido bastante utilizada para la detección de accidentes de tránsito, con la identificación de puntos calientes demostró ser útil en el análisis de la distribución espacial de los accidentes fatales y no fatales^(34,52,53,54,55). Los mapas con los aglomerados espaciales realizados en este estudio presentan información relevante para la vigilancia de la salud y para la planificación y gestión de estrategias que apuntan a las mejoras de las condiciones de tránsito, la prevención y la reducción de accidentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Khatib M, Gaidhane A, Quazi Z, Khatib N. Prevalence pattern of road traffic accidents in developing countries: a systematic review. *International Journal of Medical Science and Public Health*. 2015;4(10):1324-1333.
2. World Health Organization. Global status report on road safety 2015 [Internet]. Italy; 2015 [citado 20 oct 2016]. Disponible en: <https://tinyurl.com/oxk5ruv>.
3. Bougueroua M, Carnis L. Economic development, mobility and traffic accidents in Algeria. *Accident Analysis and Prevention*. 2016;92:168-174.
4. Chisholm D, Naci H, Hyder AA, Tran NT, Peden M. Cost effectiveness of strategies to combat road traffic injuries in sub-Saharan Africa and South East Asia: mathematical modelling study. *British Medical Journal*. 2012;344:e612.
5. Hadley KHW, Boikhutso N, Abdulgafoor MB, Hofman KJ, Hyder AA. The cost of injury and trauma care in low and middle-income countries: a review of economic evidence. *Health Policy and Planning*. 2014;29(6):795-808.
6. Polinder S, Haagsma J, Bos N, Panneman M, Wolt KK, Brugmans M, Weijermars W, Beeck E. Burden of road traffic injuries: disability-adjusted life years in relation to hospitalization and the maximum abbreviated injury scale. *Accident Analysis and Prevention*. 2015;80:193-200.
7. Neto OLM et al. Mortality due to Road Traffic Accidents in Brazil in the last decade: trends and risk clusters. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2012;17(9):2223-2236.
8. Mascarenhas MDM, Barros MBA. Characterization of hospitalizations due to external causes in the public health system, Brazil, 2011. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2015;18(4):771-784.
9. Andrade L, Vissoci JRN, Rodrigues CG, Finato K, Carvalho E, et al. Brazilian Road Traffic Fatalities: A Spatial and Environmental Analysis. *PLoS One*. 2014;9(1):e87244.
10. Cabral APS, Souza WV. Serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU): análise da demanda e sua distribuição espacial em uma cidade do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2008;11(4):530-540.
11. Harmsen AMK, Giannakopoulos GF, Moerbeek PR, Jansma EP, Bonjer HJ, Bloemers FW. The influence of prehospital time on trauma patients outcome: a systematic review. *International Journal of the Care of the Injured*. 2015;46(4):602-609.
12. Williamson K, Ramesh R, Grabinsky A. Advances in prehospital trauma care. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2011;1(1):44-50.
13. Paravar M, Hosseinpour M, Salehi S, Mohammadzadeh M, Shojaee A, Akbari H, et al. Pre-hospital trauma care in road traffic accidents in Kashan, Iran. *Archives of Trauma Research*. 2013;1(4):166-171.
14. McNicholl BP. The golden hour and prehospital trauma care. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 1994;25(4):251-254.
15. McCoy CE, Menchine M, Sampson S, Anderson C, Kahn C. Emergency medical services out-of-hospital scene and transport times and their association with mortality in trauma patients presenting to an urban Level I trauma center. *Annals of Emergency Medicine*. 2013;61(2):167-174.
16. Meizoso JP, Valle EJ, Allen CJ, Ray JJ, Jouria JM, et al. Decreased mortality after prehospital interventions in severely injured trauma patients. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2015;79(2):227-231.
17. Richards TB, Croner CM, Rushton G, Brown CK, Fowler L. Geographic information systems and public health: mapping the future. *Public Health Reports*. 1999;114(4):359-373.
18. Krieger N. Place, space, and health: GIS and epidemiology. *Epidemiology*. 2003;14(4):384-385.
19. Ruankaew N. GIS and epidemiology. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 2005;88(11):1735-1738.
20. Auchincloss AH, Gebreab SY, Mair C, Roux AVD. A review of spatial methods in epidemiology, 2000-2010. *Annual Review of Public Health*. 2012;33:107-122.
21. Shaw NT. Geographical information systems and health: current state and future directions. *Healthcare Informatics Research*. 2012;18(2):88-96.
22. Gómez-Barroso D, López-Cuadrado T, Llácer A, Suárez RP, Fernández-Cuenca R. Análisis espacial de los accidentes de tráfico con víctimas mortales en carretera en España, 2008-2011. *Gaceta Sanitaria*. 2015;29(1):24-29.
23. Anderson TK. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis & Prevention*. 2009;41(3):359-364.

24. Erdogan S. Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*. 2009;40(5):341-351.
25. Soares RAS, Pereira APJT, Moraes RM, Vianna RPT. Caracterização das vítimas de acidentes de trânsito atendidas pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) no Município de João Pessoa, Estado da Paraíba, Brasil, em 2010. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2012;21(4):589-600.
26. Blazquez CA, Celis MS. A spatial and temporal analysis of child pedestrian crashes in Santiago, Chile. *Accident Analysis & Prevention*. 2013;50:304-311.
27. Leveau CM. Spatial variations in motorcycle registrations and the mortality of motorcycle users due to traffic injuries in Argentina. *Salud Colectiva*. 2013;9(3):353-362.
28. Lawrence BM, Stevenson MR, Oxley JA, Logan DB. Geospatial analysis of cyclist injury trends: an investigation in Melbourne, Australia. *Traffic Injury Prevention*. 2015;16(5):513-518.
29. Hashimoto S, Yoshiki S, Saeki R, Mimura Y, Ando R, Nanba S. Development and application of traffic accident density estimation models using kernel density estimation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2016;3(3):262-270.
30. Cabral APS, Souza WV. Serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU): análise da demanda e sua distribuição espacial em uma cidade do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2008;11(4):530-540.
31. Silverman BW. Density estimation for statistics and data analysis. In: *Monographs on Statistics and Applied Probability*. London: Chapman and Hall; 1986.
32. Bailey TC, Gatrell AC. *Interactive Spatial Data Analysis*. England: Harlow Essex; 1995.
33. Shaw NT. Geographical information systems and health: current state and future directions. *Healthcare Informatics Research*. 2012;18(2):88-96.
34. Cai X, Wu Z, Cheng J. Using kernel density estimation to assess the spatial pattern of road density and its impact on landscape fragmentation. *International Journal of Geographical Information Science*. 2013;27(2):222-230.
35. Hsiao M, Malhotra A, Thakur JS, Sheth JK, Nathens AB, Dhingra N, Jha P. Road traffic injury mortality and its mechanisms in India: nationally representative mortality survey of 1.1 million homes. *British Medical Journal Open*. 2013;3(8):e002621.
36. Karkee R, Lee AH. Epidemiology of road traffic injuries in Nepal, 2001-2013: systematic review and secondary data analysis. *British Medical Journal Open*. 2016;6(4):e010757
37. Singh R, Singh HK, Gupta SC, Kumar Y. Pattern, severity and circumstances of injuries sustained in road traffic accidents: a tertiary care hospital-based study. *Indian Journal of Community Medicine*. 2014;39(1):30-34.
38. Pulido J, Barrio G, Hoyos J, Jiménez-Mejías E, Martín-Rodríguez Mdel M, Houwing S, Lardelli-Claret P. The role of exposure on differences in driver death rates by gender and age: results of a quasi-induced method on crash data in Spain. *Accident Analysis & Prevention*. 2016;94:162-167.
39. Russo F, Biancardo SA, Dell'Acqua G. Road safety from the perspective of driver gender and age as related to the injury crash frequency and road scenario. *Traffic Injury Prevention*. 2014;15(1):25-33.
40. Quitian-Reyes H, Gómez-Restrepo C, Gómez MJ, Naranjo S, Heredia P, Villegas JJ. Latin American clinical epidemiology network series - paper 5: years of life lost due to premature death in traffic accidents in Bogota, Colombia. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2017;86:101-105.
41. Andrade SS, Mello-Jorge MH. Mortality and potential years of life lost by road traffic injuries in Brazil, 2013. *Revista de Saúde Pública*. 2016;50:59.
42. Almeida APB, Lima MLC, Oliveira Júnior FJM, Abath MB, Lima MLLT. Potential years of life lost because of road traffic accidents in Pernambuco state, Brazil, 2007. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2013;22(2):235-242.
43. Andrade LM, Lima MA, Silva CHC, Caetano JA. Acidentes de motocicleta: características das vítimas e dos acidentes em hospital de Fortaleza-Ce, Brasil. *Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste*. 2009;10(4):52-59.
44. Leporati M, Salvo RA, Pirro V, Salomone A. Driving under the influence of alcohol. A 5-year overview in Piedmont, Italy. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2015;34:104-108.
45. Brasil. Lei Nº 12.760, de 20 de dezembro de 2012 [Internet]. Brasília; 2012 [citado 21 mar 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y8z32alp>.

46. Malta DC, Berna RT, Silva MM, Claro RM, Silva Júnior JB, Reis AA. Consumption of alcoholic beverages, driving vehicles, a balance of dry law, Brazil 2007-2013. *Revista de Saúde Pública*. 2014;48(4):692-966.
47. Moafian G, Aghabeigi MR, Heydari ST, Hoseinzadeh A, Lankarani KB, Sarikhani Y. An epidemiologic survey of road traffic accidents in Iran: analysis of driver-related factors. *Chinese Journal of Traumatology*. 2013;16(3):140-144.
48. Estado de Pernambuco, Secretaria Estadual de Saúde Secretaria Executiva de Regulação em Saúde, Diretoria Geral de Fluxos Assistenciais. Central de Regulação de Leitos Manual Operacional [Internet]. Recife; 2014 [citado 21 mar 2017]. Disponible en: <https://tinyurl.com/y7f7y3ca>.
49. Auchincloss AH, Gebreab SY, Mair C, Roux AVD. A review of spatial methods in epidemiology, 2000-2010. *Annual Review of Public Health*. 2012;33:107-122.
50. Avci C, Durduran SS. Analysis of pedestrian accidents using a geographical information system (GIS) in Konya city, Turkey. *WIT Transactions on The Built Environment*. 2014;134:495-501.
51. Carvalho CHR. Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil: análise dos sistemas de informação do ministério da saúde. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2016.
52. Marín-León L, Belon AP, Barros MBA, Almeida SDM, Restitutti MC. Trends in traffic accidents in Campinas, São Paulo State, Brazil: the increasing involvement of motorcyclists. *Cadernos de Saúde Pública*. 2012;28(1):39-51.
53. Diniz EPH, Pinheiro LC, Proietti FA. Quando e onde se acidentam e morrem os motociclistas em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2015;31(12):2621-2634.
54. Thakali L, Kwon TJ, Liping F. Identification of crash hotspots using kernel density estimation and kriging methods: a comparison. *Journal of Modern Transportation*. 2015;23(2):93-106.
55. Deshpande N, Chanda I, Arkatkar SS. Accident mapping and analysis using geographical information systems. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. 2011;4(6):342-345.

FORMA DE CITAR

Bonfim CV, Silva AGS, Araújo WM, Alencar C, Furtado BMA. Análisis de la distribución espacial de los accidentes de transporte terrestre atendidos por el Servicio Móvil de Urgencia (SAMU-192), en un municipio de la región nordeste de Brasil. *Salud Colectiva*. 2018;14(1):65-75. doi: 10.18294/sc.2018.1211

Recibido: 1 de noviembre de 2016 | Versión final: 22 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.2018.1211>

Este artículo fue traducido del portugués por Viviana Martinovich.