

Quando e onde se acidentam e morrem os motociclistas em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

When and where motorcyclists have accidents and die in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil

Cuándo y dónde se accidentan y mueren los motociclistas en Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Eugênio Paceli Hatem Diniz ^{1,2}
Letícia Cavalari Pinheiro ³
Fernando Augusto Proietti ^{2,3,4}

Abstract

The objective of this study was to analyze traffic accidents involving motorcycles in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil, from 2007 to 2011 and to identify clusters of high-risk and hazardous intersections in and around the city. Data were provided by the Military Police Brigade and the Emergency Medical Service (SAMU). Accident severity rates were used to identify critical intersections. Two techniques were used: kernel analysis and scan statistics (continuous Poisson model). High-risk clusters were located in the downtown area and on major thoroughfares. Surprisingly, the highest risk of accidents and death occurred not at intersections, but between them. Hazardous intersections are part of routes used to access regions around Greater Metropolitan Belo Horizonte. Two distinct trends in mortality rates and accidents were identified. Most motorcycle deaths occurred after 7:00 PM. The study concludes that there is an urgent need to improve motorcycle and public transportation routes.

Motorcycles; Traffic Accidents; Transportation

Resumo

O objetivo foi analisar a tendência dos acidentes de transporte terrestre com motociclistas em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, de 2007 a 2011, e identificar aglomerados e interseções das vias públicas de maior risco. Foram utilizadas as bases de dados da Polícia Militar e do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU). Para identificar as interseções críticas foram calculadas as taxas de severidade dos acidentes. Utilizou-se duas técnicas de estatística espacial para analisar os aglomerados de acidentes: análise de kernel e estatística Scan (modelo de Poisson contínuo). Os aglomerados de risco de acidentes foram detectados na Região Central e nos corredores de tráfego. O risco de acidentes, inclusive fatais, foi maior em segmentos que nas interseções. As interseções críticas são rotas de acesso para as regiões da Grande Belo Horizonte. As taxas de mortalidade e de acidentes apresentaram duas tendências distintas. Além disso, a maioria dos óbitos ocorreu à noite. Justifica-se a importância da melhoria das rotas para os motociclistas e do transporte público.

Motocicletas; Acidentes de Trânsito; Transportes

¹ Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Belo Horizonte, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

³ Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, Brasil.

⁴ Faculdade de Saúde e Ecologia Humana, Vespasiano, Brasil.

Correspondência

E. P. H. Diniz
Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.
Rua Guajajaras 40, 13ª e 14ª andares, Belo Horizonte, MG 30180-100, Brasil.
eugenio.diniz@fundacentro.gov.br

Introdução

Os acidentes de transporte terrestre constituem o mais importante e negligenciado problema de saúde pública no mundo ¹. Em 2010, os acidentes de transporte terrestre levaram a óbito 1,24 milhão de pessoas no mundo. Os países de renda média, com 72% da população mundial e 52% da frota de veículos, concentraram 80% dos óbitos, sendo 24% das mortes envolvendo motociclistas ². Esses países apresentaram as taxas de mortalidade por acidentes de transporte terrestre mais elevadas: 20,1/100 mil habitantes. Comparativamente, os países de rendas alta e baixa contemplam, respectivamente: 16% e 12% da população; 47% e 1% da frota; 8% e 12% do número de óbitos, sendo que 14% e 15% das mortes foram de motociclistas. Nesses dois grupos de países, as taxas de mortalidade resultantes de acidentes de transporte terrestre foram, respectivamente, 8,7/100 mil e 18,3/100 mil ². Na expectativa de reduzir a mortalidade por acidentes de transporte terrestre, a Organização das Nações Unidas (ONU) declarou o período de 2011 a 2020 como a década de Ação pela Segurança no Trânsito, estabelecendo cinco pilares de intervenção ³: gestão da segurança; investimento e melhoria em infraestrutura viária e mobilidade; segurança veicular; segurança dos usuários e atendimento ao acidentado.

No Brasil, a taxa de mortalidade de motociclistas por acidentes de transporte terrestre passou de 2,3, em 2000 para 7,1/100 mil habitantes, em 2010 ⁴. Em 2010, pela primeira vez, os motociclistas passaram a ocupar a liderança do total de mortes no trânsito, com 13.452 (33%) óbitos ⁴. Não menos importantes são os casos de invalidez permanente: em 2011, 108.264 motociclistas ficaram com sequelas e receberam o Seguro e Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres (DPVAT) ⁵. Ainda em 2011, o Sistema Único de Saúde (SUS) despendeu R\$ 96 milhões com atendimento aos motociclistas ⁶.

Estudos confirmam o quadro de morbimortalidade dos motociclistas. Em Maringá, Paraná, 78% dos motociclistas envolvidos em ocorrências de trânsito sofreram ferimentos, e a chance de lesão foi maior para acidente do tipo colisão (OR ajustada = 11,19; IC95%: 6,92-18,06) e queda (OR = 3,81; IC95%: 2,75-5,28) em comparação com atropelamento de pedestre, animal e ciclista ⁷. Em Londrina, Paraná, nos acidentes de transporte terrestre, os motociclistas constituem o grupo com maior frequência de vítimas (44%) e de óbitos (41,5%), e a faixa etária de 20 a 24 anos apresenta o coeficiente de incidência de agravos por 100 mil habitantes mais elevado (2.398,0). Entre as vítimas internadas, o coeficiente de le-

talidade para o motociclista foi de 1,7% ⁸. Em Brasília, Distrito Federal, entre 1996 e 2007, a taxa de mortalidade padronizada de motociclistas homens, residentes, passou de 1,9 para 7,2 óbitos/100 mil habitantes. De 1998 a 2007, a razão de óbitos por frota passou de 2,0 para 10,0 óbitos/10 mil motocicletas, entre homens ⁹. Em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 2011, ocorreram 171 óbitos de ocupantes de motocicletas (códigos V20 a V29 da *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde*, 10ª Revisão – CID-10), representando 7,17 óbitos por 100 mil habitantes (Ministério da Saúde. Informações de saúde. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10MG>, acessado em 20/Out/2013). Nesse ano, houve apenas um registro de acidente por transporte não especificado (código V99).

Há muito se acumulam estudos que consideram limitada e reducionista a percepção dos acidentes de transporte terrestre como resultantes do comportamento das pessoas, minimizando, na sua determinação e ocorrência, a influência dos fatores associados às vias públicas, aos veículos e às políticas públicas ^{1,10,11}.

Em referência às vias urbanas, a ONU recomenda melhorar a segurança inerente e a qualidade da proteção, especialmente para os mais vulneráveis, ou seja, motociclistas, pedestres e ciclistas ³. Dessa forma, qualificar o acidente e a sua distribuição espacial nas vias urbanas é importante para a formulação de políticas públicas e ações de vigilância.

Trabalhos recentes têm estimado o risco de acidentes de transporte terrestre associado às características do contexto urbano ^{12,13,14,15,16}, em que se constata a importância das vias de tráfego na sua gênese. Estudos no Brasil analisaram o padrão de ocorrência espacial dos acidentes em algumas cidades ^{17,18,19}, estados ¹¹ e no país ²⁰. Entretanto, inexistem estudos de análise espacial que identifiquem aglomerados que abarquem um período de cinco anos de acidentes com motociclistas atendidos pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e, ainda, que analisem a estimativa de risco entre segmentos e interseções.

Nesse sentido, utilizando bases de dados do SAMU – Belo Horizonte (SAMU-BH), para o período de 2007 a 2011, e do Armazém de Dados do Centro Integrado de Defesa Social (CINDS) com registros de ocorrências de trânsito atendidas pela Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), do ano de 2011, este trabalho objetiva: (a) descrever a tendência dos acidentes de transporte terrestre com vítimas motociclistas, em Belo Horizonte; (b) identificar e caracterizar as interseções de maior risco e a magnitude deste para segmentos

e interseções; (c) determinar as regiões da cidade onde ocorrem aglomerados com maiores frequências de acidentes.

Métodos

Trata-se de estudo descritivo das características da ocorrência dos acidentes e analítico com a identificação de aglomerados (*clusters*). Foram utilizadas duas bases de dados de acidentes de transporte terrestre, fatais e não fatais, grupo “motociclista traumatizado por acidente de transporte” (V20-V29) e subgrupo “condutor traumatizado em acidente de trânsito” (subdivisão do quarto caractere “4”) segundo a CID-10, ocorridos em Belo Horizonte.

Da base de dados do CINDS foram analisados 13.209 acidentes com condutores de motocicletas, ocorridos em 2011. Foram desconsideradas as ocorrências relativas a atropelamento de pedestre, a passageiros da motocicleta (n = 2.397) e de lesão ignorada (n = 264). Em razão das características físicas diferentes, a análise descritiva dos segmentos, dos trechos rodoviários e das interseções foi conduzida separadamente^{13,16}. Na base de dados do SAMU-BH, dos 23.708 registros, trabalhou-se com 22.334 (94%) atendimentos a motociclistas prestados entre 2007 e 2011 que apresentavam informações completas.

Para a análise espacial foram utilizados os atendimentos prestados pelo SAMU-BH entre 2007 e 2011, ou seja, 14.186 (60%) ocorrências que puderam ser georreferenciadas. As perdas de 40% (n = 9.464) das ocorrências – devido à imprecisão dos endereços – foram distribuídas de forma relativamente homogênea ao longo dos anos e entre as nove regiões da cidade. Ocorrências em trechos rodoviários (n = 1.775; 7,5%) não foram consideradas pela impossibilidade de georreferenciamento.

Para a análise espacial foram utilizadas duas técnicas: a estatística Scan (modelo de Poisson contínuo)²¹ e o mapa de densidade de kernel²². Foram utilizados os softwares ArcGis, versão 10.1.2 (<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>), para a construção do mapa de kernel, e SatScan (<http://www.satscan.org>) e R 3.1.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria; <http://www.r-project.org>) para a identificação dos aglomerados (*clusters*) espaciais com base no método da estatística Scan.

O modelo de Poisson contínuo utiliza janela móvel para conduzir a varredura espacial dos dados e detectar aglomerados de pontos dentro da região de estudo. Esse modelo assume que, sob condições normais, todos os pontos dentro da região de estudo são distribuídos aleatoria-

mente segundo um processo de Poisson homogêneo com intensidade constante. Um aglomerado é detectado quando o número de acidentes observados em uma certa localidade é maior que o número esperado segundo a distribuição suposta²¹.

O mapa de kernel fornece, por meio de interpolação, a intensidade do processo pontual em toda a região de estudo. Para isso, é ajustada uma função em duas dimensões sobre os eventos, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de eventos por localidade. Essa função realiza a contagem dos pontos dentro de uma área de influência, utilizando ponderação em relação à distância de cada um deles até a localização de interesse²².

As vítimas fatais constantes do banco de dados do CINDS referem-se aos óbitos no local e, no caso do SAMU, abarcam também os casos registrados durante o atendimento e no transporte da vítima.

Foram classificadas como interseções críticas as que apresentaram Taxa de Severidade de Acidente (TSA)²³ acima da média aritmética, expressa como acidentes por milhões de veículos entrando na interseção. Trabalhou-se com 159 interseções que apresentavam contagem volumétrica de veículos, incluindo motocicletas, realizada pelo gestor de trânsito (BHTRANS). Foram considerados os acidentes ocorridos nas interseções e registrados pelo CINDS (n = 169) e nas aproximações destas (n = 133). Para tanto, foram feitas observações, registro fotográfico e identificação da numeração dos logradouros compreendida numa distância de 20 metros da faixa de retenção dos veículos, quando existente, ou do prolongamento do meio-fio da via interceptante²⁴.

Com base na contagem volumétrica de veículos, calculou-se o volume médio diário anual de veículos (VMDA)²⁵ – necessário para se obter a TSA nas interseções – utilizando-se a equação 1: $VMDA = V24 \times FS \times FM$ (1)

Em que: VMDA: Volume médio diário anual, expresso em Unidade Veicular Padrão (UVP); V24: volume de veículos em 24 horas do dia (UVP); FS: fator de expansão semanal médio (adimensional); e FM: fator de expansão mensal médio (adimensional).

O cálculo da TSA foi realizado utilizando-se a Unidade Padrão de Severidade (UPS)²³, que considera o número de acidentes apenas com dano material (AM), o número de acidentes com vítimas (AV) e os acidentes fatais (AF) (equação 2).

$$UPS = 1 \times AM + 5 \times AV + 13 \times AF \quad (2)$$

Finalmente, a TSA em interseções²³ foi calculada (equação 3):

$$TSA = \frac{UPS \times 10^6}{(VMD_1 + VMD_2 + \dots + VMD_i) \times P} \quad (3)$$

Em que: UPS = Unidade Padrão de Severidade; VMD_{1, 2, i} = volume médio diário de veículos passando na aproximação 1, 2, i; e P = período do estudo (365 dias).

A população de Belo Horizonte tomada como referência para o cálculo das taxas foi a do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizada pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS; Informações de saúde. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popMG>, acessado em 15/Abr/2013). A frota de motocicletas (exceto triciclos e quadriciclos) utilizada para o cálculo da razão de acidentes e de mortalidade foi obtida no portal do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN; <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>) considerando o mês de junho de cada ano.

Para as análises descritivas e identificação das coordenadas geográficas via endereço completo, utilizou-se o software livre R, versão 3.1.0.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais, conforme CAE 05398912.9.0000.5149, número de parecer 136.445, e pelo Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, número do parecer 142.584.

Resultados

Em 2011, a PMMG atendeu 13.209 acidentes com motociclistas. Desses, 75% ocorreram em segmentos, incluindo trechos rodoviários que cruzam a cidade, e 25% em interseções. No período diurno ocorreram 76% dos acidentes; no noturno, 24%. Os acidentados do sexo masculino representaram 87%; as mulheres, 13%. As motocicletas de motorização de 125 e 150 cilindradas (cc) representaram 74% dos veículos (Tabela 1). A maior frequência de acidentes ocorreu no mês de maio (9,7%); a menor, em janeiro (7%). O dia da semana com a maior frequência de acidentes foi sexta-feira (18%); o menor, domingo (8,7%). A média de idades dos acidentados foi de 33 anos (DP = 11,7), independentemente do local de ocorrência; para os casos fatais, 30 anos (DP = 9,1).

Quanto às vítimas, 5.061 (38%) motociclistas apresentavam lesão e 8.148 (62%) não tinham lesão aparente. Os óbitos registrados no local foram 38 (0,3%), sendo 92% em segmentos e 8% nas interseções (Tabela 1). Dos casos fatais, 21 (55%) ocorreram entre 6 horas e 18h59min, e 17

(45%) entre 19 horas e 05h59min. A distribuição da frequência dos casos fatais de acordo com os dias da semana foi: sábado (23,7%); terça-feira (15,8%); quarta-feira (15,8%); quinta-feira (13,2%); domingo (13,2%); segunda-feira (10,5%) e sexta-feira (8%).

A razão de acidentes nos segmentos e nas interseções foi, respectivamente, de 536,0 e 181,0 por 10 mil motocicletas. Quando comparadas às interseções, a razão de acidentes nos segmentos foi 2,96 (IC95%: 2,85-3,07) vezes maior. A razão de acidentes durante o dia nos segmentos foi 2,84 (IC95%: 2,72-2,97) vezes maior quando comparada com as interseções, alcançando 3,37 (IC95%: 3,12-3,64) à noite. A razão de mortalidade por 10 mil motocicletas nos segmentos foi 12,0 (IC95%: 3,59-37,92) vezes maior quando comparada com as interseções (Tabela 1).

Das 159 interseções avaliadas, 19 apresentaram TSA superior à média das taxas (4.382 acidentes por milhões de veículos) e foram classificadas como críticas. As cinco interseções críticas que apresentaram as maiores TSA têm em comum a grande circulação de ônibus e acesso a bairros e outras cidades. Três dessas interseções apresentam também como característica urbana a existência de hospital no local. A interseção com a maior TSA tem pista de trânsito de sentido duplo, sem divisão por canteiro central e sinalização semaforica inexistente. Ônibus trafegam por ela para acesso aos bairros e cidades adjacentes. As cinco interseções que apresentaram as maiores TSA (por milhões de veículos) foram: DGSS/CAPM (82,355); C/L (26,913); CR/GL (26,872); PPP/DAC (26,676); ED/VAC (23,197).

Entre 2007 e 2011, o SAMU-BH atendeu a 22.334 motociclistas, em ocorrências que apresentaram duas tendências distintas de crescimento (Tabela 2). Entre 2007-2009, o número de vítimas motociclistas passou de 3.349 para 4.903 (46% de aumento); entre 2009-2011, o aumento foi de 9%. O número de óbitos durante o atendimento ou transporte da vítima também apresentou dois ciclos distintos: entre 2007-2008 ocorreu um importante aumento (42%), passando de 36 para 51 óbitos; no ano seguinte reduziu 12%, estabilizando em torno de 45 casos (Tabela 2). Nas ruas e avenidas de Belo Horizonte ocorreram cerca de 91% dos atendimentos; nas rodovias e no Anel Rodoviário, 8%. Entretanto, nos cinco anos, os atendimentos prestados nos trechos rodoviários aumentaram 86%, contra 58% nas ruas.

Os dois períodos de maior ocorrência de atendimento pelo SAMU-BH foram entre 7 horas e 07h59min e entre 18 horas e 18h59min. A curva de atendimentos prestados pelo SAMU-BH por faixa horária, nos cinco anos pesquisados, é semelhante à da PMMG em 2011 (Figura 1).

Tabela 1

Distribuição de frequência de características selecionadas dos acidentes de transporte terrestre com motociclistas, de acordo com o local do acidente (segmento ou interseção) e razão de acidentes e de mortalidade. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2011.

	Total de acidentes		Local do acidente		
	(%) *	Segmento ** (%) *	(%) ***	Interseção (%) *	(%) ***
Número de acidentes	13.209 (100,0)	9.872 (100,0)	74,7	3.337 (100,0)	25,3
Razão de acidentes #	716,91	535,80	-	181,11	-
Horário					
06:00-18:59	10.064 (76,2)	7.446 (75,4)	74,0	2.618 (78,5)	26,0
Razão de acidentes #	546,21	404,13	-	142,09	-
19:00-05:59	3.145 (23,8)	2.426 (24,6)	77,1	719 (21,5)	22,9
Razão de acidentes #	170,69	131,67	-	39,02	-
Sexo					
Masculino	11.444 (86,6)	8.634 (87,5)	75,4	2.810 (84,2)	24,6
Feminino	1.765 (13,4)	1.238 (12,5)	70,1	527 (15,8)	29,9
Classificação do acidente					
Fatal	38 (0,3)	35 (0,4)	92,1	3 (0,1)	7,9
Razão de mortalidade #	2,06	1,90	-	0,16	-
Graves ou inconsciente	389 (2,9)	298 (3,0)	76,6	91 (2,7)	23,4
Leves	4.076 (30,9)	3.107 (31,5)	76,2	969 (29,0)	23,8
Outras lesões	558 (4,2)	400 (4,1)	71,7	158 (4,7)	28,3
Sem lesões aparentes	8.148 (61,7)	6.032 (61,1)	74,0	2.116 (63,4)	26,0
Cilindradas					
Até 115	220 (1,7)	163 (1,6)	73,6	58 (1,7)	26,4
125-150	9.806 (74,2)	7.290 (73,8)	74,3	2.517 (75,4)	25,7
200-300	2.169 (16,4)	1.664 (16,9)	76,7	505 (15,1)	23,3
> 300	423 (3,2)	319 (3,2)	74,5	108 (3,2)	25,5
Outros/Não informado	591 (4,5)	436 (4,5)	74,8	149 (4,5)	25,2
Total	13.209	9.872	-	3.337	-

* Percentual referente à coluna;

** Inclui acidentes em trechos rodoviários;

*** Percentual referente à linha;

Razão de acidente e de mortalidade por 10 mil motocicletas, para 2011.

Fonte: Centro Integrado de Defesa Social (CINDS); Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG).

Tabela 2

Distribuição de frequência de acidentes de transporte terrestre com motociclistas, de acordo com tipo de ocorrência, local e ano e taxa de mortalidade. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2007-2011.

	Ano					Variação 2007-2011 (%)	Total (%)
	2007 n (%)	2008 n (%)	2009 n (%)	2010 n (%)	2011 n (%)		
Ocorrência							
Óbito	36 (1,07)	51 (1,34)	45 (0,92)	48 (0,97)	46 (0,86)	27,78	226 (1,01)
Variação anual na frequência de óbitos (%)	-	(+41,67)	(-11,76)	(+6,67)	(-4,17)	-	-
Encaminhado ao hospital	2.980 (88,98)	3.467 (91,16)	4.455 (90,86)	4.442 (89,92)	4.870 (91,22)	63,42	20.214 (90,51)
Recusou atendimento ou encaminhamento ao hospital	333 (9,04)	285 (6,97)	403 (7,60)	450 (8,35)	423 (7,34)	27,02	1.894 (7,82)
Taxa de mortalidade/100 mil habitantes	1,48	2,09	1,83	2,02	1,93	(30,40)	-
Variação anual na taxa de mortalidade (%)	-	(+41,0)	(-12,0)	(+10,0)	(-5,0)	-	-
Local do acidente							
Ruas e avenidas	3.035 (90,62)	3.486 (91,66)	4.475 (91,19)	4.487 (90,83)	4.801 (89,92)	58,19	20.280 (90,80)
Rodovias/Anel rodoviário	246 (7,35)	267 (7,02)	381 (7,77)	400 (8,10)	458 (8,58)	86,18	1.752 (7,84)
Outros/Não identificado	68 (2,03)	50 (1,31)	51 (1,04)	53 (1,07)	80 (1,50)	17,65	302 (1,35)
Total	3.349 (100,0)	3.803 (100,0)	4.903 (100,0)	4.940 (100,0)	5.339 (100,0)	59,42	22.334 (100,0)

Fonte: Serviço de Atendimento Móvel de Urgência de Belo Horizonte e Departamento Nacional de Trânsito.

Entre os 226 óbitos de motociclistas atendidos pelo SAMU-BH, 26% ocorreram em trechos rodoviários. Desse total, 54% aconteceram no período noturno, das 19 horas às 05h59min, e 46% no período diurno, entre 6 horas e 18h59min. No período noturno, a maior frequência de óbitos ocorreu em trechos rodoviários (9%), seguida por três avenidas: Cristiano Machado (3%), Dom Pedro I e Waldir Soeiro Emrich, (ambas com 2%). No período diurno, a maior frequência aconteceu também nos trechos rodoviários (17%), seguida por duas avenidas: Tereza Cristina (2,7%) e Cristiano Machado (2,2%).

Em 2008, a razão de mortalidade de motociclistas atendidos pelo SAMU-BH alcançou 3,8 óbitos/10 mil motocicletas, 17% de aumento em relação ao ano anterior. Desde então, a razão de mortalidade apresentou queda contínua, registrando, em 2011, 2,5/10 mil motocicletas. A taxa de mortalidade por habitantes também registrou

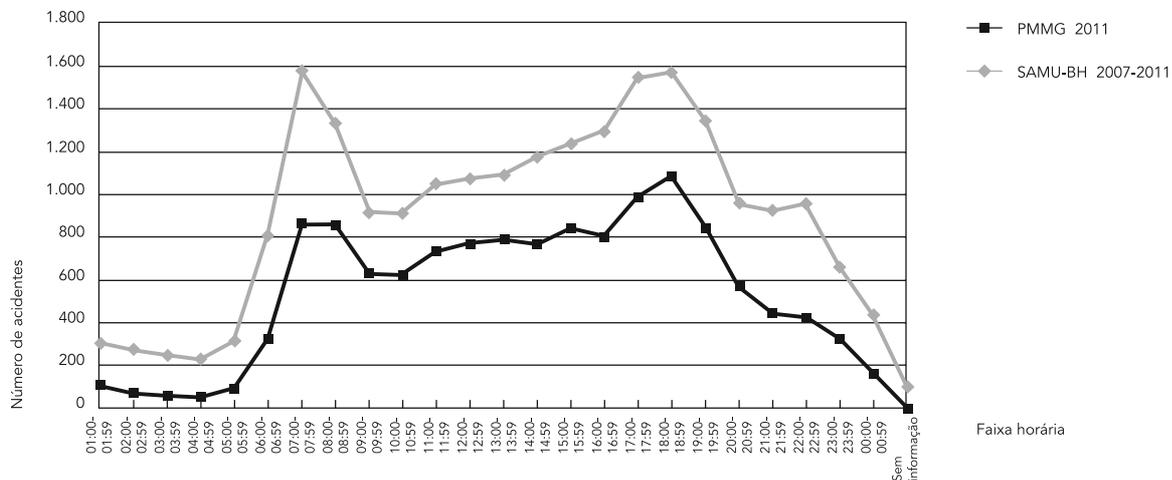
o maior valor em 2008: 2,1/100 mil habitantes, 41% de aumento em relação a 2007. Nos anos seguintes essa taxa reduziu 12%, apresentando tendência de estabilização em torno de 1,9 óbito/100 mil habitantes. Nos cinco anos analisados, a frota de motocicletas cresceu continuamente: 21% entre 2007-2008 e, em seguida, 10% ao ano (Figura 2).

Identificação dos aglomerados de risco de acidentes de motociclistas

A Figura 3a mostra os 10 aglomerados espaciais de risco para motociclistas mais significativos, todos com valor de $p < 0,001$, obtidos com base em dados de atendimentos prestados pelo SAMU-BH entre 2007 e 2011. A ordem apresentada representa a ordem de significância, sendo o principal aglomerado localizado na região central da cidade (*cluster* 1). Os demais aglomerados

Figura 1

Número absoluto dos acidentes de transporte terrestre com motociclistas, de acordo com o horário de ocorrência. Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – Belo Horizonte (SAMU-BH) 2007-2011 e Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG) 2011, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.



Fonte: SAMU-BH e Centro Integrado de Defesa Social (CINDS).

estão localizados fora do hipercentro da cidade. Dois corredores de tráfego abarcaram sete aglomerados. O primeiro, composto pelas avenidas Cristiano Machado (*clusters* 6, 7 e 9), Padre Pedro Pinto e Vilarinho (*cluster* 2). O segundo, pelas avenidas Dom Pedro II (*clusters* 8 e 4) e Abílio Machado (*cluster* 5). Os demais aglomerados foram identificados nas avenidas Amazonas (*cluster* 3) e Tereza Cristina (*cluster* 10). Das 19 interseções classificadas como críticas, 9 (47%) estão localizadas em um dos dez aglomerados identificados (dados não apresentados).

O mapa de intensidade de kernel (Figura 3b) confirma que as maiores densidades de acidentes com motociclistas ocorrem no hipercentro e ao longo dos principais corredores de tráfego da cidade, com destaque para três deles, identificados anteriormente. Destaca-se, ainda, um cinturão de acidentes envolvendo a Avenida do Contorno, principalmente nas proximidades da Avenida Tereza Cristina.

Discussão

Este trabalho avaliou a ocorrência dos acidentes de transporte terrestre com motociclistas atendidos pela PMMG e SAMU-BH, em Belo Horizonte. Nos segmentos, o risco de acidentes é três vezes

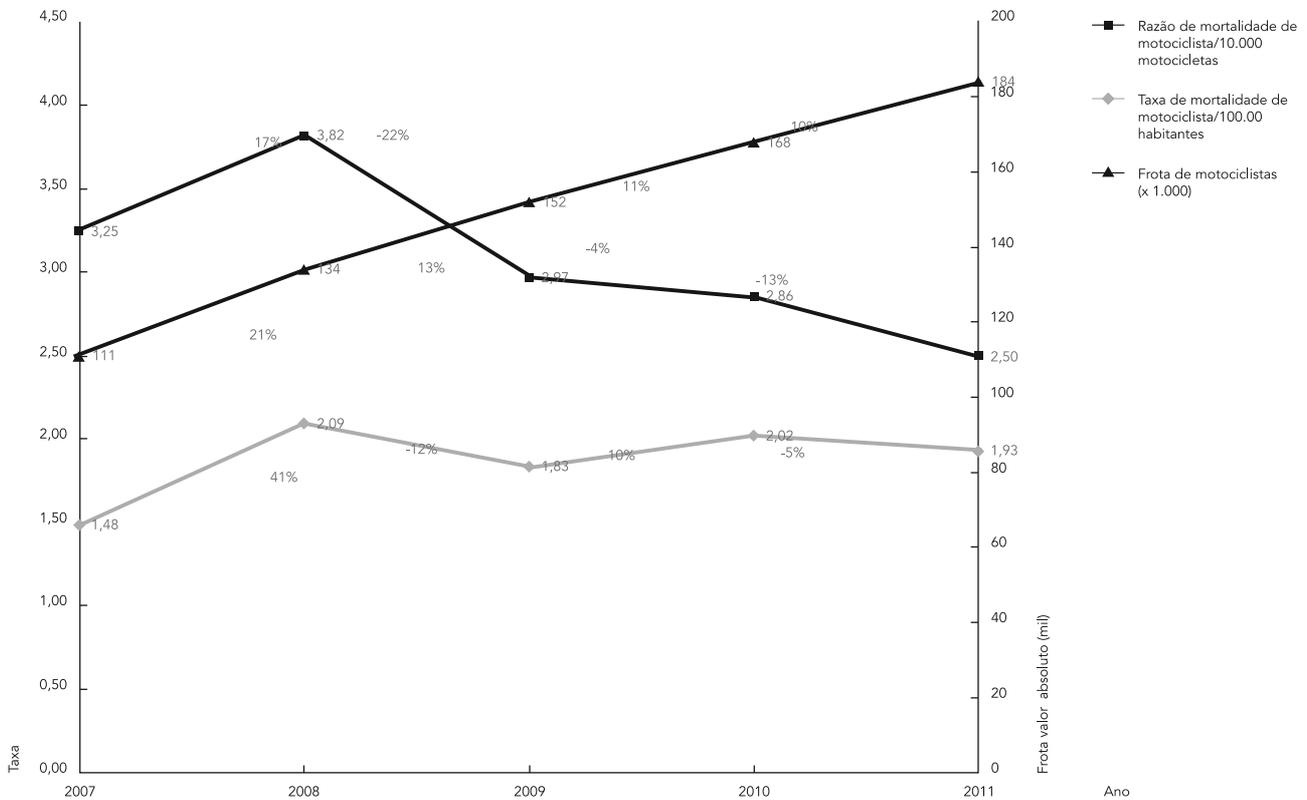
maior do que nas interseções e 12 vezes maior para acidentes com óbito. As interseções de maior risco são aquelas utilizadas como rotas de acesso a outras cidades ou regiões. Os resultados confirmam a vulnerabilidade do motociclista, principalmente no período noturno. Os aglomerados de maior risco de acidente estão localizados na região central e nos corredores de tráfego. Os trechos rodoviários e a Avenida Cristiano Machado se revelaram como vias que encurtam não só as distâncias, mas também a sobrevivência dos motociclistas.

As duas tendências observadas – incremento e redução da razão de mortalidade por 10 mil motocicletas dos acidentes atendidos pelo SAMU-BH – podem ser explicadas pelo aumento rápido e contínuo da frota e pela redução do número de óbitos. O grau de variação observado na frota de motocicleta no período estudado limita a interpretação de estimativa da razão de mortalidade que utiliza a frota como denominador. As tendências distintas da taxa de mortalidade por 100 mil habitantes decorrem da variação de igual magnitude no número absoluto de óbitos e da alteração pouco importante no tamanho da população da cidade, nos últimos dez anos.

A elevação da taxa de mortalidade, do número de acidentes e da frota tem sido observada nas Américas e apontada como reflexo do des-

Figura 2

Taxa e razão de mortalidade de motociclistas em acidentes de transporte terrestre, atendimento pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – Belo Horizonte (SAMU-BH) e frota de motocicletas. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2007-2011.



Fonte: SAMU-BH e Departamento Nacional de Trânsito.

compasso entre o rápido crescimento urbano e o sistema de transporte público²⁶. Entre 1998 e 2010, o Brasil apresentou a mais alta taxa de mortalidade entre os países do Cone Sul, 2,9 por 100 mil habitantes²⁶. O aumento da frota de motocicletas no país se deve também aos incentivos públicos²⁷ e à sua utilização como equipamento de trabalho²⁸.

É preocupante o aumento de 86% em cinco anos nas ocorrências atendidas pelo SAMU-BH em trechos rodoviários. O Anel Rodoviário de Belo Horizonte tem sido utilizado como rota alternativa de tráfego urbano, onde a velocidade permitida é de 80 quilômetros por hora. As condições da via são precárias e frequentes os conflitos (manobra evasiva de um veículo para evitar acidente)²⁹ nos pontos de retenções de tráfego. Esse contexto pode explicar o incremento observado no número de óbitos. Quando se aproxima

de um veículo de grande porte, o motociclista é visível para o motorista em apenas 50% da área que circunda este veículo^{27,28}.

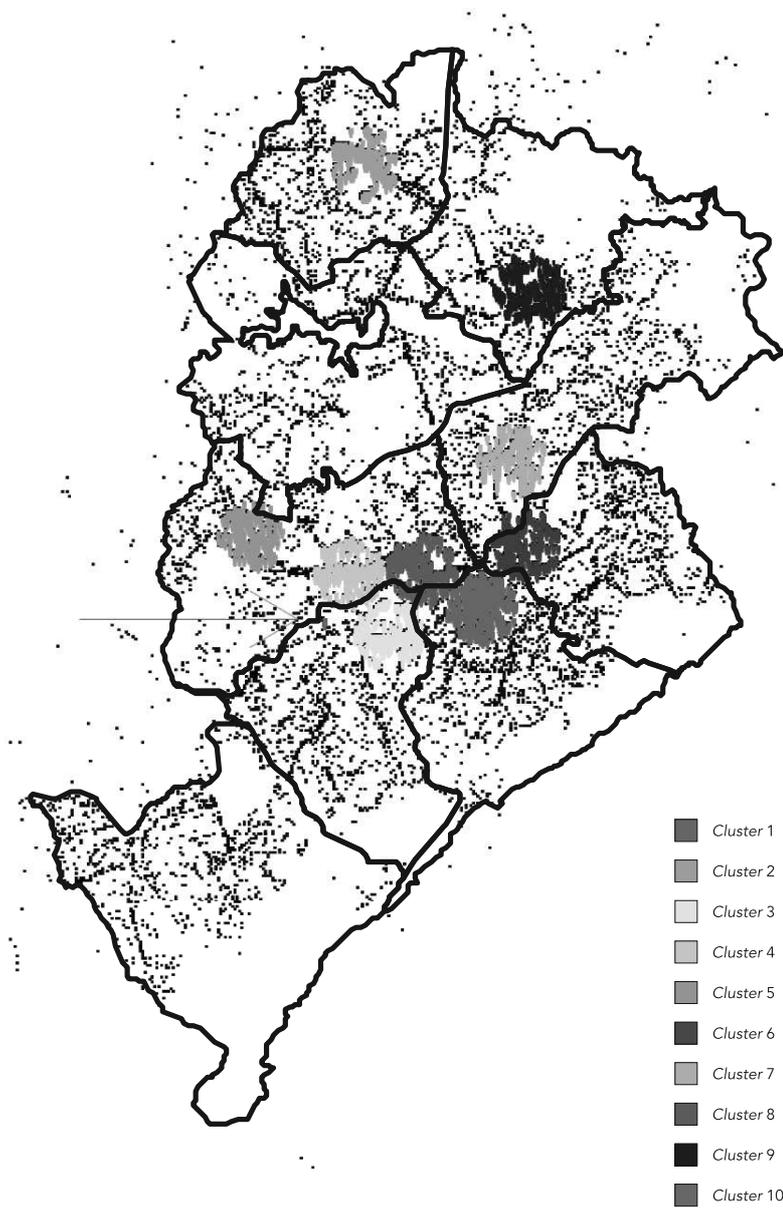
A maior magnitude do risco de acidentes e de mortes nos segmentos em relação às interseções traduz o efeito da associação entre velocidade, proximidade e vulnerabilidade num mesmo espaço e tempo. Entre as faixas de trânsito, o motociclista torna-se ainda mais vulnerável ao ocupar um espaço reservado à segurança dos veículos, que tendem a utilizá-lo em situação de conflito²⁸.

Nas interseções que apresentaram as maiores taxas de severidade de acidente, o contexto urbano, ou seja, ruas transformadas em corredores de tráfego, indica uma possível incompatibilidade do desenho destas vias com o uso que se faz delas³⁰. Portanto, não é correto atribuir a culpabilidade dos acidentes somente aos usuários das vias públicas. Além da qualidade sofrível do transporte

Figura 3

Distribuição espacial de acidentes de transporte terrestre com motociclistas, segundo registro do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – Belo Horizonte (SAMU-BH), 2007-2011.

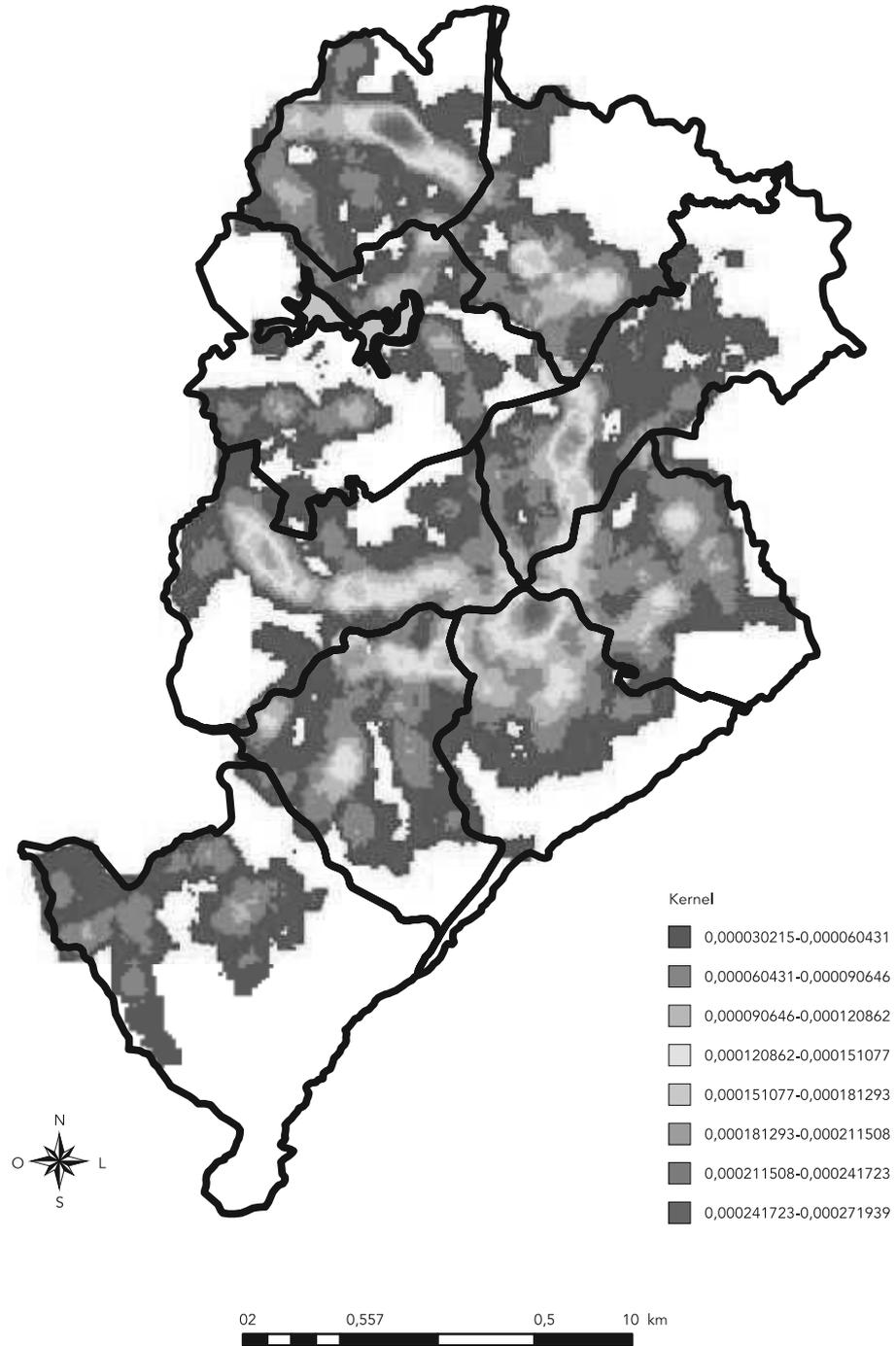
3a) Principais conglomerados dos acidentes, com raio máximo de 1Km, segundo o modelo de Poisson contínuo.



(continua)

Figura 3 (continuação)

3b) Mapa de densidade de kernel de acidentes/m² (raio de busca de 450m).



público, o desenho urbano e a interação entre usuários vulneráveis e demais veículos determinam o comportamento das pessoas. A Suécia, por meio de ações coordenadas e multissetoriais, vem obtendo sucesso na redução contínua da taxa de mortalidade por acidentes de transporte terrestre, que passou, em apenas três anos, de 6,5 por 100 mil habitantes, em 2007, para 3,0 por 100 mil habitantes, em 2010².

A maior frequência de óbitos ocorreu à noite. Situação semelhante foi observada em São Paulo, onde mais da metade das vítimas eram trabalhadores do setor de serviços²⁸. À noite, os acidentes são mais graves em razão da adoção de velocidades maiores e da possibilidade de alguns condutores estarem alcoolizados¹⁶. Considerando que o número de motociclistas em circulação à noite é menor, a razão de acidentes neste período poderia ser maior que a encontrada, caso houvesse a informação específica desta frota para ser utilizada no cálculo.

Os dois períodos de maior número de atendimentos prestados pelo SAMU-BH e pela PMMG coincidem com os de maior fluxo de veículos na cidade. A constatação de que o montante de atendimentos prestados pelo SAMU-BH, nos cinco anos, não está reduzido a valores abaixo de 910 ocorrências no período diurno, revela que uma proporção importante dos motociclistas se mantém em circulação durante o dia. Na cidade de São Paulo, esse período se estende até às 21 horas. Os motociclistas são, em grande parte, trabalhadores em busca do local de execução do serviço²⁸.

Os dez principais aglomerados de risco identificados e o traçado das maiores densidades de acidentes que acompanham os corredores de trânsito indicam a importância epidemiológica do contexto urbano na vigilância desse agravo. A região do principal aglomerado abriga um terminal rodoviário, comércio e setor de saúde. O traçado de maior risco da cidade é composto por três rotas de ligação entre cidades vizinhas, de regiões de grande concentração de população de menor renda e do centro de Belo Horizonte. Ao longo dessas rotas existem ainda inúmeras interseções e, em ambos os lados das vias, grande número de lojas, centros de compras, pontos de ônibus, calçadas estreitas e mal conservadas e/ou ocupadas pelo comércio. Em Olinda, Pernambuco, a maior ocorrência de atendimentos a motociclistas prestados pelo SAMU também aconteceu próximo a terminal de passageiros¹⁷. Em São Paulo, capital, a maior densidade de acidentes com motociclistas ocorreu na região das grandes avenidas e a maior concentração de residências das vítimas está nas regiões periféricas da cidade¹⁹.

A análise espacial se revelou como importante instrumento para a saúde pública, identificando locais de risco e disponibilizando informações mais objetivas e dirigidas que podem subsidiar ações e interações com os atores sociais envolvidos no processo. O resultado obtido com o uso de duas técnicas para análise espacial, mesmo não levando em consideração a população sob risco, mostrou coerência quanto às regiões identificadas.

O presente estudo identifica de forma inédita e mais precisa onde e quando os motociclistas se acidentam e morrem em Belo Horizonte. As vias públicas, que deveriam servir de elo e de emancipação da sociedade, têm sido locais de perdas de vidas evitáveis dos trabalhadores-motociclistas. A sociedade, como num ensaio de cegueira, tem se contentado em pedir leis mais severas, punição e cursos de reciclagem/treinamento para os eventuais responsáveis proximais dos acidentes de motocicletas¹¹. As abordagens centradas nos fatores humanos e na gestão dos erros não têm produzido os resultados esperados^{31,32,33}. Nesse contexto, tão importante quanto intervir nos trechos críticos e de maior concentração de acidentes identificados é procurar compreender e resolver por que esses problemas existem e persistem por tanto tempo, enfatizando não apenas os aspectos relacionados ao acidentado, mas também às instituições e empresas relacionadas com o fato. Em ambos os casos, como alternativa à busca de culpabilização das vítimas, recomenda-se pesquisar a questão sob a luz da análise cognitiva e da abordagem sistêmica^{34,35}. Ou seja, transpor a fronteira do erro humano, identificando os determinantes da perda de compreensão³¹ que levaram o motociclista a se acidentar naquele local e momento e, no caso dos gestores de empresas e instituições, como eles deliberam e decidem.

O grande número de registros do SAMU-BH sem georreferenciamento e endereço que permitisse obtê-los pode ter resultado em viés de informação na análise espacial. Em ambos os bancos de dados essas informações praticamente inexisteriam para os trechos rodoviários. Também constitui fonte de viés de informação atribuir às interseções todos os acidentes ocorridos nas suas aproximações. O mesmo pode ter ocorrido em virtude de se dispor apenas das interseções nas quais a BHTRANS realizou contagem volumétrica de veículos. Contudo, as interseções críticas identificadas foram condizentes com o contexto urbano observado *in loco* (tráfego intenso, conflitos entre veículos e relatos de acidentes apresentados ao pesquisador pelos proprietários de imóveis na região observada) por um dos autores do artigo e na análise espacial (Figuras 3a e 3b), que inclui estes locais.

Os resultados sugerem que ações preventivas devem priorizar os segmentos, os corredores de tráfego, a região central da cidade, as interseções localizadas em frente a hospitais e de rotas a outras regiões, bem como os trechos rodoviários. A maior frequência de óbitos à noite e aos sábados indica a necessidade de ações específicas para estes períodos.

Ainda que estudos indiquem a associação entre a iniquidade, a distribuição de renda e o descompasso no crescimento econômico/sistema de transporte e os acidentes^{11,26}, e enquanto não se alcança um nível social, urbano e de mobilidade condizente com a posição econômica do Brasil, este trabalho permite identificar elementos de ação mais imediatos para que o risco inerente à motocicleta não seja potencializado ainda mais e que o uso dela não seja estimulado. Os resultados aqui apresentados confirmam a importância de se investir em intervenções de segurança viária para a redução dos acidentes de transporte terrestre envolvendo motocicletas, tais como: (i) melhorar a qualidade e disponibi-

dade do transporte público, priorizando o metrô, interligando cidades vizinhas e criando linhas de micro-ônibus para ligar as estações aos bairros; (ii) criar rotas alternativas bem sinalizadas ao longo de todo o percurso, para o acesso bairro-centro-bairro e bairro-bairro, de modo a reduzir o tráfego nas vias arteriais e nos trechos rodoviários; (iii) reduzir pontos de conflito e de retenção de tráfego, segregando os veículos de acordo com o porte, criando faixas de circulação e ruas preferenciais para o tráfego de motocicletas, mediante também o controle e a redução da velocidade permitida em vias utilizadas como rota de acesso a outras regiões; (iv) ampliar o horário de funcionamento do metrô e dos ônibus urbanos de modo a atender os usuários no retorno às suas casas no período noturno; (v) georreferenciar os trechos rodoviários; (vi) acelerar o processo de implantação do rodoanel de Belo Horizonte; (vii) implementar e aprimorar o sistema de controle de tráfego e de pedestres nas interseções (e suas aproximações) em frente a hospitais e de acesso a outros bairros e cidades adjacentes.

Resumen

El objetivo fue analizar la tendencia de los accidentes de transporte terrestre con motociclistas en Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, desde 2007 a 2011, e identificar aglomeraciones e intersecciones de las vías públicas de gran riesgo. Fueron utilizadas las bases de datos de la Policía Militar y del Servicio de Emergencia (SAMU). Para identificar las intersecciones críticas, fueron calculados los índices de severidad de los accidentes. Fueron utilizadas dos técnicas de estadística espacial, con el fin analizar los segmentos de accidentes: el análisis de kernel y la estadística Scan (Poisson continuo). Las aglomeraciones con riesgo de

accidentes fueron detectadas en la región central y en las zonas con más afluencia de tráfico. El riesgo de accidentes, incluidos los mortales, fue más grande en las aglomeraciones que en las intersecciones. Las intersecciones críticas son rutas de acceso hacia las regiones del denominado Gran Belo Horizonte. Los índices de mortalidad y de accidentes presentaron dos tendencias distintas. La gran mayoría de los óbitos ocurrieron por la noche. Se justifica la importancia de la mejoría de las rutas y del transporte público.

Motocicletas; Accidentes de Tránsito; Transportes

Colaboradores

E. P. H. Diniz participou igualmente das etapas de elaboração deste artigo. L. C. Pinheiro Pinheiro apresentou importante contribuição à análise espacial. F. A. Proietti participou igualmente das etapas de elaboração deste artigo. Todos os autores participaram da análise dos dados.

Agradecimentos

À Fapemig e CNPq pelo financiamento. Ao Serviço de Atendimento Móvel de Urgência e Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte; Polícia Militar de Minas Gerais e Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais; Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS; Empresa de Informática e Informação de Belo Horizonte – PRODABEL. Aos bolsistas de iniciação científica: Vitória Sander Cerqueira e Mariane Beatriz dos Santos; Thiago Canettieri e Thiago Gonçalves da Costa.

Referências

1. Peden M, editor. World report on road traffic injury prevention. Geneva: World Health Organization; 2004.
2. World Health Organization. Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action; 2013. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html (acessado em 14/Mai/2013).
3. World Health Organization. Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020. http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1 (acessado em 07/Mai/2013).
4. Waiselfisz JJ. Mapa da violência 2012. Caderno complementar 2: acidentes de trânsito. <http://www.mapadaviolencia.org.br> (acessado em 25/Mai/2012).
5. Seguradora Líder. Fatalidade em duas rodas 2001-2011. <http://www.seguradoralider.com.br/sitepaginas/centroinf-dados-especificos-fatalidades-em-duas-rodas.aspx> (acessado em 15/Mai/2014).
6. Ministério da Saúde. Gastos com atendimentos a motociclistas mais que dobram em quatro anos. <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/5707/162/gastos-com-atendimentos-a-motociclistas-mais-que-dobram-em-quatro-anos.html> (acessado em 20/Jun/2012).
7. Oliveira NLB, Souza RMC. Risco de lesões em motociclistas nas ocorrências de trânsito. *Rev Esc Enferm USP* 2012; 46:1133-40.
8. Andrade SM, Jorge MHPM. Características das vítimas por acidentes de transporte terrestre em município da Região Sul do Brasil. *Rev Saúde Pública* 2000; 34:149-56.
9. Montenegro MMS, Duarte EC, Prado RR, Nascimento AF. Mortalidade de motociclistas em acidentes de transporte no Distrito Federal, 1996 a 2007. *Rev Saúde Pública* 2011; 45:529-38.
10. Haddon JRW. The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *Am J Public Health* 1968; 58:1431-8.
11. Silva PHNV. Epidemiologia dos acidentes de trânsito com foco na mortalidade de motociclistas no Estado de Pernambuco: uma exacerbação da violência social [Tese de Doutorado]. Recife: Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz; 2012.
12. Greibe P. Accident prediction models for urban roads. *Accid Anal Prev* 2003; 35:273-85.
13. Cardoso G. Modelos para previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Transporte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
14. Boffo GH. Formatos e técnicas de modelos de previsão de acidentes de trânsito [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.
15. Holz RF, Korzenowski A, Nodari CT, Lindau LA, Caten CST. Modelagem dos acidentes envolvendo motociclistas em Porto Alegre. Relatório. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.

16. Nambuusi BB, Brijs T, Hermans E. A review of accident prediction models for road intersections. Research Report. Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid; 2008. <http://hdl.handle.net/1942/10801> (acessado em 11/Jun/2012).
17. Cabral APS. Serviço de atendimento móvel de urgência: um observatório dos acidentes de transporte terrestre [Dissertação de Mestrado]. Recife: Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz; 2009.
18. Marín-León L, Belon AP, Barros MBA, Almeida SDM, Restitutti MC. Tendência dos acidentes de trânsito em Campinas, São Paulo, Brasil: importância crescente dos motociclistas. *Cad Saúde Pública* 2012; 28:39-51.
19. Maia PB. Mortalidade por acidentes de trânsito no Município de São Paulo: uma análise intraurbana [Tese de Doutorado]. Campinas: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas; 2009.
20. Moraes Neto OL, Montenegro MMS, Monteiro RA, Siqueira Júnior JB, Silva MMA, Lima CM, et al. Mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil na última década: tendência e aglomerados de risco. *Ciênc Saúde Coletiva* 2012; 17: 2223-36.
21. Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Commun Stat Theory Methods* 1997; 26:1481-96.
22. Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV, editores. *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2004.
23. Departamento Nacional de Trânsito. Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros. 2ª Ed. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito; 1987.
24. Claude GFM. Previsão da ocorrência de acidentes de trânsito em interseções de vias arteriais urbanas: o caso de Taguatinga/DF [Dissertação de Mestrado]. Brasília: Universidade de Brasília; 2012.
25. McShane WR, Roess R, Prassas ES. *Traffic engineering*. 2nd Ed. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1998.
26. Rodrigues EMS, Villaveces A, Sanhueza A, Escamilla-Cejudo JA. Trends in fatal motorcycle injuries in the Americas, 1998-2010. *Int J Inj Contr Saf Promot* 2014; 21:170-80.
27. Vasconcellos EA. Risco no trânsito, omissão e calamidade: impactos do incentivo à motocicleta no Brasil. São Paulo: Instituto Movimento; 2013.
28. Martins H, Biavati E. Mortos e feridos sobre duas rodas: estudo sobre a acidentabilidade e o motociclista em São Paulo. <http://biavati.files.wordpress.com/2012/10/estudo-mortos-e-feridos-sobre-duas-rodas.pdf> (acessado em 29/Out/2012).
29. Ming SH. Técnica de análise de conflitos. Nota técnica 210. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego; 2012.
30. Gallagher L. The mean streets of New York. *The New York Times* 2014; 27 fev.
31. Amalberti R. Da gestão dos erros à gestão dos riscos. In: Falzon P, organizador. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher; 2007. p. 234-47.
32. Pavarino Filho RV. Morbimortalidade no trânsito: limitações dos processos educativos e contribuições do paradigma da promoção da saúde ao contexto brasileiro. *Epidemiol Serv Saúde* 2009; 18:375-84.
33. Bacchieri G, Barros AJD. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Rev Saúde Pública* 2011; 45:949-63.
34. Qureshi ZH. A review of accident modelling approaches for complex critical sociotechnical systems. Edinburgh: Defense Science and Technology Organization; 2008.
35. Macías GR. A complexidade da situação epidemiológica dos acidentes de trânsito [Tese de Doutorado]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2009.

Recebido em 31/Jul/2014

Versão final reapresentada em 27/Fev/2015

Aprovado em 21/Mai/2015