

# **Análise espacial da mortalidade e das internações hospitalares por acidentes de motocicleta no Brasil**

Pedro Cisalpino Pinheiro  
Cedeplar/UFMG

Bernardo Lanza Queiroz  
Cedeplar/UFMG

## **Palavras-chave**

mortalidade; internações hospitalares; motocicletas; análise espacial; pequenas áreas

## **Introdução**

No dia a dia das grandes cidades, não é raro observar e acompanhar no noticiário o registro de um número considerável de acidentes com motos. Dada à natureza do veículo, muitas das ocorrências resultam em morte, em ferimentos graves, ou em sequelas permanentes (MIKI et al., 2014; BLINCOE et al., 2015; MILLER, 1993). Nas últimas duas décadas, houve aumento significativo da frota de motocicletas no Brasil, bem como na ocorrência de acidentes relacionados às mesmas, podendo ser observado em grandes cidades, nas cidades de pequeno porte, em áreas rurais e urbanas (LUZ et al., 2009; MORAIS NETO et al., 2012; MARTINS et al., 2013; CHANDRAN et al., 2008; IPEA, 2010).

Entre 1996 e 2013, segundo dados do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) - Datasus<sup>1</sup>, foram observados 109.015 óbitos pela causa “Motociclista traumatizado em acidente de transporte” (Classificação Internacional de Doenças - CID-10). Ao longo desses anos, houve um aumento considerável do número absoluto de mortes registradas. Em 1996, por exemplo, foram observados 725 óbitos de motociclistas, enquanto em 2012, foram registradas 12.480 mortes pela mesma causa. O Sistema de Internações Hospitalares (SIH), por sua vez, indica que, em 2014, foram registradas 95.170 internações hospitalares. O valor total gasto pelo Sistema Único de Saúde (SUS) com estes atendimentos, em 2014, foi de, aproximadamente, R\$ 124,5 milhões. Em 1998, em contrapartida, foram registradas 15.232 internações hospitalares relacionadas à utilização de motocicleta. O custo dessas internações foi de R\$ 8,1 milhões.

Esse trabalho tem como objetivo principal produzir estimativas da mortalidade e da ocorrência de internações hospitalares por acidentes de motocicleta para os todos os municípios brasileiros em 2010. Por se tratar de uma análise de eventos relativamente raros em pequenas áreas, utilizamos o método de suavização bayesiana empírica das taxas de ocorrência. A partir das estimativas de pequenas áreas, analisamos a distribuição das taxas de mortalidade e de internação hospitalar de ocupantes de motocicletas, nos municípios brasileiros. Em seguida, analisamos a existência de padrões espaciais na distribuição das taxas de mortalidade e de internação e a sua relação com condições sociais e econômicas das localidades brasileiras. A análise espacial será útil na

---

<sup>1</sup> [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)

identificação de aglomerações de municípios com padrões similares (e distintos) de distribuição das taxas.

Nos últimos anos, muitos autores voltaram sua atenção para a análise da ocorrência dos acidentes de motocicleta no Brasil. Martins e colegas (2013) identificaram o crescimento da mortalidade de motociclistas em praticamente todos os estados brasileiros no período entre 1996 e 2009. Mello-Jorge e colegas (2004) identificaram que o gasto médio da assistência às vítimas de acidentes de transporte, em São Paulo, era o mais elevado no conjunto das causas externas (para aqueles pacientes que tiveram alta). Há, também, uma série de estudos regionalizados, focados, principalmente, na análise de municípios e estados específicos (BARROS et al., 2003; PAIXÃO et al., 2015; SILVA et al, 2011; MARÍN-LÉON et al., 2012; LUZ et al., 2009; PORDEUS et al., 2010).

Uma importante ferramenta para o direcionamento de políticas públicas, é mapeamento de taxas de doenças, como salientam Carvalho et al. (2012) e a produção de estimativas em pequenas áreas. Nos últimos anos, há uma crescente demanda para estimativas de esperança de vida nos níveis municipais e pela produção de estimativas por causas de morte (Queiroz, et al, 2013; Schmertmann, et al, 2013). A maior compreensão da mortalidade e das internações de motociclistas ganha importância, também, à luz dos impactos econômicos associados a estes acidentes. O aumento das ocorrências de óbitos e de hospitalizações, bem como da distribuição dos mesmos no território, naturalmente, significa, também, ampliação dos custos relacionados aos mesmos e, naturalmente, um problema relevante no contexto brasileiro.

No entanto, para pequenas áreas (como os municípios), a utilização de taxas brutas no mapeamento dos fenômenos de interesse pode ser problemática, uma vez que estas apresentam grande flutuação aleatória (CARVALHO et al., 2012; ASSUNÇÃO et al., 1998; FREIRE et al.; 2014; MARSHALL, 1991). As taxas brutas podem sofrer influência, também, estrutura etária dos municípios, sendo necessário minimizar os efeitos da composição da população (PRESTON et al., 2001).

Os resultados indicam que a mortalidade e as internações estão distribuídas de forma desigual pelo território nacional, que devem ser encaradas como um problema para a sociedade. Há uma concentração de óbitos e internações em locais de menor nível de desenvolvimento econômico. Os resultados encontrados permitem auxiliar gestores de políticas públicas a trabalhar para reduzir os eventos, uma vez que os óbitos por causas

externas no Brasil – acidentes de motocicleta incluídos – tem um grande peso na mortalidade de jovens adultos.

## **Contextualização**

### *Impactos econômicos associados aos AT*

Anualmente, em todo o mundo, aproximadamente, 1,24 milhão de pessoas morrem por causas relacionadas aos AT (OMS, 2013). O mesmo estudo afirma que esta já a causa mais importante de morte para os jovens entre 15 e 29 anos. Além das mortes, o número de feridos, por ano, é estimado entre 20 e 50 milhões. O impacto desses acidentes pode ser identificado nos indivíduos, nas famílias, nas comunidades e na sociedade.

Entre as consequências econômicas associadas aos AT, podem ser destacadas: os gastos com cuidados médicos; gastos com despesas legais e funeral; ausências no trabalho e escola; perda de poupança; necessidade de recorrer a empréstimos não previstos; custos para o empregador associados à substituição do profissional ausente; gastos com a polícia e com os bombeiros; com os serviços de transporte; e os danos à propriedade (GURURAJ, 2008; OMS, 2013; MOHAN, 2002 IPEA, 2003; MILLER, 2000; BLINCOE et al., 2015)

Blincoe e colegas (2015), em trabalho realizado para a National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), estimam que o impacto econômico dos AT, nos EUA, em 2010, foi equivalente a US\$242 bilhões. As estimativas desagregadas mostram que a maior parte desses custos tem relação com a perda de produtividade (US\$ 77,4 bilhões), seguida dos danos à propriedade (US\$ 76,1 bilhões).

Para o Brasil, o Instituto de Pesquisas Econômicas Avançadas (IPEA) realizou dois estudos com o intuito de estimar os custos econômicos dos AT. O primeiro, publicado em 2003, estimou os impactos sociais e econômicos nas aglomerações urbanas em R\$ 5,3 bilhões, que representavam 0,4% do PIB. O segundo, publicado em 2006, considerou os acidentes ocorridos nas rodovias brasileiras. No período entre julho de 2004 e junho 2005, foram registrados 110.599 acidentes e o custo econômico destas ocorrências, considerando as rodovias municipais, estaduais e federais, foi estimado em R\$ 22 bilhões (IPEA, 2006).

### *A relação entre desenvolvimento econômico e a ocorrência de acidentes*

Van Beeck e colegas (2000), analisando dados de 21 países da OECD, entre 1962 e 1990, observam que, na década de 1960, quando os níveis de desenvolvimento eram mais baixos, havia uma associação positiva entre prosperidade e a mortalidade por acidentes de transporte (AT). À medida que o crescimento econômico prosseguiu, houve uma inversão na associação entre desenvolvimento e mortalidade por AT. A mesma relação foi observada por Law e colegas (2008), considerando apenas as ocorrências com motocicletas.

Kopits e Cropper (2005) observam que a mortalidade por AT é consequência da relação veículos por pessoas e da letalidade por veículo. Neste sentido, estes autores enfatizam que a variação da fatalidade depende do número de veículos por habitante, bem como da relação entre o número de veículos e as mortes a eles associadas (KOPITS e CROPPER, 2005).

Para Bishai et al., (2006), no entanto, apesar da redução da fatalidade por AT com o aumento da renda, não foi percebida queda no número de acidentes registrados, nem do número de pessoas feridas em função dessas ocorrências. Em contraposição a autores que, como Van Beeck et al. (2000), sugerem que as melhorias nas condições de infraestrutura possam levar a uma redução tanto da fatalidade como do número de acidentes, Bishai e colegas (2006) não identificaram efeito do aumento da renda na redução na ocorrência de acidentes.

Noland (2003) observa que o avanço tecnológico médico apresenta impacto significativo na redução da mortalidade relacionada ao tráfego de veículos. O autor, analisando dados dos países da OECD, entre 1970 e 1996, identifica que as variáveis proxy de avanço tecnológico (taxa de mortalidade infantil, médicos por habitante e tempo médio de internação por condições agudas) apresentaram impacto na redução do número de mortes por acidentes de transporte (NOLAND, 2003).

#### *Os ciclos econômicos e a ocorrência de acidentes de transporte*

Uma outra linha de análise da relação entre indicadores econômico e a mortalidade direciona sua atenção para os momentos de flutuação econômica. Considerando 26 países da União Europeia, entre 1970 e 2007, Stucker et al. (2009) estimam que o aumento de 1% da taxa de desemprego pode ser associado a uma redução de 1,39% no número de mortes relacionadas aos acidentes de transporte. Em análise posterior, com o intuito de compreender os impactos da crise financeira na Europa, em 2008, Stucker et al. (2011)

observam que as mortes por acidentes de transporte e os suicídios são as causas que apresentam maior variabilidade de curto prazo.

Ao analisar crise econômica que atinge a Grécia desde o final de 2008, Micha e Micha (2013) identificaram redução importante no número de mortes associadas aos acidentes, à medida que as pessoas migraram para tipos de transporte mais baratos e diminuíram o número de deslocamentos. A redução do número de mortes, observada entre 2008 e 2012, foi de 10,2%. No mesmo período, o número de acidentes graves caiu de 1886 para 1443 (redução de 23,5%). As fatalidades associadas aos acidentes de transporte apresentaram a maior redução (37%), passaram de 1550, em 2008, para 976, em 2012 (MICHA e MICHA, 2013).

#### *Os acidentes de motocicletas no contexto brasileiro*

A frota brasileira de motocicletas passou de 1,5 milhão, em 1990, para 5 milhões (2002) e, em seguida, para 17 milhões, em dezembro de 2012 (VASCONCELLOS, 2013). Entre as possíveis causas para tamanho crescimento, a vantagem econômica das motocicletas em relação aos transportes coletivos deve ser salientada. Estudo da Associação Nacional de Transportes Terrestres (ANTP), de 2010, apresentado por Vasconcellos (2013), destaca que o custo com combustível para uma viagem de sete quilômetros em cidades de porte médio e grande é, em média, um terço do valor da tarifa de transporte coletivo. Além disso, o tempo médio de viagem via motocicleta é, também, um terço do tempo gasto por meio dos transportes coletivos. Outro fator determinante, em boa parte das cidades brasileiras, os transportes coletivos não são capazes de atender as necessidades de deslocamento de grande parte população (VASCONCELLOS, 2013).

Aliado ao crescimento da frota, o crescimento das mortes e das internações relacionadas às motocicletas foi bastante significativo. Bacchieri e Barros (2011) apontam para um crescimento nestas mortes de 700%, entre 1998 e 2008 (de 1.028 para 8.529). A mortalidade relacionada às motocicletas aumentou em todos os estados brasileiros analisados por Moraes Neto e colegas (2012), entre 2000 e 2010. O Brasil, em relação aos demais países das Américas, ao lado de Colômbia e Paraguai, apresenta taxas de mortalidade de ocupantes de motocicletas “alarmantes” (RODRIGUES et al., 2014)

Além da análise das mortes propriamente ditas, há uma série de trabalhos que analisam as internações relacionada à utilização de motocicletas. Miki e colegas (2014) mostram que no setor de ortopedia e traumatologia, do Hospital da Escola Paulista (UNIFESP),

nos anos de 2008 e 2009, 85% dos atendimentos foram realizados em homens, com idade média de 30,7 anos. Os autores destacam, que na maior parte dos atendimentos às mulheres, estas estavam na posição de passageiras, no momento do acidente. Estudo realizado em Fortaleza mostra que 55,8% dos atendimentos foram realizados em motociclistas sem habilitação (PORDEUS et al., 2010). O mesmo trabalho destaca que 40,9% dos acidentados declaram o consumo prévio de algum tipo de bebida alcoólica. O número de acidentados que não utilizavam capacete é, também, bastante significativo, 56,9% (PORDEUS et al., 2010).

A mortalidade e as internações causadas pelos acidentes com motocicletas, como tentamos mostrar, é um problema relevante e que tem ocupado a agenda de uma série de pesquisadores. Dada às grandes diferenças no perfil dos municípios brasileiros, seja socioeconômica, política, administrativa, é fundamental conhecer como as mortes e internações estão distribuídas no território, como meio de adotar estratégias para minimizá-las. No entanto, a análise das taxas requer que alguns cuidados sejam tomados para que as estimativas sejam mais confiáveis.

## **Metodologia**

O número de mortes e de internações pela causa “Motociclista traumatizado em um acidente de transporte” (V20-V29) (Classificação Internacional de Doenças - CID-10), por grupo de idade e sexo, de acordo com o município de residência dos indivíduos, foram coletados do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informações Hospitalares (SIH), considerando os anos de 2009, 2010 e 2011. Cabe destacar que o número de internações é diferente do número de acidentes, as vítimas dos acidentes encaminhados para os hospitais públicos, que receberam algum tipo de atendimento que gerou uma Autorização de Internação Hospitalar (AIH), são contabilizados no número de internações.

Os óbitos que apresentavam idade, sexo ou município ignorado foram realocados de acordo com distribuição proporcional de cada uma dessas variáveis. Uma vez redistribuídos os óbitos, foi calculado o número médio de mortes e de internações registradas, em cada município, considerando os três anos em questão (2009, 2010 e 2011). Esse valor é o numerador utilizado na construção das taxas. No denominador foi considerada a população de cada município, por sexo, segundo o Censo de 2010.

A construção das taxas, tendo o ano de 2010 como base, foi consequência da importância da precisão das informações populacionais. Optamos pela utilização de informações não tão recentes em troca da possibilidade de trabalhar com a população do Censo de 2010. A utilização de estimadores bayesianos para a suavização das taxas é fortemente influenciada pela população do município e de seus vizinhos, reforçando, assim, a necessidade da utilização de informações populacionais de melhor qualidade.

Cabe salientar, a correção de sub-registro é fundamental para análises em países com sistemas de informação deficientes, como é o caso do Brasil. Entretanto, os sistemas de informação de internações e de mortalidade apresentaram evolução bastante significativa, ainda que alguns problemas persistam (LIMA e QUEIROZ, 2014). A correção do número de óbitos ou de internações ainda é necessária para algumas das causas de morte. No entanto, uma vez que há o envolvimento da polícia ou de serviços de urgência e emergência, presumiu-se neste trabalho que o sub-registro, caso exista, não ocorre em níveis capazes de comprometer a qualidade do trabalho.

As taxas brutas de mortalidade e de internação, por sexo, depois de estimadas, foram padronizadas pelo método direto, tendo como base a distribuição etária da população brasileira observada no Censo de 2010. O nível da taxa bruta pode sofrer influência da distribuição população por grupos de idade, não necessariamente associado ao risco relacionado ao evento de interesse, justificando, assim, a necessidades de padronização das taxas. Segundo Shryock e Siegel (1973), para a comparação de taxas de mortalidade (e de outras medidas de resumo) é útil definir a diferença sob a pressuposição de que não há distinções na composição da etária das populações.

#### *Suavização bayesiana*

A identificação de padrões espaciais de distribuição de uma doença é fundamental para o desenvolvimento de medidas de prevenção e controle. No entanto, as taxas brutas observadas em municípios pequenos são pouco indicadas para a realização desse tipo de análise, uma vez que podem sofrer grande influência de flutuação aleatória (CARVALHO et al., 2012; ASSUNÇÃO et al., 1998; MARSHALL, 1991; SOUZA et al., 2001; CAVALLINI e LÉON, 2007; JUSTINO et al., 2013).

Por serem pouco populosos, afirmam Carvalho et al. (2012), o baixo número de casos observados em um município pequeno pode levar a estimativas pouco representativas, ou mesmo distorcidas, da realizada observada. Os mesmos autores destacam que, para



eventos relativamente raros (a morte de um motociclista, por exemplo), muitas vezes, as taxas brutas podem ser iguais a zero, o que não significa dizer que há ausência de risco associado. Em alguns casos, as taxas brutas iguais a zero são reflexos de uma janela temporal que não foi suficientemente longa (CARVALHO et al. 2012).

Outro problema potencial com as taxas pequenas áreas é que, como o denominador é pequeno, a variabilidade nas estimativas tende a ser muito grande. Assunção e colegas (1998) mostram que, de modo geral, pequenas regiões apresentam uma menor população sob risco, e, assim, o acréscimo ou decréscimo de uma ocorrência no numerador pode representar grande variação nas estimativas. O grau de variabilidade aleatória está associado ao tamanho das unidades geográficas analisadas (ASSUNÇÃO et al., 1998). Para lidar com este tipo de problema, estes autores destacam que métodos bayesianos empíricos ou inteiramente bayesianos têm sido utilizados.

Segundo Marshall (1991), um meio de incorporar a localização no estimador bayesiano empírico é através da definição de estruturas de vizinhança para cada área. A definição dos vizinhos de cada observação servirá de base para a definição dos parâmetros à priori. Ou seja, as taxas das pequenas áreas, principalmente, irão convergir em direção à média das taxas de seus vizinhos (MARSHAL, 1991). Em relação às abordagens globais, a estimativa que considera a média local dos vizinhos apresentará uma suavidade espacial mais próxima da realidade dos eventos de interesse (CARVALHO et al., 2012).

A comparação de taxas brutas, mesmo depois da padronização direta e da utilização de média móvel (como forma suavização temporal), principalmente, em municípios de pequena população, pode levar a conclusões imprecisas sobre o risco associado a um determinado evento. Uma das formas de lidar com os problemas de flutuações aleatória em pequenas áreas, é a utilização de estimadores bayesianos empíricos para a suavização das taxas de interesse.

Neste trabalho, optamos pela utilização dos estimadores bayesianos empíricos de James-Stein, operacionalizados por Marshall (1991).

$$\hat{\theta} = \tilde{m} + \tilde{C}_i (x_i - \tilde{m})$$

$$\tilde{C} = s^2 - \frac{\tilde{m}}{\bar{n}} / (s^2 - \tilde{m}/\bar{n} + \frac{\tilde{m}}{n_i})$$

Onde,  $\hat{\theta} = \tilde{m}$ , quando  $s^2 < \tilde{m}/\bar{n}$  (MARSHALL, 1991).  $\tilde{C}$  é o fator de contração;  $\tilde{m}$  é a média de  $x_i$ ;  $x_i$  é a taxa bruta em  $i$ ;  $s^2$  é a variância amostral de  $x_i$ ; e  $n_i$  é o número de pessoas-ano sob risco.

O estimador apresentado acima refere-se à abordagem global dos estimadores bayesianos empíricos. Como o próprio Marshall (1991) salienta, muitas vezes é razoável considerar que áreas mais próximas apresentam padrões de doença similares. Assim, a chamada abordagem local utiliza as informações dos vizinhos de cada observação como os parâmetros prévios para o ajuste de  $\theta$ . Neste sentido,  $\theta$  é estimado pela contração de  $x_i$  em direção à média observada em seus vizinhos (MARSHALL, 1991).

A intenção ao utilizar o estimador bayesiano empírico local para a suavização das taxas brutas (no nosso caso, as taxas de internação e de mortalidade) é lidar com a flutuação aleatória, principalmente, para os municípios pequenos (CARVALHO et al., 2012). O processo de suavização pode ser entendido como uma contração, ou aproximação, das taxas brutas observadas em pequenas áreas em direção à taxa média de seus vizinhos (CAVALINI e LEON, 2007). Neste sentido, as estimativas são menos influenciadas por valores extremos e, assim, como apontam Assunção e colegas (1998), as estimativas dos municípios podem ser analisadas com mais segurança.

Para a definição da vizinhança, optamos pela utilização de um número definido de  $k$ -vizinhos ( $k=8$ ) mais próximos. Foram realizados testes considerando diferentes números de  $k^2$ , mas as diferenças não foram muito significativas. Ao considerar as informações dos vizinhos, a suavização bayesiana incorpora um componente espacial para a construção das estimativas. Cabe salientar, a suavização foi realizada a partir das taxas de mortalidade e de internação já padronizadas.

#### *Autocorrelação espacial*

Como observa Batista (2015), a autocorrelação espacial é uma medida de “grau de influência” de uma determinada variável, em uma localização específica, sobre a mesma variável em localidades próximas. Ou seja, “se a ocorrência de um evento implica que outros eventos semelhantes ocorram ao seu redor, tem-se autocorrelação positiva. Se a ocorrência do mesmo evento dificulta ou impede a ocorrência de outros no seu entorno, tem-se autocorrelação negativa” (BATISTA, 2015)

---

<sup>2</sup> Foram testados, também, o número de  $k$ -vizinhos mais próximos igual a 5, 15 e 30.

Para identificação do espaço como variável relevante nas taxas de mortalidade e de internação, utilizamos uma variação do I de Moran que adota uma abordagem bayesiana empírica, proposta por Assunção e Reis (1999). O Empirical Bayes Index (EBI), segundo seus autores, além de melhorar a confiabilidade do teste de hipótese, é mais robusto em função do efeito de contração das taxas brutas. No lugar da utilização das taxas de cada área,  $p_i$ , os autores propõem a utilização do desvio da média marginal estimada, padronizada por uma estimativa do desvio padrão:

$$z_i = p_i - b/\sqrt{v_i}$$

Onde,  $p_i$  é a taxa na área  $i$ ,  $b$  e  $v_i$  representam, respectivamente, a esperança e a variância marginal de  $p_i$ , tal qual apresentadas por Marshall (1991) (ASSUNÇÃO e REIS, 1999). O EBI é, então, definido por:

$$EBI = \frac{m \sum w_{ij} z_i z_j}{\sum w_{ij} \sum (z_i - \bar{z})^2}$$

Onde,  $w_{ij}$  é o peso espacial atribuído às áreas  $i$  e  $j$ ;  $z_i$  é o desvio à média observado em  $i$ ,  $z_j$  é o desvio à média em  $j$ ; e  $\bar{z}$  é a média dos desvios médios; e  $m$  é o número de áreas.

## Resultados

Para ilustrar a importância da padronização das taxas, consideramos as diferenças na proporção da população masculina, entre 18 e 50 anos. A participação média dos homens entre 18 e 50 anos nos municípios brasileiros, em relação à população total masculina, foi de 47,4%. A variação, no entanto, é bastante significativa, a menor proporção do grupo entre 18 e 50 observada foi de 35,4% e maior de 85,6%. Dada a seletividade da mortalidade e da ocorrência de acidentes, é natural presumir que os efeitos nas taxas possam ser bastante significativos.

A média das taxas de mortalidade padronizadas (TBM<sup>s</sup>) dos municípios (por 100.000 habitantes), por região, para os homens (e para as mulheres), é apresentada na Tabela 1, onde são destacados, também, o desvio padrão e os valores máximos e mínimos observados em cada região. As regiões Centro-Oeste (18,84), Nordeste (17,33) e Norte (13,63), apresentaram as maiores médias das taxas de mortalidade de motociclistas do sexo masculino. Apenas as regiões Sul (12,91) e Sudeste (8,77) apresentaram a média das

TBM<sup>s</sup> de seus municípios inferiores à média nacional. A Tabela 1 destaca, também, as taxas de mortalidade de ocupantes de motocicletas do sexo feminino. A região Centro-Oeste apresentou a TBM<sup>s</sup> mais elevada para as mulheres (4,6, por 100.000 habitantes), seguida das regiões Sul (2,7) e Sudeste (2,2). Fica nítido que diferença entre as médias das TBM<sup>s</sup> das mulheres, em relação aos homens, é bastante significativa

Tabela 1 - TBM<sup>s</sup> Média dos municípios, desvio padrão, máximo e mínimo, por sexo, por região e por porte do município

População		Homens						Mulheres					
		Total	<10mil	>10 mil e < 50 mil	> 50 mil e < 100 mil	> 100 e < 500 mil	>500 mil	Total	<10mil	>10 mil e < 50 mil	> 50 mil e < 100 mil	> 100 e < 500 mil	>500 mil
Brasil	Obs	5565	2513	2444	325	245	38	5565	2513	2444	325	245	38
	Média	13,6	14,5	13,6	12,2	8,8	7,6	2,4	3,4	1,8	1,5	1,0	0,5
	dp	15,5	19,2	12,1	9,0	5,8	5,0	9,3	13,2	4,2	1,9	1,8	0,4
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	198,5	198,5	76,1	57,6	28,9	22,8	266,0	266,0	77,4	15,5	23,7	1,6
Norte	Obs	449	167	219	43	18	2	449	167	219	43	18	2
	Média	13,63	17,46	11,60	12,05	7,74	3,20	1,63	1,86	1,38	2,15	1,38	0,35
	Desvio Padrão	14,9	17,8	13,2	9,2	6,8	1,5	3,7	5,1	2,6	2,1	1,6	0,3
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Máximo	75,9	75,9	69,8	38,5	22,9	4,3	25,8	25,8	15,2	8,1	5,2	0,5
Nordeste	Obs	1794	604	1019	113	47	11	1794	604	1019	113	47	11
	Média	17,3	21,1	15,8	15,1	9,5	7,5	2,1	3,0	1,8	1,7	1,0	0,4
	Desvio Padrão	17,5	24,1	13,0	10,7	6,0	6,2	6,1	9,1	4,0	2,0	1,0	0,4
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	198,5	198,5	76,1	57,6	26,2	22,8	100,4	100,4	77,4	9,5	5,1	1,6
Centro-Oeste	Obs	466	247	184	17	14	4	466	247	184	17	14	4
	Média	18,8	19,5	18,5	17,2	13,9	13,4	4,6	6,4	2,8	3,0	1,5	1,1
	dp	15,7	19,1	10,8	9,1	7,5	4,6	17,7	23,7	5,9	3,6	0,9	0,4
	Mínimo	0	0	0	4,96	4,6	7,1	0	0	0	0	0	0,4
	Máximo	89,0	89,0	55,5	44,4	28,9	18,1	266,0	266,0	50,8	15,5	3,3	1,4
Sudeste	Obs	1668	789	641	99	122	17	1668	789	641	99	122	17
	Média	8,8	8,4	9,6	7,6	7,5	6,4	2,2	3,1	1,7	0,8	0,8	0,3
	dp	11,1	13,4	9,6	4,8	4,6	3,5	9,9	13,7	4,7	1,2	2,2	0,2
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	163,2	163,2	62,7	26,7	23,8	13,3	185,4	185,4	72,2	4,8	23,7	0,82
Sul	Obs	1188	706	381	53	44	4	1188	706	381	53	44	4
	Média	12,9	13,1	12,9	12,8	10,4	10,0	2,7	3,3	1,9	1,3	1,1	0,7
	dp	15,5	18,1	11,3	7,4	6,6	5,1	9,1	11,4	3,9	1,3	1,2	0,2
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	1,6	0,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Máximo	170,5	170,5	61,6	31,5	24,2	14,3	123,1	123,1	28,9	5,5	6,9	1,1

Fonte: Datasus, 2009, 2010 e 2011

A Figura 1 apresenta as taxas brutas de mortalidade padronizadas (TBM<sup>s</sup>), para os homens, para o conjunto dos municípios brasileiros, considerando a média dos óbitos do período entre 2009 e 2011. O mapa reforça a informação trazida na Tabela 1, indicando que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste concentram o maior número de municípios com alta TBM<sup>s</sup>.

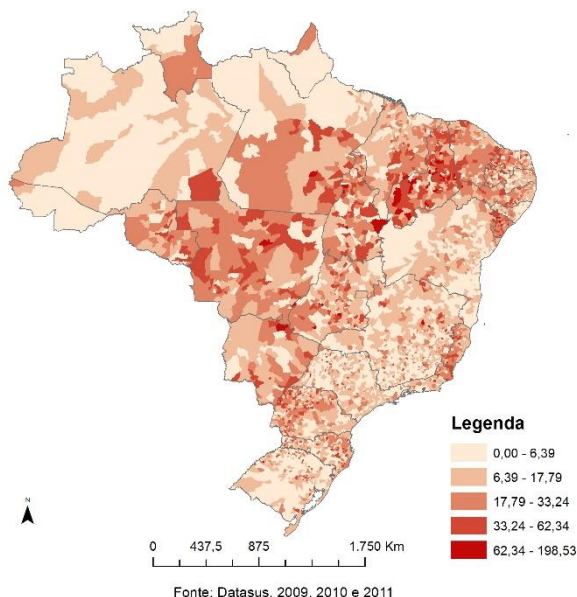


Figura 1 – Taxas de mortalidade padronizadas (TBM<sup>s</sup>), por município, homens, Brasil

A região Nordeste é aquela que apresenta o maior número de estados e municípios com altas taxas de mortalidade de ocupantes de motocicletas. As regiões Sul e Sudeste, que apresentam maior desenvolvimento econômico do país, destacam-se pelo grande número de municípios com taxas de mortalidade mais baixas. Chama a atenção, no entanto, na região Sudeste, a alta concentração de municípios com TBM<sup>s</sup> elevada na região norte do Rio de Janeiro e no estado do Espírito Santo. Martins e colegas (2013) identificaram o crescimento da taxa de mortalidade de ocupantes de motocicletas no Espírito Santo, entre 1996 e 2009, esta elevação foi atribuída ao desenvolvimento do setor petrolífero.

Analisando a Figura 1, merece destaque a grande mancha de municípios com TBM<sup>s</sup> elevada que passa, principalmente, pelas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Segundo Martins e colegas (2013), a explicação pode ter relação com a grande ascensão econômica observada, especialmente, nas regiões destacadas, impulsionado pelo surgimento de novas fronteiras agrícolas e do agronegócio. O aumento da renda teria sido acompanhado da compra de um primeiro veículo, muitas vezes de uma motocicleta (MARTINS et al., 2013). Silva e colegas (2011) mostram que essas regiões apresentaram

taxa de crescimento do número de motocicletas bastante elevadas. A maior parte dos municípios da região Nordeste apresenta uma frota de motocicletas superior à frota de automóveis (SILVA et al., 2011).

Tabela 2 – Taxas Brutas de Internação Padronizadas - TBI<sup>s</sup> Média dos municípios, desvio padrão, máximo e mínimo, por sexo, por região e por porte do município

População		Homens						Mulheres					
		Total	<10mil	>10 mil e < 50 mil	> 50 mil e < 100 mil	> 100 mil e < 500 mil	>500 mil	Total	<10mil	>10 mil e < 50 mil	> 50 mil e < 100 mil	> 100 mil e < 500 mil	>500 mil
Brasil	Obs	5565	2513	2444	325	245	38	5565	2513	2444	325	245	38
	Média	56,4	58,7	53,7	55,1	60,6	72,3	10,4	9,8	10,5	12,3	12,4	12,8
	dp	69,1	74,5	63,5	67,9	65,4	64,9	17,6	18,8	16,1	19,5	17,7	16,0
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Máximo	726,6	622,3	726,6	438,2	299,6	255,5	167,5	167,5	145,7	138,5	99,1	63,2
Norte	Obs	449	167	219	43	18	2	449	167	219	43	18	2
	Média	47,1	35,4	48,6	71,3	82,8	3,2	13,6	9,8	13,9	23,1	25,1	0,9
	dp	77,0	63,6	75,6	106,5	104,2	2,3	25,6	24,5	23,1	34,3	33,3	0,8
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Máximo	470,6	450,6	470,6	438,2	298,2	4,9	167,5	167,5	145,7	138,5	95,4	1,5
Nordeste	Obs	1794	604	1019	113	47	11	1794	604	1019	113	47	11
	Média	75,3	104,7	60,7	61,4	50,3	61,7	12,6	17,0	10,3	11,5	8,9	10,4
	dp	83,8	97,6	72,4	65,3	66,2	59,2	18,1	22,4	15,0	15,9	14,8	10,6
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Máximo	726,6	622,3	726,6	310,7	285,6	170,6	133,9	133,9	125,7	92,3	63,9	26,3
Centro-Oeste	Obs	466	247	184	17	14	4	466	247	184	17	14	4
	Média	81,5	79,8	81,0	84,4	108,6	102,6	20,6	17,9	22,8	25,8	32,8	22,9
	dp	73,4	75,3	65,5	101,8	96,2	95,3	24,5	24,7	22,4	32,5	31,9	26,1
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	2,3	0,6	11,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	2,9
	Máximo	389,4	389,4	326,9	380,3	299,6	228,9	129,7	129,7	106,7	99,8	99,1	59,5
Sudeste	Obs	1668	789	641	99	122	17	1668	789	641	99	122	17
	Média	49,9	47,5	50,0	50,1	60,8	79,1	8,0	6,5	8,9	9,4	10,6	13,3
	dp	51,1	53,6	47,7	45,6	51,8	65,7	12,8	12,9	12,8	10,9	11,2	17,9
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	Máximo	287,9	273,5	287,9	186,9	243,8	255,5	144,7	87,7	144,7	51,8	60,1	63,2
Sul	Obs	1188	706	381	53	44	4	1188	706	381	53	44	4
	Média	30,9	29,9	30,8	28,7	46,4	76,4	5,4	4,6	6,0	6,4	9,4	13,6
	dp	47,1	49,5	40,6	43,9	60,2	55,5	12,7	13,3	11,6	10,6	14,5	11,4
	Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
	Máximo	449,7	449,7	254,3	214,4	254,7	135,1	122,8	122,8	121,2	47,8	56,8	26,4

Fonte: Datasus, 2009, 2010 e 2011

A Tabela 2 apresenta as taxas de internação padronizadas por sexo e municípios. Em primeiro lugar, chama a atenção as similaridades e divergências em relação as taxas de mortalidade. O Centro-Oeste (81,5) e o Nordeste (75,3), mais uma vez, apresentaram a

média das TBI<sup>s</sup> de seus municípios acima da média nacional (56,4), considerando a população masculina. A TBI<sup>s</sup> média dos municípios da região Norte (47,1), ao contrário do observado com a mortalidade, é inferior à média nacional. A diferença entre os níveis das TBI<sup>s</sup> de homens e mulheres, novamente, é bastante significativo. A região Centro-Oeste apresentou a média das TBI<sup>s</sup> mais elevada para as mulheres (20,6), seguida das regiões Norte (13,6) e Nordeste (12,6).

Na região Centro-Oeste, a maior concentração de municípios com taxas de internação elevadas foi identificada em Mato Grosso (Figura 2), assim como na distribuição das taxas de mortalidade. Na região Nordeste, no Piauí, no Rio Grande do Norte e na Paraíba, há, também, municípios com altas taxas de internação, para os homens, distribuídos por toda a extensão desses territórios. Ainda que de modo disperso, nas regiões Sul e Sudeste, observa-se algumas pequenas concentrações de municípios com taxas de internação elevada. Em Minas Gerais e em de São Paulo, principalmente, percebe-se algumas pequenas manchas de municípios com taxas de internação elevadas. Da mesma forma, na região Sul, há uma concentração de municípios com altas TBI<sup>s</sup> no leste de Santa Catarina.

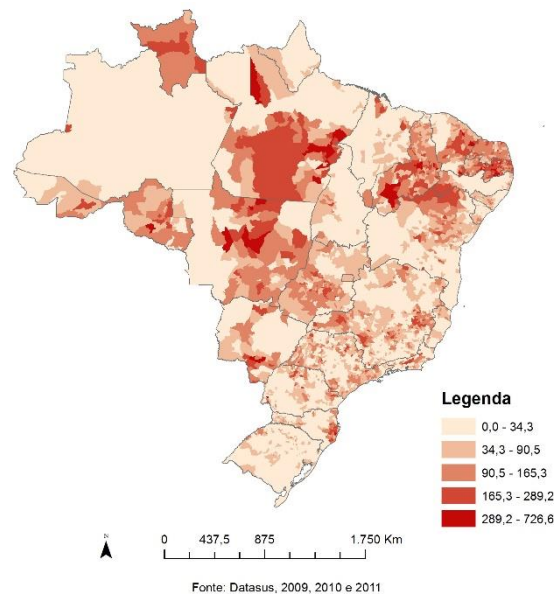


Figura 2 – Taxas de internação padronizadas (TBI<sup>s</sup>), por município, homens, Brasil

A infraestrutura hospitalar e o número de médicos por habitante são apontados por autores como Noland (2003) e Van Beeck et al. (2000) como um importante fator para reduzir a mortalidade de motociclistas. Neste sentido, a região Norte está entre aquelas de mortalidade mais elevada, mas a mesma situação não se repete quando consideramos as taxas de internação. A região Norte apresentava (em agosto de 2010) a menor proporção

de médicos por habitantes<sup>3</sup> (0,8 médicos por 1.000 habitantes – contra 2,0 da região Sudeste, a mais elevada), assim como menor número de leitos hospitalares por habitante (1,9 leitos para cada 1.000 habitantes – a região Sul apresenta a relação de 2,7).

No entanto, apenas a relação leitos por habitante, sozinha, não é capaz de explicar os diferenciais entre as taxas de internação e de mortalidade entre as regiões. A região Nordeste, por exemplo, apresenta a segunda menor relação de médicos e de leitos por 1.000 habitantes, respectivamente, 1,0 e 2,3, no entanto, apresenta a segunda maior média das taxas de internação (Tabela 2). No outro extremo, a região Sul apresentava o número mais elevado de leitos por habitantes e a segunda maior proporção de médicos por habitantes (1,6/1.000), ao mesmo tempo que apresentava a menor taxa de internação média (30,9/100.000 habitantes).

A Figura 3 apresenta o mapa das taxas de mortalidade suavizadas, para os municípios brasileiros. É possível observar, com mais clareza, a extensão da grande mancha de municípios de mortalidade mais elevada, desde o estado do Mato Grosso do Sul, até o estado de Sergipe, passando por diversos estados das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

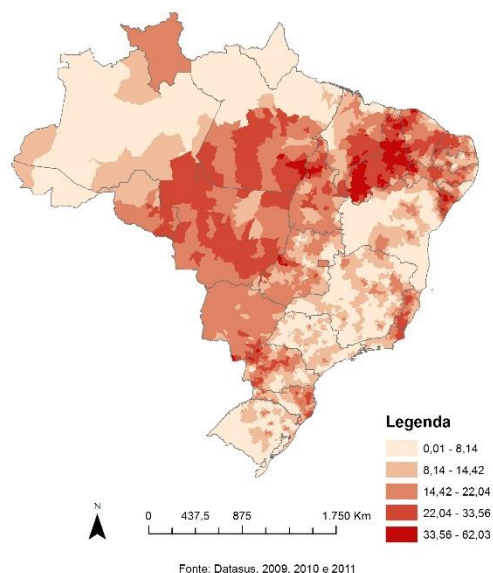


Figura 3 – Taxas de mortalidade suavizadas, por município, homens, Brasil

<sup>3</sup> O número de médicos e a quantidade de leitos por região foram coletados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), disponível para consulta no endereço <http://datasus.gov.br/>.



Os municípios com mortalidade elevada no Espírito Santo e Rio de Janeiro aparecem na Figura 3 de forma destacada. Outro ponto positivo da aplicação da técnica, no que diz respeito à visualização da distribuição das taxas de mortalidade de ocupantes de motocicleta, é que os aglomerados de municípios com taxas similares ficam mais nítidos. Na grande mancha de municípios com altas taxas de mortalidade, destacada há pouco, é possível identificar aglomerados mais expressivos que apresentam padrão semelhante. Por exemplo, na Figura 3, o estado do Piauí apresenta dois agrupamentos de municípios com taxas entre 33,7 e 62,0 (por 100.000), que representam o grupo dos municípios de mortalidade mais elevada.

Outros fatores, além do crescimento econômico e da motorização, podem ser relevantes para explicar a elevada mortalidade de ocupantes de motocicletas. Luz e colegas (2009), por exemplo, observaram que na zona rural de Itiúba (BA), 87% dos condutores de motocicleta declararam não possuir habilitação e 43,7% não utilizar o capacete. Pordeus e colegas (2010) observaram que 55,8% dos atendimentos em um hospital de Fortaleza haviam sido realizados em motociclistas sem habilitação e 56,9% não utilizavam capacete. É bastante provável que estes percentuais sejam ainda mais elevados em municípios menos desenvolvidos do ponto de vista institucional, e, assim, com menor capacidade de fiscalização.

Tay (2005) destaca que, do ponto da análise econômica, o interesse sobre o cumprimento ou não das leis recai sobre os custos percebidos pelos indivíduos de se envolver em alguma atividade ilegal - como conduzir motocicleta sem capacete. Neste sentido, o aumento do custo associado (seja a elevação da severidade da pena ou da probabilidade de apreensão) a um comportamento ilegal resulta em uma redução do mesmo. Para Tay (2005), no campo da segurança de trânsito, o principal papel das leis e da fiscalização é ampliar a certeza de apreensão e de punição.

Com base nessa argumentação, fica um pouco mais fácil compreender a grande distribuição de municípios com taxas de mortalidade e de internação elevada em regiões menos desenvolvidas do país. Além de contar com vias de pior qualidade (que também é um fator determinante para a ocorrência de acidentes) (VAN BEECK et al., 2000), a capacidade de fiscalização é bastante reduzida. Se mesmo em capitais, como Fortaleza, a participação de motoristas sem habilitação, sem capacete e que conduzem sob o efeito do álcool é bastante relevante, é provável que esses números em municípios menores e com menor capacidade de fiscalização sejam ainda mais significativos.

A Figura 4 mostra o mapa dos cluster com base nos LISAs<sup>4</sup> estimados para os municípios brasileiros, construídos a partir das taxas padronizadas de mortalidade de ocupantes de motocicletas do sexo masculino. Na região Norte, é possível visualizar um grande aglomerado de municípios de padrão baixo-baixo, que passa pelos estados do Acre, Amazonas, Pará e Amapá. Observa-se, também, um aglomerado de padrão alto-alto no sul do Pará, essa região já se destacava entre aquelas com elevadas taxas de mortalidade.

Na região Nordeste, localiza-se o aglomerado de padrão alto-alto que agrega o maior número de municípios com elevada mortalidade, cercados por vizinhos com a mesma característica. O referido cluster passa pelos estados do Maranhã, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Sergipe. Na Bahia, no sentido oposto aos demais estados da região, há a presença de aglomerados de municípios com baixas taxas de mortalidade de ocupantes de motocicletas (Figura 4). Nas regiões Sul e Sudeste, em praticamente todos os estados, é possível identificar a presença de aglomerados de padrão baixo-baixo. No entanto, há a presença de um expressivo aglomerado de padrão alto-alto no norte do estado do Rio de Janeiro e boa parte do estado do Espírito Santo.

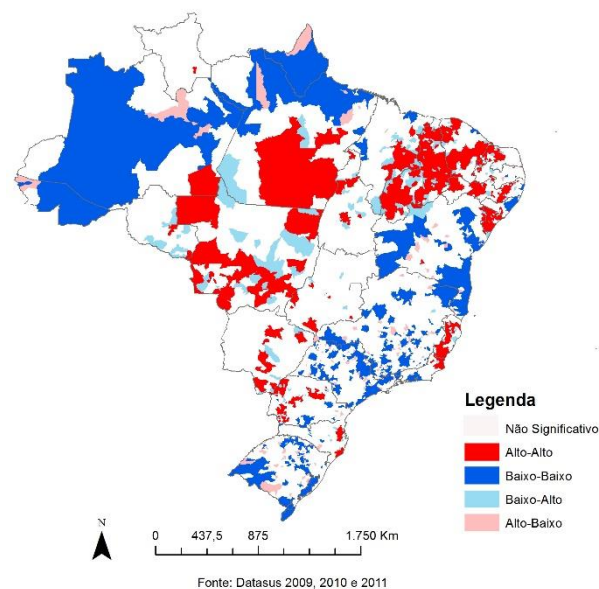


Figura 4 – LISA cluster map das taxas de mortalidade padronizadas, homens

A identificação da autocorrelação espacial de padrão alto-alto em boa parte das regiões em que as taxas de mortalidade haviam sido destacadas entre as mais elevadas indica que

<sup>4</sup> Considerando o nível de significância de 0,05 e o número de permutações igual a 99.

existem fatores de localização, comuns aos municípios desses aglomerados, que influenciam os níveis das taxas de mortalidade nessas regiões. Convém ressaltar, como aponta Anselin (1992), a identificação da presença de autocorrelação espacial não é capaz de informar o porquê da existência dos clusters, nem mesmo os fatores que determinam sua força e forma. Em grande medida, os aglomerados de padrão alto-alto coincidem com os aglomerados de risco de mortalidade elevado identificados por Morais Neto (2012).

Quando procedemos à análise dos LISA estimados a partir das taxas de internação padronizadas, na Figura 5, percebe-se algumas diferenças em relação à mortalidade. Chama a atenção, principalmente, a dimensão do aglomerado de municípios de padrão baixo-baixo, para as taxas de internação masculinas que cobre municípios dos estados do Amapá, Maranhão, Piauí, Tocantins, passando por Minas Gerais e o sul da Bahia. Destaca-se presença de pequenos cluster de padrão alto-alto localizados nas regiões Sul e Sudeste. Três destes podem ser observados no estado de Minas Gerais. A região do Vale do Aço, a Região Metropolitana de Belo Horizonte e o Triângulo Mineiro, em comum, são três regiões contam com municípios com razoável estrutura hospitalar.

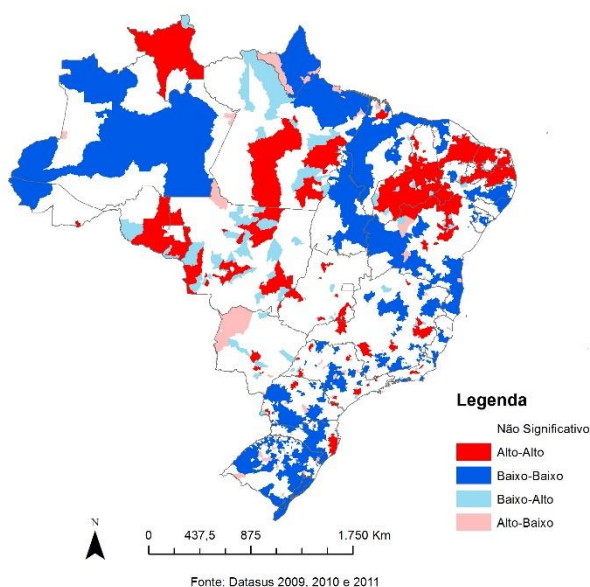


Figura 5 – LISA cluster map das taxas de internação padronizadas, homens

## Conclusão

O objetivo principal do presente trabalho foi gerar estimativas da mortalidade e da ocorrência de internação mais confiáveis e, assim, analisar a distribuição das taxas de

mortalidade e de internação dos municípios brasileiros com mais segurança. Os resultados indicam que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste concentram os municípios com taxas de mortalidade mais elevada. Mesmo com utilização da média móvel de três anos para a construção das taxas e com a suavização utilizando o estimador bayesiano empírico, essas regiões se destacam entre aquelas de mortalidade mais elevada, reforçando a necessidade de atenção por parte do poder público com as mesmas.

Uma das possíveis explicações para a existência de taxas mais elevadas nessas regiões seria o crescimento econômico. A abertura de novas fronteiras agrícolas teve papel importante para o desenvolvimento dessas regiões (MARTINS et al., 2012, SILVA et al., 2011). O crescimento da frota, também influenciada pelo maior acesso ao crédito e novas modalidades compra de motocicletas (como os consórcios) seria um dos fatores que influenciara o crescimento da mortalidade e da ocorrência de acidentes (VASCONCELLOS, 2013; SILVA et al., 2011). A maior dificuldade de fiscalização, para os municípios menos desenvolvidos institucionalmente é, seguramente, um fator determinante (TAY, 2005).

A aplicação da suavização das taxas de mortalidade e de internação com base no estimados bayesiano empírico representou uma melhoria expressiva em termos de visualização das taxas no mapa, principalmente na análise da mortalidade. A comparação dos mapas com as taxas de mortalidade padronizadas (Figura 1) com o mapa com as taxas suavizadas (Figura 5) deixa nítido a melhora na visualização da distribuição das taxas nos mapas. Os valores extremos das taxas observados, depois da utilização do método bayesiano empírico, podem ser analisados com mais segurança, uma vez que esta metodologia controla os efeitos da flutuação aleatória.

O espaço deve ser considerado uma variável relevante para explicar as taxas de mortalidade e de internação dos municípios brasileiros. A presença de distintos padrões de clusters espacial dos LISAs indica que fatores causais que determinam o nível deste indicador operam localmente. Ou seja, a localização do município em termos absolutos e relativos é um fator determinante para o risco de morrer e de ser internado (ANSELIN, 1992).

As principais conclusões deste trabalho são que a mortalidade e as internações estão distribuídas de forma desigual pelo território nacional, que devem ser encaradas como um problema para a sociedade. A utilização de métodos de suavização, além da padronização,

mostra-se estratégias eficientes para gerar melhores estimativas das taxas de internação e de mortalidade dos municípios no Brasil. Contar com boas estimativas é fundamental para entender e enfrentar os desafios relacionados aos fenômenos de interesse. O passo seguinte à realização deste trabalho é a elaboração de modelos econométricos para a identificação de variáveis (renda, IDH, infraestrutura hospitalar e etc.) com potencial explicativo para os níveis observados nas taxas de mortalidade e de internação de motociclistas observadas nos municípios brasileiros.

### **Agradecimentos**

Esse trabalho é parte do projeto “Estimativas de Mortalidade e Construção de Tabelas de Vida para Pequenas Áreas No Brasil” financiado pelo CNPq (Processo: 454223/2014-5).

### **6. Referências Bibliográficas**

ANSELIN, L. (1992). Spatial data analysis with gis: an introduction to application in the social sciences. Technical Report 92-10. 1992.

ANSELIN, L. (1995). Local indicators of spatial association — LISA. *Geographical Analysis*, 27:93–115.

ANSELIN, L., Syabri, I., and Smirnov, O. (2002). Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. In Anselin, L. and Rey, S., editors, *New Tools for Spatial Data Analysis: Proceedings of the Specialist Meeting*. Center for Spatially Integrated Social Science (CSISS), University of California, Santa Barbara. CD-ROM.

ASSUNÇÃO, R. M., Barreto, S. M., Guerra, H. L., & Sakurai, E. (1998). Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana Maps of epidemiological rates: a Bayesian approach. *Cad. Saúde Pública*, 14(4), 713-723.

ASSUNÇÃO, R. and REIS, E. A. (1999). A new proposal to adjust Moran's I for population density. *Statistics in Medicine*, 18:2147–2161.

BACHIERRI G, BARROS AJD. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Rev Saúde Pública* 2011;45(5):949-63

BARROS, A. J. D. et al. Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(4):979-986, jul-ago, 2003

BATISTA AB. Mortalidade por doenças cardiovasculares na população adulta: um estudo têmporo-espacial e demográfico para as microrregiões brasileiras entre 1996 e

2010. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Belo Horizonte.

BAILEY, T.C, GATRELL, A.C. Interactive Spatial Data Analysis. Logman. 1995. ISBN 0-582-24493-5

BESAG, J. and NEWELL, J. 'The detection of clusters in rare diseases', Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 154, 143{155 (1991).

BEST N, Richardson S and THOMSON A. A comparison of Bayesian spatial models for disease mapping. Statistical Methods in Medical Research 2005; 14: 35^59.

BISHAI, D, Quresha A, Jamesb P and Ghaffarc A. National road casualties and economic development. Health Econ. 15: 65–81 (2006)

BLINCOE, L. J., Miller, T. R., Zaloshnja, E., & Lawrence, B. A. (2015, May). *The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010. (Revised)* (Report No. DOT HS 812 013). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

CARVALHO, José Alberto M. de, RODRIGUES, Roberto do Nascimento e SAWYER, Diana Oya. Introdução a alguns conceitos básicos e medidas em Demografia. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 1994.

CARVALHO, A. X. Y. D., Silva, G. D. M. D., Almeida Júnior, G. R. D., & Albuquerque, P. H. M. D. (2012). Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. Cad. saúde pública, 28(7), 1249-1262.

CAVALINI LT, LEON ACMP. Correção de sub-registros de óbitos e proporção de internações por causas mal definidas. Rev Saúde Pública 2007; 41:85-93.

CHANDRAN, A., Sousa, T.R., Guo, Y., Bishai, D., & Pechansky, F. (2012). Road traffic deaths in Brazil: rising trends in pedestrian and motorcycle occupant deaths. Traffic Injury Prevention, 13(Suppl 1), 11–16.

ERDOGAN S. Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. Journal of Safety Research 40 (2009) 341–351

FREIRE FHMA. Demografia de pequenos números. VI Congresso Associação Latino-Americana de População (2014).

GURURAJ G. Road traffic deaths, injuries and disabilities in India: Current scenario The National Medical Journal Of India Vol. 21, NO. 1, 2008

HAINING, R. (2003). Spatial Data Analysis: Theory and Practice. Cambridge.

IBGE. Evolução da Divisão Territorial do Brasil 1872-2010. ISBN 978-85-240-4208-9. IBGE. 2011.

IPEA (2003). Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras. Relatório executivo / Ipea, ANTP. - Brasília : Ipea : ANTP, 2003.

IPEA (2006). Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras. – Relatório Executivo – Brasília : IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.

IPEA (2010). Mobilidade urbana e posse de veículos: análise da PNAD 2009. Comunicados do Ipea. N.73.

JUSTINO, J. R., de Araújo Freire, F. H. M., & Lucio, P. S. (2013). Estimação de sub-registros de óbitos em pequenas áreas com os métodos bayesiano empírico e algoritmo EM. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 29(1), 87-100.

KOPITS, E., CROPPER, M., 2005. Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis and Prevention* 37 (1), 169–178.

KREMPI, Ana Paula. Explorando recursos de estatística espacial para na análise da acessibilidade na cidade de Bauru. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

LAW TH, Umar RS, Zulkaurnain S, Kulanthayan S. Impact of the effect of economic crisis and the targeted motorcycle safety programme on motorcycle-related accidents, injuries and fatalities in Malaysia. *Int J Inj Contr Saf Promot.* 2005 Mar;12(1):9-21.

LAW TH, Noland RB, Evans AW. Factors associated with the relationship between motorcycle deaths and economic growth. *Accid Anal Prev.* v.41, n.2, p.234-40, 2009

LIMA EEC, QUEIROZ BL. Evolution of the deaths registry system in Brazil: associations with changes in the mortality profile, under-registration of death counts, and ill-defined causes of death. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 30(8):1721-1730, ago, 2014.

LUZ, Célia Maria; BRITO, Eneida; GOTARDO Geraldo; JÚNIOR, Julival; TONHÁ, Márcia Cristina; NETO, Pacífico. Perfil do condutor de motocicletas em zona rural do interior da Bahia. *Revista da Abramet*, vol. 27, nº 1, 2009, p. 22-31.

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 Saude Publica* 2012; 28(1):39-51.

MARSHALL RJ. Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators. *J R Stat Soc Ser C Appl Stat* 1991; 40:283-94.

MARTINS ET, Boing AF, Peres, MA. Mortalidade por acidentes de motocicleta no Brasil: análise de tendência temporal, 1996-2009. *Rev Saúde Pública* 2013;47(5):931-41

MELLO-JORGE MHP, KOIZUMI MS. Gastos governamentais do SUS com internações hospitalares por causas externas: análise no Estado de São Paulo, 2000. *Rev. Bras. Epidemiol.* Vol. 7, Nº 2, 2004

MELIONE LPR, MELLO-JORGE MHP. Gastos do Sistema Único de Saúde com internações por causas externas em São José dos Campos, São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 24(8):1814-1824, ago, 2008

MICHAS G, MICHA R. Road traffic accidents in Greece: have we benefited from the financial crisis? *J Epidemiol Community Health* 2013;67:894.

MIKI N, Martimbianco ALC, Hira LT, Lahoz GL, Fernandes HJA, Reis FB. Profile of trauma victims of motorcycle accidents treated at hospital São Paulo. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2014;22(4):219-22. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

MILLER, T. (1993). Costs and consequences of U.S. roadway crashes. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 25, No. 5. pp. 593-607. 1993

MILLER, T. R. (2000). Assessing The Burden Of Injury: Progress And Pitfalls. In *Injury Prevention and Control*, Eds Mohan, D. and Tiwari, G., Taylor and Francis, London.

MOHAN D. Social Cost of Road Traffic Crashes in India. *Proceedings First Safe Community Conference on Cost of Injury*, Viborg, Denmark, October 2002, pp 33-38.

MORAIS NETO, OL; et al.. Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre no Brasil na última década: tendência e aglomerados de risco. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2012. ISSN 1413-8123. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000900002>

NEUMAYER, E., 2004. Recessions lower (some) mortality rates: evidence from Germany. *Soc. Sci. Med.* 58 (6),1037–1047.

NOLAND R. Medical treatment and traffic fatality reductions in industrialized countries. *Accident Analysis and Prevention* 35 (2003) 877–883

OLIVEIRA, Nelson Luiz Batista de; SOUSA, Regina Marcia Cardoso de. Fatores associados ao óbito de motociclistas nas ocorrências de trânsito. *Rev. esc. enferm. USP, São Paulo* , v. 46, n. 6, p. 1379-1386, Dec. 2012 . <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342012000600014>.

PAULOZZI, L. J. (2005). The role of sales of new motorcycles in a recent increase in motorcycle mortality rates. *Journal of safety Research*,36(4), 361-364

PAIXAO, Lúcia Maria Miana Mattos et al . Acidentes de trânsito em Belo Horizonte: o que revelam três diferentes fontes de informações, 2008 a 2010. *Rev. bras. epidemiol., São Paulo* , v. 18, n. 1, p. 108-122, Mar. 2015 . <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201500010009>.

POPULATION REFERENCE BUREAU (2011) *Population Reference Bureau's Population Handbook* - Arthur Haupt, Thomas T. Kane and Carl Haub (Sixth edition). <http://www.prb.org/pdf11/prb-population-handbook-2011.pdf>

PORDEUS AMJ, Vieira LJES, Almeida PC, Andrade LM, Silva ACG, Lira SVG. Fatores associados à ocorrência do acidente de motocicleta na percepção do motociclista hospitalizado. *RBPS, Fortaleza*, 23(3): 206-212, jul./set., 2010

PRESTON Samuel, H; HAUVELINE, Patrick & Guillot Michel (2001). *Demography. Measuring and Modeling population processes*. Blackwell Pub. Malden M. EE. UU pp:38-58.

QUEIROZ, Bernardo L., Everton C. Lima, Flávio H. Freire, and Marcos R. Gonzaga. "Adult mortality estimates for small areas in Brazil, 1980–2010: a methodological approach." *The Lancet* 381 (2013): S120.



RODRIGUES E.M.S., Villaveces A., Sanhueza A. & Escamilla-Cejudo J.A. (2014) Trends in fatal motorcycle injuries in the Americas, 1998–2010, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 21:2, 170-180, DOI: 10.1080/17457300.2013.792289

RUHM C. Are recessions good for your health? *Q J Econ* 2000; 115: 617–50.

RUHM C. A healthy economy can break your heart. *Demography* 2008; 44: 829–48.

RUHM, C. (2006). Deaths Rise in Good Economic Times: Evidence From the OECD (with Ulf-G. Gerdtham), *Economics and Human Biology*, Vol. 4(3): 298-316.

SANTOS AMR, Batista MM, Teixeira NBMV, Mendes TJB. Perfil das vítimas de trauma por acidente de moto atendidas em um serviço público de emergência. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 24(8):1927-1938, ago, 2008

SCHMERTMANN, Carl P., Suzana M. Cavenaghi, Renato M. Assunção, and Joseph E. Potter. "Bayes plus Brass: Estimating total fertility for many small areas from sparse census data." *Population studies* 67, no. 3 (2013): 255-273.

SILVA P.H., Lima M.L., Moreira R.D., Souza W.V., Cabral A.P.. Spatial study of mortality in motorcycle accidents in the State of Pernambuco, Northeastern Brazil. *Rev Saúde Pública*, 45 (2) (2011), pp. 409–415

SOUZA WV, Barcellos CC, Brito AM, Carvalho MS, Cruz OG, Albuquerque, MFM, et al. Aplicação de modelo Bayesiano empírico na análise espacial da ocorrência de hanseníase. *Rev Saúde Pública* 2001; 35:474-80

SOARES, R., 2007. "On the Determinants of Mortality Reductions in the Developing World," *Population and Development Review*, The Population Council, Inc., vol. 33(2), pages 247-287

STUCKLER D, Basu S, Suhrcke M, Coutts A, McKee M. The public health effect of economic crises and alternative policy responses in Europe: an empirical analysis. *Lancet* 2009;374:315-23.

STUCKLER D, Basu S, Suhrcke M, Coutts A, McKee M. Effects of the 2008 recession on health: a first look at European data. *Lancet*. 2011;378:124-5.

SHRYOCK HS, SIEGEL JS, et al. The methods and materials of demography, vol 2. U.S. Bureau of the Census. Washington: U.S. Government Printing Office. 1973.

TAPIA-GRANADOS J. Macroeconomic fluctuations and mortality in postwar Japan. *Demography* 2008; 45: 323–43.

TAY ,R (2005). The effectiveness of enforcement and publicity campaigns on serious crashes involving young male drivers: Are drink driving and speeding similar? *Accident Analysis and Prevention* 37 (2005) 922–929.

VALKONEN T, Martikainen P, Jalovaara M, et al. Changes in socioeconomic inequalities in mortality during an economic boom and recession among middle-aged men and women in Finland. *Eur J Public Health* 2000; 2000: 274–80.

VAN BEECK, E.F., Borsboom, G.J., Mackenbach, J.P., 2000. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *International Journal of Epidemiology* 29 (3), 503–509.

VASCONCELLOS, E.A. (2012). Road safety impacts of the motorcycle in Brazil. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. doi: 10.1080/17457300.2012.696663.

VASCONCELLOS, E.A. (2013). Risco de trânsito, omissão e calamidade: impactos da expansão da motocicleta no Brasil. Instituto Movimento, 1ª Edição. São Paulo

WHO (2013). Global status report on road safety 2013. ISBN 978 92 4 156456 4

WHO (2015). Global status report on road safety 2015. ISBN 9789241565066

WILMOTH, J.R; Mike Dennis. “Social differences in older adult mortality in the United States: Questions, data, methods, and results.” In: Jean-Marie Robine, Eileen M. Crimmins, Shiro Horiuchi, and Zeng Yi (eds.), *Human Longevity, Individual Life Duration, and the Growth of the Oldest-Old Population*, Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 297-332