

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo  
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210017.supl.1>

## A relação entre PIB per capita e os acidentes de transporte nos municípios brasileiros, 2005, 2010 e 2015

Pedro Cisalpino Pinheiro, Renato Azeredo Teixeira, Antonio Luiz Pinho Ribeiro, Deborah Carvalho Malta

<https://doi.org/10.1590/1980-549720210017.supl.1>

Submetido em: 2020-12-14

Postado em: 2020-12-15 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

**DOI: 10.1590/1980-549720210017.supl.1  
e210017.supl.1**

**Artigo original**

**A relação entre PIB per capita e os acidentes de transporte nos municípios brasileiros, 2005, 2010 e 2015**

Relationship between GDP per capita and traffic accidents in Brazilian municipalities, 2005, 2010 and 2015

Relação entre PIB e acidentes de transporte nos municípios brasileiros

Pedro Cisalpino Pinheiro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6954-1708>

Email: [pedrocisalpino@gmail.com](mailto:pedrocisalpino@gmail.com)

Renato Azeredo Teixeira<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1259-6812>

Email: [renato115@yahoo.com.br](mailto:renato115@yahoo.com.br)

Antonio Luiz Pinho Ribeiro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0364-3584>

Email: [tom1963br@yahoo.com.br](mailto:tom1963br@yahoo.com.br)

Deborah Carvalho Malta<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8214-5734>

Email: [dcmalta@uol.com.br](mailto:dcmalta@uol.com.br)

1- Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, Brasil.

2 - Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, Brasil.

Autor correspondente: Pedro Cisalpino Pinheiro. Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais. Avenida Alfredo Balena, 190, sala 812, Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG, 30130-100. E-mail: [pedrocisalpino@gmail.com](mailto:pedrocisalpino@gmail.com)

Financiamento: Projeto de Pequenas Áreas, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde (TED 148- 2018)

Conflito de Interesses: Não há conflitos de interesse

Comitê de Ética: A aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é dispensada pois o estudo analisa dados agregados e sem identificação das pessoas.

Agradecimento: Os autores agradecem à Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde pelo financiamento do projeto.

Autoria: PCP, RAT, ALPR, DCM conceberam e projetaram o estudo. PCP desenvolveu a gestão, exploração e análise dos dados, elaboração e interpretação dos resultados e discussão. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e colaboraram em todo o processo. Todos os autores leram, contribuíram e aprovaram o manuscrito final.

## Resumo

**Objetivo:** O artigo pretende analisar a relação entre o PIB per capita e três variáveis relacionadas aos acidentes de transporte nos municípios brasileiros: a mortalidade por acidentes de transporte terrestre (ATT); as mortes por veículo; e o número de veículos por pessoa. **Métodos:** As taxas de mortalidade por ATT foram estimadas (2005, 2010 e 2015) por meio do estimador bayesiano empírico (EBE). A taxa de mortalidade por veículo foi também estimada pelo EBE. O número de veículos por pessoa foi baseado na razão entre a frota de automóveis e a população residente. Para os três anos em análise, estimamos um modelo de regressão linear entre o PIB per capita municipal e as três variáveis de interesse. **Resultados:** A distribuição das variáveis mostra que a relação entre o PIB e número de veículos por pessoa se manteve crescente ao longo dos anos, e foi sempre negativa considerando as mortes por veículo. A taxa mortalidade por ATT apresentou distribuição próxima a um U-invertido. Os coeficientes do modelo de regressão praticamente não variaram para a relação entre PIB e os veículos por habitante. O sinal para o modelo com a taxa de mortalidade por veículo se manteve o mesmo (negativo), mas apresentou diminuição. A taxa mortalidade por ATT, por sua vez, apresentou inversão do sinal em 2015. **Conclusões:** De modo similar ao observado nos países desenvolvidos, parece ter havido uma inversão na relação entre mortalidade por ATT e PIB nos municípios brasileiros entre 2005 e 2015.

**Palavras-chave:** Mortalidade; Acidentes de transporte; frota; PIB per capita; Municípios

## **Abstract**

**Objective:** The main objective of this paper is to analyze the relationship between GDP and three variables related to traffic accidents in Brazilian municipalities: traffic accident mortality, deaths per vehicle; and vehicles per inhabitant. **Methods:** 2005, 2010 and 2015 terrestrial traffic accident (ATT) mortality rates were estimated using a three years moving average and were standardized, then, we applied the empirical Bayes estimator (EBE). Fatality rates (deaths per vehicle) also were based on EBE. Vehicles per inhabitant considered the ratio between vehicle fleet and the population at municipal level. For every studied year, we estimated linear regression models between GDP and the interest variables. **Results:** Variables distribution indicates that, between 2005 and 2015, GDP and vehicles per inhabitant kept the same rising relationship. Fatality rates show a decreasing association with GDP. TA mortality distribution with GDP presented a pattern close to an inverted-U. Model coefficients practically did not change for the vehicle per inhabitant. Estimated association between deaths per vehicle and GDP kept the same sign, but diminished between 2005 and 2015. Model coefficient sign changed in 2015 for TA mortality. **Conclusion:** Similarly to what was observed in developed countries, the relationship between mortality from traffic accidents and GDP changed in the analyzed period.

**Key words:** Mortality; traffic accidents; fleet; municipalities; GDP per capita

## **Introdução**

A ocorrência de óbitos por acidentes de transporte terrestre (ATT) é consequência tanto da relação veículo por pessoa, como da fatalidade por veículo<sup>1,2</sup>. Neste sentido, depende, ao mesmo tempo, das taxas de motorização (veículos/pessoa) e da taxa de mortalidade por veículo (mortes/veículo)<sup>1</sup>. Para baixos níveis de renda, a relação entre desenvolvimento econômico e taxa de mortalidade por ATT (mortes/pessoas) é positiva<sup>1-4</sup>.

Nos países da OCDE, a relação transversal entre prosperidade e taxa de mortalidade por acidentes de transporte mudou entre 1960 e 1990<sup>2</sup>. Depois de 1970, essa associação passou a ser negativa. O efeito protetivo da renda pode ser consequência de mecanismos de adaptação, como melhoria da infraestrutura e melhoria na assistência médica<sup>2</sup>. Noland<sup>5</sup> aponta o avanço da tecnologia e dos tratamentos médicos como um dos fatores associados à redução da mortalidade por ATT, após a década de 1970, nos países desenvolvidos. Na cidade de Monterrey (México), a implantação de novos pontos de saídas de ambulâncias diminuiu o tempo médio de resposta às emergências<sup>6</sup>.

Bishai et al.<sup>4</sup> apresentam, além da melhoria da assistência aos acidentados, outras linhas de argumentação que pretendem explicar a diferença entre desenvolvimento econômico e mortalidade por ATT entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Na primeira, o desenvolvimento econômico é entendido como pré-requisito para a implementação de capacidade institucional para regulação do sistema de transporte e responsabilização dos infratores. A segunda visão trata dos riscos competitivos. Ou seja, nos países em desenvolvimento o investimento estaria concentrado em prioridades (doenças infecciosas, riscos nutricionais e etc.), negligenciando, em função da limitação de recursos, medidas para conter os riscos de transporte. Outra visão, trata da

composição da frota, para níveis elevados de renda a proporção dos usuários vulneráveis seria menor.

Os resultados de Bishai et al.<sup>4</sup> indicam que apenas os avanços tecnológicos e médicos seriam capazes de diminuir as taxas de mortalidade. No entanto, os autores observam que avanços institucionais, a mudança da composição da frota e existência de riscos competitivos influenciam a ocorrência de acidentes e de ferimentos. Como a relação entre a ocorrência de acidentes e de feridos não apresentou associação com o aumento do PIB, os autores entendem que a principal causa por trás da menor mortalidade por acidentes de transporte nos países ricos seria a maior capacidade de cuidar das vítimas.

Para Paulozzi et al.<sup>3</sup>, o principal motivo da inversão da relação entre mortalidade por ATT e renda é a alteração da composição dos usuários de meios de transporte. O crescimento inicial e posterior declínio das taxas de mortalidade foram consequência das mudanças na proporção de usuários vulneráveis (motociclistas, ciclistas e pedestres). Os resultados de Paulozzi et al.<sup>3</sup> não indicam, para níveis mais elevados de renda, maior segurança nos deslocamentos.

A complexidade do PIB como variável explicativa tem relação com o fato de se tratar de uma proxy de outras medidas de difícil mensuração, como urbanização, composição da frota, disponibilidade de assistência e qualidade das vias<sup>4</sup>. Os modelos estimados por Bishai et al.<sup>4</sup> sugerem que estes fenômenos não medidos impactam a mortalidade por ATT em países ricos e países pobres, bem como tem relação com a capacidade institucional dos sistemas de saúde e legal.

A dinâmica econômica de curto prazo também se relaciona com a taxa de mortalidade por ATT<sup>7-10</sup>. Law et al.<sup>11</sup>, por exemplo, ao avaliar o impacto de uma política pública que visava reduzir a mortalidade por acidente de motocicletas na Malásia, observaram que, além dos efeitos das medidas implementadas, a desaceleração econômica também

impactou negativamente a mortalidade de motociclistas. O aquecimento da economia faz com que mais pessoas circulem com maior frequência e, conseqüentemente, há aumento da exposição ao risco. O inverso também é verdadeiro. Scuffham e Langley<sup>9</sup> observam que, no curto prazo, o aumento do desemprego e a diminuição do PIB estavam associados a uma redução dos acidentes de transporte com vítimas fatais na Nova Zelândia. O Brasil, nos últimos anos, apresentou dinâmicas de crescimento econômico (2003-2008;2009-2014) e o recessão (2015 e 2016)<sup>12</sup>. É provável que estas dinâmicas também tenham afetado a circulação de pessoas e, conseqüentemente, a taxa de mortalidade por ATT.

Para Wegman<sup>13</sup>, a segurança viária é atingida a partir de medidas capazes de adequar a infraestrutura, os veículos e a regulação do sistema de transporte às características dos usuários. Além da infraestrutura adequada, o mesmo autor defende que a segurança das vias depende de regras de trânsito, exigências veiculares, treinamento e educação dos motoristas, regulação e planejamento. De modo geral, principalmente nos países em desenvolvimento, a legislação e o sistema de regulação não conseguem atingir os objetivos propostos<sup>13</sup>.

No Brasil, a capacidade institucional dos sistemas de saúde e de regulação do transporte, além da qualidade das vias, varia de modo substantivo entre os municípios. Naturalmente, essas diferenças influenciam a capacidade de fiscalização e regulação e, conseqüentemente, a segurança dos mesmos. Apesar de responsáveis pela gestão do trânsito em seu território de acordo com a legislação, a maior parte dos municípios não está preparado para tal atribuição<sup>14</sup>.

O portal do Denatran (2020)<sup>a</sup> mostra que, em março de 2020, apenas 1695 (30,4%) municípios possuíam a gestão de trânsito municipalizada. Segundo França e Jacques<sup>15</sup>

---

<sup>a</sup> <https://infraestrutura.gov.br/municipalizacao.html>

as principais razões para a não integração dos municípios ao Sistema Nacional de Transportes são: falta de mão de obra qualificada para implementar e gerir o trânsito no município; falta de recursos para equipar e manter o órgão de trânsito; falta de avaliação sistemática da gestão dos órgãos já integrados ao SNT, capaz de indicar àqueles que ainda não aderiram a eficácia do processo de municipalização.

A taxa mortalidade por ATT no Brasil apresentou movimentos distintos nas últimas décadas. Entre 1990 e 2015, Ladeira et al.<sup>16</sup> observam que houve redução da mortalidade no Brasil. Por outro lado, o período entre 2000 e 2010 é marcado por um aumento da mortalidade por ATT<sup>17-20</sup>. Nos anos mais recentes (2012 e 2013), a taxa de mortalidade por ATT diminuiu em relação a 2010<sup>20</sup>. A dinâmica regional é, no entanto, bastante distinta. Entre 2000 e 2010, os estados das regiões Norte e Nordeste se estiveram entre aqueles com maior elevação da taxa de mortalidade por ATT, principalmente em função da elevação da mortalidade de motociclistas<sup>18,21,22</sup>.

A taxa de mortalidade de motociclistas aumentou de modo bastante expressivo, principalmente depois de 2000<sup>18,19,22</sup>. Diferentemente dos ATT de forma geral, Ladeira et al.<sup>16</sup> apontam para o aumento da mortalidade de motociclistas entre 1990 e 2015. Naturalmente, com importante variação regional, com especial destaque para as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte<sup>18,21,20,23</sup>.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar a associação entre o PIB dos municípios brasileiros, em três pontos no tempo (2005, 2010 e 2015), com a taxa mortalidade por ATT (mortes/pessoas), com o número de veículos por pessoa (veículos/pessoas) e com a taxa de mortalidade por veículo (mortes/veículos). Dada a diversidade socioeconômica e institucional dos municípios, bem como as distintas dinâmicas de renda, espera-se que relação entre o PIB e as medidas de interesse seja, também, diferente. Os resultados podem contribuir para melhor conhecermos um

fenômeno que, anualmente, mata e incapacita milhares de brasileiros e, assim, contar com um leque maior de instrumentos para a prevenção dessas mortes.

## Métodos

O número de óbitos por acidente de transporte, por município, por ano, foi coletado do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)<sup>24</sup>. A população municipal para 2005 e 2015 foi baseada em estimativas da Ripsa<sup>25</sup>, e em 2010, no Censo de 2010<sup>26</sup>. A frota de municipal de veículos, considerando todos os tipos, foi retirada da base de dados do Denatran<sup>27</sup>, tendo como referência o mês de julho de cada um dos anos de interesse. Para o mesmo triênio (2005, 2010, 2015), o PIB municipal, por sua vez, foi baseado nas estimativas do IBGE<sup>28</sup>.

Os óbitos com idade e/ou município ignorados foram redistribuídos proporcionalmente. As taxas de mortalidade por ATT foram construídas considerando, no numerador, a média móvel de três anos ao redor de cada ano base (2004-2006; 2009-2011; 2014-2016). Em seguida, estas taxas foram padronizadas pelo método direto utilizando a população brasileira em 2010 como padrão. A última etapa foi a suavização dessas taxas com base no estimador bayesiano empírico (EBE)<sup>29</sup>, utilizando como estrutura de vizinhança os 15 municípios mais próximos em cada um dos anos analisados. A utilização de um número fixo de vizinhos garante que cada observação conte com uma estrutura de vizinhança de mesmo tamanho dos demais. A suavização bayesiana faz-se necessária em função da flutuação aleatória e dos pequenos números no denominador que podem distorcer as estimativas de risco associado aos eventos de interesse<sup>29-31</sup>.

O estimador bayesiano contraí as taxas observadas nos municípios pequenos em direção à média de seus vizinhos, de modo inversamente proporcional ao tamanho da população<sup>29-31</sup>. Ou seja, municípios mais populosos apresentarão o estimador bayesiano mais próximo das taxas brutas. Por outro lado, nos municípios menores, mais sujeitos aos efeitos da flutuação aleatória e dos pequenos números no denominador, o EBE será

mais próximo da média da taxa dos municípios vizinhos<sup>29-31</sup>. Discussões mais aprofundadas sobre o método pode ser observada em uma série de trabalhos<sup>29-33</sup>.

A taxa de mortalidade por veículo - o número de óbitos dividido pelo tamanho da frota - foi também suavizada pelo EBE, com a mesma estrutura de vizinhança. Neste caso, foi utilizado o mesmo numerador da taxa de mortalidade por ATT, descrito anteriormente. Naturalmente, a frota municipal também está sujeita aos mesmos problemas de flutuação aleatória e dos pequenos números no denominador, razão pela qual a suavização Bayesiana fez-se necessária. É conveniente ressaltar que, em 2005, 89 municípios não dispunham de informação do tamanho da frota na base de dados do Denatran<sup>25</sup>, com grande concentração em Alagoas (81).

Uma vez estimadas as taxas de mortalidade por ATT (mortes/população), a taxa de mortalidade por veículo (mortes/veículos) e a taxa de motorização (veículos/população), para cada ano, estas medidas foram utilizadas como variáveis dependentes em modelos de regressão linear por mínimo quadrados ordinários (MQO) com o PIB per capita como variável explicativa. A ideia é analisar, em diferentes pontos do tempo, a relação entre o PIB e cada uma das taxas de interesse. Alguns valores inverossímeis da taxa de mortalidade por veículo, muito provavelmente em função de problemas na qualidade da informação da frota, foram excluídos da análise utilizando como ponto de corte observações acima do 99,5 percentil. A maior parte das observações excluídas (82) eram do ano de 2005 e apenas duas de 2010. Nenhuma observação foi excluída na análise de 2015.

## Resultados

Nos três anos analisados, a relação entre a taxa mortalidade por ATT e o PIB apresentou distribuição em formato próximo a um U-invertido (Figura 1). Ou seja, aparentemente, para níveis mais baixos do PIB, há uma relação positiva entre renda e taxa de mortalidade por ATT, até o meio da distribuição. A partir daí a renda municipal parece estar associada a níveis mais baixos de mortalidade. No entanto, nos três anos, há uma concentração de municípios de renda mais baixa, com alta taxa de mortalidade por ATT. Em 2010 e 2015, essa concentração é maior que no primeiro ano da série. Esses municípios, quase que exclusivamente, são da região Nordeste. A Figura 1 mostra que municípios de renda mais alta, de modo geral, não figuram entre aqueles com taxa de mortalidade por acidente de transporte mais elevada.

Outra característica regional na Figura 1 é uma concentração de municípios da região Centro-Oeste entre os municípios com renda per capita mais alta e, ao mesmo tempo, com mortalidade elevada. Este grupo pode ser observado em todos os anos, mas com maior nitidez em 2015. No alto da distribuição, principalmente a partir de 2010, os municípios com taxas de mortalidade mais elevada são, na maior parte dos casos, municípios das regiões Norte e Nordeste.

A Figura 2 mostra que, nos três anos analisados, o aumento da renda está associado ao aumento do número de veículos por habitante. No início da distribuição, as taxas crescem de modo acelerado e, em seguida, passam a crescer em ritmo menos acentuado. Chama a atenção, também, alguns municípios de renda mais elevada mais distantes da principal concentração de municípios. Ou seja, que não estão entre aqueles com maior taxa de motorização. Na Figura 2, não há clareza quanto um padrão regional da relação entre o PIB e o número de veículos por habitante. Não houve grandes mudanças no padrão da relação entre PIB e a taxa de motorização entre 2005 e 2015.

A análise da taxa de mortalidade por veículo e da renda municipal per capita mostra uma clara relação decrescente, em todo o período analisado (Figura 3). Nos três anos, observa-se que níveis mais altos de renda estão associados a uma menor taxa de mortalidade por veículo. A Figura 3 sugere que houve melhora na qualidade da informação da frota ao longo do tempo, uma vez que o número de valores extremos em 2015 é menor que o observado em 2005 e em 2010.

A Figura 03 indica ainda que há uma concentração importante de municípios das regiões Nordeste e Norte entre aqueles com maior taxa de mortalidade por veículo e com renda mais baixa. Assim como na Figura 2, ao longo do tempo, não há sinais de alteração na relação entre PIB e a taxa de mortalidade por veículo nos municípios brasileiros.

A Tabela 1 apresenta, para cada um dos anos, os coeficientes da regressão estimada entre o PIB per capita e as três taxas estimadas (mortalidade, motorização, mortalidade por veículo) como variáveis dependentes. Como as Figuras 2 e 3 já sugeriam, entre 2005 e 2015, o aumento do PIB estava associado à redução da taxa de mortalidade por veículo e ao aumento dos veículos por pessoa. Entre 2005 e 2015, o coeficiente estimado para a associação entre PIB e o número de veículos por habitante pouco variou, indicando uma associação positiva com significância estatística.

Considerando a taxa de mortalidade por veículo, a associação com o PIB mantém-se negativa, com significância estatística, ao longo do tempo. Há, no entanto, uma diminuição na magnitude do coeficiente. Em cada ano, o modelo indica uma diminuição do efeito protetivo na taxa de mortalidade por veículo associado ao aumento da renda. Cabe destacar que há sinais claros de melhora da qualidade da informação da frota de veículo ao longo período, que podem ter influenciado as estimativas.

Quanto à taxa de mortalidade por ATT, entre 2005 e 2010, houve diminuição do impacto na mortalidade associado ao aumento da renda, mas esse se manteve positivo. Ou seja, tanto em 2005 como em 2010, o impacto associado ao aumento do PIB per capita municipal era de elevação da taxa de mortalidade por acidentes de transporte. Em 2015, no entanto, há uma inversão dessa relação. O modelo estimado aponta para uma relação negativa. Ou seja, em 2015, parece haver uma associação negativa entre o PIB e a taxa mortalidade por acidentes de transporte.

## Discussão

Os resultados da análise da relação entre a taxa de mortalidade por ATT nos municípios brasileiros e o PIB per capita mostram que, assim como nos países desenvolvidos<sup>1-4</sup>, parece ter havido uma inversão na relação transversal entre essas variáveis com o passar do tempo. Em 2005, o coeficiente era positivo e mais expressivo que em 2010 (também positivo) e, em 2015, este se torna negativo. No caso de veículos por habitante e mortalidade por veículo, o sentido da associação foi mantido ao longo dos anos, ainda que tenha havido diminuição da intensidade do efeito.

Analisando os países da OCDE, Van Beeck et al.<sup>2</sup> observaram a inversão da associação entre a taxa de mortalidade por ATT e PIB per capita, assim como a não alteração da relação considerando o número de veículos por pessoa e as mortes por veículo. A inversão do sentido da associação, segundo os autores, pode ser relacionada com a melhoria na infraestrutura e no cuidado aos acidentados. No Brasil, Carvalho<sup>20</sup> destaca que as internações hospitalares por ATT aumentaram entre 2007 e 2014, mas, ao mesmo tempo, observou-se uma diminuição da mortalidade hospitalar. Ou seja, houve uma diminuição da mortalidade por ATT pós-internação. O que, na visão do autor, permite inferir que houve melhora na estrutura e assistência aos acidentados. É possível que a melhora na assistência tenha relação com a associação negativa entre PIB e a taxa de mortalidade por ATT em 2015<sup>2,5,20</sup>.

É provável, também, que a mudança na composição da frota tenha influenciado a dinâmica de taxa de mortalidade por ATT<sup>3</sup>. Entre 2005 e 2010, houve expansão do tamanho relativo da frota de motocicletas e motonetas, passando de 18,6% para 25%. Entre 2010 e 2015, a participação das motocicletas aumentou em ritmo mais lento, passando para 26,5%<sup>27</sup>. No entanto, essa dinâmica apresenta diferencial regional. As motocicletas representam uma parcela importante da frota, principalmente nos estados

das regiões Norte e Nordeste. Maranhão e Piauí (2015) são os estados de menor PIB per capita e, ao mesmo tempo, aqueles em que as motocicletas e motonetas representam a parcela mais expressiva da frota de veículos, respectivamente, 59,3% e 56,1%. No outro extremo, o Distrito Federal apresenta o maior PIB per capita e a menor frota de motocicletas (11,4%). O aumento da proporção de usuários vulneráveis consta entre as possíveis explicações da associação entre taxa de mortalidade por ATT e PIB<sup>3,4</sup>.

É possível que a associação negativa entre PIB per capita e a taxa mortalidade por ATT identificada em 2015 tenha relação, também, com a desaceleração da atividade econômica observada em anos mais recentes. Em 2015 e 2016, houve retração do PIB no Brasil<sup>12</sup>. Períodos de desaceleração econômica são associados à diminuição da mortalidade por acidentes de transporte em diversos países<sup>7-10</sup>. Naturalmente, há variação regional nos indicadores de atividade econômica que influenciam as medidas analisadas.

Os diferenciais de mortalidade entre os municípios relacionam-se também com a capacidade de gerir e regular o sistema de transporte. Schmidt<sup>34</sup> observa que, no Brasil, a fiscalização e a punição destacam-se como viés preponderante para colocar em prática as normas de trânsito, em detrimento da conscientização e educação. Tal dominância, na visão da autora, prejudica a identificação por parte dos prefeitos da responsabilidade do município na implementação da política de trânsito. A execução de medidas de fiscalização impõe uma série de dificuldades aos municípios, como a inexistência de força policial e de um cadastro municipal de veículos e condutores<sup>34</sup>. Além da fiscalização e punição, a educação dos usuários e a qualidade das vias relacionam-se com o desenvolvimento econômico e a capacidade de investimento dos municípios, e pode estar associada aos resultados apresentados. Além disso, Schmid<sup>34</sup> salienta que os

prefeitos de municípios pequenos também arcam com o ônus político das eventuais punições às infrações de trânsito.

Souza et al.<sup>35</sup> destacam a tendência de aumento das taxas de mortalidade em pequenos municípios e redução nos municípios maiores, mais ricos, nas regiões Sul e Sudeste nos últimos anos. Este fenômeno, poderia ser explicado por políticas regulatórias, melhor atenção às vítimas, maior investimento na melhoria das vias e segurança viária nessas regiões, aumentando a iniquidade na distribuição dos ATT no país.

Diferentes políticas públicas auxiliaram a redução das taxas de mortalidade por ATT, como a implantação do Código de Trânsito Brasileiro<sup>36</sup> em 1998, a Lei "Seca",<sup>37</sup> em 2008, e a Nova Lei Seca, em 2012<sup>38</sup>, assim como medidas regulatórias relacionadas à segurança veicular<sup>39</sup>. A implementação do Serviços de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), em 2003, ampliação das Unidade de Pronto Atendimentos (UPA), ampliação de atendimento hospitalar das urgências, criação de políticas de prevenção à Violência<sup>40</sup>, de Promoção à Saúde<sup>41</sup> e o Projeto Vida no Trânsito são iniciativas que contribuíram na redução das taxas de morbimortalidade transito<sup>18</sup>.

Dentre os limites do estudo, destaca-se a melhoria dos dados do SIM, em anos recentes, melhorando a captação dos eventos e a redução das causas mal definidas, o que pode afetar as tendências, em especial nas regiões Norte e Nordeste, que tiveram melhora expressivas na captação de óbitos e redução de registro de causas mal definidas<sup>42</sup>.

Separar os efeitos de curto e longo prazo da relação entre o PIB per capita e a mortalidade por acidentes transporte no Brasil pode representar uma interessante agenda de pesquisa futura. Outros autores já haviam identificado a redução recente da mortalidade por acidente de transporte em alguns estados da federação<sup>18,20</sup>, bem como a mortalidade feminina por acidente de motocicleta, principalmente nas regiões Sul e Sudeste<sup>22</sup>. É provável que, em anos mais recentes, os dois efeitos tenham atuado

simultaneamente. Além disso, a utilização de outras variáveis para controlar os efeitos da associação entre as variáveis analisadas e a mortalidade por ATT vão auxiliar na melhor compreensão da dessa relação.

## Referências Bibliográficas

1. Kopits E, Cropper M. Traffic fatalities and economic growth. *Accid Anal Prev* 2005; 37(1): 169–178.
2. van Beeck EF, Borsboom GJ, Mackenbach JP. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *Int J Epidemiol* 2000; 29 (3): 503–509.
3. Paulozzi LJ, Ryan GW, Espitia-Hardeman VE, Xi Y. Economic development's effect on road transport-related mortality among different types of road users: A cross-sectional international study. *Accident Analysis and Prevention* 2007; 39:606–617
4. Bishai D, Quresh A, James P, Ghaffar A. National road casualties and economic development. *Health Econ* 2016; 15: 65–81.
5. Noland RB. Medical treatment and traffic fatality reductions in industrialized countries. *Accident Analysis and Prevention* 2003; 35:877–883.
6. Arreola-Risa C, Mock CN, Lojero-Wheatly L, Cruz O, Garcia C, Canavatti-Ayub F, Jurkovic J. Low-Cost Improvements in Prehospital Trauma Care in a Latin American City. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 2000; 48(1):119-124.
7. Law TH, Noland RB, Evans AW. Factors associated with the relationship between motorcycle deaths and economic growth. *Accid Anal Prev* 2008; 41(2):234-240.
8. 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; 378:124-125.
9. Scuffham PA, Langley JD. A model of traffic crashes in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention* 2002; 34: 673–687.
10. Michas G, Micha R. Road traffic accidents in Greece: have we benefited from the financial crisis? *J Epidemiol Community Health* 2013;67:894.

11. 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.
12. Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDS). *Perspectivas Depec 2018: O Crescimento da Economia Brasileira 2018-2023.* BNDS 2018 BACEN, 2018).
13. Wegman FCM. Legislation, regulation and enforcement to improve road safety in developing countries. *World Bank Seminar on Road Safety, Washington, 1992.*
14. Bavo NC. *O Sistema Nacional De Trânsito E Os Municípios De Pequeno Porte [dissertação de mestrado].* Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); 2014.
15. França LCR, Jacques MAP. *Avaliação da eficácia da gestão do trânsito em nível municipal.* Universidade de Brasília, 2007.
16. Ladeira RM, Malta DC, Moraes Neto OL, Montenegro MMS, Soares Filho AM, Vasconcelos CH, Mooney M, Naghavi M. Acidentes de transporte terrestre: estudo Carga Global de Doenças, Brasil e unidades federadas, 1990 e 2015. *Revista Brasileira de Epidemiologia.* 2017; 20(Supl. 1), 157-170.
17. Bachierra 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.
18. Moraes Neto OL, Montenegro MMS, Monteiro RA, Siqueira Júnior JB, Silva MMA, Miranda LOM, Malta DC, Silva Júnior JB. Mortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre no Brasil na última década: tendência e aglomerados de risco. *Cien Saude Colet* 2012; 17(9):2223-2236.
19. Chandran A, Sousa TRV, GuoY ,Bishai D, Pechansky F, The Vida No Trânsito Evaluation Team. Road Traffic Deaths in Brazil: Rising Trends in Pedestrian and Motorcycle Occupant Deaths. *Traffic Inj Prev* 2012; 13(Supl.1):11-16.

20. Carvalho CHR. Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil: Análise dos sistemas de informação do Ministério da Saúde. Texto para Discussão, No. 2212, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.
21. 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.
22. Pinheiro PC, Queiroz BL, Teixeira RA, Ribeiro ALP, Malta DC. A mortalidade feminina por acidentes de motocicleta nos municípios brasileiros, 2005, 2010 e 2015. Revista Brasileira de Epidemiologia (no prelo).
23. Pinheiro PC, Queiroz BL. Análise espacial da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios do Brasil. Ciência & Saúde Coletiva 2020; 25(2): 683-692.
24. Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de informação sobre mortalidade (SIM). Brasil Ministério da Saúde; 2019.
25. Brasil. Ministério da Saúde. Estimativa da população por sexo e idade, 2005 e 2015. Brasil: Ministério da Saúde; 2018.
26. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico de 2010. Brasil: IBGE; 2010.
27. Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). Frota de veículos. Brasília: Denatran; 2019. [acessado 2019 out 07]. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>.
28. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema de contas nacionais: Brasil: ano de referência 2010 / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais. – 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2016
29. Marshall RJ. Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators. J R Stat Soc Ser C Appl Stat 1991; 40(2):283-94.

30. Assunção RM, Barreto SM, Guerra HL, Sakurai M. Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana. *Cad Saúde Pública* 1998; 14(4): 713-723.
31. Carvalho AXY, Silva GDM, Almeida Júnior GR, Albuquerque PHM. Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. *Cad Saúde Pública* 2012; 28(7):1249-1262.
32. Justino JR, Freire FHMA, Lucio PS. Estimacão de sub-registros de óbitos em pequenas áreas com os métodos bayesiano empírico e algoritmo EM. *Rev bras estud popul* 2012; 29(1): 87-100.
33. 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.
34. Schmidt VV. Descentralização federativa e coordenação intergovernamental: um estudo sobre integração dos municípios brasileiros ao Sistema Nacional de Trânsito [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (USP); 2013.
35. Souza VR, Cavenaghi S, Alves JED, Magalhães MAFM. Análise espacial dos acidentes de trânsito com vítimas fatais: comparação entre o local de residência e de ocorrência do acidente no Rio de Janeiro. *Rev Bras Estud Popul* 2008; 25(2):353-364.
36. Brasil. Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. *Diário Oficial da União* 1997; 24 set.
37. Brasil. Lei 11.705, de 19 de junho de 2008. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que 'institui o Código de Trânsito Brasileiro', e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumígeros, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4o do art. 220 da Constituição Federal, para inibir o consumo de bebida alcoólica por

condutor de veículo automotor, e dá outras providências. Diário Oficial da União 2008; 20 jun.

38. Brasil. Lei 12.760, de 20 de dezembro de 2012. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União 2012; 21 dez.

39. Fernanda Wilhelm & Ricardo L. Garcia. Equipamentos de segurança veicular e a legislação brasileira. Rev. Elet. Cient. UERGS, v. 4, n. 2 (Número Especial), p. 283-298, 2018

40. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Portaria GM/MS nº 737, de 16/05/2001 - publicada no DOU nº 96, Seção 1E de 18/05/2011, que institui a Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências. 2ª Edição. Brasília (DF): MS; 2005. (Série E - Legislação de Saúde)

41. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Portaria GM/MS nº 687, de 30/03/2006, que institui a Política Nacional de Promoção da Saúde. Brasília (DF): MS; 2006. (Série Pactos pela Saúde 2006 - Volume 07. Série B - Textos Básicos de Saúde)

42. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Saúde Brasil 2018 uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos: desafios e perspectivas / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

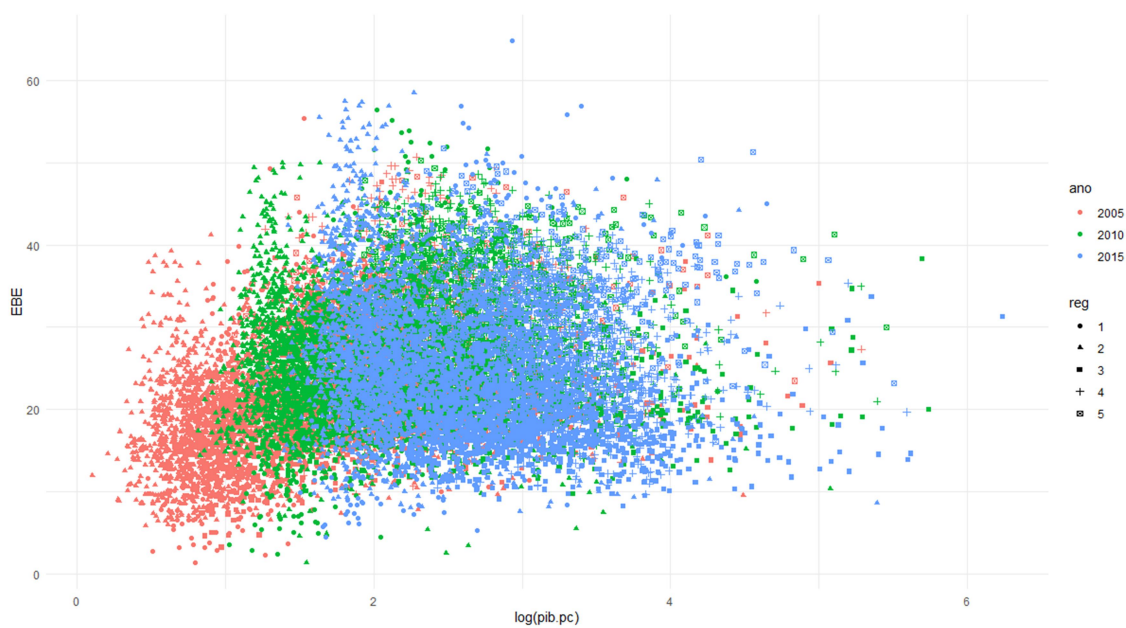
Recebido em 22/07/2020

Revisado em 04/12/2020

Aprovado em 11/12/2020

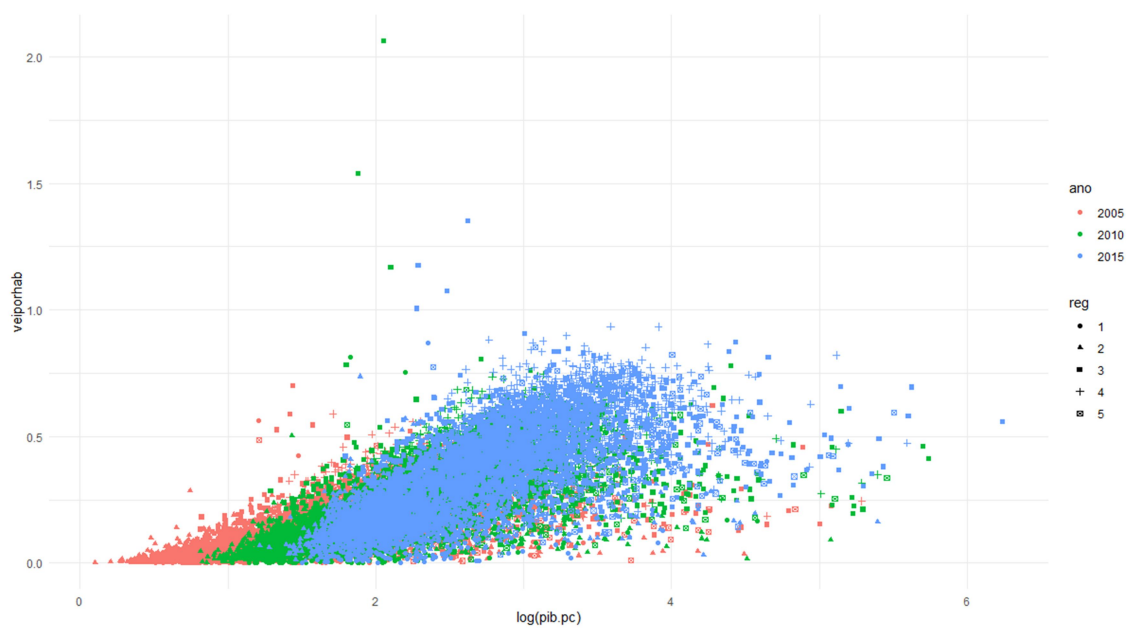


Figura 1 – Taxas de mortalidade por acidentes de transporte (EBE) X PIB per capita, municípios do Brasil, ambos os sexos, 2005, 2010, 2015.



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)<sup>24</sup>; RIPSA, 2005 e 2015<sup>25</sup>; Censo Demográfico de 2010<sup>26</sup>; PIB dos municípios, IBGE<sup>28</sup>

Figura 2 – Relação veículo por pessoas X PIB per capita, municípios do Brasil, 2005, 2010, 2015.



Fonte: Denatran<sup>27</sup>; RIPSAs, 2005 e 2015<sup>25</sup>; Censo Demográfico de 2010<sup>26</sup>; PIB dos municípios, IBGE<sup>28</sup>

Figura 3 – Taxa bayesiana de mortalidade por veículo (Mortes/Veículos) X PIB per capita, municípios do Brasil, ambos os sexos, 2005, 2010, 2015.



Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade (SIM)<sup>24</sup>; Denatran<sup>27</sup>; PIB dos municípios, IBGE<sup>28</sup>

Tabela 1 - Coeficientes de regressão (MQO) das três variáveis dependentes analisadas pelo PIB per capita municipal.

	2005	2010	2015
Mortalidade por ATT	0,195***	0,018**	-0,044***
Mortes por veículos	-5,09***	-2,304***	-1,186***
Veículos por pessoa	0,005***	0,004***	0,004***
N	5392	5562	5570

Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade<sup>24</sup>; Denatran<sup>27</sup>; RIPSAs, 2005 e 2015<sup>25</sup>; Censo Demográfico de 2010<sup>26</sup>; PIB dos municípios, IBGE<sup>28</sup>