

Fatores Associados às Internações do Sistema Único de Saúde (SUS) por Acidentes de Transporte Terrestre no Paraná: Análise pelo Modelo de Painel de Dados Espaciais

Italo Oikawa¹
Cássia Kely Favoretto²

Resumo

Este estudo analisou os fatores espaciais associados às taxas de internações hospitalares (suavizada) do SUS por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná, no período de 2008 a 2018. Utilizou-se o método de suavização bayesiano empírico espacial, a Análise Exploratória de Dados Espaciais e modelo de Painel de Dados Espaciais. Os fatores usados foram o PIB *per capita*, taxa de motorização de veículos, densidade demográfica e prevalência desses acidentes (vitimização). Os resultados mostraram que as taxas de internações foram associadas positivamente com PIB real *per capita* e a taxa de motorização e, negativamente com a densidade demográfica. Constatou-se efeitos das variáveis demográficas dos municípios vizinhos sobre as taxas de hospitalizações do município considerado. As evidências deste estudo podem auxiliar gestores públicos em ações coordenadas sobre alocação de recursos, implementação de políticas de segurança no trânsito, de melhoria do capital humano e da qualidade de vida dos vitimados.

Palavras-chave: Economia da Saúde. Causas externas. Desigualdades Regionais.

Associated Factors with the Hospitalizations in the Brazilian Health System Due to Road Traffic Accidents in Paraná: A Spatial Panel Data Analysis

Abstract

This study analyzed the spatial factors associated with of SUS hospitalization rates (smoothed) due to road traffic accidents in the cities of Paraná, Brazil, in the period from 2008 to 2018. The Spatial Empirical Bayesian smoothing method, Exploratory Spatial Data Analysis and Spatial Panel Data model were used. The factors used were GDP per capita, vehicle motorization rate, population density, and prevalence of accidents (victimization). The results showed that hospitalization rates were positively associated with real GDP per capita and motorization rate, and negatively associated with population density. We also found spillover effects of neighborhood demographic variables on the hospitalization rate for a given municipality. The evidence of this study can help public managers in coordinated actions on resource allocation, implementation of road traffic safety policies and improving human capital and the quality of life of victims.

Keywords: Health Economics. External Causes. Regional Inequalities.

Classificação JEL: I12. C21. C23

1. Introdução

Acidentes de transporte terrestre (ou trânsito) correspondem a uma das principais causas externas e são classificados como grave problema de saúde pública, principalmente, em países em

¹ Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas (PCE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: italo.oiko15@gmail.com

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas (PCE) e do Departamento de Economia, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPQ. E-mail: ckfavoretto@uem.br

Obs: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

desenvolvimento, como é o caso do Brasil (RIOS et al., 2020). Esses acidentes geram, em alguns casos, mortes de indivíduos, já em outros maior demanda por serviços de saúde (internações hospitalares, atendimento especializado, medicamentos e reabilitação do vitimado), impactos sobre a economia (aposentadorias precoces, perda de produção das vítimas no mercado de trabalho, despesas judiciais para investigação do acidente, entre outros), bem como redução da qualidade de vida do vitimado e da sociedade como um todo (WU et al., 2020).

Em 2019, o Brasil ocupa o terceiro lugar no *ranking* dos países com maior número de vítimas fatais em acidentes de transporte terrestre (44.528 óbitos), ficando atrás apenas da China (250.024 óbitos) e da Índia (211.975 óbitos). Já em termos de taxa de mortalidade mundial, no mesmo ano, o país é classificado na 42ª posição (20,5 mortes/100 mil habitantes), sendo a maior taxa registrada pela Arábia Saudita - 59,6 óbitos/100 mil habitantes (GLOBAL BURDEN OF DISEASE, 2020).

No contexto das hospitalizações do Sistema Único de Saúde (SUS) por acidentes de transporte terrestre, em 2019, o Brasil registra 91,8 internações por 100 mil habitantes (BRASIL, 2021a). Regionalmente, no mesmo ano, o Paraná é a unidade da federação que apresenta a segunda maior taxa de internações (88/100 mil habitantes), ficando atrás de Santa Catarina - 96,1/100 mil habitantes (BRASIL, 2021b). No ano abordado, segundo Brasil (2021c), essa unidade é registrada também como a sexta maior economia (PIB de 440 bilhões de reais) do país, o sexto maior valor de rendimento domiciliar *per capita* (1.621 reais), a quinta maior população residente (11.433.957 habitantes) e a terceira maior frota de veículos (7.571.122 unidades). Considerando o destaque epidemiológico, a importância econômica, social e demográfica do estado e o ônus que esses acidentes geram para a sociedade como um todo, tornam-se relevantes pesquisas regionais que avaliam, no tempo e no espaço, os condicionantes dessa causa externa.

Estudos têm buscado avaliar os fatores associados aos acidentes de transporte terrestre no contexto mundial e nacional. Alguns autores, por exemplo, mostram a relação das ocorrências no trânsito com o comportamento adaptativo dos motoristas e a percepção deles sobre o risco desses eventos (WILDE, 2014). Já outros, consideram que condicionantes econômicos - Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* (GONZÁLEZ; PONCE; SOTOS, 2020; SUPHANCHAIMAT et al., 2019) e desemprego (VAZ; TEHRANCHI; CUSIMANO, 2017) - e sociodemográficos - educação, densidade populacional, taxa de motorização de veículos, entre outros (GOEL; JAIN; TIWARI, 2018; LEE et al., 2018; ANDRADE; JORGE, 2017) - podem explicar o comportamento da morbimortalidade por esse agravo.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é analisar os fatores espaciais (econômicos, demográficos e de saúde) associados à taxa de internações hospitalares (suavizada) do SUS por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná, no período de 2008 a 2018. Para isso, é utilizado o método de suavização bayesiano empírico espacial e a econometria espacial (Análise Exploratória de Dados Espaciais - AEDE e o modelo de Painel de Dados Espaciais).

Destaca-se que a suavização da variável dependente (taxa de internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre) pelo método Bayesiano Empírico Espacial é feita neste estudo, em virtude desses dados brutos, em nível municipal, gerarem grande variabilidade das estimações. Dentre os problemas identificados na base, pode-se citar populações pequenas e número de internações muito baixo e/ou igual a zero. Assim, tal metodologia reduz essa variação ao restringir a flutuação aleatória ocasionada pelos eventos raros e incorpora os efeitos espaciais de vizinhança em sua mensuração (CARVALHO et al., 2011; MARSHALL, 1991).

A técnica de análise espacial, por sua vez, é adequada para estudos no contexto da economia das causas externas, pois permite a identificação das áreas com maior concentração desses agravos em um país (GONZÁLEZ; PONCE; SOTOS, 2020; LEE et al., 2018; SORO; ZHOU; WAYORO, 2017; RHEE et al., 2016). Além disso, capta a relação entre indicadores de morbimortalidade e fatores associados, no contexto espaço-temporal, bem como o aspecto regionalizado do setor saúde no Brasil (MENDONÇA; SILVA; CASTRO, 2017).

As estimações econométricas espaciais desta pesquisa têm como base a função de produção de saúde proposta por Grossman (2000; 1972a; 1972b), em que o estado de saúde dos indivíduos (produto) é representado pela taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre.

Essa função, por sua vez, depende de fatores (insumos) econômicos (PIB real *per capita*), demográficos (densidade demográfica e frota de veículos) e de saúde (prevalência desses agravos).

Os resultados desta pesquisa mostram que existem desigualdades regionais na distribuição da taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios paranaenses, entre 2008 e 2018. Com relação aos fatores associados, verifica-se que essa taxa foi afetada positivamente pelos fatores PIB real *per capita* e taxa de motorização de veículos. A densidade demográfica exerce impacto negativo sobre essas hospitalizações. Além disso, é captado os efeitos das variáveis demográficas relacionadas a vizinhança (efeitos de transbordamentos espaciais) sobre a taxa de internações do município em análise. O indicador de saúde (prevalência por essa causa externa) apesar de ser positivo, não apresentou efeito significativo sobre variável dependente.

As contribuições do estudo para a economia paranaense e o setor saúde ocorre sob dois enfoques: em primeiro lugar, com base em um método empírico adequado, se identifica, entre os municípios do Paraná, a associação (espacial e temporal) da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre e os fatores econômicos, demográficos e de saúde. Constata-se também os efeitos de transbordamentos regionais das variáveis envolvidas, no sentido que essa taxa em um determinado município é influenciada pelas condições das regiões vizinhas. Em segundo, a existência de efeitos espaciais locais indica que a tomada de decisão sobre a prevenção desses acidentes deve ser feita de forma mais coordenada entre os gestores de saúde municipais e estaduais. Logo, os resultados obtidos (baseados em evidências) podem ajudar na realização de ações públicas mais efetivas e eficientes de segurança no trânsito, de qualidade de vida e melhoria do capital humano da população dessas áreas.

Além desta introdução e das considerações finais, este estudo está estruturado em três seções. A seção 2 trata das evidências empíricas sobre os fatores associados aos acidentes de transporte terrestre. A seção 3 corresponde à metodologia, com fonte e descrição dos dados e os métodos empíricos. A seção 4 trata dos resultados e a discussão destes.

2. Evidências empíricas sobre os fatores associados aos acidentes de transporte terrestre

Os fatores associados aos acidentes de transporte terrestre têm sido objeto de estudo de diversas áreas, com destaque para saúde e economia (recentemente). Em geral, os trabalhos avaliaram os efeitos de condicionantes (socioeconômicos, demográficos, institucionais, culturais, entre outros) sobre alguns indicadores epidemiológicos, principalmente, mortalidade e número de acidentes/lesões por esse agravo. Contudo, ainda existe uma literatura incipiente no que se refere aos efeitos desses fatores sobre as internações hospitalares por essa causa externa.

Nesta linha, esta revisão narrativa foi organizada sob dois enfoques: em primeiro lugar, foram abordados os estudos (internacionais e nacionais) que analisaram o comportamento da taxa de mortalidade/fatalidade por acidentes de transporte terrestre e seus fatores associados (VAN BEECK; BORSBOOM; MACKENBACH, 2000; YOUNG; BIELINSKA - KWAPISZ, 2006; DADGAR; NORSTROM, 2017; SORO; ZHOU; WAYORO, 2017; GOEL; JAIN; TIWARI, 2018; SILVA et al. 2015). Em segundo, apresentou-se as pesquisas que avaliaram os fatores relacionados às internações hospitalares por essa causa externa (SOARES; BARROS, 2006; NUNES; NASCIMENTO, 2010; ANDRADE; JORGE, 2017).

Van Beeck, Borsboom e Mackenbach (2000) estudaram a associação das taxas de mortalidade (por mil habitantes) e de lesões fatais (número de mortes/número de veículos) por acidentes de transporte com o PIB *per capita* (*proxy* da prosperidade econômica), em 21 países industrializados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, no período de 1962 a 1990. A metodologia utilizada foi a análise de regressão múltipla com dados em painel. Essa prosperidade afetou de forma positiva a taxa de mortalidade (por mil habitantes) nos anos 60 e negativa, a partir dos anos 70. Já a taxa de lesões fatais apresentou relação negativa em todo o período de análise. No longo prazo, a relação entre mortalidade por essa causa externa e tal prosperidade foi não-linear, no sentido que, inicialmente, o desenvolvimento econômico resultou em crescimento do

número de mortes. Contudo, depois, atuou como mecanismo de proteção, pois os países realizaram investimentos em infraestrutura e atendimento hospitalar.

Scuffham e Langley (2002) estimaram a associação entre mudanças de tendências e sazonalidades da mortalidade por acidentes de transporte terrestre e variações nas condições econômicas na Nova Zelândia, no período de 1970 a 1994. Para isso, utilizaram a metodologia de série temporal estrutural. As variáveis dependentes corresponderam as taxas de acidentes fatais mensuradas por 10 mil km viajados, por mil veículos e por mil habitantes. A taxa de desemprego, o PIB *per capita* e o consumo de álcool *per capita* explicaram a dinâmica de curto prazo do modelo estimado. Já a análise de longo prazo mostrou que o PIB *per capita* afetou positivamente a taxa de acidentes fatais, exceto para a taxa mensurada por 10 mil km viajados. O aumento no limite de velocidade levou a um crescimento na taxa de acidentes fatais no longo prazo. As *dummies* referentes à crise do petróleo de 1979 e às leis de uso do cinto de segurança reduziram esses acidentes fatais no modelo.

Young e Bielinska-Kwapisz (2006) analisaram a relação entre as taxas de mortalidade (em mil habitantes) por acidentes de trânsito (total) e por faixa etária (16 a 20 anos) e as variáveis preço e consumo do álcool nos Estados Unidos, entre 1982 e 2000. Foram estimados modelos de regressão múltipla com painel de dados com efeitos fixos por estados. Verificaram que essas taxas se relacionaram negativamente ao preço do etanol (dólares por galão) e a existência de legislação sobre uso de cinto de segurança. Por sua vez, elas apresentaram relação positiva com o consumo (galões de etanol *per capita*), renda *per capita* e mobilidade (milhas viajadas por motorista). No quesito religião (percentagem de católicos, mórmons e batistas), observaram que essas taxas foram afetadas de forma negativa e positiva pelos percentuais de católicos e da igreja batista, respectivamente.

Dadgar e Norstrom (2017) avaliaram para 18 países da OCDE, no período de 1960 a 2011, os efeitos de curto (pró-cíclico) e longo (protetor) prazos (em conjunto) das variações do PIB *per capita* sobre as mortes por acidentes de trânsito (em geral). Em termos metodológicos, aplicaram um modelo de Correção de Erros (MCE). O PIB *per capita* afetou de forma positiva e negativa essa taxa de mortalidade no curto prazo e no longo prazo, respectivamente. No entanto, ao analisarem períodos específicos, identificaram uma quebra estrutural: o efeito pró-cíclico superou o efeito protetor no período anterior a 1976 e o inverso ocorreu entre os anos de 1976 a 2011. Concluíram que, no curto prazo, o crescimento desse fator econômico, ao estimular a frota de veículos, expandiu essas mortes. Já no longo prazo, gerou a melhora da segurança no trânsito e, conseqüentemente, a redução desses óbitos.

Soro, Zhou e Wayoro (2017) analisaram as taxas de acidentes e de lesões dos acidentes de transporte terrestre (fatais e não fatais) de 31 regiões administrativas (divisões de nível provincial) da China continental, entre 2004 e 2013. Para isso, usaram o modelo de regressão de painel espacial com efeitos fixos. Os resultados confirmaram a presença de efeitos de transbordamentos (vizinhança) a partir da estatística do I de Moran. Alguns fatores explicativos, tais como o tráfego de transporte de cargas, a extensão de vias pavimentadas e a população acima de 65 anos afetaram positivamente o comportamento das taxas de acidentes. Identificaram também que aumentos do PIB regional, da taxa de desemprego e do tráfego de passageiros reduziram essas taxas.

Por sua vez, Goel, Jain e Tiwari (2018) realizaram uma análise espacial, no período de 2010 a 2012, dos fatores correlacionados ao risco de fatalidades dos usuários vulneráveis do trânsito (pedestres, ciclistas e motociclistas) em Deli, na Índia. Utilizaram a abordagem Bayesiana Hierárquica e o modelo de regressão Poisson. Encontraram associação negativa entre o risco de fatalidade e as variáveis *status* socioeconômico (taxa de alfabetização), densidade demográfica e número de rotatórias. Por outro lado, foi identificada relação positiva entre esse risco e o percentual de população empregada, número de pontos de ônibus, quantidade de viadutos (grades separadoras) e quilometragem viajada por veículos.

No contexto nacional, Silva et al. (2015) estimaram a relação entre fatalidades de motociclistas e variáveis associadas a Teoria da Reprodução Social de Samaja (dimensões bicomunal, econômica e ecológico-política) nos municípios de Pernambuco, no período de 2000 a 2005. As variáveis consideradas no estudo foram as seguintes: i) óbitos por acidentes de motocicletas representados por

seus coeficientes de mortalidade (dimensão bicomunal); ii) índice de GINI, PIB *per capita*, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), nível de pobreza e educação (dimensão econômica) e; iii) crescimento populacional, densidade demográfica, frota de automóveis, frotas de motocicletas e de veículos (total), taxa de motorização e trânsito municipalizado - incluiu inspeção, sinalização, operações de segurança viária e prevenção de acidentes (dimensão ecológico-política). Os resultados mostraram que os municípios com os maiores coeficientes de mortalidade, foram aqueles com alto crescimento populacional, grande frota de motocicletas, baixa densidade populacional e reduzido PIB *per capita*. Concluíram que, variáveis relacionadas às macros políticas, explicaram as maiores probabilidades de mortes de motociclistas nos municípios do estado nordestino.

Quanto aos trabalhos que identificaram os condicionantes associados às internações por acidentes de transporte terrestre, primeiramente, destaca-se o de Soares e Barros (2006). Esses autores analisaram os fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito ocorridos no Município de Maringá, Paraná, no ano 2000. A partir de análise univariada e de regressão múltipla de Cox, mostraram os seguintes resultados: i) o risco médio de internação foi igual a 19,4/100 vítimas (673 internações) e ii) as categorias de maior risco de internação foram as vítimas pedestres, ciclistas e motociclistas, com idade acima de 50 anos, vitimadas em colisão com transporte pesado ou ônibus, em acidentes ocorridos de madrugada e de tarde e condutor do veículo residente no próprio município.

Nunes e Nascimento (2010) buscaram identificar os aglomerados de municípios com elevadas taxas de internações por acidentes de motos (um dos tipos de veículos terrestres), na região do Vale do Paraíba (27 municípios), estado de São Paulo, no período de 2001 a 2005. A análise espacial se baseou no Índice de Moran Global e na correlação de Pearson entre essa taxa (por 100 mil habitantes) e o fator frota de motocicletas. Os resultados apontaram correlação positiva entre a variável dependente e esse fator explicativo, com concentração de municípios com altas taxas de internação na zona oeste da região analisada.

Já Andrade e Jorge (2017) realizaram análise descritiva (estudo ecológico) das taxas de internações por acidente de transporte terrestre (ATT) no Brasil, no ano de 2013. Encontraram que, no ano analisado, ocorreram 170.805 internações por ATT, sendo 78,2% de indivíduos do sexo masculino, 48,6% na faixa etária de 20 a 39 anos e 51,9% motociclistas. Apontaram que essa taxa de internação foi de 85,0 por 100 mil habitantes e o gasto total dessas hospitalizações totalizou aproximadamente 231,47 milhões de reais, com 1.072.557 dias de permanência e média de 6,3 dias de internação por paciente.

A partir dos trabalhos abordados, foi possível observar que variáveis socioeconômicas (renda, emprego, educação, preço e consumo de álcool, investimentos em infraestrutura viária e em saúde), demográficas (religião, sexo, densidade demográfica, densidade de veículos e taxa de motorização) e mobilidade no trânsito (quilômetros viajados) foram alguns dos fatores condicionantes das taxas de mortalidade/fatalidade por acidentes de transporte terrestre no mundo e no Brasil. No caso da variável internações, constatou-se apenas o efeito de condicionantes demográficos.

3. Metodologia

3.1 Fonte e Descrição dos Dados

A base de dados usada neste estudo correspondeu ao número de autorizações de internações hospitalares (AIH's) do SUS por acidentes de transporte terrestre (por local de residência), cuja área de abrangência correspondeu aos 399 municípios do Paraná, no período de 2008 a 2018. Essas informações compõem o subgrupo denominado "morbidade hospitalar do SUS por causas externas – acidentes de transporte terrestre" (códigos de V01 a V89) do capítulo XX da Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças - CID-10, que foram coletados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do DATASUS (BRASIL, 2020). A escolha do período de análise (2008 a

2018) foi motivada pela uniformidade metodológica³ da variável de interesse e a disponibilidade de informações do fator econômico (PIB *per capita*) em nível municipal.

A taxa de internação bruta por acidentes de transporte terrestre (variável dependente) foi obtida a partir da divisão do número de AIH's de cada município pela sua população total estimada, sendo o resultado multiplicado por 100 mil. A forma de mensuração dessa taxa se baseou no estudo de Nunes e Nascimento (2010). Cabe destacar que essa taxa (em nível municipal), ao ser usada nas estimações, provocou grande variabilidade nos resultados, devido aos dados apresentarem populações pequenas e quantidade de internações muito baixa e/ou igual a zero. Para solucionar esse fato, aplicou-se o método de suavização bayesiana empírica espacial na variável de interesse, conforme realizado por Pinheiro e Queiroz (2020) em pesquisa sobre mortalidade por acidentes com motocicletas e Carvalho et al. (2011), em estudo sobre outro tipo de causa externa (homicídios).

Os fatores associados à taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte nos municípios do Paraná foram divididos em três grupos: i) econômicos, que abrangeu a variável PIB real *per capita* (*proxy* para renda); ii) demográficos, o qual englobou a taxa de motorização de veículos e a densidade demográfica e; iii) indicador de saúde, que referiu-se a prevalência desses acidentes (*proxy* para vitimização). Esses condicionantes foram escolhidos com base na revisão de literatura (seção 2) e na disponibilidade de dados dessas áreas.

O PIB real *per capita* (em 1000 reais) foi obtido a partir do deflacionamento do PIB *per capita* nominal de cada município, disponível no site do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (PARANÁ, 2021a). Para realizar esse processo, utilizou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA (ano base 2018), que foi disponibilizado pelo IBGE para os anos de 2008 a 2018 (BRASIL, 2021e). O uso desse fator foi relevante neste estudo para captar a relação entre o nível econômico de uma determinada área e as hospitalizações por acidentes de transporte terrestre (GOEL; JAIN; TIWARI, 2018; DADGAR; NORSTROM, 2017; SORO; ZHOU; WAYORO, 2017; SILVA et. al, 2015).

Na mensuração da taxa de motorização de veículos foram usados os dados da frota total de veículos⁴ - para captar o efeito do grupo por completo - e as populações residentes de cada município, disponíveis no site do IPARDES (PARANA, 2021b) e do DATASUS (BRASIL, 2021f), respectivamente. Essa taxa foi obtida dividindo-se a frota de cada área pela sua população, multiplicando-se por 1000. Destaca-se que esse fator permite captar o impacto de mudanças na quantidade de veículos (no espaço e no tempo) sobre os acidentes de trânsito fatais e com lesões – vulnerabilidade veicular (SILVA et al., 2015; NUNES; NASCIMENTO, 2010).

A densidade demográfica, por sua vez, foi mensurada a partir da divisão entre o número de habitantes de cada município paranaense pela sua área em metros quadrados. Os dados também foram coletados no site do IPARDES (PARANÁ, 2021c). Segundo Goel et al. (2018) e Silva et al. (2015), o uso desse fator em pesquisas é importante, pois mostra como mudanças (ou diferenças regionais) populacionais podem influenciar o comportamento dos acidentes de trânsito em um país.

A prevalência por acidentes de transporte terrestre (indicador de saúde) foi calculada dividindo-se o número total de vítimas desses acidentes pela população residente de cada município (por ano). Os dados sobre as vítimas foram obtidos no site do IPARDES (PARANA, 2021d). Conforme Organização Pan-America da Saúde (2010), a prevalência é um indicador que reflete as condições de saúde e doença em uma população, sendo um fator essencial para formulação de políticas públicas. No caso desta pesquisa é relevante para captar a questão da vitimização por esse agravo.

Na suavização da taxa de internações hospitalares bruta por acidentes de transporte terrestre e na realização da AEDE foi utilizado o *software* GeoDa 1.12. Para a confecção dos mapas, utilizou-

³ A partir de janeiro de 2008, foi implantada uma nova Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses e Próteses e Materiais Especiais do Sistema Único de Saúde – SUS, instituída pela Portaria n.º 321 de 08 de fevereiro de 2007 (BRASIL, 2021d).

⁴ A frota de veículos incluiu automóvel, caminhão, caminhão trator, caminhonete, camioneta, ciclomotor, micro-ônibus, motocicleta, motoneta, ônibus, reboque, semirreboque, trator de esteira, trator de rodas trator misto, triciclo, utilitário e outros tipos (PARANÁ, 2021b).

se o *software* ArcMap 10.5. Por fim, os modelos econométricos de Painel de Dados Espaciais foram estimados no *software* STATA 13.

3.2 Método de Suavização dos Dados

O primeiro passo metodológico desta pesquisa foi realizar a suavização da taxa bruta de internações hospitalares por acidentes de transporte nos municípios paranaenses. Esta subseção foi desenvolvida com base nos estudos de Pinheiro e Queiroz (2020), Carvalho et al. (2011) e Marshall (1991).

Conforme literatura sobre métodos de suavização, um baixo número de casos observados em municípios pequenos (população reduzida) gera estimativas pouco representativas, ou mesmo distorcidas, do evento analisado. Quando os eventos são relativamente raros (como no caso das internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre), é provável que existam taxas brutas iguais a zero; porém, isso não significa que o risco de ocorrência do evento em questão seja nulo. Estimativas de taxas brutas iguais a zero podem resultar em intervalo temporal insuficiente.

Nessa linha, quando os municípios são pequenos, implica que, no cálculo de suas taxas brutas (de internações), o valor do denominador é baixo (população pequena). Conseqüentemente, qualquer aumento (ou redução) na ocorrência de um evento (mudanças no numerador) podem gerar grandes variações nas estimativas. O grau de variabilidade aleatória é determinado assim pelo tamanho das unidades geográficas consideradas. Nesse contexto, a suavização de taxas brutas com a aplicação de métodos bayesiano e bayesiano empíricos espaciais (local) podem solucionar os problemas supracitados.

A taxa bayesiana empírica global corresponde a soma ponderada entre a taxa bruta e taxa média geral/global. A sua ponderação tem um fator inversamente proporcional a população em risco, ou seja, quanto maior a população do município, maior é a confiabilidade da estimativa (menor a variabilidade aleatória). Já a taxa bayesiana empírica espacial (ou local) é diferente, pois a ponderação é feita como base no valor médio local.

Em geral, espera-se que municípios próximos apresentam similaridades nas ocorrências de determinado evento (*clusters*). A abordagem local (espacial) do estimador bayesiano empírico utiliza as informações da vizinhança de cada município como os parâmetros para a suavização. A estimativa da taxa suavizada é obtida a partir da convergência da taxa bruta em direção à média observada em seus vizinhos. Em termos globais, a estimativa que leva em conta a média local da vizinhança tende a apresentar uma suavidade espacial mais próxima da realidade do evento estudado. Destaca-se que na estimação da taxa bayesiana empírica espacial das internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre nos municípios paranaenses foi considerada a estrutura de vizinhança composta por cinco vizinhos mais próximos (k -vizinhos = 5), definida na subseção 3.3.

3.3 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e Modelo de Painel de Dados Espaciais

Na sequência deste estudo, realizou-se a análise do padrão espacial da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre nos municípios do Paraná, entre 2008 e 2018, por meio da AEDE. O objetivo foi identificar as distribuições espaciais e os padrões de associação (*clusters* espaciais) ou localidades atípicas (*outliers* espaciais) dessa variável. Com base nos estudos de Elhorst (2014) e Anselin, Florax e Rey (2013), realizou-se a distribuição geográfica da variável dependente ao longo do tempo - considerando os anos inicial (2008), mediano (2013) e final (2018) da série - por meio de mapas quantílicos. Além disso, identificou-se as matrizes de pesos espaciais (rainha, torre, k -vizinhos – k_5 , k_7 e k_9) e a autocorrelação global positiva a partir da estatística I de Moran. Por fim, por meio do mapa de *clusters* LISA (*Local Indicator of Spatial Association*), verificou-se os tipos de *cluster* espaciais classificados em cinco categorias: Não significativo, Alto – Alto (AA), Baixo – Baixo (BB), Alto – Baixo (AB) e Baixo – Alto (BA).

A análise dos fatores associados à taxa de internação hospitalar (suavizada) por acidentes de transporte terrestre nos municípios do Paraná foi realizada por meio do modelo de Painel de Dados Espaciais. Os dados em painel desta pesquisa apresentaram dimensão de corte transversal (399 municípios) e temporal (2008 a 2018). Destaca-se que esta parte da metodologia está baseada em Hsiao (2014), Anselin, Florax, Rey (2013), Almeida (2012) e Lesage e Pace (2009).

De forma específica, o termo Dados em Painel se refere ao agrupamento de observações em corte transversal de famílias, países, firmas, entre outros durante vários períodos de tempo. Nesses modelos é comum a presença de heterogeneidade individual, a qual gera um efeito não observável, conhecido por Efeito Fixo. Nesse caso, a estimação consistente dos parâmetros do modelo é feita com base no Estimador de Efeitos Fixos.

É possível que não haja correlação entre as características individuais e as variáveis independentes do modelo, ou seja, tais características apresentam um comportamento aleatório (Efeito Aleatório). A estimação nesse caso é feita inserindo-se a heterogeneidade dos indivíduos no termo de erro. Esse procedimento é conhecido como Estimador de Efeitos Aleatórios. Cabe destacar que o estimador de Mínimos Quadrados Ordinários – MQO e de Efeitos Fixos geram estimativas consistentes dos parâmetros, mas não são eficientes em comparação ao de Efeitos Aleatórios.

O modelo geral de painel de dados (espaço-temporal) com N observações relativas a indivíduos ou regiões ($i = 1, \dots, N$) e T períodos de tempo ($t = 1, 2, \dots, T$) para as variáveis e os termos de erro, tem a seguinte formulação:

$$y_{it} = \delta W y_{it} + X_{it} + W X_{it} \tau + u_{it} \quad (1)$$

$$u_{it} = \lambda W u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

em que, W é a matriz de pesos espaciais com dimensão n por n ($n \times n$), $W y_{it}$ é a defasagem espacial da variável dependente (y_{it}), X_{it} são as variáveis independentes e $W X_{it}$, as suas defasagens espaciais, u_{it} são os erros e $W u_{it}$ são os erros defasados espacialmente. Os parâmetros δ e λ são escalares espaciais e τ é um vetor de coeficientes espaciais.

Na análise espacial, a principal objeção em relação ao empilhamento de dados é que o modelo gerado não leva em consideração a heterogeneidade espacial e temporal. Unidades espaciais podem diferir umas das outras nas suas variáveis de fundo ou *background variables* (isto é, variáveis explicativas que podem afetar outras variáveis dependentes, mas não pode ser afetada por elas). Tratam-se, portanto, de variáveis espaço-específico e tempo-invariante que não afetam a variável dependente e que são difíceis de serem mensuradas. Não considerar essas variáveis nas estimativas pode aumentar o risco de se obter resultados viesados. Logo, a solução para o problema supracitado é introduzir a variável intercepto μ_i , que representa o efeito das variáveis omitidas e essas são peculiares para cada unidade espacial considerada.

O modelo do tipo *pooled data* sem controle para efeitos não observados e na forma empilhada, é dado por:

$$y_{it} = X_{it} \beta + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

em que $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{nt})'$ é a variável dependente; $X_{it} = (X'_{it}, \dots, X'_{nt})$ são as variáveis explicativas exógenas; β é o vetor de coeficiente e $\varepsilon_{it} = (\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{nt})'$ é o termo de erro, identicamente e independentemente distribuído, com média zero e variância constante.

Já o modelo com efeitos não observados e dados espaciais na forma empilhada, sem dependência espacial, tem a seguinte forma:

$$y_{it} = X_{it} \beta + \alpha_i + e_{it} \quad (4)$$

em que $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)'$ são os efeitos não observados, específicos às regiões e invariantes no tempo. Estes efeitos podem ou não estar correlacionados com as variáveis explicativas (X_{it}).

No modelo de efeitos fixos é assumido que as diferenças das regiões (características individuais) são apresentadas nos diferentes interceptos. Esses efeitos pretendem capturar o fato de as áreas não serem homogêneas (ou seja, existir heterogeneidade não observável nas estruturas econômicas, sociais, institucionais e políticas entre as regiões, permitindo que tais diferenças sejam tratadas de forma sistemática). Esse modelo permite controlar esses componentes não observados, além de eliminar o viés das variáveis observáveis (relevantes) omitidas, que não variam com o transcorrer do tempo de análise. A estimação do modelo espacial por efeitos fixos tem a vantagem de controlar esse tipo de heterogeneidade não observável, considerando adicionalmente a dependência espacial dos dados.

Na verificação da questão se o modelo de efeitos fixos convencional (sem dependência espacial) necessita ou não da inclusão de alguma defasagem espacial, é preciso checar se os resíduos do modelo convencional se mostram autocorrelacionados espacialmente (ou seja, se existe autocorrelação espacial na dimensão do corte transversal). Para isso, deve aplicar os seguintes testes de autocorrelação espacial: i) I de Moran para os resíduos das unidades de corte transversal para cada período e; ii) Multiplicador de Lagrange da defasagem espacial e do erro espacial. Constatada a presença de erros autocorrelacionados, há a necessidade de tratar essa dependência, incorporando alguma defasagem espacial no modelo.

O modelo de dados em painel de efeitos fixos com dependência espacial assume a seguinte forma:

$$y_{it} = \alpha_i + \rho W y_{it} + X_{it} \beta + W X_{it} \tau + \xi_{it} \quad (5)$$

$$\xi_{it} = \lambda W \xi_{it} + e_{it} \quad (6)$$

em que $W y_{it}$ é a defasagem espacial da variável dependente; as variáveis explicativas (X_{it}) exógenas defasadas espacialmente são representadas por $W X_{it} = (W X'_{1t}, \dots, W X'_{nt})'$; os erros (ξ_{it}) defasados espacialmente são simbolizados por $W \xi_{it}$. A matriz de ponderação espacial W é definida segundo algum critério e é mantida inalterada para todos os anos do painel. Finalmente, ρ e λ são parâmetros espaciais escalares, ao passo que τ é um vetor de coeficientes espaciais.

Admitindo restrições aos parâmetros espaciais das equações (5) e (6), é possível obter vários modelos de efeitos fixos com dependência espacial. No Quadro 1 estão sumarizados esses modelos, a abrangência geográfica de cada um e as restrições impostas. Em geral, observa-se que os modelos SAR e SEM tem abrangência local, o SLX apenas local e o SDEM e SDM, global e local. Por sua vez, o SAC, sendo uma combinação dos modelos SAR e SEM, possui abrangência local.

Quadro 1. Tipos principais de modelos espaciais

Modelos	Abrangência geográfica	ρ	τ	λ
Autorregressivo espacial (SAR)	Global	$\neq 0$	0	0
Regressivo cruzado espacial (SLX)	Local	0	$\neq 0$	0
Erro autorregressivo espacial (SEM)	Global	0	0	$\neq 0$
Durbin espacial do erro (SDEM)	Global e Local	0	$\neq 0$	$\neq 0$
Durbin espacial (SDM)	Global e Local	$\neq 0$	$\neq 0$	0
Autorregressivo espacial combinado (SAC)	Global	$\neq 0$	0	$\neq 0$

Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

No caso deste estudo, o modelo utilizado nas estimações foi o SAC (*Spatial-Autoregressive with Spatially Autocorrelated Errors Model*), que pode ser expresso da seguinte forma:

$$y_{it} = \rho W y_{it} + X_{it} \beta + \xi_{it} \quad (7)$$

$$\xi_{it} = \lambda W \xi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

em que y_{it} é a variável dependente (taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre), Wy_{it} é a defasagem espacial da variável dependente (y_{it}); X_{it} são as variáveis explicativas exógenas (PIB real *per capita*; densidade demográfica, taxa de motorização de veículos e prevalência desses acidentes); ξ_{it} referem-se aos erros e sua defasagem espacial é dada por $W\xi_{it}$; ρ e λ são parâmetros espaciais escalares e, por fim, os índices i (com $i = 1, \dots, 399$) e t (com $t = 1, \dots, 11$), referem-se ao município e o ano, respectivamente. A matriz de ponderação espacial W é definida segundo o critério de k-vizinhos (mais próximos) e é mantida inalterada para todos os anos do painel.

Cabe destacar que, uma característica importante dos modelos econométricos espaciais, é que eles permitem captar impactos de efeitos diretos (ED), indiretos (EI) e totais (ET). O ED é definido como uma média dos impactos de uma região “ i ” sobre ela mesma. O EI, por sua vez, mede o efeito das observações vizinhas sobre a região “ i ” e o EF, capta o impacto de todas as regiões incorporadas na matriz de peso sobre uma determinada região “ i ”, incluindo o efeito da própria região.

Em síntese, os procedimentos de estimação dos modelos econométricos espaciais usados nesta pesquisa foram os seguintes: i) verificou-se que os efeitos não observados foram relevantes a partir do teste Breusch-Pagan (hipótese nula é de que as variâncias dos erros são iguais ou homocedásticos); ii) identificou-se o melhor modelo de efeitos não observados (efeitos fixos ou aleatórios) com base no teste de Hausman (hipótese nula é a ausência de correlação entre efeitos e regressores); iii) estimou-se o modelo de efeitos não observados sem dependência espacial, apontado pelo teste de Hausman; iv) selecionou-se o melhor modelo de acordo com os menores valores relativos aos critérios de seleção Akaike (AIC) - pressupõe a existência de um modelo ideal para descrever a relação entre as variáveis - e Bayesiano (BIC) - admite a existência de um modelo que melhor descreve a relação entre a variável dependente e as variáveis explicativas. Assim, o modelo escolhido para este estudo foi o SAC (AIC= 47.598,55 e BIC=47.643,25). Essa escolha teve como base metodológica as pesquisas de Belloti, Hughes e Mortari (2016) e LeSage e Pace (2009).

4. Resultados e Discussão

4.1 Análise Descritiva e Espacial Univariada dos Dados

Na Tabela 1 verificou-se que a taxa média de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre nos municípios paranaenses, entre 2008 e 2018, correspondeu a 67,3 por 100 mil habitantes, com coeficiente de variação igual a 110,7%. O maior valor dessa variável foi observado no município de São João, no ano de 2012 (734,7 internações/100 mil habitantes). Já o valor mais baixo e acima de zero, foi identificado em Dois Vizinhos, no ano de 2008 (0,23 internações/100 mil habitantes).

Tabela 1. Análise descritiva das variáveis (dependente e explicativas) usadas na pesquisa, Municípios do Paraná, 2008 a 2018

Variáveis	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Valor Máximo	Valor Mínimo
Taxa de internações hospitalares (suavizada) por 100 mil hab.	67,3	74,5	110,7	734,7	0,0
PIB real <i>per capita</i> (em R\$1.000)	21,7	14,1	65,0	216,5	4,4
Densidade demográfica (hab./km ²)	64,8	253,5	391,2	4.408,7	2,7
Taxa de motorização de veículos (por 1.000 hab.)	466,0	131,3	28,2	1.079,5	28,5
Prevalência (vítimas por 100 mil hab.)	139,2	154,2	110,8	1.350	0

Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria.

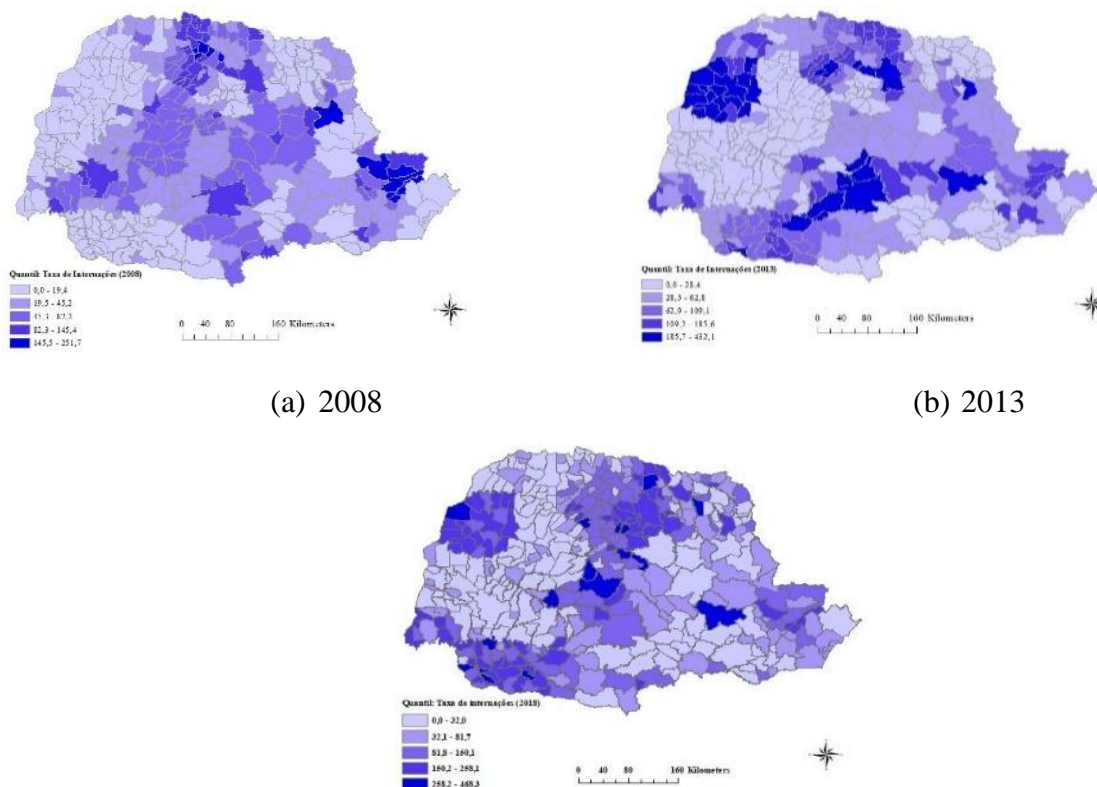
Nota: CV – Coeficiente de variação.

Com relação aos fatores associados, observou-se que a média do PIB real *per capita* foi de 21,7 mil reais. Os municípios de Saudade do Iguaçu⁵ e de Guaraqueçaba apresentaram o maior (216,5 mil reais em 2012) e o menor (4,4 mil reais em 2008) valor dessa variável. A densidade demográfica média foi de 64,8 habitantes/ km², com valor máximo observado em Curitiba (4.408,7 hab./km² em 2018) e mínimo, em Alto Paraíso (2,7 hab./km² em 2018). A taxa média de motorização de veículos foi de 466 por mil habitantes. Destaque para o município de Quatro Pontes, que apresentou a maior taxa desse condicionante (1.079,5/mil habitantes) em 2018 e Guaraqueçaba, a menor (28,5/mil habitantes) no ano de 2008.

Por fim, a prevalência média dos acidentes de transporte terrestre (indicador de saúde) foi de aproximadamente 139,2 vítimas/100 mil habitantes, com coeficiente de variação de 110,8%. O município de Maringá foi aquele que apresentou o maior valor dessa variável (1.350 vítimas/100 mil habitantes em 2008).

Na Figura 1 está apresentada a distribuição espacial das taxas de internações hospitalares (suavizadas) do SUS por acidentes de transporte terrestre no Paraná, para os anos de 2008, 2013 e 2018. Municípios situados nas regiões Norte, Noroeste, Centro-Sul, Sudeste e Sudoeste tiveram as mais altas taxas (cor azul no mapa em tonalidades mais escuras). Por outro lado, a grande maioria dos municípios do Oeste e Centro-Oeste, Sul e Nordeste registraram baixos valores dessa variável (regiões com tonalidades mais claras na cor azul) no mesmo período. Observou-se assim um padrão de distribuição espacial dessa variável e a formação de *clusters* espaciais.

Figura 1. Distribuição espacial da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre, Municípios do Paraná, anos de 2008, 2013 e 2018



⁵ O alto valor do PIB *per capita* de Saudade do Iguaçu (com apenas 5 mil habitantes) é explicado devido a elevada participação da produção da usina de Salto Santiago no PIB, no Rio Iguaçu, considerada uma das maiores do país (PARANA, 2016).

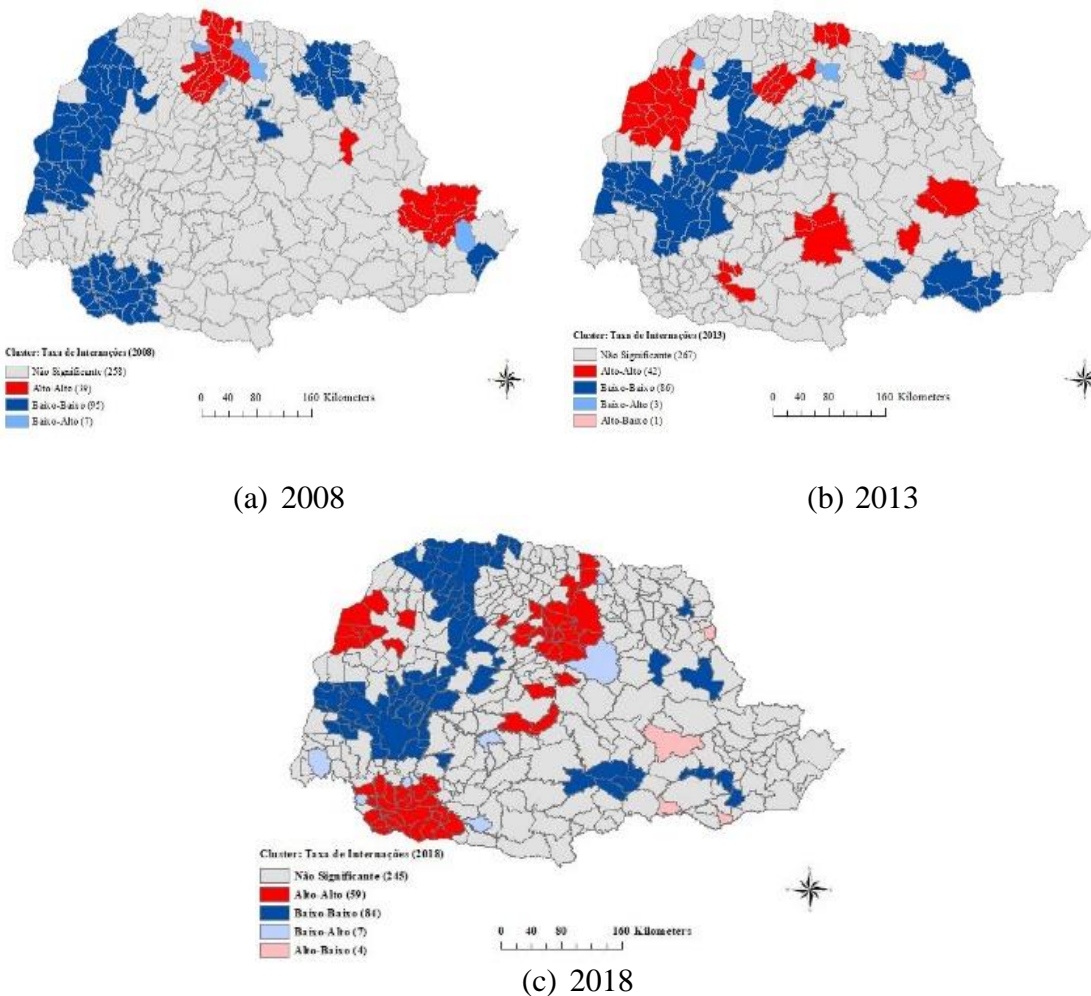
(c) 2018

Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria.

Na sequência da AEDE, foram testadas as matrizes de pesos espaciais (rainha, torre e k-vizinhos – k5, k7 e k9) para todos os anos abordados, conforme apresentado na Tabela 1A – Apêndice, e aquela que melhor representou a conexão entre os municípios paranaenses abordados foi a de 5 vizinhos (maior I de Moran significativo e positivo). Essa matriz foi usada também nas estimativas econométricas.

Na Figura 2 estão apresentados os Mapas de *Cluster* LISA para os anos de 2008, 2013 e 2018. Verificou-se que os municípios com agrupamento do tipo Alto-Alto estatisticamente significativo (regiões com altas taxas de internações rodeadas por áreas com elevados valores da mesma variável) estão na cor vermelha. No período de análise, esses agrupamentos estão concentrados, predominantemente, nas regiões Norte e Sudeste (em 2008), Norte, Noroeste e Centro-leste (em 2013) e Noroeste, Norte, Leste e Sudoeste do estado (em 2018). Já as áreas em azul escuro do mapa corresponderam aos agrupamentos de municípios do tipo Baixo-Baixo (unidades geográficas com pequenas taxas de internações rodeadas por regiões com baixos valores da variável). Para os anos analisados, constatou-se que estes agrupamentos se concentraram em municípios das regiões Centro-leste, Noroeste, Sul, Sudeste e Sudoeste do Paraná.

Figura 2. Mapas de *clusters* LISA da variável taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre, Municípios do Paraná, anos de 2008, 2013 e 2018



Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria

Nota: Mapa com 999 permutações e com nível de significância de 5%.

A partir dos resultados expostos, em geral, foram identificadas desigualdades regionais na distribuição (espaço - temporal) da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná. Além disso, foi observada a formação de agrupamentos espaciais entre as áreas analisadas. Essas diferenças podem estar relacionadas com a oferta de serviços de saúde de média/alta complexidade no estado, bem como a forma como ocorre as decisões estratégicas entre os gestores de saúde (DOMINGOS; FERRAZ; CARVALHO, 2019). Por sua vez, Silva et al. (2017) complementam que esses diferenciais, principalmente em municípios de menor porte, podem estar relacionados às dificuldades de acesso ao sistema, a escassez de consultas ofertadas e a falta de médicos especialistas no SUS - por exemplo, ortopedistas que são importantes para os atendimentos de vitimados em acidentes de trânsito.

4.2 Análise dos Resultados Econométricos do Modelo de Painel de Dados Espaciais

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do modelo de painel de dados espaciais SAC com efeito fixo temporal para os municípios do Paraná, entre 2008 a 2018. A escolha desse modelo ocorreu a partir do teste de Hausman e dos critérios AIC e BIC; além disso, os resultados encontrados foram robustos à heterocedasticidade. Constatou-se que o coeficiente da defasagem espacial dessa taxa (ρ) foi significativo e com sinal negativo, indicando que essa variável em cada município paranaense se associou negativamente com a taxa de hospitalizações dos seus vizinhos (efeito de transbordamentos espaciais). Já a defasagem do erro (λ) também apresentou significância, mas essa foi positiva.

Com relação aos fatores associados, verificou-se que o PIB real *per capita* afetou positivamente a taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre. Em termos de efeitos médios, observou-se que o impacto desse fator também foi positivo (efeito direto e total). Logo, pode-se afirmar que, nos municípios do Paraná em que esse condicionante econômico cresceu (períodos mais prósperos), o risco de acidentes de trânsito graves foi maior, refletindo-se em maiores necessidades de internações hospitalares do SUS. Esse resultado está em conformidade com os trabalhos de Wu et al. (2020), Suphanchaimat et al. (2019) e Dadgar e Norstrom (2017).

Wilde (2014) destaca que mudanças no cenário econômico de um determinado país se refletem no comportamento e nas escolhas de risco dos motoristas. Em situações de prosperidade econômica, por exemplo, os indivíduos tendem a se expor mais às ações arriscadas no trânsito, pois consideram que os benefícios (economia de tempo ao dirigir em alta velocidade, redução do tédio e maior mobilidade) de uma conduta desse tipo superam os seus custos (multas por excesso de velocidade, gastos com manutenção de carro e seguros veicular)

Já Dadgar e Nostrom (2017) e Van Beeck, Borsboom e Mackenbach (2000) afirmam que, ao longo do tempo, a relação entre acidentes de trânsito e prosperidade econômica tende a ser não-linear (positiva no curto prazo e negativa no longo prazo). Logo, um aumento do PIB real *per capita* pode resultar em crescimento das internações por essa causa. Já no longo prazo, níveis elevados de PIB real *per capita* (maior nível de desenvolvimento econômico) implicam em melhores condições para implementação de mecanismos de adaptação, tais como investimento em infraestrutura e atendimento hospitalar especializado, reduzindo, assim, os riscos de acidentes e hospitalizações dos vitimados.

No que diz respeito aos fatores demográficos (Tabela 2), constatou-se que a densidade demográfica se associou negativamente com a variável dependente, o que foi confirmado pelo efeito direto e total. Isso indicou que aquelas localidades com alta concentração populacional por metro quadrado, podem apresentar menor número de internações hospitalares por essa causa. Esse fato pode ser explicado pela questão da mobilidade de pedestres e redução dos acidentes de trânsito nessas áreas, conforme destacado por Goel, Jain e Tiwari (2018). Esses autores, em análise dos fatores correlacionados aos riscos de fatalidades dos usuários de trânsito em Deli na Índia, no período de 2010 a 2012, mostraram que os locais com elevada densidade demográfica, em geral, apresentaram

maior número de pedestres, tráfego de veículos mais lento (menor mobilidade) e, conseqüentemente, menor risco de acidentes de trânsito.

Já Silva et al. (2015), ao analisar a relação entre a fatalidade de um tipo específico de acidente de transporte terrestre (motociclistas) e fatores socioeconômicos, demográficos, de leis e ações no trânsito nos municípios de Pernambuco, entre 2000 e 2005, mostraram que em regiões com baixa densidade populacional (reduzido número de passageiros por km²) e com escassez de serviços de transporte coletivo, os indivíduos tendem a buscar outras alternativas de meios de transporte (motocicletas ou mototáxi) mais vulneráveis (menos seguros). Esse fato contribuiu para o aumento do risco dos acidentes analisados.

A taxa de motorização de veículos, por sua vez, impactou de forma positiva a taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre nos municípios do Paraná. Observou-se que o efeito indireto estimado para essa variável foi negativo, mas houve o predomínio do sinal positivo (efeito total). Esses resultados estão em consonância com as pesquisas de Lee et al. (2018), Dadgar e Norstrom (2017), Golias e Caetano (2013) e Van Beeck, Borsboom e Mackenbach (2000). Esses autores mostraram que, em geral, o crescimento da frota de veículos (maior em períodos de relativa prosperidade econômica), leva a um aumento dos acidentes de transporte terrestre e, conseqüentemente, a expansão da demanda por serviços de saúde, por exemplo, hospitalizações, medicamentos e cuidados médicos.

Tabela 2. Resultados do modelo de painel de dados espaciais SAC com efeito fixo temporal, Municípios do Paraná, 2008 a 2018

Fatores	Modelo principal	Fatores defasados espacialmente	Efeitos		
			Direto	Indireto	Total
PIB real <i>per capita</i>	0,1469*** (0,0888)	-	0,1466*** (0,0888)	-0,0353 (0,0233)	0,1113*** (0,0673)
Densidade demográfica	-0,0136* (0,0045)	-	-0,0138* (0,0046)	0,0033** (0,0012)	-0,0105* (0,0035)
Taxa de motorização de veículos	0,0416** (0,0205)	-	0,0428** (0,0198)	- 0,0101** (0,0050)	0,0327** (0,0154)
Prevalência de acidentes	0,0094 (0,0144)	-	0,0089 (0,0148)	-0,0020 (0,0036)	0,0069 (0,0113)
Defasagem da taxa de internações (suavizada) (Rho)	-	-0,3006* (0,0718)	-	-	-
Defasagem do erro (Lambda)	-	0,8654* (0,0258)	-	-	-
R quadrado	0,0195	-	-	-	-
AIC	47.598,55	-	-	-	-
BIC	47.643,25	-	-	-	-
Teste de Hausman	46,63				
p-valor	0,0000				

Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria.

Nota ¹: Número de observações (N): 4.389, número de municípios (n): 399 e número de anos (t): 11. Erro padrão da estatística entre parênteses.

Nota ²: *Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e *** Significativo a 10%.

Segundo Brasil (2015), o crescimento dos acidentes de trânsito graves no Brasil, podem ter relação com o aumento da frota de veículos totais e, principalmente, com a maior utilização de motocicletas. De acordo com o estudo, o crescimento da participação de veículos menos seguros

(como as motocicletas que oferecem menor proteção a seus usuários) no total da frota, contribuiu para a maior severidade dos acidentes. Nesse sentido, o crescimento da taxa de motorização, associado a maior participação de motocicletas na frota total de veículos, aumentou o risco de acidentes de transporte terrestre com lesões e, portanto, elevou a necessidade de internações hospitalares por essa causa.

Cabe destacar que, além dos fatores associados aos acidentes de transporte terrestre, estudos para o Paraná, em nível estadual e municipal, têm mostrado as características das vítimas (internadas e fatais) desse grave problema de saúde pública. Por exemplo, Melo et al. (2017), em análise dos fatores associados aos acidentes de trânsito não-fatais ocorridos no município de Maringá, no ano de 2013, mostraram que: i) indivíduos entre 15 e 29 anos tinham duas vezes mais chances de ser hospitalizado devido a ferimentos graves; ii) jovens motociclistas tiveram 2,5 vezes mais chance de sofrer acidentes; iii) o uso de veículos como automóveis, ônibus e caminhões representaram fator de proteção. Além disso, identificaram que ser solteiro, ter oito anos ou mais de escolaridade e possuir carteira de habilitação há menos de três anos contribuíram para a ocorrência desses agravos.

No contexto das fatalidades no trânsito, Melo et al. (2018), em estudo sobre a tendência temporal da mortalidade por acidentes de trânsito entre jovens adultos (15 a 24 anos) no estado do Paraná, no período de 1996 a 2013, evidenciaram os seguintes pontos: i) dos 12.063 óbitos por acidentes de transporte, 82% eram homens; ii) observou-se tendência crescente dos coeficientes de mortalidade (óbitos por 100 mil residentes) ocorridos com motociclistas e ocupantes de automóveis e caminhonetes, para ambos os sexos; iii) o coeficiente médio de mortalidade de acidentes com motociclistas foi de 10 óbitos por 100 mil residentes; iv) acidentes com automóveis apresentaram tendência crescente com aumento anual de 0,43 no período.

5. Considerações Finais

Este estudo analisou os fatores espaciais (econômicos, demográficos e de saúde) associados à taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná, no período de 2008 a 2018. A técnica bayesiana empírica espacial foi aplicada para suavizar a variável dependente e utilizou-se a AEDE e o modelo de Painel de Dados Espaciais na análise dos condicionantes.

Os resultados mostraram que, entre 2008 e 2018, ocorreram desigualdades regionais na distribuição da taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná. Quanto aos fatores associados, observou-se que o fator econômico (PIB real *per capita*), ao longo do tempo, afetou positivamente essa taxa. Além disso, a existência de efeitos marginais totais dessa variável indicou que a taxa de um determinado município pode ser afetada positivamente pela renda *per capita* de regiões vizinhas. Isso sugere que decisões de políticas sobre segurança no trânsito (prevenção de acidentes), bem como de investimentos em saúde (ampliação do atendimento hospitalar e de recursos físicos, entre outros), podem ser influenciadas pelas condições econômicas da vizinhança.

A densidade demográfica apresentou associação negativa com a variável dependente. Essa relação também foi observada para o caso dos efeitos marginais dessa variável sobre a taxa de internações hospitalares (suavizada). Esses resultados sugerem que diferenças populacionais nos municípios paranaenses são relevantes para explicar o evento estudado e, portanto, políticas públicas de prevenção aos acidentes de trânsito devem ser implementadas de forma coordenada entre as regiões. Já a taxa de motorização de veículos afetou positivamente a variável de interesse. Isso mostra que o tamanho da frota de veículos, bem como a intensidade dos fluxos regionais de veículos (mobilidade) são informações úteis para a administração e planejamento do trânsito e da saúde, pois podem indicar o grau de exposição ao risco de acidentes e, conseqüentemente, da procura por serviços médicos e hospitalares.

Por fim, a prevalência dos acidentes de transporte terrestre (fator de saúde) não apresentou efeitos significativos nas estimações realizadas. Apesar disso, o sinal obtido foi positivo e indicou que quanto maior esse indicador, maior tende a ser as internações por acidentes de trânsito no Paraná.

Nessa linha, pesquisas que utilizam indicadores epidemiológicos (prevalência e incidência) e de gestão (leitos em hospitais, Unidades de Terapia Intensiva, profissionais de saúde, entre outros) tornam-se relevantes para entender melhor o comportamento das hospitalizações por esse agravo e a questão da vitimização.

Concluiu-se que o comportamento espacial e longitudinal (2008-2018) das taxas de internações hospitalares (suavizadas) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná apresentou diferenças regionais. Além disso, essas disparidades foram explicadas por características, principalmente, econômica (PIB real *per capita*) e demográficas (densidade demográfica e taxa de motorização) das unidades geográficas analisadas.

Em termos de contribuições deste estudo para a economia regional e o setor saúde do Paraná, pode-se destacar alguns pontos: i) identificação da relação (espaço-temporal) entre as taxas de internações hospitalares do SUS por acidentes de transporte terrestre e os seus fatores econômico e demográficos; ii) constatação de efeitos de transbordamentos regionais das variáveis envolvidas, ou seja, em que medida a taxa de internações de um município foi influenciada pelas condições econômicas e demográficas das regiões vizinhas; iii) os resultados baseados em evidências podem ajudar os gestores locais na alocação adequada de recursos (físicos, humanos e financeiros), bem como na coordenação de medidas regionais sobre segurança no trânsito, promoção da qualidade de vida dos vitimados e melhoria do seu capital humano.

Por fim, este estudo apresentou algumas limitações, destacando: i) indisponibilidade de dados atualizados sobre desemprego, desigualdade de renda e educação, em nível municipal para o Paraná (dados mais recentes disponíveis foram do Censo 2010); ii) escassez de informações referentes as leis de trânsito específicas para cada município e de dados sobre a gestão hospitalar. Como pesquisa futura sugere-se a análise do comportamento geográfico e longitudinal das internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre para usuários específicos (pedestres, motociclistas e ciclistas), considerando a atualização do censo e os efeitos de políticas públicas locais.

Referências

ALMEIDA, E. *Econometria Espacial Aplicada*. Campinas: Alínea Editora, 2012.

ANDRADE, S. S. C. D. A., JORGE, M. H. P. D. M. Internações hospitalares por lesões decorrentes de acidente de transporte terrestre no Brasil, 2013: permanência e gastos. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 26, p. 31-38, 2017.

ANSELIN, L., FLORAX, R., REY, S. J. *Advances in spatial econometrics: methodology, tools and applications*. Springer Science & Business Media, 2013.

BELOTTI, F.; HUGHES, G.; MORTARI, A. P. Spatial panel-data models using Stata. *The Stata Journal*, v. 17, n. 1, p. 139-180, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Morbidade hospitalar do Sistema Único de Saúde – SUS por causas externas, por local de residência-Brasil*. 2021a. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/fruf.def>>. Acesso em: jan. de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Morbidade hospitalar do Sistema Único de Saúde – SUS por causas externas, por local de residência-Paraná*. 2021b. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/fruf.def>>. Acesso em: jan. de 2021.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Panorama- População e Economia-Paraná*. 2021c. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>>. Acesso em: jan. de 2021.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA - variação acumulada no ano durante o Plano*

Real (%), dezembro 1995 - dezembro 2020. 2021e. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA *Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Relatório de Pesquisa, Brasília, 2015. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7493/1/RP_Acidentes_2015.pdf>. Acesso em: jan 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Morbidade Hospitalar do SUS por Causas Externas por local de residência – a partir de 2008 Notas Técnicas*. 2021d. Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sih/Morb_cau_ex_loc_res_2008.pdf>. Acesso em: jan. de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Estimativas de 1992 a 2019 utilizadas pelo TCU para determinação das cotas do FPM (sem sexo e faixa etária)*. 2021f. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/poptbr.def>>. Acesso em: dez. 2020

CARVALHO, A. X. Y.; SILVA, G. D. M.; ALMEIDA JÚNIOR, G. R.; ALBUQUERQUE, P. H. D. M. *Mapeamento de taxas bayesianas, com aplicação ao mapeamento dos homicídios nos municípios brasileiros*. Texto para Discussão, n. 1662. Brasília: **Ipea**, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1181/1/td_1662.pdf>. Acesso em: out. 2020.

DADGAR, I.; NORSTRÖM, T. Short-term and long-term effects of GDP on traffic deaths in 18 OECD countries, 1960–2011. *J Epidemiol Community Health*, v. 71, n. 2, p. 146-153, 2017.

DOMINGOS, C. M., FERRAZ, E. D. M., CARVALHO, B. G. Governança das ações e serviços de saúde de média complexidade em uma região de saúde. *Saúde em Debate*, v. 43, p. 700-711, 2019.

ELHORST, J. Paul. Spatial panel data models. In: *Spatial econometrics*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 37-93, 2014.

GLOBAL BURDEN OF DISEASE - GBD. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) *Results*. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2020. Disponível em: <<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>>. Acesso em: jan. 2021.

GOEL, R.; JAIN, P.; TIWARI, G. Correlates of fatality risk of vulnerable road users in Delhi. *Accident Analysis & Prevention*, v. 111, p. 86-93, 2018.

GONZÁLEZ, M. P. S., PONCE, Á. T., SOTOS, F. E. Interregional inequality and road accident rates in Spain. *Accident Analysis & Prevention*, 135, 105347, 2020.

GOLIAS, A. R. C., CAETANO, R. Acidentes entre motocicletas: análise dos casos ocorridos no estado do Paraná entre julho de 2010 e junho de 2011. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, p. 1235-1246, 2013.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political economy*, v. 80, n. 2, p. 223-255, 1972a.

GROSSMAN, M. *The demand for health: a theoretical and empirical investigation*. New York: National Bureau of Economic Research, 1972b.

GROSSMAN, M. The human capital model. *Handbook of health economics*, v. 1, p. 347-408, 2000.

HSIAO, C. *Analysis of panel data*. Cambridge university press, 2014.

- LEE, D.; GULDMANN, J.; VON RABENAU, B. Interactions between the built and socio-economic environment and driver demographics: spatial econometric models of car crashes in the Columbus Metropolitan Area. *International Journal of Urban Sciences*, v. 22, n. 1, p. 17-37, 2018.
- LESAGE, J.; PACE, R. K. *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press, 2009.
- MARSHALL, R. J. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 40, p. 2, p. 283-294, 1991.
- MELO, W. A. D., ALARCÃO, A. C. J., OLIVEIRA, A. P. R. D., PELLOSO, S. M., CARVALHO, M. D. D. B. Age-related risk factors with nonfatal traffic accidents in urban areas in Maringá, Paraná, Brazil. *Traffic injury prevention*, v. 18 n.2, p. 157-163, 2017.
- MELO, W. A. D., OLIVEIRA, R. R. D., BRISCHILIARI, A., PELLOSO, S. M., CARVALHO, M. D. D. B. Mortality trend due to traffic accident in young in the south of Brazil. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 26, n.4, p. 360-368, 2018.
- MENDONÇA, M. F. S. D., SILVA, A. P. D. S. C., CASTRO, C. C. L. D. Análise espacial dos acidentes de trânsito urbano atendidos pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência: um recorte no espaço e no tempo. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 20, p. 727-741, 2017.
- NUNES, M. N., NASCIMENTO, L. F. C. Internações hospitalares por acidentes de moto no Vale do Paraíba. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n.6, p. 684-687, 2010.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Módulo de princípios de epidemiologia para o controle de enfermidades. Módulo 1: apresentação e marco conceitual, 2011*. Disponível em < http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_3.pdf>. Acesso em: jan 2021.
- PARANA. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. *Produto Interno Bruto (PIB) per Capita (R\$ 1,00) - (2002-2018)*. 2021a. Disponível em < <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: jan. 2021.
- PARANA. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. *Frota de Veículos - Total - (1989-2019)*. 2021b. Disponível em < <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: jan. 2021.
- PARANA. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. *Densidade Demográfica (hab/km²) - (2000-2020)*. 2021c. Disponível em < <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: jan. 2021.
- PARANA. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. *Vítimas em Acidentes de Trânsito - Total - (2005-2019)*. 2021d. Disponível em < <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: jan. 2021.
- PARANA. Agência de Notícias do Paraná. *Interior bate recorde de participação na economia do Paraná*, 2016. Disponível em < <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=92056&tit=Interior-bate-recorde-de-participacaona-economia-do-Parana>>. Acesso em: jan. 2021.
- PINHEIRO, P. C.; QUEIROZ, B. L. Análise espacial da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 683-692, 2020.
- RHEE, K. A.; KIM, J. K.; LEE, Y. I.; ULFARSSON, G. F. Spatial regression analysis of traffic crashes in Seoul. *Accident Analysis & Prevention*, v. 91, p. 190-199, 2016.

- RIOS, P. A. A., MOTA, E. L. A., FERREIRA, L. N., CARDOSO, J. P., RIBEIRO, V. M., SOUZA, B. S. D. Fatores associados a acidentes de trânsito entre condutores de veículos: achados de um estudo de base populacional. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, p. 943-955, 2020.
- SCUFFHAM, P. A.; LANGLEY, J. D. A model of traffic crashes in New Zealand. *Accident Analysis & Prevention*, v. 34, n. 5, p. 673-687, 2002.
- SILVA, P. H. N. D. V., LIMA, M. L. C., SOUZA, W. V., MOREIRA, R. D. S., OLIVEIRA, F. J. M. Muertes por accidente de motocicleta y su asociación con variables relacionadas a la reproducción social en un estado del noreste brasileño. *Salud colectiva*, v. 11, p. 401-410, 2015.
- SILVA, C. R., CARVALHO, B. G., CORDONI JÚNIOR, L., NUNES, E. D. F. P. D. A. Dificuldade de acesso a serviços de média complexidade em municípios de pequeno porte: um estudo de caso. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, p. 1109-1120, 2017.
- SOARES, D. F. P. D. P., BARROS, M. B. D. A. Fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito no Município de Maringá-PR. *Revista Brasileira de epidemiologia*, v. 9, n.2, p. 193-205, 2006.
- SORO, W. L.; ZHOU, Y.; WAYORO, D. Crash rates analysis in China using a spatial panel model. *IATSS research*, v. 41, n. 3, p. 123-128, 2017.
- SUPHANCHAIMAT, R., SORNSRIVICHAI, V., LIMWATTANANON, S., THAMMAWIJAYA, P. Economic development and road traffic injuries and fatalities in Thailand: an application of spatial panel data analysis, 2012–2016. *BMC public health*, v. 19, n. 1, p. 1449, 2019.
- VAN BEECK, E. F., BORSBOOM, G. J.J., MACKENBACH, J. P. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *International journal of epidemiology*, v. 29, n. 3, p. 503-509, 2000.
- VAZ, E., TEHRANCHI, S., CUSIMANO, M. Spatial assessment of road traffic injuries in the greater toronto area (GTA): spatial analysis framework. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, v.5, n.1, p. 37-55, 2017.
- WILDE, G. J. Target Risk 3: *Risk Homeostasis in Everyday Life*. Digital Edition, 2014.
- WU, W., JIANG, S., LIU, R., JIN, W., MA, C. Economic development, demographic characteristics, road network and traffic accidents in Zhongshan, China: gradient boosting decision tree model. *Transportmetrica A: transport science*, v. 16, n.3, p. 359-387, 2020.
- YOUNG, D. J.; BIELINSKA-KWAPISZ, A. Alcohol prices, consumption, and traffic fatalities. *Southern Economic Journal*, p. 690-703, 2006.

Apêndice

Tabela 1A. Estatísticas Globais I de Moran para variável dependente, Municípios do Paraná, 2008 a 2018

Ano	Matriz de Peso	I de Moran	Ano	Matriz de peso	I de Moran
2008	Rainha	0,568	2013	Rainha	0,565
	Torre	0,569		Torre	0,564
	K5	0,617		K5	0,576
	K7	0,557		K7	0,537
	K9	0,509		K9	0,501
2009	Rainha	0,440	2014	Rainha	0,517
	Torre	0,439		Torre	0,514
	K5	0,461		K5	0,528
	K7	0,422		K7	0,489
	K9	0,382		K9	0,454
2010	Rainha	0,513	2015	Rainha	0,544
	Torre	0,513		Torre	0,543
	K5	0,538		K5	0,564
	K7	0,470		K7	0,526
	K9	0,447		K9	0,497
2011	Rainha	0,628	2016	Rainha	0,538
	Torre	0,626		Torre	0,540
	K5	0,668		K5	0,566
	K7	0,579		K7	0,540
	K9	0,555		K9	0,506
2012	Rainha	0,647	2017	Rainha	0,492
	Torre	0,647		Torre	0,493
	K5	0,660		K5	0,519
	K7	0,615		K7	0,481
	K9	0,606		K9	0,444
2018	Rainha	0,382			
	Torre	0,382			
	K5	0,388			

K7	0,388
K9	0,370

Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria.

Nota¹: Resultados do I de Moran foram todos estatisticamente significantes a 1%.