

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 

¹ Diretor de Desenvolvimento Econômico do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Maringá - IPPLAM.
E-mail: italo.oiko15@gmail.com

² Docente doutora do departamento de economia e do Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas,
Universidade Estadual de Maringá. Bolsista Produtividade do CNPq. E-mail: ckfavoretto@uem.br

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. A base teórica utilizada foi o modelo Grossman (2000; 1972b; 1972a). Utilizaram-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 taxa de motorização e, negativamente com densidade demográfica. Constataram-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 theoretical basis used for the Grossman model (2000; 1972b; 1972a). 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 correspondem a uma das principais causas externas e são classificados como grave problema de saúde pública, principalmente, em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (Rios et al., 2020). Esses acidentes afetam diretamente o estado de saúde dos indivíduos e podem causar morte precoce. Já em outros casos, eles geram demanda por serviços de saúde, tais como internações hospitalares, atendimento especializado, medicamentos e reabilitação do vitimado; além de causarem impactos sobre a economia (por exemplo, aposentadorias precoces, perda de produção das vítimas no mercado de trabalho, despesas judiciais para investigação do acidente entre outros), redução da qualidade de vida do vitimado e da sociedade como um todo (Wu et al., 2020).

A saúde dos indivíduos envolvidos em acidentes de transporte terrestre é considerada como um dos elementos do capital humano (Grossman, 2000; 1972b; 1972a). Quanto melhor o estado de saúde deles (ou seja, menor quantidade de vítimas por essa causa), maior tende a ser o número de dias saudáveis e, conseqüentemente, a sua disposição para dividir o tempo entre trabalho e outras atividades do cotidiano (por exemplo, lazer). Nessa linha, esse estado pode ser mensurado por meio de uma função de produção, em que o produto é representado por indicadores de saúde de um país, por exemplo taxa de internações, incidência, prevalência e mortalidade por agravos externos. Por sua vez, essa função depende do comportamento de diversos fatores (insumos), tais como genéticos, comportamentais, socioeconômicos, demográficos, ambientais, entre outros (Folland et al., 2017).

Em 2019, o Brasil ocupava 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 foi 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 DiseaseGBD, 2020).

No contexto das hospitalizações do Sistema Único de Saúde (SUS) por acidentes de transporte terrestre, em 2019, o Brasil registrou 91,8 internações por 100 mil habitantes (Brasil, 2021b). Regionalmente, no mesmo ano, o Paraná foi a unidade da federação que apresentou a segunda maior taxa de internações (88/100 mil habitantes), ficando atrás de Santa Catarina - 96,1/100 mil habitantes (Brasil, 2021c). Segundo Brasil (2021d), em 2019, o Paraná apresentou a sexta maior economia (Produto Interno Bruto - 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). Logo, ao se considerar o destaque epidemiológico, a importância econômica, social e demográfica dessa unidade federativa 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 das internações por essa 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 - PIB *per capita* (González et al., 2020; Suphanchaimat et al., 2019) e desemprego (Vaz et al., 2017) - e sociodemográficos - educação, densidade populacional, taxa de motorização de veículos, entre outros (Goel et al., 2018; Lee et al., 2018; Andrade e Jorge, 2017) - podem explicar o comportamento da morbimortalidade por esse agravado.

Diante do exposto, este estudo buscou 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, a base teórica usada correspondeu ao modelo de Grossman (2000; 1972b; 1972a) e, em termos metodológicos, foi 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.

Com base nos fundamentos teóricos de Grossman (2000; 1972b; 1972a), admitiu-se que a taxa de internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre do SUS (produto de saúde) dependeu de fatores econômicos (PIB real *per capita*), demográficos (densidade demográfica e taxa de motorização de veículos) e de saúde (prevalência desses agravos), os quais representaram os insumos do modelo. Logo, considerou-se que o comportamento geográfico e ao longo do tempo dessa taxa foi impactado por esses condicionantes.

Destaca-se que a suavização da variável dependente (taxa de internações hospitalares por acidentes de transporte terrestre) pelo método Bayesiano Empírico Espacial foi feita neste estudo, em virtude de esses dados brutos, em nível municipal, apresentarem grande variabilidade nas estimações. Dentre os problemas identificados na base, podem-se citar populações pequenas e número de internações muito baixo e/ou igual a zero. Assim, tal metodologia reduziu essa variação ao restringir a flutuação aleatória ocasionada pelos eventos raros e incorporou 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 et al., 2020; Lee et al., 2018; Soro et al., 2017; Rhee et al., 2016). Além disso, pode captar a relação entre indicadores de morbimortalidade e fatores associados, no contexto espaço-temporal, bem como o aspecto regionalizado do setor saúde no Brasil (Mendonça et al., 2017).

Os resultados desta pesquisa mostraram que existem desigualdades regionais na distribuição da taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre

entre os municípios paranaenses, entre 2008 e 2018. Em relação aos fatores associados, verificou-se que essa taxa foi afetada positivamente pelo PIB real *per capita* e pela taxa de motorização de veículos. A densidade demográfica exerceu impacto negativo sobre essas hospitalizações. Além disso, captaram-se os efeitos das variáveis demográficas relacionadas à vizinhança (efeitos de transbordamentos espaciais) sobre a taxa de internações do município em análise.

As contribuições do estudo para a economia paranaense e o setor saúde ocorreram sob dois enfoques: em primeiro, com base em um modelo teórico e método empírico adequado, identificou-se, entre os municípios do Paraná, a associação (espacial e temporal) da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre (produto) e dos fatores econômicos e demográficos (insumos). Foram constatados também os efeitos de transbordamentos regionais das variáveis envolvidas, no sentido que essa taxa em um determinado município foi influenciada pelas condições das regiões vizinhas. Em segundo lugar, a existência de efeitos espaciais locais indicou 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. Nesse contexto, 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 de melhoria do capital humano da população dessas áreas.

Além desta introdução e das considerações finais, este estudo está estruturado em mais quatro seções. A seção 2 aborda uma breve revisão teórica do modelo de Grossman (2000; 1972b; 1972a) sobre função de produção de saúde, a qual foi usada para as estimações econométricas. A seção 3 trata das evidências empíricas sobre os fatores associados aos acidentes de transporte terrestre. A seção 4 corresponde à metodologia, com fonte e descrição dos dados e dos métodos empíricos. A seção 5 trata dos resultados e da discussão destes.

2. Função de Produção de Saúde: Breve Revisão Teórica

Segundo Folland et al. (2017) e Grossman (2000; 1972b; 1972a), a saúde pode ser representada em termos de indicadores, que refletem a quantidade e a qualidade de vida da população de um país. O fluxo do estoque de saúde de um indivíduo é mensurado a partir da diferença entre o seu número de dias saudáveis e a quantidade de dias em que esteve doente, em um período de tempo limitado (365 dias ou um ano). Os autores ressaltam que a saúde pode ser tratada como um bem de investimento (capital saúde), o qual produz um único produto, ou seja, dias saudáveis.

Em termos micro analíticos, a função de produção de saúde proposta por Grossman pode ser expressa por um produto (*output*) que depende de insumos (*inputs*) em qualquer período (Grossman, 2000; Mas-Colell et al., 1995). Esse produto é mensurado por meio de diversos indicadores de saúde de um país, por exemplo percepção de saúde dos indivíduos, taxas de incidências, prevalências, internações e mortalidade

por doenças e causas externas, entre outros. Já os insumos referem-se a condições genéticas, estilo de vida, fatores econômicos, sociodemográficos, ambientais, assistência médica, aspectos de saúde e outros (Folland et al., 2017; Thornton, 2002; Kenkel, 1995).

Com base nos fundamentos teóricos supracitados, a função de produção de saúde (hipoteticamente) adaptada para esse estudo é representada por:

$$TIH = f(\text{econômicos}, \text{demográficos}, \text{aspectos de saúde}, \text{entre outros}) \quad (1)$$

em que *TIH* refere-se à taxa de internações hospitalares do SUS por acidentes de transporte terrestre (produto). Essa taxa está em função de insumos (ou fatores), destacando: econômicos (PIB real *per capita*), demográficos (densidade demográfica e taxa de motorização de veículos) e de gestão em saúde (prevalência desses acidentes). Por fim, cabe ressaltar que a Equação (1) foi utilizada como base teórica para as estimativas do modelo econométrico espacial.

3. 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 – período recente. Em geral, os trabalhos avaliaram os efeitos de condicionantes, por exemplo, 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 que analisaram o comportamento da taxa de mortalidade/fatalidade por acidentes de transporte terrestre e seus fatores associados (Van Beeck et al., 2000; Young e Bielinska-Kwapisz, 2006; Dadgar e Norström, 2017; Soro et al., 2017; Goel et al., 2018; Silva et al., 2015). Em segundo, apresentaram-se as pesquisas que avaliaram os fatores relacionados às internações hospitalares por essa causa externa (Soares e Barros, 2006; Nunes e Nascimento, 2010; Andrade e Jorge, 2017).

Van Beeck et al. (2000) estudaram a associação das taxas de mortalidade e de lesões fatais por acidentes de transporte com o PIB *per capita*, 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. O PIB *per capita* afetou de forma positiva a taxa de mortalidade 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 mor-

talidade por essa causa externa e PIB *per capita* foi não linear, no sentido de que, inicialmente, o desenvolvimento econômico resultou em crescimento do número de mortes. Contudo, em um segundo momento do estudo, 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, entre 1970 e 1994. Para isso, utilizaram a metodologia de série temporal estrutural. As variáveis dependentes corresponderam às 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, características socioeconômicas (religião, percentual de população acima de 60 anos) e ambiente legal (idade mínima para consumo de álcool, leis de uso do cinto de segurança) nos Estados Unidos, entre 1982 e 2000. Foram estimados modelos de regressão múltipla com painel de dados com efeitos fixos por estados. Verificou-se que essas taxas se relacionaram negativamente ao preço do etanol e à existência de legislação sobre uso de cinto de segurança. Por sua vez, elas apresentaram relação positiva com consumo de álcool, renda *per capita* e mobilidade - milhas viajadas por motorista. No quesito religião, mensurado pela percentagem de católicos, mórmons e batistas, observou-se que essas taxas foram afetadas de forma negativa e positiva pelos percentuais de católicos e da igreja batista, respectivamente.

Dadgar e Norström (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 totais. 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. Eles concluíram que, no curto prazo, o crescimento desse fator econômico, ao estimular a frota de veículos, expandiu essas mortes. Já no longo prazo, isso gerou a melhora da segurança no trânsito e, conseqüentemente, a redução desses óbitos.

Soro et al. (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. Eles identificaram também que aumentos do PIB regional, da taxa de desemprego e do tráfego de passageiros reduziram essas taxas.

Por sua vez, Goel et al. (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. Os autores utilizaram a abordagem Bayesiana Hierárquica e o modelo de regressão Poisson. Eles encontraram associação negativa entre risco de fatalidade e 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, o número de pontos de ônibus, a quantidade de viadutos (grades separadoras) e a quilometragem viajada por veículos.

No contexto nacional, Silva et al. (2015) estimaram a relação entre fatalidades de motociclistas e variáveis associadas à 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). De acordo com os resultados, 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. Eles concluíram que as variáveis relacionadas às macropolíticas 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 com 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 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 uma análise descritiva das taxas de internações por acidente de transporte terrestre no Brasil, no ano de 2013. Encontraram que, no período analisado, ocorreram 170.805 internações por essa causa externa, 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.

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 serem hospitalizados devido a ferimentos graves; ii) jovens motociclistas tiveram 2,5 vezes mais chance de sofrerem acidentes; e iii) o uso de veículos como automóveis, ônibus e caminhões representou fator de proteção. Além disso, identificou-se 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; e iv) acidentes com automóveis apresentaram tendência crescente com aumento anual de 0,43 no período.

A partir dos trabalhos abordados, observou-se 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 associados às 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.

4. Metodologia

4.1 Fonte e Descrição dos Dados

A base de dados usada 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, entre 2008 e 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, e foram coletados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do DATASUS (Brasil, 2021b). A escolha do período de análise foi motivada pela uniformidade metodológica ¹ da variável de interesse e pela 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 (2016), 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) econômico, que abrangiu 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 à prevalência desses acidentes (proxy para vitimização). Esses condicionantes foram escolhidos com base na revisão de literatura (seção 3) e na disponibilidade de dados dessas áreas.

¹A 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, 2021e).

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 (IPARDES, 2021c). 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, 2021f). Em geral, os índices de preços apresentam variações importantes entre diferentes municípios; contudo, os dados não estão disponibilizados nesse nível de agregação geográfica no Brasil. Nessa linha, justifica-se, neste estudo, o uso de um deflator nacional para tal cálculo². Destaca-se que o uso desse fator foi relevante para captar a relação entre o nível econômico de uma determinada área e as hospitalizações por acidentes de transporte terrestre (Goel et al., 2018; Dadgar e Norström, 2017; Soro et al., 2017; Silva et al., 2015).

Na mensuração da taxa de motorização de veículos, foram usados os dados da frota total de veículos³ - para captar o efeito do grupo por completo - e as populações residentes de cada município, disponíveis no site do IPARDES (IPARDES, 2021b) e do DATASUS (Brasil, 2021a), 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 e 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 (IPARDES, 2021a). 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 (IPARDES, 2021d). Conforme Organização Pan-Americana da Saúde OPAS (2011), 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

²Destaca-se que, na literatura nacional, é comum utilizar o IPCA como deflator de dados em nível municipal, por exemplo: Queiroz e Pires (2021) estudaram o crescimento econômico nos municípios do estado de Goiás; Becker (2021) analisou o impacto do FUNDEB no desenvolvimento econômico dos municípios brasileiros e Araujo et al. (2010) investigaram o impacto dos gastos públicos no crescimento econômico dos municípios do Ceará.

³A 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 (IPARDES, 2021b).

a confecção dos mapas, utilizou-se o *software* ArcMap 10.5. Por fim, os modelos econométricos de Painel de Dados Espaciais foram estimados no *software* STATA 13.

4.2 Método de Suavização dos Dados

O primeiro passo metodológico 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 (2016), 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.

Quando os municípios são pequenos, isso implica que, no cálculo de suas taxas brutas (de internações), o valor do denominador é baixo (população pequena). Consequentemente, qualquer aumento (ou redução) na ocorrência de um evento (mudanças no numerador) pode 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) pode solucionar os problemas supracitados.

A taxa bayesiana empírica global corresponde à soma ponderada entre a taxa bruta e a taxa média geral/global. A sua ponderação tem um fator inversamente proporcional à 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 apresentem 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 4.3.

Para melhor compreensão do comportamento da variável dependente, apresentam-se na Figura – letras (a) até (f), respectivamente, as distribuições das taxas de internações hospitalares, bruta e suavizada, por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná, para os anos de 2008, 2013 e 2018. Observou-se que, em 2008, 116 municípios apresentaram taxas brutas iguais a zero, localizados em sua maioria nas regiões Oeste, Sul e Nordeste do estado. Após a suavização, o número de municípios com taxa nula diminuiu para 10 (Alto Piquiri, Barracão, Bom Jesus do Sul, Conselheiro Mairinck, Douradina, Manfrinópolis, Nova Olímpia, Salgado Filho, Santo Antônio do Sudoeste e Tapira). Em geral, as regiões que apresentaram as menores (tons de azul mais claros) – valores diferentes de zero – e maiores (tons de azul mais escuros) taxas de internações brutas permaneceram as mesmas após a suavização das taxas – Figura 1(a) e 1(b).

Em 2013, dos 399 municípios do Paraná, 85 tiveram taxas de internações brutas por acidentes de transporte terrestre iguais a zero e esse número caiu para 1 (Boa Esperança) após a suavização. As menores taxas brutas e suavizadas corresponderam a municípios situados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do estado. Destaca-se também que, após a aplicação dessa técnica, as taxas de internações aumentaram (mais regiões com tons escuros da cor azul) em municípios localizados, principalmente, nas regiões Noroeste e Centro-Sul do estado - Figuras 1 (c) e 1 (d).

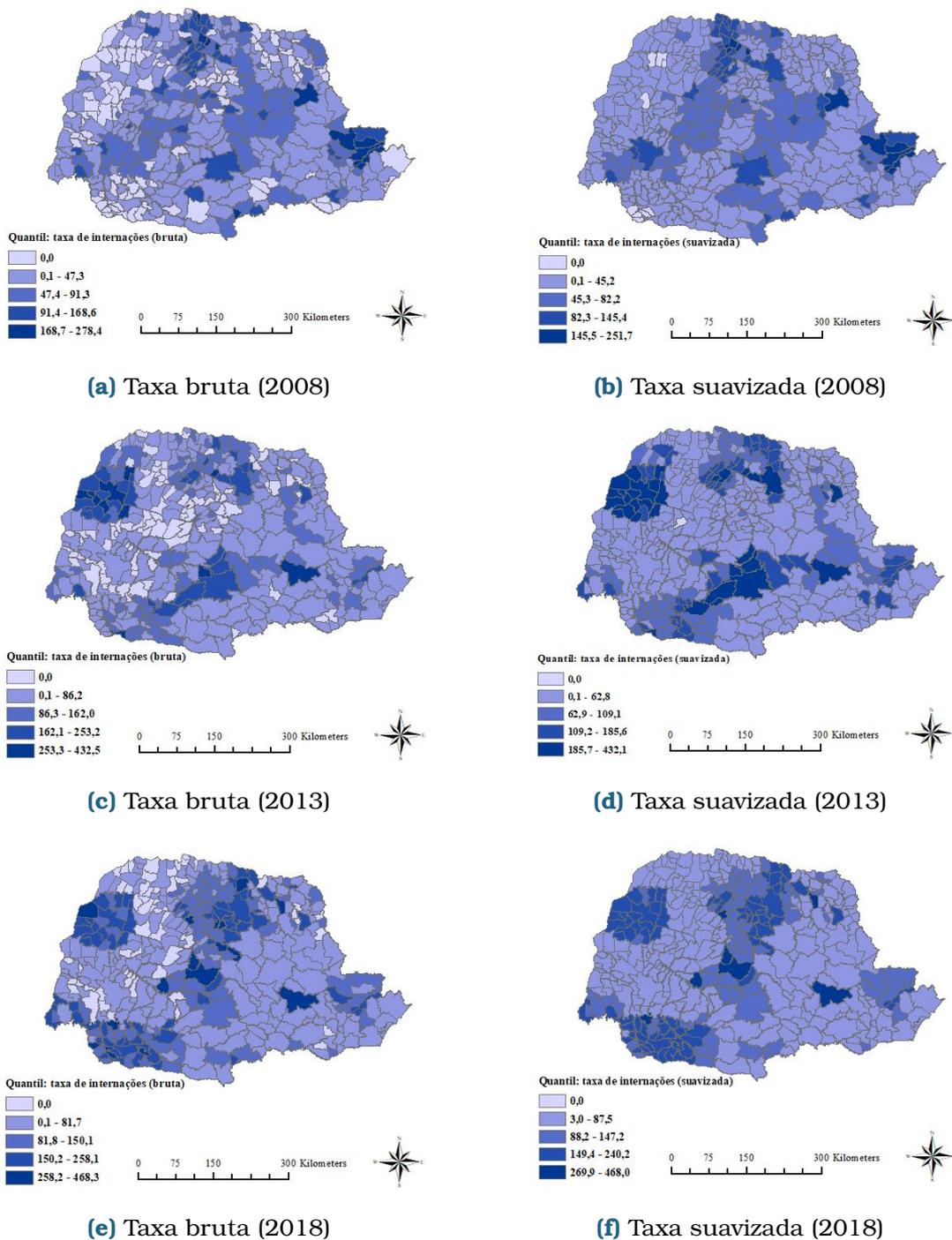
Por fim, em 2018, o número de municípios com taxas de internações brutas por acidentes de transporte terrestre iguais a zero diminuiu para 85, sendo que, após a suavização, nenhum deles apresentou taxa nula. As menores taxas (diferentes de zero) de internações brutas e suavizadas corresponderam aos municípios situados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do Paraná. Ademais, a suavização resultou em taxas de internações maiores (tons escuros da cor azul) em municípios localizados, principalmente, nas regiões Noroeste e Sudoeste - Figuras 1(e) e 1(f). A partir do exposto, no decorrer do estudo, foi utilizada a taxa suavizada ⁴.

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

A AEDE foi usada para analisar as distribuições espaciais e os padrões de associação (*clusters* espaciais) ou localidades atípicas (*outliers* espaciais) da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre. Com base nos estudos de Elhorst e Elhorst (2014) e (Anselin et al., 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, identificaram-se as matrizes de pesos espaciais (rainha, torre, k-vizinhos – k5, k7 e k9), que a partir do maior valor do I de Moran (significativo e positivo) indicaram k igual a 5 vizinhos. Tal matriz foi obtida de acordo com esse teste, que foi descrito

⁴Destaca-se que é possível estimar modelos espaciais com dados censurados, ou seja, quando a quantidade de zeros na amostra é uma característica intrínseca dela e não um problema de dados faltantes.

Figura 1. Distribuição espacial das taxas de internações hospitalares (bruta e suavizada) por acidentes de transporte terrestre, municípios do Paraná, anos de 2008, 2013 e 2018



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

melhor na seção de resultados. Avaliou-se também a autocorrelação global positiva a partir da estatística I de Moran (Diagrama de Dispersão). Por fim, por meio do mapa de *clusters* LISA (*Local Indicator of Spatial Association*), verificaram-se os tipos de *cluster* espaciais classificados em cinco categorias: Não significativa, 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 foi baseada em Hsiao (2014), Anselin et al. (2013), Almeida (2012) e LeSage e Pace (2009).

Na sequência da estratégia empírica, foram estimados os modelos não espaciais de regressão para dados em painel, denominados de Efeitos Fixos (EF) e Efeitos Aleatórios (EA). Na escolha do tipo de modelo, aplicou-se o teste de Hausman (cuja hipótese nula é a ausência de correlação dos regressores com o termo de erro) e o seu resultado indicou o modelo de EF.

Na verificação da questão se o modelo de efeitos fixos convencional (sem dependência espacial) necessita ou não da inclusão de alguma defasagem espacial, foi preciso checar se os resíduos do modelo convencional se mostram autocorrelacionados espacialmente (ou seja, se existia autocorrelação espacial na dimensão do corte transversal). Para isso, aplicou-se o teste de autocorrelação espacial de I de Moran e constatou-se a presença de erros autocorrelacionados, logo houve 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:

$$y_{it} = \alpha_i + \rho W y_{it} + X_{it} \beta + W X_{it} \tau + \xi_{it} \quad (2)$$

$$\xi_{it} = \lambda W \xi_{it} + e_{it} \quad (3)$$

em que $W y_{it}$ é a defasagem espacial da variável dependente; as variáveis explicativas (X_{it}) exógenas defasadas espacialmente são representadas por $W X_{it} = (W X'_{1t}, \dots, W X'_{nt})'$ e 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, τ é um vetor de coeficientes espaciais, i são os indivíduos ou regiões ($i = 1, \dots, N$) e t corresponde aos anos de análise ($t = 1, 2, \dots, T$).

Admitindo restrições aos parâmetros espaciais das Equações (2) e (3), 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.

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 (a 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 (a 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) - que pressupõe a existência de um modelo ideal para descrever a relação entre as variáveis - e Bayesiano (BIC) - que 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 Belotti et al. (2017) e LeSage e Pace (2009).

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
Autoregressivo espacial combinado (SAC)	Local	$\neq 0$	0	$\neq 0$

Fonte: Adaptado de Almeida (2012).

Nessa linha, o modelo SAC (*Spatial-Autoregressive with Spatially Autocorrelated Errors Model*) pode ser expresso por:

$$y_{it} = \rho W y_{it} + X_{it} \beta + \xi_{it} \quad (4)$$

$$\xi_{it} = \lambda W \xi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

em que y_{it} é a variável dependente; $W y_{it}$ é a defasagem espacial da variável dependente (y_{it}); X_{it} são as variáveis explicativas exógenas; 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 $i = 1, \dots, N$) e t (com $t = 1, \dots, T$), referem-se a áreas geográficas e aos anos, respectivamente. A matriz de ponderação espacial é definida segundo o critério de k-vizinhos (mais próximos) e é mantida inalterada para todos os anos do painel.

Característica importante dos modelos econométricos espaciais é que eles permitem captar impactos de efeitos diretos (ED), indiretos (EI) e totais (ET). O efeito direto (ED) informa o impacto da variação de uma unidade na variável explicativa do município i sobre a variável dependente da mesma unidade espacial. Por exemplo, considere

o ED como o efeito sobre a taxa de internações por acidentes de transporte do município i quando aumenta o PIB real *per capita* de i em 1%. Já o EI se refere ao impacto da mudança de uma unidade na variável explicativa do município i sobre a variável dependente dos vizinhos (de primeira ordem), sendo denominado de transbordamentos das variáveis. Assim, por exemplo, ela mede o impacto do aumento de 1% do PIB real *per capita* do município i sobre a taxa de internações por acidentes de transporte de seus vizinhos. Por fim, o ET corresponde à soma dos impactos diretos e indiretos, captando o impacto de todas as regiões incorporadas na matriz de peso sobre uma determinada região “ i ”, incluindo o efeito da própria região ⁵ (LeSage e Pace, 2009; Abreu et al., 2005).

Diante do exposto e com base no modelo teórico de Grossman (seção 2), a especificação econométrica usada neste estudo pode ser representada pela Equação (6):

$$TIHit = \beta_1 + \beta_2 PIBPCit + \beta_3 DDit + \beta_4 TMV it + \beta_5 PREV it + \varepsilon it \quad (6)$$

em que $TIHit$ é a taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre (variável dependente ou produto); $PIBPC$ é o PIB real *per capita*; DD é a densidade demográfica; TMV é a taxa de motorização de veículos; $PREV$ é prevalência dos acidentes de transporte terrestre e ε é termo de erro aleatório. Os índices i (com $i = 1, \dots, 399$) e t (com $t = 1, \dots, 11$) referem-se ao município e ao ano, respectivamente.

Na Tabela 1, é apresentada a estatística descritiva das variáveis (dependente e explicativas) usadas nas estimações da Equação (6). Verificou-se que a taxa média de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre (por 100 mil habitantes) correspondeu a 35,8 em 2008, 66,6 em 2013 e 84,9 em 2018. O maior valor dessa variável foi observado no município de Ponta Grossa, no ano de 2018 (468,3 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).

⁵O ED é expresso como o traço da diagonal principal de $S_r(W)$: $\overline{M}(r)_{direto} = n^{-1}tr(S_r(W))$, sendo que $S_r(W) = (I_n - \rho W)^{-1}I_n\beta_r$, n é número de observações, tr é o traço da matriz e $\overline{M}(r)_{direto}$ é o efeito direto médio. O ET é dado por: $\overline{M}(r)_{total} = n^{-1}I_n'S_r(W)I_n$, em que I_n é o vetor coluna unitário e $\overline{M}(r)_{total}$ é o efeito total médio. Já o EI é representado da seguinte maneira: $\overline{M}(r)_{indireto} = \overline{M}(r)_{total} - \overline{M}(r)_{direto}$ (LeSage e Pace, 2009).

Tabela 1. Análise descritiva das variáveis (dependente e explicativas) usadas na pesquisa, Municípios do Paraná, 2008, 2013 e 2018

2008					
Variáveis	Média	Desvio-Padrão	CV (%)	Valor Máximo	Valor Mínimo
Taxa de internações hospitalares (suavizada) por 100 mil hab.	38,5	41,6	107,8	251,7	0,0
PIB real <i>per capita</i> (em R\$1.000)	12,7	8,9	70	142,7	4,4
Densidade demográfica (hab./km ²)	62,7	248,4	396,1	4.198	3,1
Taxa de motorização de veículos (por 1.000 hab.)	323,3	90,2	27,9	614,5	28,5
Prevalência (vítimas por 100 mil hab.)	159,4	189,0	118,6	1.350,3	0,0
2013					
Taxa de internações hospitalares (suavizada) por 100 mil hab.	66,6	67,5	101,4	432,1	0,0
PIB real <i>per capita</i> (em R\$1.000)	22,6	13,4	59,0	198,7	8,5
Densidade demográfica (hab./km ²)	65,4	254,3	388,9	4.246,1	3,0
Taxa de motorização de veículos (por 1.000 hab.)	474,7	102,1	21,5	803,5	72,6
Prevalência (vítimas por 100 mil hab.)	137,6	146,9	106,7	913,5	0,0
2018					
Taxa de internações hospitalares (suavizada) por 100 mil hab.	84,9	84,8	99,9	468,3	0,0
PIB real <i>per capita</i> (em R\$1.000)	32,2	15,5	48,0	145,3	0,0
Densidade demográfica (hab./km ²)	67,6	266,2	394,0	4.408,7	2,7
Taxa de motorização de veículos (por 1.000 hab.)	588,6	112,7	19,1	1.079,5	109,4
Prevalência (vítimas por 100 mil hab.)	117,2	125,8	107,4	772,9	0,0

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* em 2008 foi de 12,7 mil reais, subiu para 22,6 mil reais em 2013 e atingiu 32,2 mil reais no final do período de análise. Os municípios de Saudade do Iguaçu⁶ e de Guaraqueçaba apresentaram o maior (216,5 mil reais em 2012) e o menor (4,4 mil reais em 2008) valor dessa variável, respectivamente. A densidade demográfica média em 2008 foi de 62,7 hab./km², aumentou para 65,4 hab./km² em 2013 e correspondeu a 67,6 hab./km² em 2018. O valor máximo dessa variável foi observado em Curitiba (4.408,7 hab./km² em 2018) e o mínimo, em Alto Paraíso (2,7 hab./km² em 2018). A taxa média de motorização de veículos em 2008 foi de 323,3 por mil habitantes e aumentou nos períodos subsequentes para 474,7 em 2013 e 588,6 no ano de 2018. Destaque para os municípios de Quatro Pontes, que apresentou a maior taxa desse condicionante (1.079,5/mil habitantes) em 2018, e de Guaraqueçaba, com 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 159,4 vítimas/100 mil habitantes em 2008 e diminuiu nos períodos posteriores para 137,6 (2013) e 117,2 (2018). O município de Maringá apresentou o maior valor dessa variável (1.350 vítimas/100 mil habitantes) em 2008. Em geral, todas as variáveis explicativas (com exceção da taxa de motorização de

⁶O alto valor do PIB *per capita* de Saudade do Iguaçu (com apenas 5 mil habitantes) é explicado devido à elevada participação da produção da usina de Salto Santiago no PIB, no Rio Iguaçu, considerada uma das maiores do país (Paraná, 2016).

veículos) tiveram alta dispersão relativa dos dados nos três anos destacados.

5. Resultados e Discussão

5.1 Análise dos resultados da AEDE

Neste estudo, 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). Essa matriz foi usada também nas estimativas econométricas. Na sequência, a partir do Diagrama de Dispersão de I de Moran (Figura 1A – Apêndice), foi constatada significância estatística do indicador de autocorrelação espacial com os seguintes valores calculados: 0,617 em 2008; 0,576 em 2013; e 0,538 em 2018.

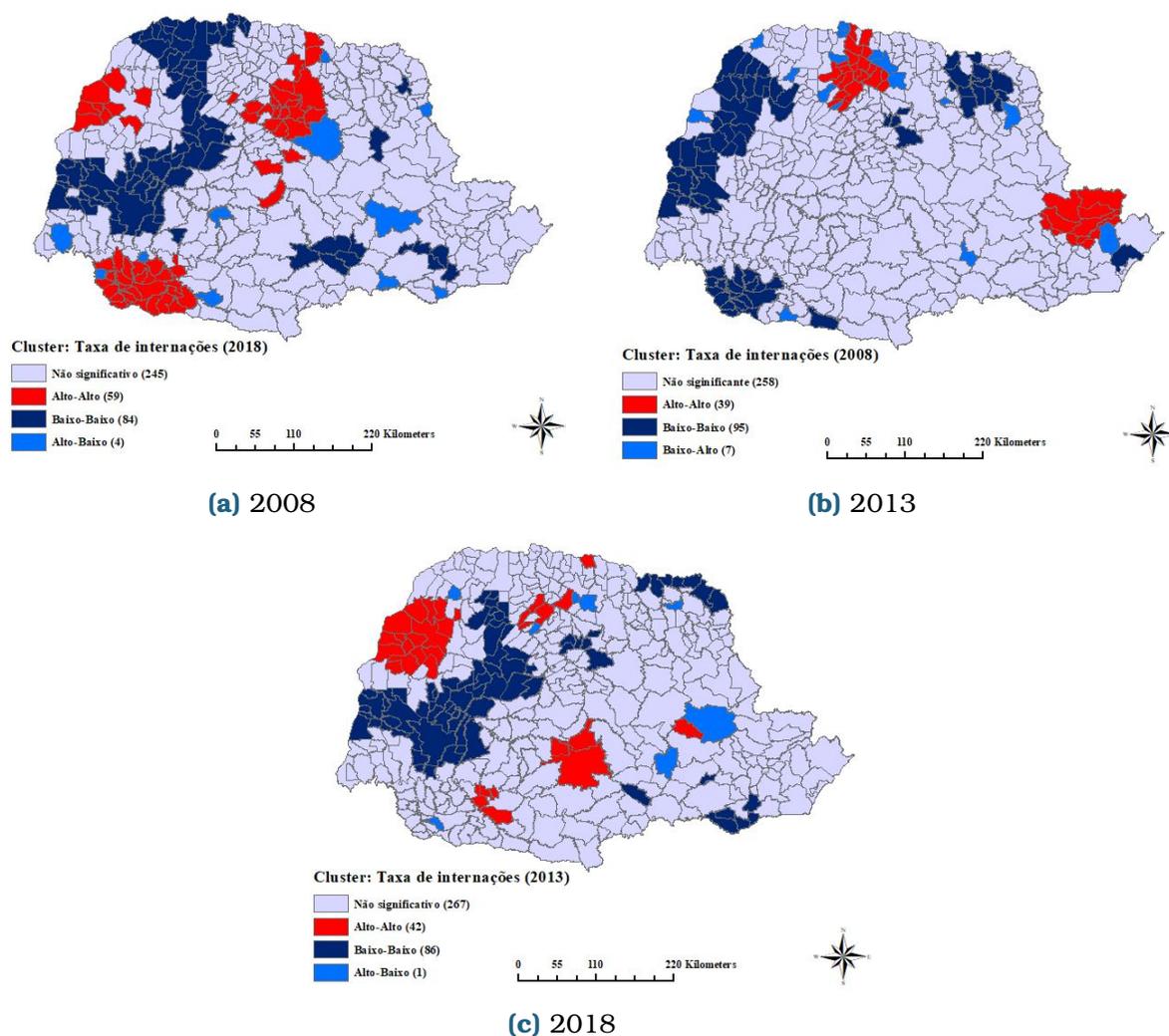
Na Figura 2 são apresentados os Mapas de *Cluster* LISA para os anos de 2008, 2013 e 2018. Verificou-se que os municípios com agrupamento do tipo Alto-Alto estatisticamente significativo (regiões com altas taxas de internações rodeadas por áreas com elevados valores da mesma variável) estão na cor vermelha. 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.

Em geral, a partir dos resultados expostos, 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, observou-se 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 com a forma como ocorrem as decisões estratégicas entre os gestores de saúde (Domingos et al., 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, à escassez de consultas ofertadas e à falta de médicos especialistas no SUS, por exemplo, ortopedistas que são importantes para os atendimentos de vitimados em acidentes de trânsito.

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

Na Tabela 2, são apresentados os resultados do modelo de painel de dados espaciais SAC com efeito fixo temporal para os municípios do Paraná, entre 2008 e 2018.

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 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, tem-se que o PIB real *per capita* afetou positivamente a taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre. Em termos de efeitos marginais médios, observou-se que o aumento do PIB real *per capita* de um município paranaense tem impacto direto e positivo sobre a taxa de internações da mesma localidade. 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 Norström (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 veiculares).

Já Dadgar e Norström (2017) e Van Beeck et al. (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 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 de um determinado município se relaciona negativamente com a variável dependente da mesma localidade, pelo efeito direto. Isso indicou que aqueles municípios com alta concentração populacional por metro quadrado podem apresentar menor número de internações hospitalares por essa causa na região de análise. Esses resultados estão em consonância com as pesquisas de Goel et al. (2018) e Silva et al. (2015).

Goel et al. (2018), 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.

De forma indireta, o aumento da densidade demográfica de um determinado município paranaense afetou positivamente a taxa de internação dos municípios vizinhos. Isso está relacionado ao fato de que, se o número de habitantes por metro quadrado em determinado município é alto, o risco de acidentes não fatais que necessitam de atendimento médico local (internação) também pode ser elevado. Nessa linha, se esse município tem limitações (restrições ou ineficiências) nos serviços de atendimento ou opera no limite de sua capacidade (escassez de recursos, como leitos hospitalares, equipamentos, unidades móveis, médicos especializados), o atendimento ao vitimado pode ser transferido para o sistema de saúde de municípios vizinhos (mais próximos) que possuem capacidade para tanto (Gedeborg et al., 2010).

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.

Nota¹: Número de observações (N): 4.389, número de municípios (n): 399 e número de anos (t): 11. Erro padrão da estatística entre parênteses.

Nota²: *Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e *** Significativo a 10%.

A taxa de motorização de veículos de um determinado município impactou de forma

positiva e direta a taxa de internações (suavizada) por acidentes de transporte terrestre do mesmo município e, pelo efeito indireto, afetou negativamente a mesma taxa dos municípios vizinhos. Esses resultados estão em consonância com as pesquisas de Lee et al. (2018), Dadgar e Norström (2017), Golias e Caetano (2013) e Van Beck et al. (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, à expansão da demanda por serviços de saúde, por exemplo, hospitalizações, medicamentos e cuidados médicos no município em análise. Já os transbordamentos (efeitos indiretos) da taxa de motorização sobre a vizinhança ocorrem por meio da diminuição da demanda por internações do SUS, relativamente ao município considerado.

6. 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 base teórica correspondeu ao modelo de Grossman. A técnica bayesiana empírica espacial foi aplicada para suavizar a variável dependente e utilizaram-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. Além disso, verificou-se o efeito de transbordamento espacial dessa variável entre as áreas analisadas, mostrando que existem diferenças de magnitude dos coeficientes entre os modelos não espacial e espacial. Esse resultado evidenciou que não levar os fatores espaciais em consideração pode gerar resultados enviesados, pois a distribuição territorial das internações e a interação espacial existente entre elas são de extrema relevância para compreender esse problema de saúde pública. Além disso, políticas públicas mais integrativas com municípios (em relação a esse transbordamento) são necessárias para diminuição dessas internações.

Quanto aos fatores (insumos) associados, observou-se que o fator econômico (PIB real *per capita*), ao longo do tempo, afetou positivamente essa taxa. 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 área em análise.

A densidade demográfica de um município apresentou associação negativa, pelo efeito direto, com a variável dependente do mesmo local. Contudo, constatou-se a ocorrência de transbordamento espaciais (efeitos indiretos positivos) da variável sobre a taxa de internação dos municípios vizinhos. 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.

A taxa de motorização de veículos, por sua vez, explica de forma direta (e positiva) e indireta (e negativa) a variável de interesse. Logo, o tamanho da frota de veículos, bem como a intensidade dos fluxos regionais de veículos (mobilidade) são informações úteis para a administração e o 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.

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, a partir do modelo teórico de Grossman, da relação (espaço-temporal) entre as taxas de internações hospitalares do SUS por acidentes de transporte terrestre (produto) e os seus fatores econômico e demográficos (insumos); 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, na promoção da qualidade de vida dos vitimados e na melhoria do seu capital humano.

Cabe destacar que o efeito espacial encontrado neste estudo, bem como seus canais de transmissão (fluxo inter-regional de veículos, pessoas e mercadorias, e diferenças na qualidade e capacidade de atendimento às vítimas entre os municípios) em relação às variáveis explicativas do modelo estimado mostraram o seu diferencial perante a literatura e a importância de considerá-los em pesquisas para se evitar resultados enviesados. Além disso, com base no modelo teórico, na revisão de literatura e na disponibilidade de dados municipais, os fatores econômico, demográfico e de saúde usados foram suficientes para explicar o comportamento (no tempo e no espaço) da taxa de internações hospitalares (suavizada) por acidentes de transporte terrestre entre os municípios do Paraná.

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 (os dados mais recentes disponíveis foram do Censo 2010); ii) escassez de informações referentes às leis de trânsito específicas para cada município e de dados sobre a gestão hospitalar. Como trabalho futuro 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

- Abreu, M., De Groot, H. L., e Florax, R. J. (2005). Space and growth: A Survey of Empirical Evidence and Methods. *Region et Developpement*, 21:13–44.
- Almeida, E. (2012). Econometria espacial. *Campinas–SP. Alínea*, 31.
- Andrade, S. S. C. d. A. e Jorge, M. H. P. d. M. (2017). Internações hospitalares por lesões decorrentes de acidente de transporte terrestre no Brasil, 2013: permanência e gastos. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 26:31–38.
- Anselin, L., Florax, R., e Rey, S. J. (2013). Advances in spatial econometrics: methodology, tools and applications.
- Araujo, J. A., Monteiro, V. B., e Cavalcante, C. A. (2010). Influência dos gastos públicos no crescimento econômico dos municípios do Ceará. Acesso em dez de 2021.
- Becker, K. L. (2021). Uma análise da contribuição do fundeb sobre a qualidade da educação pública dos municípios brasileiros. Acesso em dez de 2021.
- Belotti, F., Hughes, G., e Mortari, A. P. (2017). Spatial panel-data models using stata. *The Stata Journal*, 17(1):139–180.
- Brasil (2021a). Estimativas de 1992 a 2019 utilizadas pelo TCU para determinação das cotas do FPM (sem sexo e faixa etária). Acesso em: dez. de 2020.
- Brasil (2021b). Morbidade hospitalar do sistema Único de Saúde – SUS por causas externas, por local de residência-Brasil. Acesso em: jan. de 2021.
- Brasil (2021c). Morbidade hospitalar do sistema Único de Saúde – SUS por causas externas, por local de residência-Paraná. Acesso em: jan. de 2021.
- Brasil (2021d). Morbidade hospitalar do sistema Único de Saúde – SUS por causas externas, por local de residência-Paraná. Acesso em: jan. de 2021.
- Brasil (2021e). Morbidade hospitalar do SUS por causas externas por local de residência – a partir de 2008 notas técnicas. Acesso em: jan. de 2021.
- Brasil (2021f). Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA - variação acumulada no ano durante o plano real (%), dezembro 1995 - dezembro 2020. Acesso em: jan. de 2021.
- Carvalho, A. X. Y., Silva, G. D. M., Almeida, Junior, G. R., e Albuquerque, P. H. M. (2011). Mapeamento de taxas bayesianas, com aplicação ao mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)*. Acesso em: out. de 2020.

- Dadgar, I. e Norström, T. (2017). Short-term and long-term effects of gdp on traffic deaths in 18 oecd countries, 1960–2011. *J Epidemiol Community Health*, 71(2):146–153.
- Domingos, C. M., Ferraz, E. D. M., e Carvalho, B. G. (2019). Governança das ações e serviços de saúde de média complexidade em uma região de saúde. *Saúde em Debate*, 43:700–711.
- Elhorst, J. P. e Elhorst, J. P. (2014). Spatial panel data models. *Spatial econometrics: From cross-sectional data to spatial panels*, Página 37–93.
- Folland, S., Goodman, A. C., e Stano, M. (2017). *The economics of health and health care: Pearson new international edition*. Routledge.
- Gedeborg, R., Thiblin, I., Byberg, L., Melhus, H., Lindbäck, J., e Michaelsson, K. (2010). Population density and mortality among individuals in motor vehicle crashes. *Injury Prevention*, 16(5):302–308.
- Global Burden of DiseaseGBD (2020). Global burden of disease study 2019 (gbd 2019). Acesso em: jan. de 2021.
- Goel, R., Jain, P., e Tiwari, G. (2018). Correlates of fatality risk of vulnerable road users in delhi. *Accident Analysis & Prevention*, 111:86–93.
- Golias, A. R. C. e Caetano, R. (2013). Acidentes entre motocicletas: análise dos casos ocorridos no estado do paraná entre julho de 2010 e junho de 2011. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18:1235–1246.
- González, M. P. S., Ponce,  . T., e Sotos, F. E. (2020). Interregional inequality and road accident rates in spain. *Accident Analysis & Prevention*, 135:105347.
- Grossman, M. (1972a). *The demand for health: a theoretical and empirical investigation*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Grossman, M. (1972b). On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political economy*, 80(2):223–255.
- Grossman, M. (2000). The human capital model. In: *Handbook of health economics*, volume 1, Página 347–408.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data*. Number 64. Cambridge university press.
- IPARDES (2021a). Densidade demográfica (hab/km²) - (2000-2020). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>. Acesso em: jan 2021.
- IPARDES (2021b). Frota de veículos - total - (1989-2019). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>. Acesso em: jan 2021.
- IPARDES (2021c). Produto interno bruto (pib) per capita (r\$ 1,00) - (2002-2018). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>. Acesso em: jan 2021.

- IPARDES (2021d). Vítimas em acidentes de trânsito - total - (2005-2019). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>. Acesso em: jan 2021.
- Kenkel, D. S. (1995). Should you eat breakfast? estimates from health production functions. *Health Economics*, 4(1):15–29.
- Lee, D., Guldmann, J.-M., e Von Rabenau, B. (2018). 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*, 22(1):17–37.
- LeSage, J. e Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. CRC Press.
- Marshall, R. J. (1991). Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. *Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics*, 40(2):283–294.
- Mas-Colell, A., Whinston, M. D., e Green, J. R. (1995). *Microeconomic theory*, volume 1. Oxford university press New York.
- Melo, W. A. D., Alarcão, A. C. J., de Oliveira, A. P. R., Pelloso, S. M., e Carvalho, M. D. d. B. (2017). Age-related risk factors with nonfatal traffic accidents in urban areas in maringá, paraná, brazil. *Traffic injury prevention*, 18(2):157–163.
- Melo, W. A. d., Oliveira, R. R. d., Brischiliari, A., Pelloso, S. M., e Carvalho, M. D. d. B. (2018). Mortality trend due to traffic accident in young in the south of brazil. *Cadernos Saúde Coletiva*, 26:360–368.
- Mendonça, M. F. S. d., Silva, A. P. d. S. C., e Castro, C. C. L. d. (2017). 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*, 20:727–741.
- Nunes, M. N. e Nascimento, L. F. C. (2010). Internações hospitalares por acidentes de moto no vale do paraíba. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 56(6):684–687.
- Organização Pan-Americana da SaúdeOPAS (2011). Módulo de princípios de epidemiologia para o controle de enfermidades. módulo 1: apresentação e marco conceitual. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_3.pdf. Acesso em: jan. de 2021.
- Paraná (2016). Interior bate recorde de participação na economia do paraná. 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. e Queiroz, B. L. (2016). Análise espacial da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios do brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25:683–692.

- Queiroz, A. M. e Pires, M. J. d. S. (2021). Crescimento econômico e a associação espacial de clusters municipais no estado de Goiás: 2002-2016. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10525/1/td_2636.pdf. Acesso em: dez. 2021.
- Rhee, K.-A., Kim, J.-K., Lee, Y.-i., e Ulfarsson, G. F. (2016). Spatial regression analysis of traffic crashes in seoul. *Accident Analysis & Prevention*, 91:190–199.
- Rios, P. A. A., Mota, E. L. A., Ferreira, L. N., Cardoso, J. P., Ribeiro, V. M., e Souza, B. S. d. (2020). Fatores associados a acidentes de trânsito entre condutores de veículos: achados de um estudo de base populacional. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25:943–955.
- Scuffham, P. A. e Langley, J. D. (2002). A model of traffic crashes in new zealand. *Accident Analysis & Prevention*, 34(5):673–687.
- Silva, C. R., Carvalho, B. G., Cordoni, L., e Nunes, E. d. F. P. d. A. (2017). Dificuldade de acesso a serviços de média complexidade em municípios de pequeno porte: um estudo de caso. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22:1109–1120.
- Silva, P. H. N. d. V., Lima, M. L. C., Souza, W. V., Moreira, R. d. S., e Oliveira, F. J. M. (2015). Muertes por accidente de motocicleta y su asociación con variables relacionadas a la reproducción social en un estado del noreste brasileño. *Salud colectiva*, 11:401–410.
- Soares, D. F. P. d. P. e Barros, M. B. d. A. (2006). Fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito no município de maringá-pr. *Revista Brasileira de epidemiologia*, 9:193–205.
- Soro, W. L., Zhou, Y., e Wayoro, D. (2017). Crash rates analysis in china using a spatial panel model. *IATSS research*, 41(3):123–128.
- Suphanchaimat, R., Sornsrivichai, V., Limwattananon, S., e Thammawijaya, P. (2019). Economic development and road traffic injuries and fatalities in thailand: An application of spatial panel data analysis, 2012–2016. *BMC public health*, 19(1):1–15.
- Thornton, J. (2002). Estimating a health production function for the us: some new evidence. *Applied Economics*, 34(1):59–62.
- Van Beeck, E. F., Borsboom, G. J., e Mackenbach, J. P. (2000). Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *International journal of epidemiology*, 29(3):503–509.
- Vaz, E., Tehranchi, S., e Cusimano, M. (2017). Spatial assessment of road traffic injuries in the greater toronto area (gta): spatial analysis framework. *Journal of Tourism, Sustainability and Well-being*, 5(1):37–55.
- Wilde, G. (2014). Target risk 3: Risk homeostasis in everyday life. *Toronto: PDE Publication-Digital Edition*.

Wu, W., Jiang, S., Liu, R., Jin, W., e Ma, C. (2020). Economic development, demographic characteristics, road network and traffic accidents in zhongshan, china: gradient boosting decision tree model. *Transportmetrica A: transport science*, 16(3):359–387.

Young, D. J. e Bielinska-Kwapisz, A. (2006). Alcohol prices, consumption, and traffic fatalities. *Southern Economic Journal*, 72(3):690–703.

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.

Apêndice:

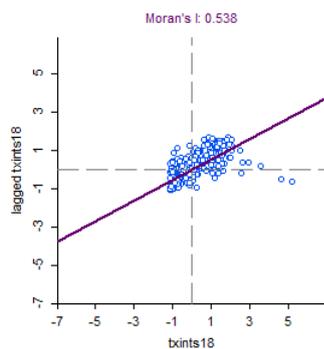
A.1. Estatísticas Globais I de Moran para variável dependente, Municípios do Paraná, 2008 a 2018

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			

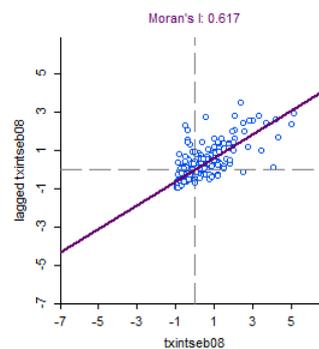
Fonte: Resultados da pesquisa (2021). Elaboração própria.

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

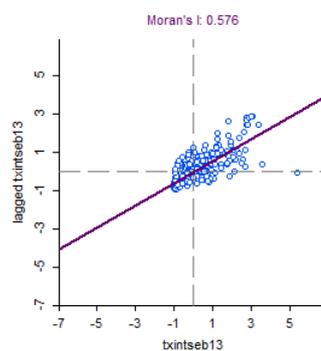
A.2. Diagramas de dispersão da variável taxa de internações hospitalares (suavizada) do SUS por acidentes de transporte terrestre, Municípios do Paraná, 2008, 2013 e 2018.



(a) 2008



(b) 2013



(c) 2018

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