

**IMPACTOS ECONÔMICOS E DE SEGURANÇA NAS ESTRADAS DE INVESTIMENTOS
EM INFRAESTRUTURA: EVIDÊNCIAS PARA UMA CONCESSÃO DE RODOVIAS
ESTADUAL**

1. Introdução

O Brasil é um país com dimensões continentais, sendo o quinto lugar em extensão territorial com aproximadamente 8.516.000 km², o que representa cerca de 48% de toda a América do Sul. Apesar da grande extensão territorial, o Brasil é, em grande parte, conectado por rodovias, que são, em sua maioria, públicas e de baixa qualidade. A densidade de rodovias pavimentadas do Brasil é de apenas 25,1 km/1.000 km²,¹ muito inferior a países como EUA e China que têm 437,8 e 452,1 e menos da metade do que seus pares como México (70,0) e Rússia (54,3). Este gargalo de infraestrutura é considerado um obstáculo a produtividade, eficiência de mercado e, conseqüentemente, crescimento econômico (Karpowicz et. al, 2018).

A ineficiência da infraestrutura de logística (portos, rodovias e ferrovias), além do complexo sistema tributário e burocracia no processo de exportação, fazem com que o custo logístico do Brasil seja superior a seus pares, impactando de maneira significativa sua competitividade. Se estima que no Brasil o custo de logística represente aproximadamente 25% do custo total do produto, em contraste com os Estados Unidos onde este percentual é de 10% (GUASCH, 2004).

Este déficit de infraestrutura é particularmente impactante no Brasil, que tem uma vocação agrícola, com grandes distâncias entre a zona produtora, os centros de consumo e os portos, que são responsáveis pela maioria do volume de exportação das *commodities* (minério de ferro, soja, celulose e outros). Considerando o caso de rodovias federais apenas, Romano e Sampaio (2023) analisaram os impactos econômicos da concessão no Brasil, utilizando a metodologia de difference-in-differences com tratamento escalonado. Eles encontraram aumento na arrecadação de impostos em municípios não metropolitanos cruzados pelas rodovias e impacto positivo no PIB do setor de serviços nos municípios com concessões iniciais.

Além da questão econômica e social, a precariedade das estradas é um dos fatores responsáveis por tornar o Brasil o terceiro país no mundo com mais mortes no trânsito (41 mil mortes estimadas) e um dos países fora do continente Africano com mais mortes por essa causa por 100.000 habitantes (19,7) (WHO, 2018). O custo dos acidentes de trânsito no Brasil é um custo silencioso que deteriora as finanças públicas, consumindo cerca de 30% (FIESC, 2017) do orçamento dos hospitais públicos e retirando milhares de jovens do mercado de trabalho. Carvalho (2020) estima que no Brasil este custo, somente em rodovias, chegue a R\$ 40 bilhões por ano², representando a perda de 45 mil vidas por ano e deixando mais de 300 mil pessoas com lesões graves.

O grande investimento feito pelo setor privado em rodovias federais no Brasil no período 2007-2017 foi estudado por Alves et. al (2021). Os autores exploram o fato de as concessões de rodovias não terem sido realizadas em todos os estados brasileiros para estimar o impacto causal da concessão de rodovias sobre acidentes fatais de

¹ Dados de 2021 do relatório anual da Confederação Nacional de Transporte (CNT)

² Se for considerado os custos dos acidentes urbanos, a estimativa chega a R\$ 50 bilhões.

trânsito. Segundo os autores, as estradas do grupo tratado tiveram, em média, 16 mortes a menos por ano, em mil acidentes, do que rodovias administradas pelo setor público.

Embora existam estudos que analisem os efeitos de concessões de rodovias federais no Brasil, não há, na literatura, trabalhos que avaliem os impactos causais de concessões estaduais. Este estudo busca preencher essa lacuna na literatura empírica e metodológica ao avaliar os efeitos de uma concessão estadual sobre economias locais e a segurança nas estradas. Utilizando um método de estimação de causalidade, esta pesquisa oferece uma análise detalhada e precisa das consequências econômicas e de segurança decorrentes da implementação da concessão, contribuindo para um melhor entendimento das implicações dessas intervenções.

2. Objetivos

Este artigo tem como objetivo investigar se o investimento em infraestrutura rodoviária, através do modelo de concessão em São Paulo, impacta positivamente as economias locais e a segurança nas estradas. Para isso, são utilizadas, como estratégias de identificação, técnicas de *Difference in Difference* e Controle Sintético. São avaliados os impactos na renda, medida pelo consumo de energia elétrica residencial, e na redução de acidentes fatais. Além disso, o estudo propõe um exercício para o cálculo do Valor Presente Líquido do impacto econômico da redução de acidentes nas estradas concessionadas.

3. Métodos

3.1 Descrição da concessão ViaPaulista

A ViaPaulista busca criar um eixo logístico no Estado de São Paulo, conectando de maneira eficiente os Estados do Paraná, o interior do Estado de São Paulo e o Sul de Minas Gerais.³ O contrato de concessão da ViaPaulista engloba dois trechos. O trecho norte, que anteriormente estava concessionado para a Autovias (trecho vermelho da figura 1) e o trecho sul, administrado anteriormente pelo Estado, através do Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo (DER) (trecho azul da figura 1).

³ São Paulo é o Estado brasileiro mais populoso com mais de 20% da população total. Somados, São Paulo, Paraná e Minas Gerais possuem mais de 37% da população brasileira.

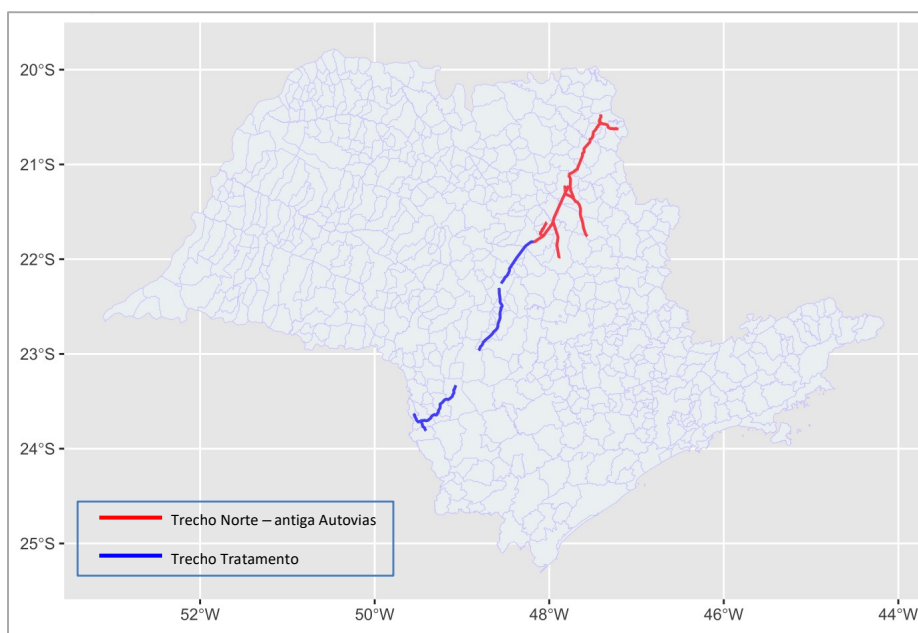


Figura 1 – Mapa da Concessão – ViaPaulista
 Fonte: Elaboração própria

Como o objetivo do trabalho é estudar os impactos da migração da administração de uma rodovia da gestão pública estadual para a privada, o estudo se concentrará na avaliação do impacto sobre o indicador de renda apropriada nos 17 municípios, identificados na tabela 9 do anexo, que passaram a receber os investimentos da concessão (trecho sul destacado em rosa na figura 2 do anexo). Além do estudo nos municípios também são estudados os impactos sobre acidentes nas rodovias concessionadas SP 255 e SP 281.

As concessionárias de rodovia recolhem o ISS de dois grupos distintos para os municípios limítrofes. A figura 3 anexa mostra a evolução do repasse do ISS para os municípios do grupo de tratamento, onde é possível notar que o repasse do “ISS Pedágios” só inicia de maneira significativa no ano de 2019, com a inauguração da maioria das praças e, a partir desta data, tem uma trajetória constante. Já o “ISS de terceiros” tem um pico em 2018 com as obras do Programa de Intervenção Inicial (PII) e depois uma pequena queda.

Importante ressaltar que os municípios de tratamento, que são cortados pela concessão e que não estavam anteriormente concessionados (figura 4 anexa), receberão as maiores frações do ISS de Terceiros por concentrarem a maioria das obras.

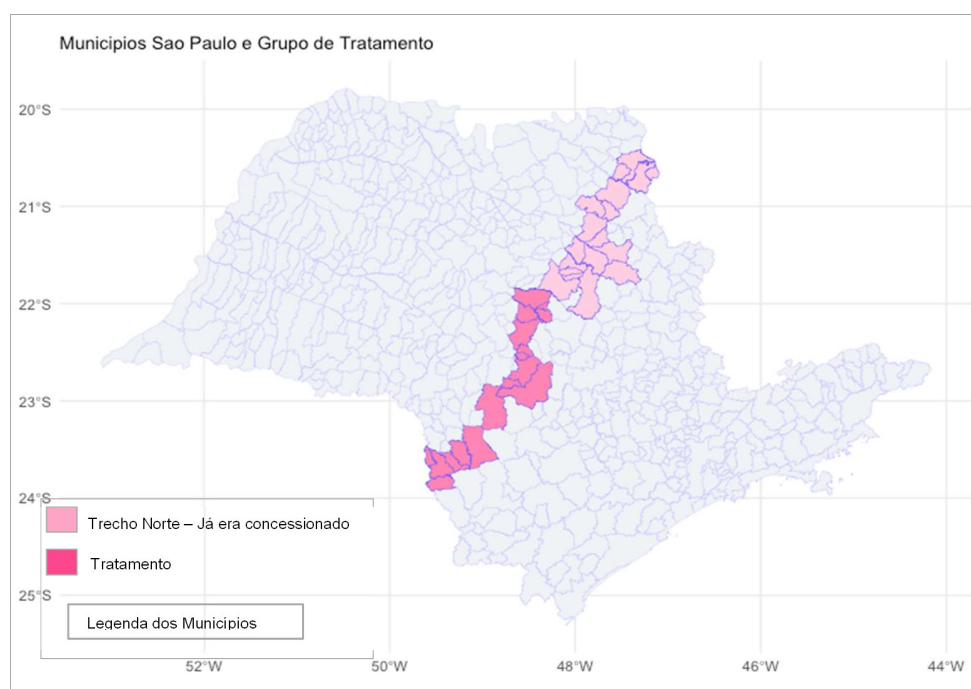


Figura 4 – Localização dos Municípios que recebem ISS da concessão
 Fonte: Elaboração própria.

Em quatro anos de concessão, conforme dados da ViaPaulista, foram repassados, pela concessionária, R\$ 83.013.604⁴ para os municípios do grupo Norte (R\$ 54.775.546) e os municípios de tratamento (R\$ 28.238.058). Os valores entre 2018-2021, deflacionados para o ano de 2017, por municípios, são apresentados nas tabelas 10 e 11 do anexo.

3.2 Dados

Grande parte dos dados do trabalho foram extraídos do SEADE, uma fundação vinculada à Secretaria de Governo do Estado de São Paulo, que centraliza uma extensa base de dados socioeconômicos e demográficos. A tabela 1 (anexa) resume a periodicidade e a fonte das principais variáveis que serão utilizadas no trabalho.

Para medir o crescimento da renda dos municípios do Estado de São Paulo que receberam os benefícios da concessão serão utilizados os dados do consumo de energia elétrica residencial. Os indicadores econômicos do PIB municipal, disponibilizados pelo SEADE, apresentam os números apenas até o ano de 2019, com uma defasagem de dois anos da divulgação do PIB Regional. Como forma alternativa para capturar o impacto econômico, no período posterior, onde não há dados do PIB ainda disponibilizados, portanto, serão utilizados os consumos de energia elétrica residenciais como aproximação. Este tipo de variável captura a renda apropriada do município e vem sendo bastante

⁴ Valores em moeda corrente do ano do recolhimento.

utilizada na literatura (HENDERSON; STOREYGARD; WEIL, 2012; XIE et al., 2016). A tabela 12, no anexo, mostra a alta correlação positiva entre os valores médios de PIB per capita e a energia residencial per capita dos municípios em todos os grupos (tratado e controles).

Os dados sobre fatalidades estão disponíveis desde 2015 e serão utilizados no trabalho.

A figura 5 apresenta os dados de 522 rodovias administradas pelo DER (Departamento de Estrada e Rodagem do Estado de SP) durante os anos de 2015 e 2021. A análise do gráfico das fatalidades do DER indica que houve uma pequena redução do número de fatalidades no ano de 2020, ocasionado, possivelmente, pela pandemia do COVID 19. Houve também um crescimento da proporção de fatalidades com motocicletas em relação aos demais modais.

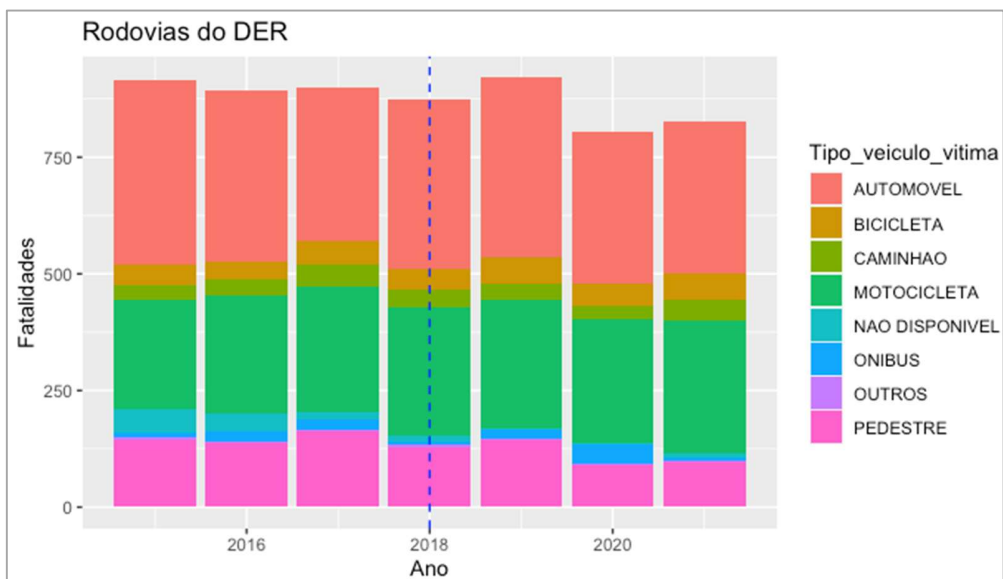


Figura 5 – Evolução das fatalidades nas rodovias administradas pelo DER
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

Quando se analisa as fatalidades das rodovias tratadas, na figura 6, é possível perceber um comportamento bem distinto em relação as rodovias do DER (figura 5), com uma redução de aproximadamente 45%, comparando o período de 2015 (pré intervenção) ao ano de 2021. No anexo, se encontra a figura 15 que apresenta as evoluções dos acidentes fatais, por turno e por tipo de veículo.

É possível perceber também que, além da redução do número absoluto de fatalidades, houve alteração do perfil das vítimas. Antes da intervenção, a maioria das fatalidades (65%) ocorria com usuários de automóveis e a quantidade de pedestres e motociclistas representava 25% do total (os outros tipos como caminhões, ônibus e ciclistas representavam os 10% restantes). No ano de 2021, com a redução do número absoluto das fatalidades, os motociclistas e pedestres passaram a representar 46% do total. Isto pode indicar que a intervenção teve efeito principalmente na redução das fatalidades nos usuários de longa distância da rodovia (automóveis, caminhões e ônibus).

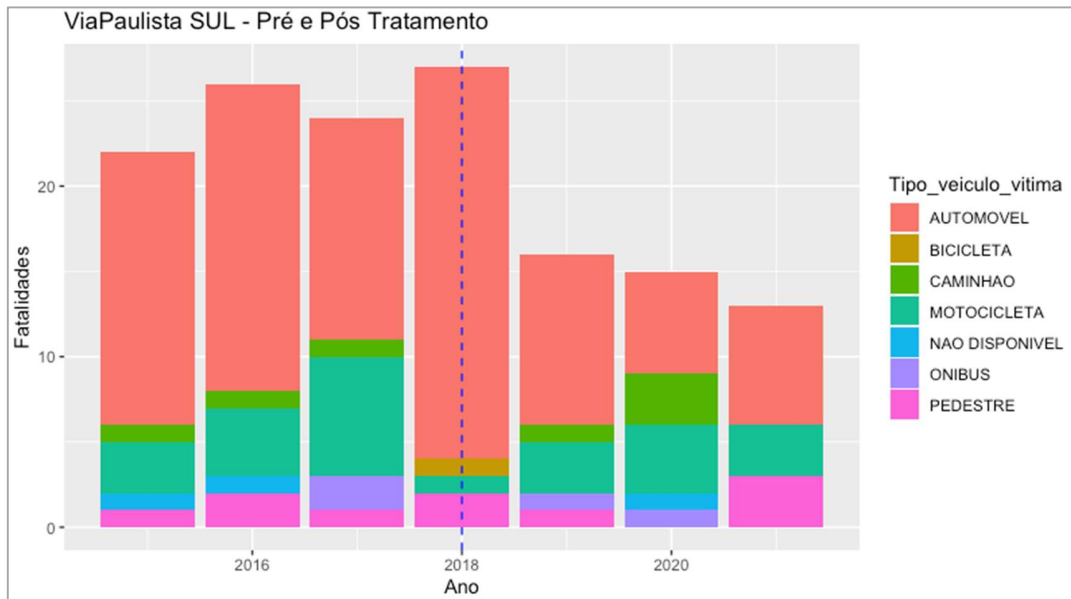


Figura 6 – Fatalidades por tipo de veículo no trecho de tratamento
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

3.3 Estratégia Empírica

3.3.1 Mensuração dos efeitos sobre a renda apropriada

Para avaliar os efeitos da concessão sobre a renda apropriada dos municípios impactados, o trabalho utiliza diversas composições de grupos controles em um modelo de diferenças em diferença descrito pela equação 1:

$$\log(Energia\ Residencial_{i,t}) = \alpha + \delta_i + \gamma_t + \theta Dummy_{i,t} + \beta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

em que $Energia\ Residencial_{i,t}$ é variável de consumo de energia residencial per capita (em MWh) no Município i e no ano t , δ_i e γ_t são os efeitos fixos de município e de tempo, respectivamente. A variável $Dummy_{i,t}$ identifica com 1 se o Município i recebeu o tratamento no ano t , caso contrário recebe zero (grupo controle). θ é o coeficiente de interesse que fornece o impacto causal da intervenção sobre a medida de renda municipal. Além disso, o vetor $X_{i,t}$ é composto por variáveis de controle (percentual de população com menos de 15 anos, densidade populacional, grau de urbanização e número de consumidores de energia residencial e comercial) e, por fim, $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro aleatório. Como o contrato de concessão foi assinado no final de 2017 e o primeiro ano da concessão foi dedicado ao PII (Programa de Intervenção Inicial) da rodovia, o ano de 2018 será considerado o ano inicial do tratamento.

Para garantir a maior robustez dos resultados, a equação (1) foi estimada com 4 composições diferentes de grupos controles. O grupo controle 1 é composto pelos municípios a 60km do eixo sul da rodovia. Esses municípios

não recebem repasse de ISS. Os municípios do trecho norte da rodovia, já pertencentes a uma concessão antes de 2017, formam o grupo de controle 2. O terceiro grupo de controle são os municípios distantes a 60 km do trecho concessionado norte. Esses municípios, assim como o grupo de controle 1, não recebem ISS da concessão. A figura 7 localiza geograficamente esses três grupos controle, além dos municípios tratados.

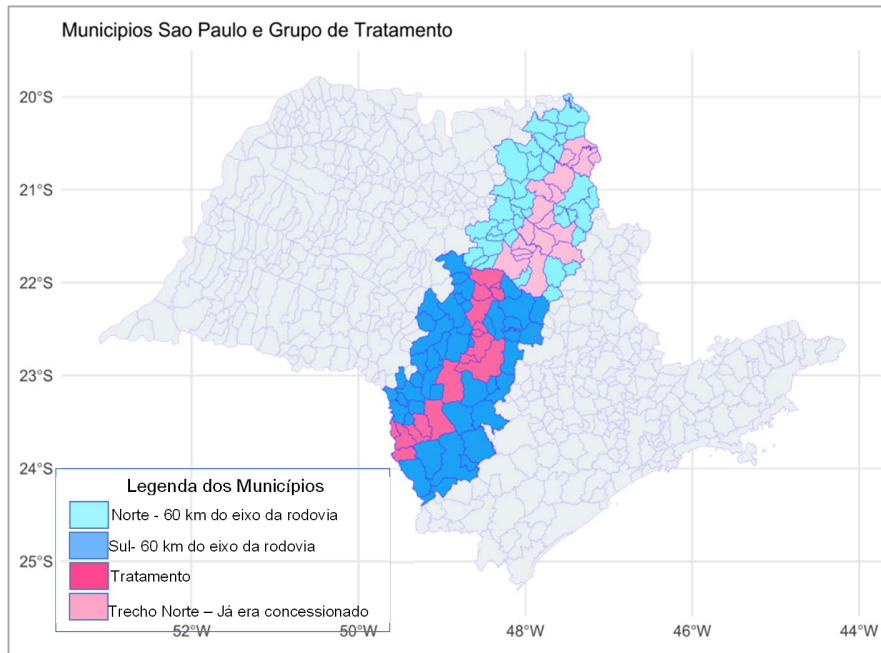


Figura 7 – Localização dos Municípios da concessão e municípios lindeiros
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, o grupo de controle 4 é composto por 48 municípios contrafactuais com características similares aquelas do grupo tratamento, construído através de filtros dos 7 critérios descritos na tabela 2 anexa. Estes 48 municípios, com características semelhantes ao grupo de tratamento, estão espalhados no Estado de São Paulo, conforme ilustrado na figura 8.

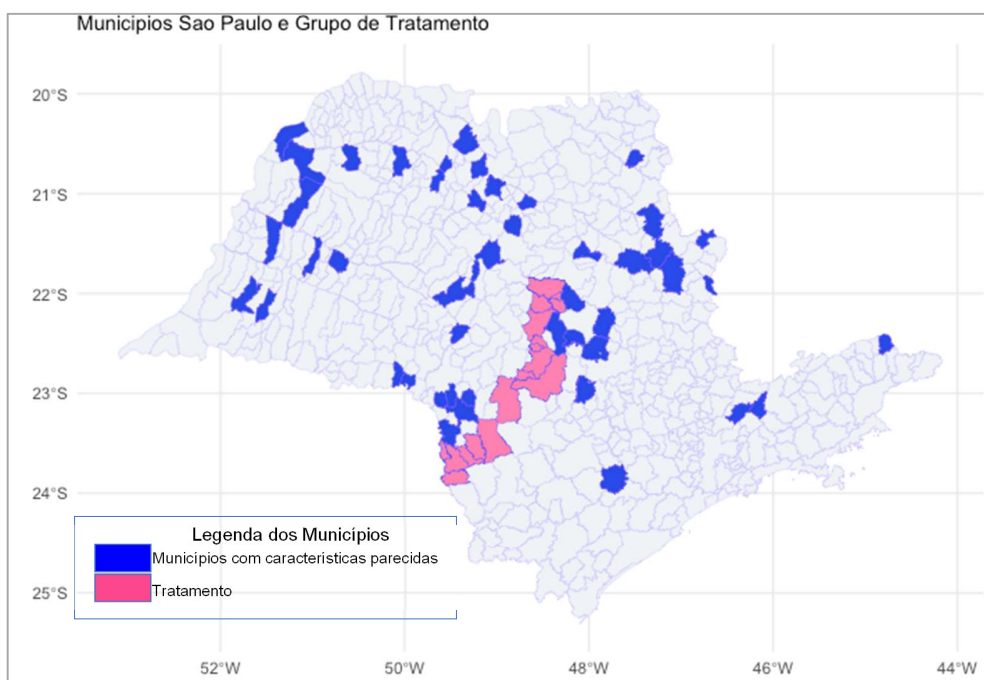


Figura 8 – Localização dos Municípios de tratamento e contrafactual
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

A tabela 3, em anexo, sintetiza as características para o ano de 2017 dos 4 grupos de controle e do grupo de tratamento. Os dados mostram que a média dos PIB per capita dos municípios dos grupos de controle 1 e 4 são mais parecidas com a dos municípios tratados.

3.2.2 Mensuração dos efeitos sobre acidentes fatais

Diferentemente da mensuração dos efeitos da concessão sobre a renda apropriada, que é realizada para um grupo de municípios tratados, a avaliação do impacto sobre os acidentes fatais é feita apenas sobre uma unidade: a rodovia tratada. Dessa forma, foi construído um controle sintético, a partir da metodologia proposta por Abadie e Gardeazabal (2003).⁵ Para a construção da estimação por controle sintético, utilizou-se duas possibilidades de período anterior à intervenção: 1- os anos 2016-2017⁶ e 2- o período 2016-2018.

As rodovias de tratamento são os trechos definidos no contrato de concessão, que compreendem segmentos das rodovias SP 255, SP 281 e SP249 destacados na figura 1. Por sua vez, as rodovias doadoras (possíveis rodovias que poderão compor o controle sintético) são restritas ao Estado de São Paulo. As covariadas⁷ propostas são próximas às utilizadas nos estudos de Vassallo (2009) e de Christiano, Magro e Ramírez (2015), são elas: número médio diário e proporção de veículos que trafegam na rodovia, por tipo (automóvel, motocicleta e caminhão).

⁵ Pacote do r *Synth*

⁶ Os pesos atribuídos as rodovias doadoras nessa especificação podem ser vistos na tabela 13 do anexo.

⁷ A base disponível das covariadas vem do DER e, diferentemente da base do Infosiga, só tem dados disponíveis a partir de 2016.

O método de controle sintético busca minimizar a diferença entre o resultado obtido pelo grupo do tratamento com o resultado simulado pelo grupo de rodovias sintética.

Como resultado do modelo, o vetor w foi calibrado e conseguiu aproximar as covariadas do grupo sintético com o grupo de tratamento, conforme mostrado na tabela 4 anexa.

Para mensurar a qualidade da seleção do grupo de tratamento em relação ao grupo de controle, foi realizado o teste de razão de erro de previsão média quadrática pós/pré-tratamento. O resultado indicou um valor-p alto (0,875), ou seja, os dois grupos podem ser considerados estaticamente iguais o que demonstrou uma boa qualidade da seleção do modelo sintético, com os pesos demonstrados na tabela 5 anexa.

4. Resultados

4.1 Efeitos sobre a renda apropriada

Embora o principal resultado econômico esperado pela intervenção seja sobre a renda dos municípios impactados, há uma defasagem temporal na divulgação da base de dados de PIB municipal de dois anos. Dessa forma, será utilizado o consumo de energia elétrica residencial dos municípios como *proxy* de renda apropriada municipal. Como já discutido, essa variável tem sido utilizada frequentemente na literatura.

A tabela 6 apresenta os impactos estimados sobre o consumo de energia elétrica residencial per capita (em log). Os efeitos da concessão, considerando as quatro diferentes composições do grupo de comparação, foram de um aumento médio entre 0,029 e 0,049 sobre o log do consumo de energia elétrica residencial per capita (em MWh). Os coeficientes são estatisticamente significativos a, pelo menos 1%, para os três primeiros grupos controle.

Tabela 6 –Efeitos da concessão – Estimativas Diff in Diff

	Variável dependente: log(Consumo de Energia Elétrica Residencial Per Capita (MWh))			
	Controle 1 - 60km Sul	Controle 2 -Trecho Norte	Controle 3 - 60km Norte	Controle 4 - Similares
Coefficiente (θ)	0,031*** (0,011)	0,049*** (0,012)	0,029*** (0,011)	0,046 (0,030)
Observações	441	245	406	455

Nota: Erros robustos clusterizados em nível municipal em parênteses; * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$; coeficientes (θ) estimados conforme a equação 1.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

Com o objetivo de simplificar a interpretação dos resultados, a tabela 7 apresenta os efeitos econômicos da concessão, calculados a partir dos impactos estimados da tabela 6 e utilizando, como base, os valores de consumo de energia residencial per capita e PIB per capita verificados no ano de 2017, último ano pré-intervenção, do grupo tratamento (tabela 3 de estatísticas descritivas). As estimativas mostram que a concessão ampliou o consumo de

energia elétrica residencial per capita em um valor entre 0,021 MWh⁸ e 0,036MWh, dependendo do grupo controle escolhido. Isso equivale a uma variação entre 3,0% e 5,0% na medida de renda apropriada. Considerando a elasticidade de 58.946 (tabela 11 do anexo) estimada entre PIB e consumo de energia residencial, é possível calcular que o impacto da concessão sobre o PIB per capita foi positivo, com valor entre R\$1.266 e R\$2.161, o que equivale a um aumento entre 4,7% e 8,1%. Essas evidências, considerando tempo decorrido da intervenção, indicam aderência com os resultados obtidos por Donaldson (2018). As evidências indicam, portanto, que o modelo de concessão de rodovias da ViaPaulista trouxe benefícios econômicos aos municípios impactados, mesmo com a análise restrita a apenas 4 anos após a intervenção (2018-2021).

Tabela 7 –Efeitos econômicos da concessão

	Controle 1 - 60km Sul	Controle 2 - Trecho Norte	Controle 3 - 60km Norte	Controle 4 - Similares
Consumo de Energia Elétrica Residencial Per Capita	0,023MWh 3,2%	0,036 MWh 5,0%	0,021 MWh 3,0%	0,034 MWh 4,7%
PIB per capita	R\$1.355 5,1%	R\$2.161 8,1%	R\$1.266 4,7%	R\$2.026 7,6%

Nota: Efeitos calculados a partir dos impactos estimados na tabela 6 e da base de valores médios de 2017 (tabela 3)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

Uma hipótese fundamental para que os coeficientes estimados tenham interpretações de impactos causais é que o consumo médio de energia elétrica residencial per capita para os grupos tratado e controle tenham trajetórias similares no período anterior à intervenção. Isso indica que, caso não houvesse a concessão, as tendências sobre a variável de interesse de ambos os grupos continuariam semelhantes. É possível verificar pela figura 9 que, nas quatro regressões, a premissa de tendências paralelas no período pré intervenção foi respeitada. A trajetória do grupo tratado parece aproximar-se da trajetória do grupo controle apenas após a intervenção. Ou seja, há evidências estatísticas que explicam o crescimento do consumo de energia elétrica residencial ocasionado pelo tratamento (concessão rodoviária).

⁸ O cálculo desse efeito é dado por $EXP(\ln(0,73) + 0,029) - 0,73=0,021$, em que 0,73 é o consumo residencial de energia per capita MWh médio do grupo tratado em 2017 e 0,025 é o impacto estimado em log para o respectivo grupo controle.

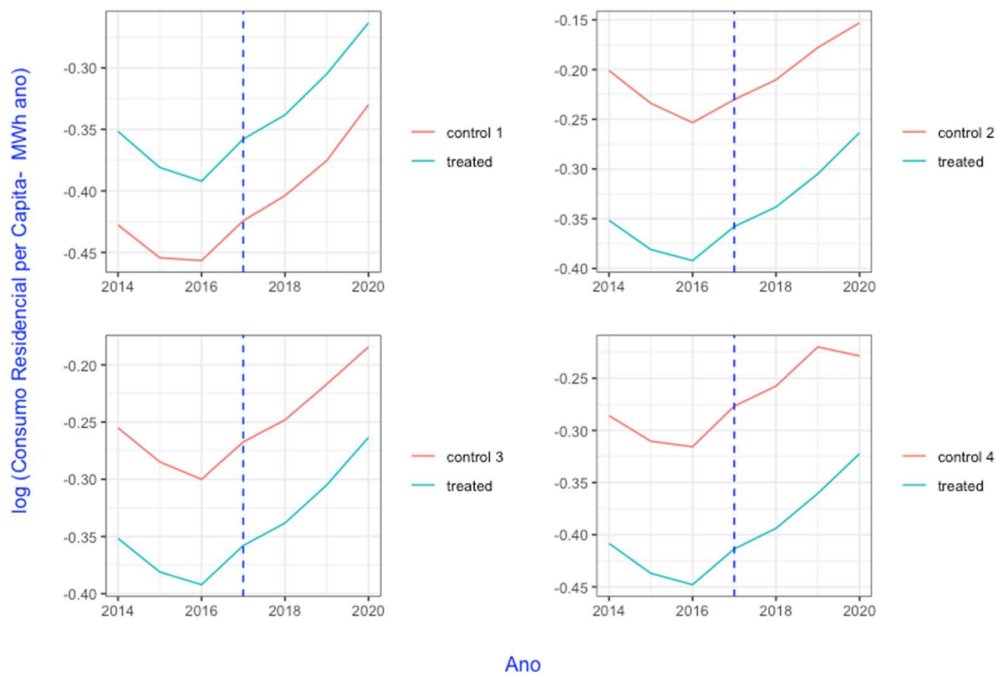


Figura 9 – Tendências paralelas
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

4.2 Efeitos sobre a fatalidades no trânsito

A figura 10 apresenta a comparação da evolução do número de fatalidades no trânsito entre as rodovias do grupo tratado e as do grupo de controle (normalizado em 2016), construída a partir da metodologia de controle sintético. Nesse caso, foi considerado como período pré-intervenção os anos anteriores a assinatura do contrato (2016 e 2017). Verifica-se que as fatalidades seguem trajetórias similares no período pré-intervenção.

Embora a figura apresente a trajetória do grupo controle normalizada para o valor observado no grupo tratado em 2016, é possível calcular o *gap* de fatalidades entre os grupos (figura 11 anexa). Observa-se que havia, no período pré-intervenção, mais fatalidades nas rodovias do grupo tratado, com pico no ano de 2018, mas a diferença foi sendo constantemente reduzida ao longo dos anos. Considerando o ano de 2021, verifica-se uma queda superior a 13 fatalidades por ano após a intervenção, comparando com o *gap* médio do período pré-intervenção.

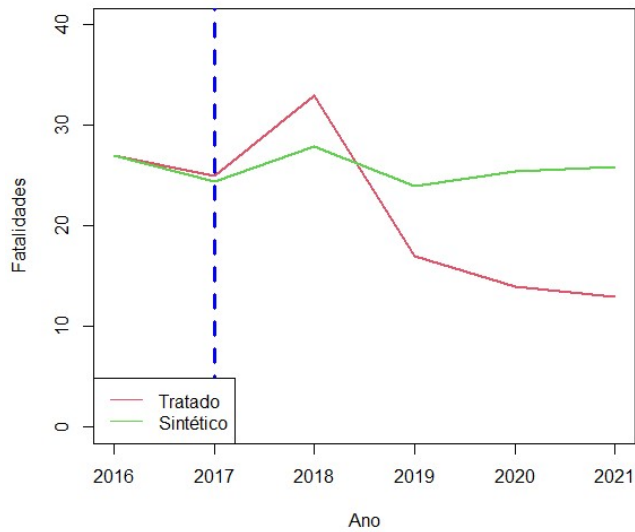


Figura 10 – Evolução do número de fatalidades, considerando o primeiro ano da intervenção em 2018 (normalizado em 2016).
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

Uma outra estratégia de estimação utilizada foi considerar como período pré-intervenção os anos 2016-2018. Os resultados estão presentes na figura 12. Conforme já havia sido discutido anteriormente, o número de acidentes fatais aumenta no grupo tratado no primeiro ano de contrato. Após a intervenção (em 2018, nessa especificação), no entanto, observa-se uma queda acentuada do número acidentes fatais, enquanto o valor permanece semelhante para o grupo controle.

Analisado a evolução do *gap* (figura 13 anexa), verifica-se uma redução mais acentuada da distância entre os grupos nesta especificação. Considerando a média do período 2016-2018, observa-se que no último ano da série (2021) houve o maior impacto, aproximadamente 14 acidentes fatais a menos nas rodovias concessionadas. Este número é semelhante ao encontrado na especificação anterior e equivale a uma redução de aproximadamente 76% no número de acidentes fatais. O aumento de impacto ao longo dos anos está em linha com o observado por Alves et. al (2021).

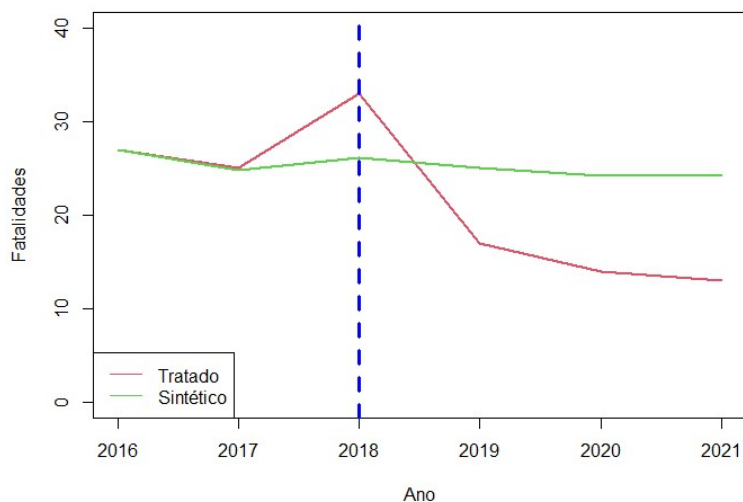


Figura 12 – Evolução do número de fatalidades, considerando o primeiro ano da intervenção em 2019 (normalizado em 2016).
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

A figura 14 anexa mostra graficamente os resultados do teste de placebo. A rodovia de tratamento (linha preta) apresenta um comportamento diferenciado, com uma importante redução após o ano de 2018. Essa é uma evidência de que houve, de fato, um efeito sobre redução de fatalidades nas rodovias causados pela concessão.

Conforme discutido anteriormente, a violência no trânsito gera um impacto negativo nas finanças públicas e na produtividade do Estado. A partir da estimativa sobre impacto nas fatalidades, obtida pela estratégia empírica de controle sintético (redução de aproximadamente 14 fatalidades com a concessão), e dos dados da ViaPaulista, apresentados na tabela 14 do anexo, sobre a relação entre acidentes fatais e demais acidentes no período 2019-2021 (para cada fatalidade existem 1,61 vítimas graves, 6,66 vítimas leves e 4,57 vítimas ilesas), foi realizado um exercício de cálculo do impacto econômico da concessão para o Estado. Como premissa, a redução de fatalidades foi perpetuada para todo período remanescente da concessão, até 2047.

Para os custos dos acidentes, foram utilizados os valores calculados por Carvalho (2020), em que cada fatalidade, acidente com vítima e acidente sem vítima custa para o Estado R\$ 1.010.003, R\$ 146.980 e R\$ 35.699 respectivamente. Ou seja, apenas em redução de acidentes com fatalidade, por exemplo, existe um benefício econômico de R\$14,140 milhões (R\$ 1.010.003 X 14 fatalidades evitadas) para o Estado. O valor do impacto econômico para cada ano foi descontado pela taxa juros da NTN-B do dia 31 de dezembro de 2021⁹, gerando o Valor Presente Líquido do impacto econômico.

⁹ A tabela 15 do anexo mostra a curva de juros que foi utilizada para o desconto. A curva foi construída através dos títulos NTN-Bs disponíveis e interpolada por splines.

Considerando a redução das fatalidades na rodovia após a intervenção, foi estimado um benefício econômico para o Estado de mais de R\$ 444 milhões, conforme tabela 8 do anexo. Essa estimativa pode ser considerada conservadora, uma vez que as melhorias futuras de duplicação tendem a ampliar a redução de fatalidades anuais em relação ao período pré concessão.

5 Considerações Finais

O presente estudo teve o objetivo de examinar o impacto da concessão de rodovias estaduais ocorridas em São Paulo sobre as economias locais e sobre a segurança nas estradas. Como fonte de variação exógena da renda, a pesquisa explorou o fato de que o modelo de concessão avaliado ocorreu apenas em algumas localidades e, dessa forma, aplicou-se a estratégia de diferença em diferenças com 4 composições distintas de grupo controle. Para estimar os impactos sobre a redução de acidentes fatais nas rodovias concessionadas, a metodologia utilizada foi a de controle sintético.

Os resultados indicam que a concessão impactou positivamente a renda apropriada pelos municípios cortados pelas rodovias em um valor entre 3,0% e 5,0%, dependendo da composição do grupo de controle. Este impacto equivale a um acréscimo de valor entre R\$1.266 e R\$2.161 no PIB per capita, considerando a relação estimada entre PIB e consumo de energia elétrica. Com relação aos impactos sobre segurança no trânsito, as estimativas apontam uma redução crescente do número de fatalidades nas rodovias concessionadas. Considerando o último ano da série de dados (2021), foi estimada uma redução entre 13 e 14 mortes nas estradas concessionadas, dependendo da definição do período de início da intervenção. Essa redução de acidentes nas estradas equivale, a partir de um exercício de cálculo do Valor Presente Líquido, a um benefício econômico para o Estado de mais de R\$ 444 milhões ao longo de todo o período de concessão.

Este estudo representa a primeira avaliação com metodologia rigorosa de análise de causalidade dos impactos de uma concessão estadual sobre renda e a violência no trânsito. Ao focar nessa concessão específica, o trabalho não apenas elucida seus efeitos econômicos e de segurança, mas também propõe uma metodologia robusta que pode ser replicada em outras avaliações. As conclusões obtidas oferecem valiosas contribuições para a formulação de políticas públicas, proporcionando evidências concretas para embasar decisões futuras relacionadas a concessões e melhorias de infraestrutura.

As limitações do presente estudo são decorrentes, especialmente, da disponibilidade de informações. Existe uma defasagem de dois anos para a divulgação do PIB dos municípios, em relação ao PIB Estadual, o que inviabilizou sua utilização. Ainda, os indicadores de acidentes não fatais não foram utilizados por ter uma série de dados iniciadas apenas em 2019. Por fim, ressalta-se que a previsão de investimentos em obras melhoria acontecerão até 2025. Dessa forma, futuros estudos poderão investigar o efeito total do modelo de concessão da ViaPaulista nas rodovias de São Paulo.

Referências

ABADIE, Alberto; GARDEAZABAL, Javier. The Economic Costs of Conflict: A case study of the basque country. *The American Economic Review*, v. 93, n. 1, p. 113-132, 2003.

ALVES, P. J., EMANUEI, L., & Pereira, R. H. Highway concessions and road safety: Evidence from Brazil. *Research in transportation economics*, v. 90. 2021.

CHRISTIANO, Thais Rangel Guilherme; MAGRO, José Manuel Vassallo; RAMÍREZ, Blanca del Valle Arenas. Implementation of safety based incentives in public private partnerships (PPPS): An empirical analysis for the Case of Spain. *Transportation Research*, v. 46, n. 8, p. 1153-1404, 2015.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Saiba quais são as melhores ligações rodoviárias do Brasil. 21ª edição da Pesquisa CNT de Rodovias. 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/saiba-quais-sao-melhores-ligacoes-rodoviaras-brasil>. Acesso em 06/10/2023.

DONALDSON, Dave. Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure. *American Economic Review*, v. 108, n. 4-5, p. 899-934, 2018.

FIESC - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. *Proposta do projeto humanização das rodovias Catarinenses*. Região Oeste. 11 ago. 2017. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/publicacoes-e-estatisticas/proposta-do-projeto-humanizacao-das-rodovias-catarinense-regiao-oeste>. Acesso em: 23 mar. 2022.

GUASCH, J. Luis. *Granting and renegotiating infrastructure concessions: Doing it right*. Washington D.C.: World Bank Publications, 2004.

IPEA. Rodovias brasileiras: gargalos, investimentos, concessões e preocupações com o futuro. *Comunicados do IPEA*, v.52, 2010.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias, IPEA. 2020.

HENDERSON, J. Vernon; STOREYGARD, Adam; WEIL, David N. Measuring economic growth from outer space. *American economic review*, v. 102, n. 2, p. 994-1028, 2012.

KARPOWICZ, Izabela, GÓES, Carlos and GARCIA-ESCRIBANO, Mercedes. Filling the gap: Infrastructure investment in Brazil. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*. v. 2 n.2, 2018.

ROMANO, P. R., & SAMPAIO, R. M. B. Road concessions: Evidence of the effects of improving the transport infrastructure on economic development in Brazil. *Transport Policy*, 2023.

SEADE - SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. *Impacto dos acidentes fatais de trânsito na expectativa de vida no estado de São Paulo*. São Paulo: SEADE, 2018.

VASSALLO, José Manuel. *Do Public Private Partnership promote road safety*. Madri: University Research Sponsorship Programme, 2009.

WORLD BANK. *LPI Global Rankings 2018*. Disponível em: <https://lpi.worldbank.org/international/global?sort=asc&order=Infrastructure#datatable>. Acesso em: 20 jun. 2022.

World Health Organization. *Global status report on road safety 2018*.

XIE, Michael et al. Transfer learning from deep features for remote sensing and poverty mapping. *Analys 30° AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Phoenix, Arizona USA, Feb. 12-17, 2016, p. 3929-3935.

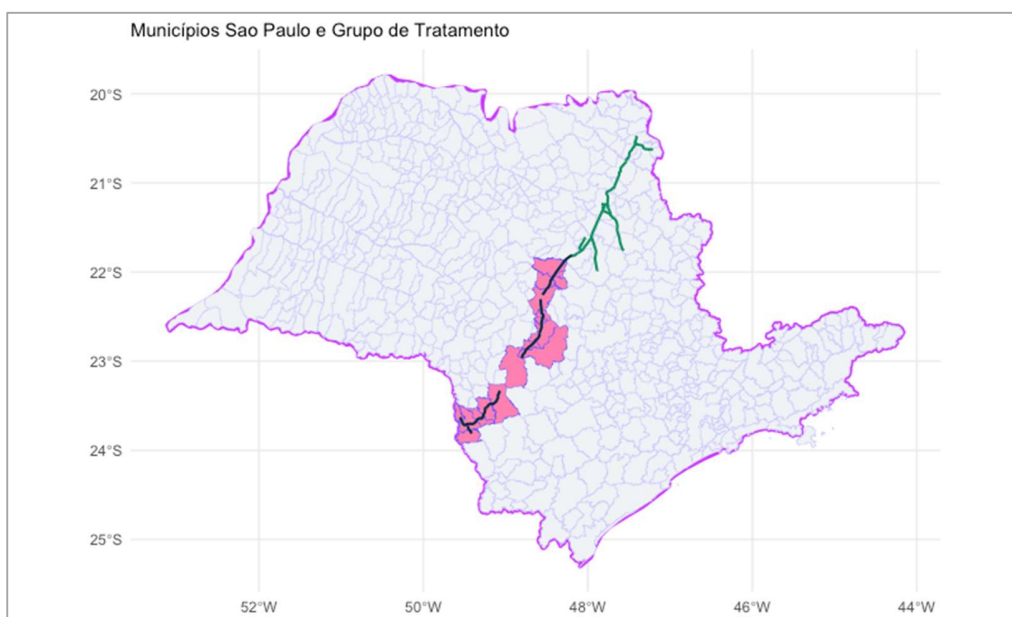


Figura 2 – Mapa da Concessão – ViaPaulista e municípios de tratamento
 Fonte: Elaboração própria.

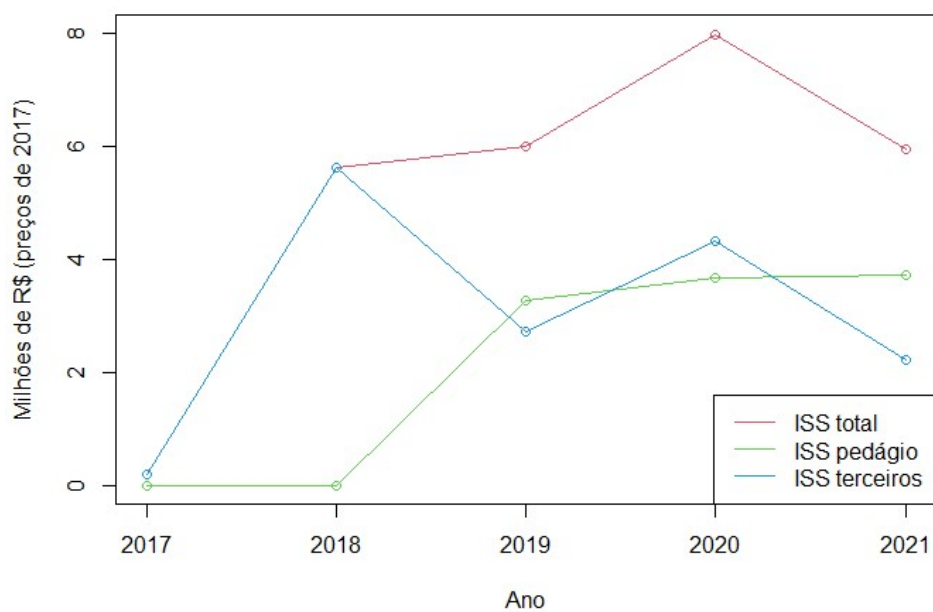


Figura 3 – Evolução do ISS recolhido por tipo e por Grupo de Municípios de Tratamento
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ViaPaulista

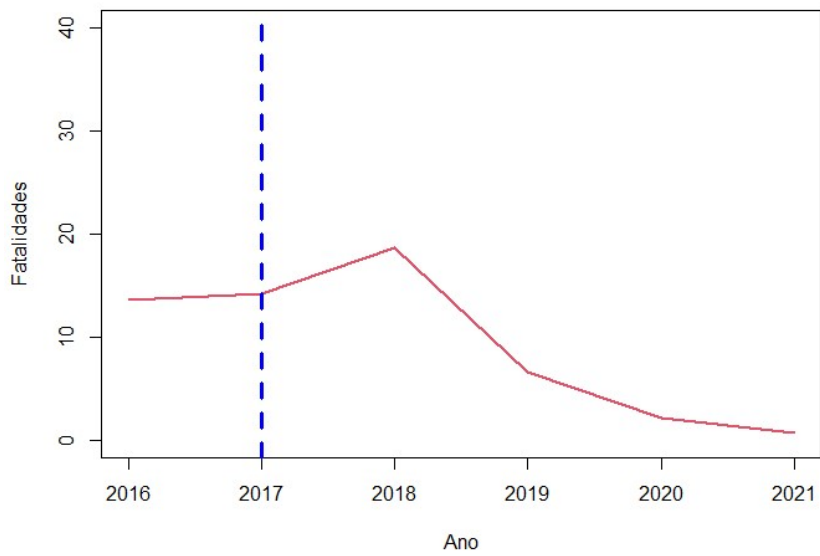


Figura 11 – Evolução do *gap* do número de fatalidades, considerando o primeiro ano da intervenção em 2018.
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

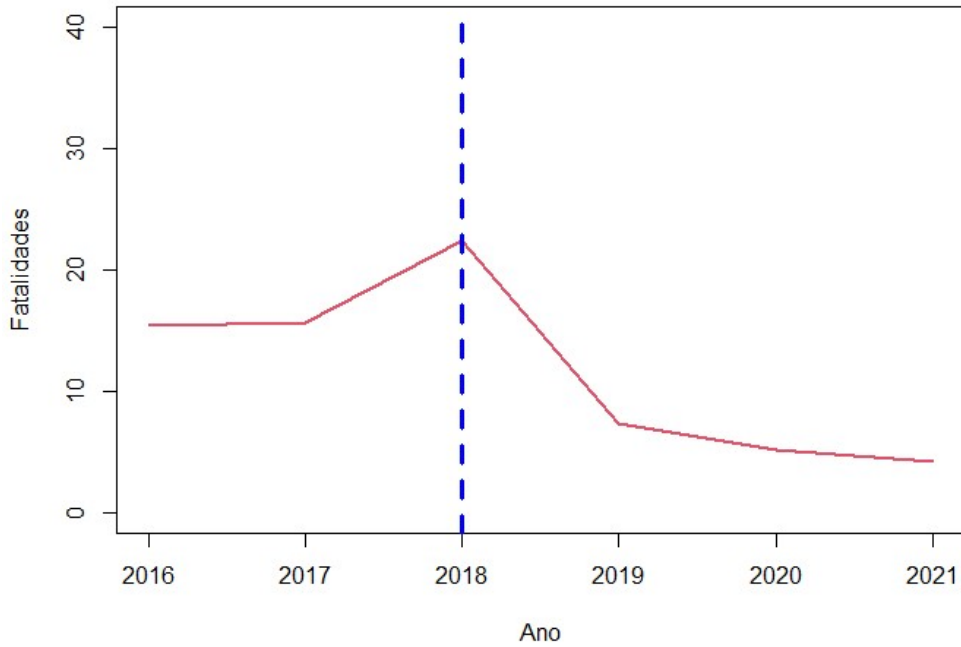


Figura 13 – Evolução do *gap* do número de fatalidades, considerando o primeiro ano da intervenção em 2019.
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

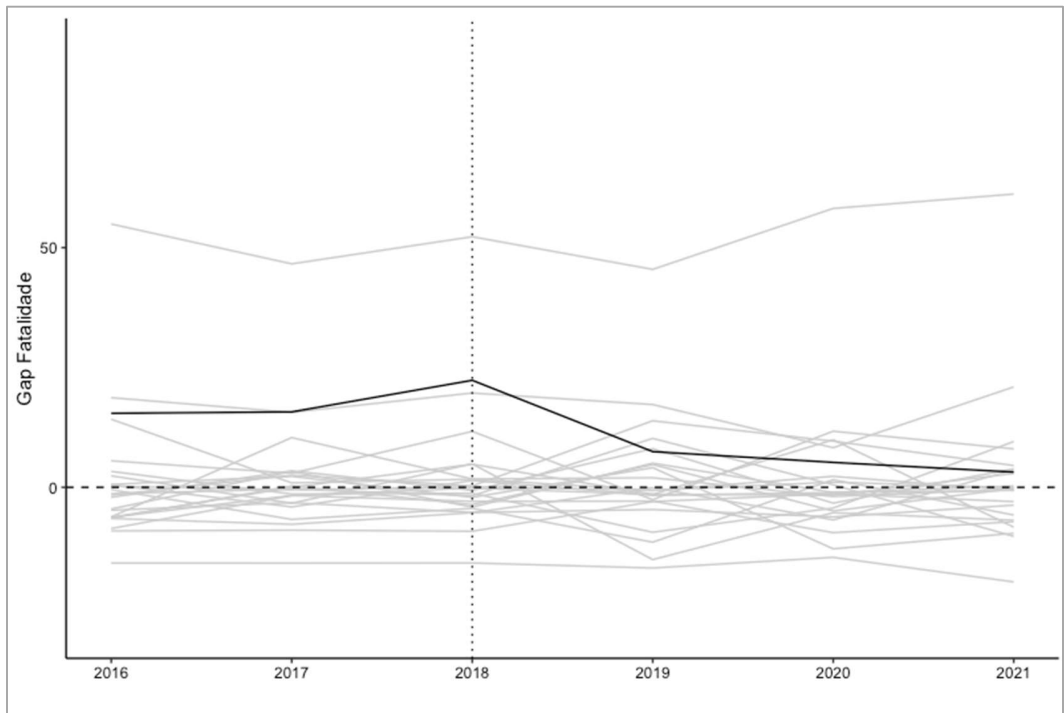


Figura 314 – Resultado do Teste de Placebo - Controle Sintético
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

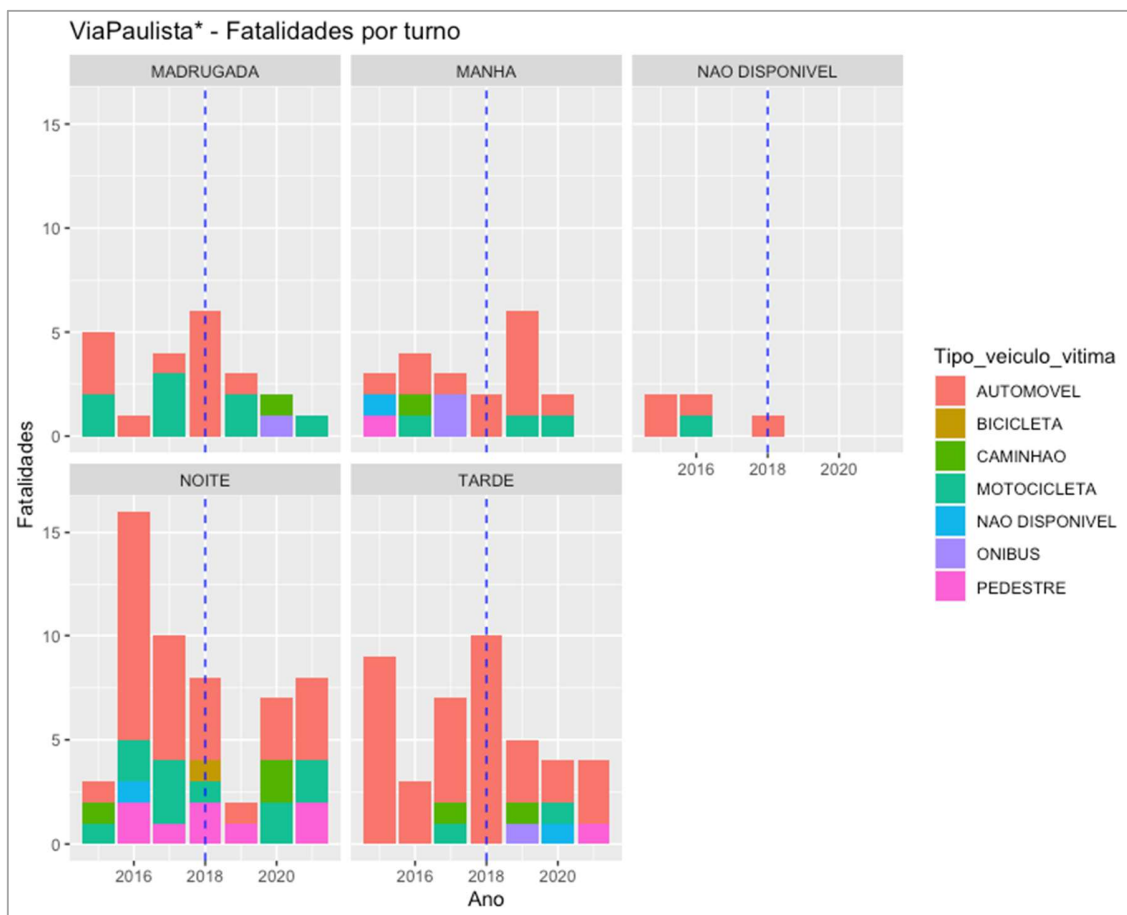


Figura 15 – Análise fatalidades do trecho sul da ViaPaulista por turno
 Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INFOSIGA

Tabela 1 – Fonte dos dados

Dados	Fonte	Periodicidade	Início da Série	Fim da Série
PIB Municipal	SEADE	Anual	2002	2019
Energia Elétrica	SEADE	Anual	2001	2020
Faixa etária	SEADE	Anual	2017	2021
População	SEADE	Anual	2017	2021
Emprego	SEADE	Anual	2020	2021
Sexo	SEADE	Anual	2017	2021
ISS	Dados empresa	Anual	2017	2021
Fluxo Veicular	DER	Anual	2016	2021
Acidentes fatais	INFOSIGA	Anual	2015	2021

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Estatísticas básicas dos Municípios de tratamento – dados de 2017

	Mínimo	1oQ	Média	3oQ	Máximo
PIB Público (R\$ Mil)	11,747	24,528	129,966	141,093	526,008
PIB Privado (R\$ Mil)	11,743	31,034	543,686	573,962	2,793,319
PIB Indústria (R\$ Mil)	2,183	9,912	187,001	202,879	963,890
População	1,653	5,817	34,299	35,001	142,860
PIB per capita (R\$)	11,658	19,144	26,724	30,607	73,049
Urbanização (%)	63.0	79.9	88.4	96.6	99.4
Densidade (Hab/Km ²)	15.1	23.6	71.4	71.1	244.5
				Critério de Filtro	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

Tabela 3 – Estatísticas Descritivas dos grupos de tratamento e controle, municípios de São Paulo, 2017.

Indicadores	Grupo	Mín	1o Q	Média	3o. Q	Máx
População	Tratamento	1.653	5.817	34.299	35.001	142.860
	Controle 1 - 60km Sul	2.497	6.204	26.185	23.661	358.619
	Controle 2 -Trecho Norte	6.167	11.201	97.859	54.734	661.997
	Controle 3- 60km Norte	2.041	7.141	25.850	38.010	119.010
	Controle 4 - Similares	7.218	10.698	16.577	22.792	33.486
Urbanização (%)	Tratamento	63,04	79,91	88,37	96,56	99,43
	Controle 1 - 60km Sul	44,5	78,07	85,22	92,71	98,33
	Controle 2 -Trecho Norte	78,48	86,27	92,29	98,22	99,72
	Controle 3- 60km Norte	68,5	87,31	91,06	97,75	99,41
	Controle 4 - Similares	81,35	86,32	89,57	93,16	96,36
Densidade Populacional (Habitantes/km2)	Tratamento	15,07	23,56	71,45	71,09	244,47
	Controle 1 - 60km Sul	7,18	20,41	49,51	53,46	537,11
	Controle 2 -Trecho Norte	17,64	30,29	163,16	183,31	1017,02
	Controle 3- 60km Norte	13,78	22,15	78,76	115,38	339,71
	Controle 4 - Similares	24,74	32,76	41,19	48,12	68,11
PIB (em R\$ 1.000,00)	Tratamento	43.662	116.475	1.020.847	1.142.143	4.582.888
	Controle 1 - 60km Sul	47.538	159.396	845.410	729.164	13.869.778
	Controle 2 -Trecho Norte	80.120	279.868	3.959.649	1.500.062	32.670.177
	Controle 3- 60km Norte	56.034	163.895	921.205	1.220.293	5.514.148
	Controle 4 - Similares	154.592	238.609	396.118	540.218	818.978
PIB per capita (em R\$)	Tratamento	11.658	19.144	26.724	30.607	73.049
	Controle 1 - 60km Sul	12.723	19.330	28.129	33.724	80.640
	Controle 2 -Trecho Norte	12.992	24.938	35.066	39.158	104.392
	Controle 3- 60km Norte	13.697	21.811	35.494	39.117	186.515
	Controle 4 - Similares	19.290	21.433	23.850	26.506	30.251
Consumo de Energia Residencial (MWh)	Tratamento	1.153	3.282	27.658	29.955	131.556
	Controle 1 - 60km Sul	1.249	4.107	20.897	18.135	359.709
	Controle 2 -Trecho Norte	3.688	8.188	96.759	47.578	728.286
	Controle 3- 60km Norte	1.620	5.309	20.906	28.505	118.794
	Controle 4 - Similares	4.196	7.984	12.903	16.861	36.450
Consumo de Energia Residencial Per Capita (MWh ano/per capita)	Tratamento	0,45	0,59	0,73	0,87	1,24
	Controle 1 - 60km Sul	0,30	0,56	0,68	0,78	1,09
	Controle 2 -Trecho Norte	0,58	0,71	0,81	0,92	1,10
	Controle 3- 60km Norte	0,59	0,69	0,78	0,85	1,54
	Controle 4 - Similares	0,47	0,68	0,76	0,84	1,92
População inferior a 15 anos (%)	Tratamento	15,79	18,9	19,33	20,43	21,17
	Controle 1 - 60km Sul	16,44	18,58	20,22	21,68	25,84
	Controle 2 -Trecho Norte	16,01	17,8	19,47	20,81	23,88
	Controle 3- 60km Norte	16,8	17,82	19,52	21,07	22,75
	Controle 4 - Similares	13,46	16,25	17,95	19,39	23,88
Salário Médio (R\$)	Tratamento	1.631	1.915	2.115	2.304	2.973
	Controle 1 - 60km Sul	1.380	1.894	2.046	2.176	2.747
	Controle 2 -Trecho Norte	1.863	2.109	2.431	2.667	3.249
	Controle 3- 60km Norte	1.590	2.063	2.437	2.629	5.800
	Controle 4 - Similares	1.574	1.945	2.137	2.218	3.248
Empregados Formais	Tratamento	402	1.159	8.741	8.526	41.032
	Controle 1 - 60km Sul	399	1.343	6.829	5.136	121.528
	Controle 2 -Trecho Norte	652	2.093	29.302	14.123	222.877
	Controle 3- 60km Norte	395	1.105	6.444	7.756	39.879
	Controle 4 - Similares	757	1.797	3.301	4.818	7.934

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SEADE

Tabela 14 – Resultado das Covariadas, por tipo de veículo no período pré-tratamento (2016-2018) – Grupo Sintético e Tratamento

	Tratamento	Sintético	Amostra completa
Passeio (Nº médio diário)	3,363	3,363	4,914

Comercial (Nº médio diário)	989	989	840
Moto (Nº médio diário)	146	164	256
Total (Nº médio diário)	4,498	4,516	6,010
Passeio (Proporção)	75%	75%	80%
Comercial (Proporção)	22%	22%	16%
Moto (Proporção)	3%	3%	4%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

Tabela 25 – Lista das rodovias doadoras, respectivos pesos para a construção do Sintético, considerando o primeiro ano da intervenção em 2019, e fatalidades no período de 2016 a 2021

Fatalidades no Período					
Rodovia	w. weights	2016 a 2018	2019 a 2021	2016 a 2021	Varição (2019-21)/(2016-18)
SP 8	1.5%	29	30	59	3%
SP 23	1.7%	16	11	27	-31%
SP 31	2.2%	38	39	77	3%
SP 55	1.6%	215	221	436	3%
SP 63	2.3%	25	16	41	-36%
SP 79	0.8%	47	62	109	32%
SP 88	1.9%	43	38	81	-12%
SP 98	2.3%	54	34	88	-37%
SP 123	2.4%	15	29	44	93%
SP 125	2.6%	40	27	67	-33%
SP 225	3.7%	17	24	41	41%
SP 270	1.3%	106	102	208	-4%
SP 274	2.1%	7	8	15	14%
SP 310	13.3%	54	32	86	-41%
SP 322	2.6%	20	29	49	45%
SP 326	11.7%	12	10	22	-17%
SP 332	1.7%	51	58	109	14%
SP 333	0.0%	15	23	38	53%
SP 334	32.0%	19	19	38	0%
SP 344	2.4%	9	11	20	22%
SP 351	6.2%	41	38	79	-7%
SP 354	2.4%	23	37	60	61%
SP 360	1.3%	50	25	75	-50%
TOTAL	100.0%	946	923	1,869	-2%
SP 255		85	44	129	-48%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Infosiga

Tabela 9 – Municípios – ViaPaulista

Municípios do trecho sul	Municípios do trecho norte
Avaré	Américo Brasiliense
Barão de Antonina	Araraquara
Barra Bonita	Batatais
Boa Esperança do Sul	Brodowski
Bocaina	Cravinhos
Botucatu	Franca
Coronel Macedo	Guatapar
Dourado	Itirapuã
Igaraçu do Tietê	Jardinópolis
Ita	Luís Antnio
Itaporanga	Patrocínio Paulista
Jaú	Restinga
Pratânia	Ribeirão Preto
Riversul	Rincão
São Manuel	Santa Lúcia
Taquarituba	Santa Rita do Passa Quatro
Trabiju	São Carlos
	São Simão

Fonte: elaborao própria

Tabela 10 – ISS recolhido em Reais (R\$) por tipo e por Grupo de Municípios do Trecho Norte

MUNICÍPIO	ISS PEDÁGIO	ISS TERCEIROS	ISS TOTAL
Américo Brasiliense	852,156	447,325	1,299,482
Araraquara	1,662,084	645,954	2,308,039
Batatais	3,016,905	525,418	3,542,323
Brodwski	1,268,081	123,116	1,391,198
Cravinhos	4,507,881	273,972	4,781,853
Franca	3,510,209	299,541	3,809,750
Guatapar	946,001	244,372	1,190,374
Itirapuã	278,933	75,536	354,469
Jardinópolis	1,138,872	99,510	1,238,382
Luz Antnio	548,104	105,092	653,197
Patrocínio Paulista	2,186,106	251,622	2,437,728
Restinga	1,224,272	435,267	1,659,539
Ribeirão Preto	6,434,633	1,056,822	7,491,455
Rincão	646,076	500,057	1,146,133
Santa Lúcia	626,996	143,665	770,661
Santa Rita do Passa Quatro	5,961,124	367,207	6,328,330
São Carlos	660,742	478,156	1,138,898
São Simão	6,775,138	444,189	7,219,327
TOTAL	42,244,314	6,516,821	48,761,136

Fonte: Elaborao própria a partir de dados da ViaPaulista

Nota: Anos de 2018, 2019,2020 e 2021. Deflacionados para moeda de 2017.

Tabela 11– ISS recolhido em Reais (R\$) por tipo e por Grupo de Municípios do Trecho Sul

Município	ISS Pedágio	ISS terceiros	ISS Total
Avaré	29,329	78,811	108,140
Barão de Antonina	74,679	52,349	127,028
Barra Bonita	705,081	776,493	1,481,574
Boa Esperança do Sul	1,099,607	1,818,376	2,917,984
Bocaina	708,327	1,312,923	2,021,251
Botucatu	473,010	915,455	1,388,465
Coronel Macedo	650,755	2,120,547	2,771,301
Dourado	85,103	54,056	139,158
Igarçu do Tietê	566,238	398,087	964,325
Itaí	782,469	2,071,962	2,854,431
Itaporanga	1,172,578	1,633,153	2,805,731
Jaú	1,304,732	836,857	2,141,589
Pratânia	589,967	571,801	1,161,767
Riversul	235,880	483,515	719,395
São Manuel	1,240,757	785,290	2,026,048
Taquarituba	767,841	1,161,749	1,929,589
Trabiju	182,962	31,625	214,586
TOTAL	10,669,316	15,103,048	25,772,364

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ViaPaulista

Nota: Anos de 2018, 2019, 2020 e 2021. Deflacionados para moeda de 2017.

Tabela 12 – Regressão do PIB per Capita com Consumo de Energia Residencial Per Capita nos municípios dos grupos tratado e controle – Anos de 2009 a 2017

	Variável dependente: PIB per capita (em R\$)				
	Tratamento	Controle 1 - 60km Sul	Controle 2 - Trecho Norte	Controle 3 - 60km Norte	Controle 4 - Similares
Consumo de Energia Residencial per capita (MWh)	58,946***	29,980***	29,513**	40,499***	24,829***
R2	(11,301)	(4,525)	(9,261)	(11,532)	(6,744)
Observações	0,795	0,862	0,592	0,638	0,991
	9	9	9	9	9

Fonte: Elaboração própria

Tabela 13 – Lista das rodovias doadoras e respectivos pesos para a construção do Sintético, considerando o primeiro ano da intervenção em 2018

Rodovia	w. weights
SP 8	1,7%
SP 23	1,5%
SP 31	1,6%
SP 55	1,5%
SP 63	2,1%

SP 79	1,6%
SP 88	1,1%
SP 98	1,5%
SP 123	1,8%
SP 125	2,1%
SP 225	5,2%
SP 270	1,1%
SP 274	2,1%
SP 310	8,1%
SP 322	2,4%
SP 326	1,9%
SP 332	1,3%
SP 333	0,0%
SP 334	3,3%
SP 344	8,0%
SP 351	46,0%
SP 354	2,1%
SP 360	1,9%
TOTAL	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INFOSIGA

Tabela 14 – Número e relação de acidentes, por tipo, 2019-2021.

Ano	Vítimas graves	Vítimas Leves	Vítimas ilestras	Fatalidades	Graves/fatalidades	Leves/fatalidades	Ilesos/fatalidades
2019	19	103	68	16	1,19	6,44	4,25
2020	28	99	74	15	1,87	6,60	4,93
2021	24	91	59	13	1,85	7,00	4,54
TOTAL	71	293	201	44	1,61	6,66	4,57

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ViaPaulista

Tabela 15 – taxa de Juros NTN-B de 31 de dezembro de 2021

Data	Dias	Juros
31/12/21	0	
31/12/22	365	4.944010887
31/12/23	730	5.399569735
31/12/24	1096	5.560430915
31/12/25	1461	5.581007958
31/12/26	1826	5.597381066
31/12/27	2191	5.685161677
31/12/28	2557	5.720783578
31/12/29	2922	5.690347737
31/12/30	3287	5.686618745
31/12/31	3652	5.737123776

31/12/32	4018	5.765112042
31/12/33	4383	5.774982627
31/12/34	4748	5.782272008
31/12/35	5113	5.789506524
31/12/36	5479	5.795661957
31/12/37	5844	5.801305124
31/12/38	6209	5.807304357
31/12/39	6574	5.814509718
31/12/40	6940	5.824401033
31/12/41	7305	5.84194654
31/12/42	7670	5.863696041
31/12/43	8035	5.884141704
31/12/44	8401	5.897798645
31/12/45	8766	5.90206592
31/12/46	9131	5.90494229
31/12/47	9496	5.907251641

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Bloomberg

Tabela 8 – Valor Presente Líquido dos acidentes (em milhão de R\$)

Ano	Vidas Salvas	Vítimas Graves	Vítimas Leves	Vítimas Ilesas	TOTAL	VPL
2022	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	31,870
2023	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	30,107
2024	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	28,434
2025	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	26,916
2026	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	25,473
2027	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	24,003
2028	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	22,658
2029	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	21,481
2030	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	20,331
2031	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	19,146
2032	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	18,054
2033	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	17,051
2034	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	16,106
2035	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	15,211
2036	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	14,366
2037	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	13,567
2038	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	12,811
2039	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	12,093
2040	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	11,408
2041	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	10,745
2042	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	10,108
2043	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	9,507
2044	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	8,953
2045	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	8,446
2046	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	7,970
2047	14,140	3,320	13,703	2,283	33,446	7,521
TOTAL						444,336