

# ALTERAÇÕES NA DEMANDA POR TRANSPORTE PÚBLICO PROVOCADAS PELA PANDEMIA COVID-19 EM TOLEDO – PARANÁ

*Isabella Agustini da Costa*  
Graduada em Engenharia Civil  
[isabellaagustini@alunos.utfpr.edu.br](mailto:isabellaagustini@alunos.utfpr.edu.br)

*Eduardo Cesar Amâncio*  
Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba  
[eamancio@ippuc.org.br](mailto:eamancio@ippuc.org.br)

*Luiz Gustavo Weber Thums*  
[gustavoweberthums@hotmail.com](mailto:gustavoweberthums@hotmail.com)

*Silvana da Silva*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[silvanasilva@utfpr.edu.br](mailto:silvanasilva@utfpr.edu.br)

*Gustavo Henrique Dalposso*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[gustavodalposso@utfpr.edu.br](mailto:gustavodalposso@utfpr.edu.br)

*Lucia Bressiani*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[bressiani@utfpr.edu.br](mailto:bressiani@utfpr.edu.br)

*José Gustavo Venâncio da Silva Ramos*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
[josegustavoramos@outlook.com](mailto:josegustavoramos@outlook.com)

**RESUMO:** A pandemia do Covid-19 teve impactos em diversos aspectos socioeconômicos ao redor do mundo. Uma das atividades mais impactadas foram as relacionadas à mobilidade, principalmente o transporte público, geralmente responsável pelo transporte de massa. Este estudo analisou a variação do número de passageiros no transporte público (TP) em um município brasileiro de médio porte, avaliando os números antes (15 meses) e depois (19 meses) do início da pandemia de Covid-19. Quatro grupos foram considerados: (I)

número absoluto de passageiros, (II) durante dias úteis, (III) durante dias úteis nos horários de pico e (IV) apenas nos finais de semana. Além disso, coeficientes de correlação de Spearman foram calculados entre o número mensal de passageiros e o de casos confirmados, óbitos e indivíduos vacinados. As análises mostraram reduções estatísticas em todos os grupos, sendo mais pronunciada nos primeiros meses da pandemia e aos finais de semana, indicando redução do uso de TP para atividades de lazer. Os resultados sugerem que a demanda cativa no período pandêmico foi menor do que no período pré-pandêmico. Essa demanda, considerada composta em sua maioria por passageiros que não podem escolher outro meio de transporte, mesmo em situações extremas, foi denominada Demanda de Situação de Emergência. Por fim, foi observada correlação positiva e muito forte entre o número de vacinados e o número de passageiros, indicando o retorno ao uso do TP com o avanço desta medida protetiva.

**Palavras-chave:** Sistema de ônibus. Pandemia. Fluxo de passageiros. Coronavírus. Planejamento de transportes.

## **CHANGES IN THE DEMAND FOR PUBLIC TRANSPORT CAUSED BY THE COVID-19 PANDEMIC IN TOLEDO – PARANÁ**

**ABSTRACT:** The Covid19 pandemic had impacts on several socioeconomic aspects around the world. One of the most impacted activities were those related to mobility, mainly public transport, generally responsible for mass transport. This study analyzed the variation in the number of passengers on public transport (PT) in a medium-sized Brazilian city, evaluating the numbers before (15 months) and after (19 months) of the onset of the Covid-19 pandemic. Four groups were considered: (I) absolute number of passengers, (II) during weekdays, (III) during weekdays during peak hours and (IV) only on weekends. In addition, Spearman correlation coefficients were calculated between the monthly number of passengers and the number of confirmed cases, deaths and vaccinated individuals. Analyzes showed statistical reductions in all groups, being more pronounced in the first months of the pandemic and on weekends, indicating a reduction in the use of PT for leisure activities. The results suggest that captive demand in the pandemic period was lower than in the pre-pandemic period. This demand, considered to be mostly made up of passengers who cannot choose another means of transport, even in extreme situations, was called Emergency Situation Demand. Finally, a positive and very strong correlation was observed between the number of vaccinated people and the number of passengers, indicating the return to the use of PT with the advancement of this protective measure.

**Keywords:** Bus system. Pandemic. Passenger flow. Coronavirus. Transports management.

## INTRODUÇÃO

No que diz respeito ao desenvolvimento urbano e à qualidade de vida da população, a mobilidade urbana é um tema básico. No Brasil, durante décadas, as políticas públicas visaram o desenvolvimento do transporte pessoal motorizado. No entanto, como o fluxo de tráfego atinge toda a sociedade, a prevalência de modais individuais tem consequências negativas, como acidentes, poluição e congestionamento, afetando especialmente a vida das pessoas mais pobres, que tendem a depender mais do transporte público (TP) (CARVALHO, 2016; AMANCIO *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2021).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011), os carros, quando comparados aos ônibus, apresentam taxas de emissão de CO<sub>2</sub> por passageiro oito vezes maiores. Ainda, de acordo com relatório divulgado pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2021), o Ministério da Saúde aponta o TP por ônibus como um dos meios de transporte mais seguros: apesar de este modal ser responsável pelo transporte de cerca de um terço da população, apenas 0,42% das mortes no trânsito são consequências de seu uso. Em informativo publicado pela NTU (2021), dados do IBGE referentes ao ano de 2017 mostram que cerca de 2.901 dos 5.570 municípios brasileiros são atendidos por um sistema de TP por ônibus.

Por ser o ônibus um transporte de massa, mudanças na dinâmica social acabam impactando esse modal. Por exemplo, a partir de dezembro de 2019, o surgimento da pandemia de Covid-19 afetou vários aspectos da vida humana, especialmente aqueles relacionados aos ambientes urbanos e atividades com altas concentrações de pessoas (SALAMA, 2020).

A Organização Mundial da Saúde - OMS batizou de Covid-19 (*Corona Virus Disease - 2019*) a infecção respiratória causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), que, segundo dados de novembro de 2021, já somava cerca de 254 milhões de casos confirmados e 5,1 milhões de mortes em todo o mundo, e no Brasil, a doença já havia sido responsável por mais de 611 mil vítimas fatais, sendo o terceiro país mais afetado pelo vírus no mundo até o momento considerado (WORLDOMETER, 2021).

Um dos maiores desafios enfrentados no início da pandemia causada pelo Covid-19 foi a falta de conhecimento sobre a transmissão do vírus, aliada à falta de vacinas e tratamentos específicos. Isso gerou um desafio para pesquisadores, profissionais de saúde e autoridades

governamentais, no sentido de realizar ações de saúde pública não farmacológica, o que reduziria o índice de expansão, contágio e mortes pela doença (KENYON, 2020).

Desta forma, o TP foi considerado desfavorável à determinação das autoridades sanitárias em manter o distanciamento social. Com o objetivo de garantir uma maior eficácia na contenção da pandemia, uma das ações adotadas pelas autoridades foi a restrição de viagens em sistemas de TP (AQUINO *et al.*, 2020), visto que no Brasil, em particular, é utilizado um método de dimensionamento do transporte público em que a taxa de ocupação de ônibus é de seis passageiros por metro quadrado, tornando esse transporte um local com alto potencial de contaminações (LINDAU *et al.*, 2020).

Além disso, a pandemia de Covid-19 reduziu a demanda por TP em favor de alternativas de transporte de baixa densidade (MEDLOCK; TEMZELIDES; HUNG, 2021), o que levou as operadoras a reduzir suas frotas para equilibrar a oferta com a demanda (NTU, 2020).

Por outro lado, é importante destacar que grande parte da população depende exclusivamente do TP (LIMA *et al.*, 2020), o qual deve ser uma opção de transporte confiável mesmo em estados de emergência (TIKKAJA; VIRI, 2021). Segundo Janić (2021), para enfrentar com sucesso as condições adversas, os sistemas de TP devem ser suficientemente resistentes a danos e capazes de fornecer serviços com um nível de desempenho o mais próximo do planejado. Uma vez que a política promoveu e encorajou a mudança modal para o TP, deve-se assumir a responsabilidade de garantir que aquelas pessoas que desistiram do carro e passaram a usar transporte coletivo tenham a opção de viajar mesmo durante uma pandemia.

Outra consequência da pandemia nos sistemas de TP foram as mudanças na finalidade das viagens. Um estudo de Fatmi (2020) realizado no Canadá revelou que houve aumento de viagens relacionadas a áreas específicas, como saúde, educação, direito, comunidade e governo. Os dados analisados também revelaram que a participação dos indivíduos em atividades fora de casa foi reduzida em mais de 50% durante a pandemia. No caso das atividades domésticas, constatou-se que os domicílios com maior renda predominaram no teletrabalho por mais tempo. Na cidade de Santander, Espanha, o TP teve a maior queda entre os modais de transporte, com uma redução de 93% no número de usuários. Além disso, a pandemia modificou drasticamente os objetivos de viagem, uma vez que as relacionadas ao trabalho se tornaram as mais relevantes (ALOI *et al.*, 2020).

Na Índia, país onde o TP é fundamental para grande parte da população, houve aumento do grau de dependência de automóveis após a crise do Covid-19. Isso porque as famílias de baixa renda tenderam a dar preferência à segurança em detrimento da acessibilidade, começando a comprar e/ou usar carros particulares (THOMBRE e AGARWAL, 2021).

No Brasil, foi destacada a necessidade de diretrizes claras sobre como enfrentar os impactos relacionados à pandemia. As empresas responsáveis pelo TP necessitaram de apoio financeiro para poderem tomar as melhores decisões e tornar mais eficaz a proteção da população (IBOLD *et al.*, 2020). Como um exemplo de redução de passageiros no Brasil, dados relatados para algumas capitais brasileiras, como Belo Horizonte, São Paulo, Curitiba e Fortaleza, estimaram redução entre 65 e 80% (LIMA; CARVALHO; FIGUEIREDO, 2020). Por outro lado, os impactos da pandemia nos sistemas de TP brasileiro em cidades de pequeno e médio porte são escassos.

Para Leiva *et al.* (2020), temos também de compreender o importante papel do TP para o desenvolvimento urbano e a promoção da equidade social, sendo essencial uma gestão eficiente do sistema. A melhor qualidade e acessibilidade dos serviços podem ajudar a construir uma cidade mais democrática e sustentável, bem como a controlar eventos como a pandemia Covid-19.

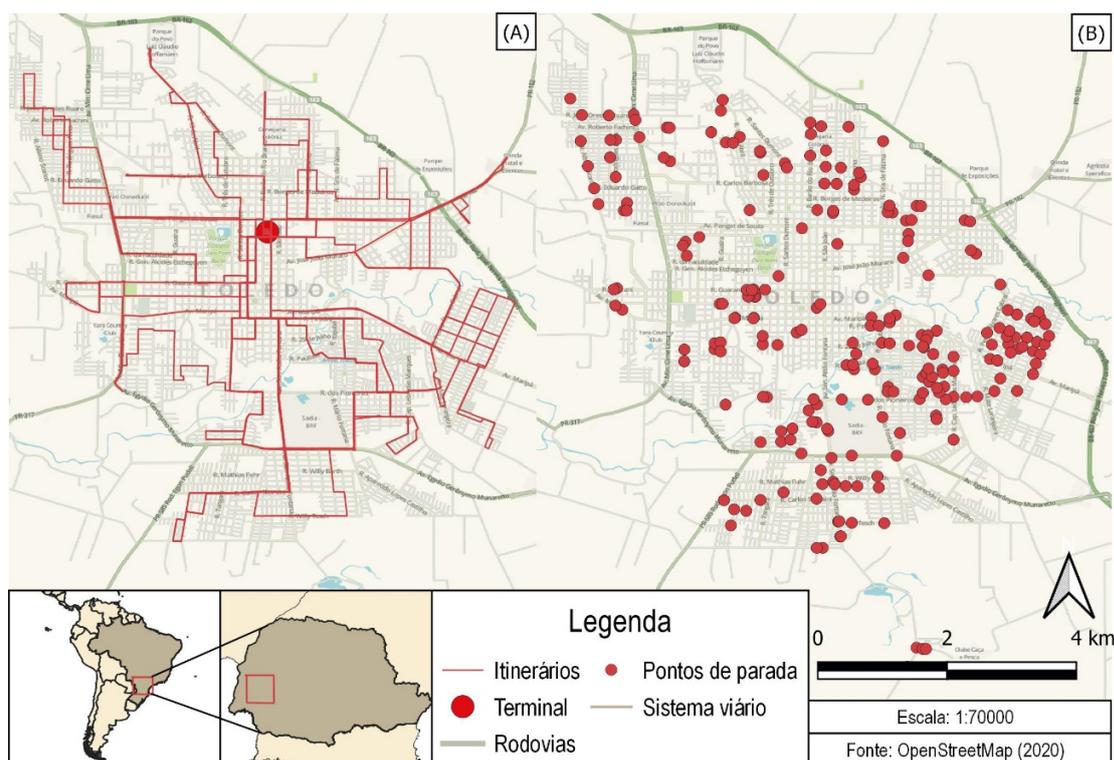
Dito isso, este trabalho teve como objetivo estudar como a dinâmica de usuários de transporte público de uma cidade brasileira de médio porte foi modificada com o surgimento da pandemia de Covid-19, empregando uma análise estatística dos dados de usuários do TP nos anos de 2019 a 2021.

## 1. METODOLOGIA

### 1.1 ÁREA DE ESTUDO

Toledo é um município localizado na região oeste do estado do Paraná, região sul do Brasil. Segundo dados do IBGE (2021), possui aproximadamente 144 mil habitantes em uma área total de 1.196,756 km<sup>2</sup>. Toledo está localizada em sua totalidade entre as latitudes 24°26'S e

24°57'S e longitudes 53°31'W e 54°03'W. O transporte público na cidade é feito exclusivamente por ônibus, o qual contém 15 diferentes linhas (Figura 1-A) e 515 pontos de parada (Figura 1-B). O sistema possui apenas um terminal de ônibus, localizado no centro da cidade.



**Figura 1: Mapa da área de estudo: a) Linhas de ônibus. B) Paradas de ônibus**  
**Fonte: Viação Sorriso de Toledo (2021)**

## 1.2 COLETA DE DADOS

Para a análise quantitativa, avaliou-se o número de passageiros no sistema de ônibus ao longo de 34 meses. Os dados fornecidos pela empresa de transporte público urbano incluíram: nome/código da linha de ônibus; número de passageiros, direção da rota (sentido terminal de ônibus ou ponto final), data, dia da semana e horário de cada viagem. No total, foram analisadas 635.943 viagens, distribuídas ao longo de 1.005 dias. Esses dados foram divididos em dois períodos: período pré-pandêmico (427 dias, de 01/01/2019 a 30/03/2020) e período pandêmico

(578 dias, 01/04/2020 a 31/10/2021). Ressalta-se que como a primeira infecção por Covid-19 no município foi notificada em abril de 2019, considerou-se este como início do período pandêmico.

Entre as 15 linhas, a viagem com duração mais curta apresenta aproximadamente 8 minutos e a mais longa aproximadamente 40 minutos. Assim, em um tratamento preliminar dos dados, foram excluídas viagens menores que 5 minutos e maiores que 50 minutos, uma vez que provavelmente se tratava de mau funcionamento do aparelho de GPS ou viagens fora de operação (viagem para garagem ou manutenção). Além disso, foram consideradas apenas as linhas que continuaram a operar durante o período pandêmico. A fim de avaliar o desempenho do sistema de acordo com as viagens de propósitos diferentes, os dados foram agrupados em quatro grupos:

- Grupo I - viagens durante toda a semana (segunda-feira a domingo);
- Grupo II - viagens em dias úteis (segunda-feira a sexta-feira);
- Grupo III - viagens em dias úteis, em horário de pico (segunda-feira a sexta-feira, das 7 h às 9 h e 17 h às 19 h);
- Grupo IV - viagens apenas nos finais de semana (sábado e domingo).

O número de passageiros mensais foi considerado para cada grupo ao longo do período analisado: 15 meses antes da pandemia e 19 meses após o primeiro caso de Covid-19. Com a hipótese de que a evolução da doença e o início da vacinação pudesse afetar o número de passageiros, também foi considerado o número de infecções e de pessoas vacinadas na cidade.

### 1.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi verificado se as quantidades de passageiros mensais que utilizaram transporte coletivo por ônibus em cada período foram estatisticamente diferentes entre si, para os diferentes grupos (I, II, III e IV).

A análise estatística foi realizada por meio do *software* BioEstat 5.0®. O teste de normalidade Shapiro-Wilk ( $\alpha = 0,05$ ) foi realizado considerando as seguintes hipóteses para avaliação dos parâmetros:

$H_0$ : quando p-valor  $> 0,05$ , o conjunto de dados apresenta distribuição normal;

$H_1$ : quando p-valor  $< 0,05$ , o conjunto de dados apresenta distribuição não-normal.

Em seguida, como foram verificadas apenas distribuições não normais, foram aplicados testes U-Mann-Whitney ( $\alpha = 0,05$ ) entre as duas amostras de cada grupo (período pré-pandêmico e pandêmico). O par de hipóteses considerado foi:

$H_0$ : quando p-valor  $> 0,05$ , não houve diferença estatística entre o número de passageiros mensais que utilizavam transporte público de ônibus antes e depois do início da pandemia, para o grupo testado;

$H_1$ : quando p-valor  $< 0,05$ , houve diferença estatística entre o número de passageiros mensais que utilizavam transporte público de ônibus antes e depois do início da pandemia, para o grupo testado.

Adicionalmente, como o número de contaminações e passageiros pode ser influenciado por vários fatores, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ), que pode ser calculado pela equação a seguir:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Onde,  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  correspondem às médias das amostras e  $n$  é o número de amostras. As variáveis  $x_i$  e  $y_i$  são os valores a serem testados das amostras. O teste consiste em uma estimativa da correlação entre duas ou mais variáveis (XIAO *et al.*, 2015). As variáveis testadas foram: o número de passageiros *versus* novas infecções confirmadas, novos óbitos e o número de vacinados com a primeira dose/dose única (dados considerados a partir da primeira infecção confirmada, primeira morte e primeira pessoa vacinada, respectivamente). É importante ressaltar que para o número de casos confirmados e óbitos, as correlações foram tomadas considerando a soma mensal de casos/óbitos reportados, e para o número de vacinados foram considerados os valores mensais acumulados, pois se entende que quanto maior a proporção de vacinados em relação à população geral, mais seguros os passageiros tendem a se sentir.

O coeficiente  $\rho$  de Spearman pode apresentar valores de -1 a +1. Quanto maior o módulo do coeficiente encontrado, maior a relação entre as variáveis. Coeficientes próximos a 0 indicam



Embora a pandemia tenha sido declarada em 11/03/2020 no Brasil, somente no mês seguinte, abril, foi verificado o primeiro caso da doença na cidade de Toledo. Isso ocorreu provavelmente porque o município é de médio porte e está localizado no interior do Paraná, retardando as primeiras infecções. Rex *et al.* (2020), com base na análise de outro estado brasileiro, São Paulo, constataram que o vírus provavelmente teve uma disseminação gradual da capital para o interior. Isso provavelmente também ocorreu na área de estudo deste artigo.

Apesar de a primeira infecção ser constatada em abril, o município declarou situação de emergência em 24/03/2020, por meio do Decreto nº 758 (TOLEDO, 2020a), antecipando as medidas de controle. Ainda, os Decretos nº 748 e 749 (TOLEDO, 2020b, 2020c), de 16/03/2020 e 17/03/2020 respectivamente, suspenderam atividades públicas que resultavam em aglomeração e também recomendaram a suspensão das atividades de consultórios particulares, aulas em universidades e escolas, além de serviços de academias, salões de beleza, cinemas, entre outros.

Por meio da Figura 2, observa-se que considerando o grupo I, no mês de abril de 2020, o sistema foi utilizado por 159.292 passageiros, representando queda de 51,38% em relação ao mês anterior (327.645 passageiros), no qual ainda não havia sido confirmada nenhuma infecção no município; nos grupos II, III e IV também foram constatadas reduções, sendo de 49,96%, 54,27% e 65,12%, respectivamente.

Diferentemente dos resultados de Dam (2020), que encontrou a maior taxa de redução na demanda do transporte público de cidades americanas nos horários de pico, o grupo III deste estudo mostrou valores medianos para a taxa de redução quando comparada aos outros grupos, demonstrando uma maior dependência dos trabalhadores pelo transporte público. Além disso, Dam (2020) citou que o comportamento dos passageiros do TP é diferente de cidades com tamanhos diferentes, o que pode explicar os resultados contrastantes.

A maior redução observada ocorreu no grupo IV (passageiros nos finais de semana), sendo de 65,21%. Isso ocorreu possivelmente devido à redução das atividades de lazer da população, geralmente realizadas aos finais de semana. Møllgaard *et al.* (2021) investigaram os efeitos da pandemia na mobilidade urbana na Dinamarca, França, Espanha e Itália e reportaram que, apesar de as viagens de trabalho terem sido drasticamente reduzidas durante as restrições impostas pelo vírus, as viagens de fim de semana aumentaram no mesmo período. O contraste

com os resultados deste estudo deve-se provavelmente ao fato de os autores terem considerado todos os modais de transporte, enquanto que neste estudo, a análise se restringiu ao transporte público por ônibus. Molloy (2020) apontou que durante a pandemia de Covid-19, as viagens de bicicleta aumentaram, enquanto as viagens de ônibus diminuíram drasticamente. Além disso, os autores descobriram que todos os modos de TP (ônibus, trem e VLT) tiveram maior redução devido à pandemia. Assim, a hipótese é que outros meios de transporte são preferíveis para as atividades de lazer nos finais de semana em vez do ônibus, pelo menos no período pandêmico. Antes da pandemia, o número de passageiros aos finais de semana representava em média  $11 \pm 1,5\%$  do número de passageiros total. Já após a pandemia essa razão caiu para  $7,8 \pm 1,0\%$ . Essa relação corrobora a hipótese de redução do uso de ônibus para viagens de lazer, comumente realizadas nos finais de semana.

Pode-se observar também que, em geral, as curvas dos grupos I (passageiros durante toda a semana) e II (passageiros de segunda a sexta-feira) são bastante semelhantes, demonstrando que há um número reduzido de passageiros nos finais de semana em comparação aos dias úteis.

Para classificar o risco de contaminação por vírus, a cidade adotou um sistema de bandeiras, onde diferentes cores representavam diferentes intensidades de risco (CONASS, 2020). O mês de novembro de 2020 começou com bandeira amarela (baixo risco de infecção) e terminou com bandeira laranja (risco médio de infecção), com 584 pacientes ativos e 278 em análise. Ainda que tenha havido um número menor de passageiros em dezembro, este foi um dos meses com maior número de infecções na cidade, passando para a bandeira roxa, que considera o risco de contaminação muito alto, visto que no dia 12 de dezembro, a cidade atingiu 1.216 casos ativos.

A partir de outubro de 2020, observa-se aumento súbito no número de casos confirmados de Covid-19. A liberação de atividades físicas, eventos, abertura de salões, clubes e semelhantes, por meio do Decreto nº. 939, de 15/10/2020 (TOLEDO, 2020d), pode ter exercido grande influência neste aumento. Além disso, o Decreto nº. 945 (TOLEDO, 2020e), de 21/10/2020, passou a permitir aulas presenciais no ensino particular, em diferentes níveis (educação infantil, fundamental, médio e superior), exceto em estabelecimentos de ensino público municipal, onde era permitida a volta gradativa de ensino presencial. Observa-se que neste período, o aumento das infecções coincide com redução no número de passageiros. Desta

forma, pode-se levantar a hipótese de que com o aumento considerável nos casos confirmados, evitou-se o uso do transporte de massa, que geralmente apresenta aglomerações.

Outro ponto a ser destacado é que a partir de junho de 2021, o número mensal de passageiros passou a aumentar, chegando a outubro de 2021 (último mês analisado neste estudo) com o maior número de passageiros utilizando o TP após o início da pandemia. Além disso, outro fato relevante é que em outubro de 2021, a empresa Pfizer anunciou o início de um estudo na cidade, com a vacinação em massa de todos os moradores com mais de 12 anos (HASSAN, 2021). Portanto, os últimos três meses deste estudo podem ser interpretados como um indicador de que o início da vacinação, o retorno às atividades presenciais e a redução do número de óbitos permitiram que os passageiros retornassem a utilizar o TP com certo nível de segurança.

## 2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A Tabela 1 mostra os resultados correspondentes à primeira parte dos testes estatísticos, que incluem os testes de normalidade e variância entre as amostras pré-pandêmicas e pandêmicas.

**Tabela 1 – Resultados dos Testes de Normalidade e Variância entre os Números de Passageiros Antes e Após o Início da Pandemia de Covid-19**

Grupos	Período	Média mensal de passageiros (x1,000) (desvio padrão)	P-valor (Shapiro-Wilk)	P-valor (U-Mann-Whitney)
I	Pré-pandêmico	416,8 (38)	< 0,0001 <sup>1</sup>	< 0,0001 <sup>2</sup>
	Pandêmico	231,1 (35)	< 0,0001 <sup>1</sup>	
II	Pré-pandêmico	371,0 (35)	< 0,0001 <sup>1</sup>	< 0,0001 <sup>2</sup>
	Pandêmico	212,9 (32)	< 0,0001 <sup>1</sup>	
III	Pré-pandêmico	126,3 (13)	0,0267 <sup>1</sup>	< 0,0001 <sup>2</sup>
	Pandêmico	67,4 (12)	0,0083 <sup>1</sup>	
IV	Pré-pandêmico	45,9 (67)	< 0,0001 <sup>1</sup>	< 0,0001 <sup>2</sup>
	Pandêmico	18,2 (4)	< 0,0001 <sup>1</sup>	

Fonte: Elaborado pelos autores

**Nota: Grupo I: segunda-feira a domingo. Grupo II: segunda a sexta-feira. Grupo III: segunda a sexta-feira, horários de pico. Grupo IV: sábado e domingo. Distribuição não-normal. <sup>1</sup>Diferença estatística**

Pode-se observar por meio da Tabela 1, que todos os grupos de dados apresentaram distribuição não-normal ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). Além disso, ao comparar os períodos pré-pandêmico e pandêmico, verifica-se que houve diferença estatística em todos os casos investigados ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). Houve uma redução na média mensal de passageiros dos grupos I, II, III e IV de 44, 47, 60 e 43%, respectivamente. Assim, fica claro que a pandemia de Covid-19 afetou negativamente o TP em todos os grupos analisados.

Apesar da redução significativa, os resultados contrastam com os dados reportados para grandes cidades brasileiras como Cuiabá, Belo Horizonte, São Paulo, Curitiba e Fortaleza, onde as reduções estimadas foram maiores, variando entre 63 e 80% (LIMA *et al.*, 2020; COLOMBO *et al.*, 2021). Isso possivelmente está relacionado às diferenças na dinâmica da cidade em relação ao seu tamanho, conforme citado por Dam (2020). Nas grandes cidades, o uso do TP é maior do que nas médias, porém, a demanda cativa (passageiros mais dependentes do TP) é maior nas pequenas e médias cidades, já que como a cidade não é tão extensa e as distâncias não são tão longas, é facilitada a utilização de outros modais como bicicleta e a pé. Ou seja, nas grandes cidades, há uma demanda de TP mais diversificada. Como o TP se tornou um conhecido ambiente de contaminação, a demanda não cativa diminuiu drasticamente. Uma vez que essa demanda é menor nas cidades médias, isso pode explicar as menores reduções no transporte público para esse sistema.

Outrossim, conforme mencionado por Clark (2017), os sistemas TP de cidades de pequeno e médio porte atendem um maior número de passageiros estudantes e um menor número de passageiros com 55 anos ou mais, em comparação aos das grandes cidades. Este pode ser um dos fatores que explica a menor redução de passageiros para o sistema TP analisado: uma vez que os passageiros mais jovens tendiam a enfrentar condições menos severas do Covid-19, este grupo tende a continuar a utilizar o TP diferentemente dos passageiros mais idosos.

Pode-se observar que no período pré-pandêmico, a razão entre o número de passageiros mensais no horário de pico de segunda a sexta-feira e o total no mesmo período foi em média  $0,34 \pm 0,01$ , ou seja, de todos os passageiros que utilizaram transporte público,  $34 \pm 1\%$  utilizavam nos horários de pico. No período pandêmico, essa relação manteve-se semelhante, sendo  $0,31 \pm 1,4$  ou  $31 \pm 1,4\%$ . Embora o percentual de usuários nos horários de pico em relação ao total tenha permanecido semelhante antes e depois do início da pandemia, observa-se que o

número de usuários naquele momento apresentou uma redução considerável (47%). Esse fato pode indicar que alguns dos usuários cativos no período pré-pandêmico podem ter se tornado usuários não cativos durante a pandemia.

Caicedo *et al.* (2021) reportaram que as pessoas de baixa renda representaram a menor redução no uso do BRT de Bogotá, Colômbia, após os *lockdowns* da Covid-19. Os autores levantaram a hipótese de que essas pessoas representavam a maior proporção de usuários cativos, sendo mais dependentes do TP. Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar a redução de usuários cativos neste estudo: em primeiro lugar, Toledo é um município de médio porte com distâncias não tão longas. Assim, uma parte destes pode ter sido capaz de mudar para outros meios de transporte, como a pé ou de bicicleta; outro percentual pode ter tido suas atividades interrompidas durante a pandemia, com alguns tendo perdido seus empregos e deixando de usar o transporte público nos horários de pico. De acordo com dados do Caged (BRASIL, 2020, 2021), o mês de abril de 2020 (mês da primeira infecção por Covid-19 no município) foi o que apresentou o menor saldo entre admissões e demissões entre todo o período analisado, sendo de -570; ressalta-se que valores positivos para tal saldo só retornaram a ser reportados em agosto do mesmo ano. Por outro lado, os demais usuários cativos (remanescentes) podem não ter nenhum outro meio de transporte e não tiveram a opção de trabalhar de casa, precisando continuar frequentando os locais de trabalho e usando o TP.

Em geral, a demanda nos horários de pico é composta por uma demanda cativa e outra não cativa. A redução de passageiros nos horários de pico encontrada provavelmente também tendeu a ocorrer para ambas as demandas. Dessa forma, pode-se inferir que para cenários semelhantes (pandemia), não só a demanda nos horários de pico pode diminuir, mas também a demanda cativa. Ou seja, constatou-se uma demanda um pouco mais restritiva do que a cativa, que pode eventualmente levar a mudanças nos grupos de passageiros. Devido às suas características particulares, chamamos isso de Demanda de Situação de Emergência (DSE), e isso pode ser útil para formuladores de políticas e gestores de transporte para planejar, operar e prever sistemas de TP sob essas condições.

Para os testes de correlação, optou-se por utilizar os dados de todas as viagens durante toda a semana (grupo I). Até então, as comparações eram feitas mensalmente, mas nesta fase

optou-se por fazê-las com dados diários. Os resultados das correlações podem ser vistos na Tabela 2.

**Tabela 2 – Resultado dos Testes de Correlação entre o Número de Passageiros e o Número de Novos Casos, Número de Óbitos e Número de Vacinados contra a Covid-19**

Parâmetro	$\rho$ de Spearman	p-valor
Número de novos casos de Covid-19	0,0919	0,7082 <sup>2</sup>
Número de óbitos por Covid-19	0,3625	0,1392 <sup>2</sup>
Número de indivíduos vacinados contra a Covid-19 (1ª dose/dose única)	0,9058	0,0003 <sup>1</sup>

**Fonte: Os autores (2021)**

**Nota: <sup>1</sup>Correlação não significativa (p-valor > 0,05). <sup>2</sup>Correlação significativa (p-valor < 0,05)**

A vacinação no município foi iniciada em janeiro de 2021. Observa-se, pelos coeficientes obtidos, que à medida que aumenta o número de vacinados, aumenta também o número de passageiros de ônibus, com correlação de magnitude muito forte (entre 0,8 e 1,0). Segundo Sathler e Leiva (2021), a imunização dos usuários do transporte coletivo pode produzir efeitos práticos relevantes no combate à Covid-19 no Brasil, como economia de recursos públicos, redução do número de óbitos e maior eficiência no controle setorizado da doença nas cidades. A correlação positiva entre o número de vacinados e os passageiros do TP pode indicar que os usuários se sentiram mais seguros com o avanço da vacinação na cidade. Por outro lado, a correlação entre o número de passageiros mensais e novos casos e óbitos decorrentes da doença não apresentou correlação estatística significativa, o que pode levantar duas hipóteses: (i) o aumento ou redução no número de passageiros não causou aumento ou diminuição no número de infecções, sendo o transporte público no município não tão importante para a disseminação do vírus e (ii) após o início da pandemia, aumentos ou reduções nos números da doenças não influenciaram o número de passageiros, ou seja, pode estar associada aos passageiros que não puderam deixar de utilizar este meio de transporte, mesmo com o aumento do número de casos e

óbitos. Da Silva *et al.* (2020), em análise por bairros na cidade de Recife – PE, descobriram que o número de usuários no transporte público foi uma variável que contribuiu para a disseminação da Covid-19 no local de estudo. Novamente, o porte do município pode ter influenciado no contraste de resultados entre os autores e este trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram analisadas as consequências da pandemia Covid-19 no transporte público do município de Toledo-PR quanto à variação no fluxo de passageiros. Foi relatada redução estatisticamente significativa no número médio de passageiros mensais em todos os grupos testados (número absoluto, apenas nos finais de semana, dias úteis e dias úteis apenas nos horários de pico), comparando o TP antes e depois do início da pandemia. Um dos principais aspectos observados foi que as maiores reduções ocorreram nos primeiros meses da pandemia, principalmente aos finais de semana, atribuídas ao impacto das primeiras infecções na cidade e à não preferência pelo uso de ônibus para atividades de lazer, respectivamente.

Verificou-se uma redução de 47% no número de passageiros em dias úteis, nos horários de pico. Considerando uma demanda inferior à demanda cativa em condições normais, atribui-se a essa demanda remanescente o nome de Demanda em Situação de Emergência (DSE), representando os passageiros que, mesmo em situações extremas como uma pandemia, ainda precisam utilizar o transporte público.

Observa-se também, com a análise estatística, uma correlação muito forte entre o número de pessoas vacinadas e o número de passageiros de ônibus, o que pode ilustrar a importância da vacinação para o aumento da sensação de segurança e o retorno dos passageiros ao TP.

Os resultados deste artigo não podem ser generalizados para outros lugares devido a diferentes restrições do Covid-19, ações realizadas no TP e na dinâmica da cidade e do sistema. No entanto, os resultados encontrados podem ser esperados para sistemas semelhantes de transporte público.

No entanto, podem ser apontadas algumas limitações deste estudo, que também podem levar a pesquisas futuras: (i) não há conhecimento sobre a distribuição espacial dos passageiros

antes e depois da pandemia ou mesmo mudanças nos fluxos de passageiros ao longo das diferentes linhas da cidade; (ii) uma vez que o TP é conhecido como um local com elevado risco de infecção e as pessoas tenderam a evitá-lo durante a pandemia, como mencionado por Sung e Monschauer (2020), novos estudos devem ser realizados para identificar a migração modal de passageiros; (iii) não foram levados em consideração aspectos demográficos dos passageiros, e uma análise nesse sentido poderia fornecer informações sobre quais grupos deixaram de usar o transporte público e quais continuaram usando; e por fim, (iv) embora não tenham se investigado as características dos passageiros, encontraram-se evidências de que a demanda cativa pode ser menor em cenários de emergência, e futuros estudos poderão fornecer informações sobre o tamanho, composição e comportamento dessa Demanda em Situação de Emergência (DSE).

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à empresa Viação Sorriso de Toledo, pelo fornecimento dos dados.

## REFERÊNCIAS

- ALOI, A.; ALONSO, B.; BENAVENTE, J.; CORDERA, R.; ECHÁNIZ, E.; GONZÁLEZ, F.; LADISA, C.; LEZAMA-ROMANELLI, R.; LÓPEZ-PARRA, Álvaro; MAZZEI, V.; PERRUCCI, L.; PRIETO-QUINTANA, D.; RODRÍGUEZ, A.; SAÑUDO, R. Effects of the COVID-19 lockdown on urban mobility: Empirical evidence from the city of Santander (Spain). *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 9, 2020.
- AMANCIO, E. C.; BRANCO, M.; CAVICHIOLI, N. L.; IJIMA, M. I.; BONETTI, G. da C.; GADDA, T. M. C. **Análise de fatores contribuintes para a perda da velocidade operacional em sistemas de transporte público:** um estudo de caso. In: SIMONELLI, L. M. P. C. (Ed.). *Mobilidade urbana e os desafios da cidade coletiva*. 1. ed. Formiga, MG. v. 2021. p. 1–279.
- AQUINO, E. M. L.; SILVEIRA, I. H.; PESCARINI, J. M.; AQUINO, R.; SOUZA-FILHO, J. A. Social distancing measures to control the COVID-19 pandemic: Potential impacts and challenges in Brazil. *Ciencia e Saude Coletiva*, v. 25, p. 2423–2446, 2020.



- FATMI, M. R. COVID-19 impact on urban mobility. **Journal of Urban Management**, v. 9, n. 3, p. 270–275, 2020.
- HASSAN, A. Pfizer will vaccinate entire city in Brazil as part of study. **The New York Times**, 2021. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2021/10/10/world/pfizer-vaccinate-entire-city-toledo-brazil.html>>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/toledo.html>>. Acesso em: 03 jan. 2022.
- IBOLD, S.; MEDIMOREC, N.; WAGNER, A.; PLATZER, L.; VALENTE, V. **O surto de COVID-19 e suas implicações para o transporte público sustentável: algumas considerações**. TUMI, Bonn e Eschborn, Alemanha, 2020. Disponível em: <<https://www.transformative-mobility.org/news/o-surto-de-covid-19-e-suas-implicacoes-para-o-transporte-publico-sustentavel-algumas-consideracoes>> Acesso em: 12 dez. 2021.
- IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Poluição veicular atmosférica**, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5281/1/Comunicados\\_n113\\_Polui%c3%a7%c3%a3o.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5281/1/Comunicados_n113_Polui%c3%a7%c3%a3o.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- JANIĆ, M. An approach to analysing and modelling the reliability of transport services. **Transportation Planning and Technology**, v. 44, n. 6, p. 647–678, 2021.
- KENYON, C. Flattening-the-curve associated with reduced COVID-19 case fatality rates- an ecological analysis of 65 countries. **Journal of Infection**, v. 81, n. 1, p. 98–99, 2020.
- LEIVA, G. C.; SATHLER, D.; FILHO, R. D. O. Urban structure and population mobility: Implications for social distance and dissemination of covid-19. **Revista Brasileira de Estudos de Populacao**, v. 37, p. 1–22, 2020.
- LIMA, G. C. L. S.; CARVALHO, G. S. D.; FIGUEIREDO, M. Z. A incompletude dos contratos de ônibus nos tempos da COVID-19. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 994–1009, 2020.
- LIMA, G. C. L. S.; SCHECHTMAN, R.; BRIZON, L. C.; FIGUEIREDO, M. Z. Transporte público e COVID-19. **Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getúlio Vargas (FGV CERJ)**, p. 29, 2020.

LINDAU, L. A.; ALBUQUERQUE, C.; FELIN, B.; AVELLEDA, S. Mobilidade urbana em tempos de coronavírus: o impacto no transporte coletivo. **Wri Brasil**, p. 1–7, 2020. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/04/mobilidade-urbana-em-tempos-de-coronavirus-o-impacto-no-transporte-coletivo>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MCSEVENY, A.; CONWAY, R.; WILKES, S.; SMITH, M. **International Mathematics for the Middle Years 5**. Pearson Education Australia, 2010.

MEDLOCK, K. B.; TEMZELIDES, T.; HUNG, S. Y. COVID-19 and the value of safe transport in the United States. **Nature**, v. 11, n. 1, p. 1–12, 2021.

MØLLGAARD, P. E.; LEHMANN, S.; ALESSANDRETTI, L.; ALESSANDRETTI, L. Understanding components of mobility during the COVID-19 pandemic. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 380, n. 2214, 2021.

MOLLOY, J.; TCHERVENKOV, C.; SCHOEMAN, B.; HINTERMANN, B.; AXHAUSEN, K. W. **Mobis-covid19/01: results as of 06/04/2020**. Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1498, IVT, ETH, Zurich, Zurich, 2020.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Covid-19 e o transporte público por ônibus: impactos no setor e ações realizadas**. Brasília, p. 1-44, 2020. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub637231535674949776.pdf>> Acesso em: 06 out. 2021.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Os grandes números da mobilidade urbana: cenário nacional, 2021**. Voucher. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7&idSegundoNivel=107>>. Acesso em: 18 out. 2021.

PEREIRA, J. S.; GADDA, T. M. C.; AMANCIO, E. C.; JÚNIOR, J. U.; CORRÊA, J. N.; SILVEIRA, T. C. R. AN ENERGY TRANSITION ANALYSIS FOR A Theoretical and Empirical Researches in Urban Management. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v. 16, n. 3, p. 53–72, 2021.

REX, F. E.; BORGES, C. A. S.; KÄFER, P. S. Spatial analysis of the COVID-19 distribution pattern in São Paulo State, Brazil. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3377–3384, 2020.

SALAMA, A. M. Coronavirus questions that will not go away: interrogating urban and socio-spatial implications of COVID-19 measures. **Emerald Open Research**, v. 2, p. 14, 2020.

SATHLER, D.; LEIVA, G. C. Priority for future COVID-19 vaccinations in Brazil: Should public transport users be a target group? **Revista Brasileira de Estudos de Populacao**, v. 38, p. 1–12, 2021.

SUNG, J.; MONSCHAUER, Y. Changes in transport behaviour during the Covid-19 crisis. **Institute of Economic Affairs**, 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/articles/changes-in-transport-behaviour-during-the-covid-19-crisis>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

THOMBRE, A.; AGARWAL, A. A paradigm shift in urban mobility: Policy insights from travel before and after COVID-19 to seize the opportunity. **Transport Policy**, v. 110, p. 335–353, 2021.

TIKKAJA, H.; VIRI, R. The effects of COVID-19 epidemic on public transport ridership and frequencies. A case study from Tampere, Finland. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 10, 2021.

TOLEDO. **Decreto Nº 758, de 24 de março de 2020**. Decreta situação de emergência no Município de Toledo e estabelece novas medidas para o enfrentamento da pandemia provocada pelo Coronavírus (Covid-19), no âmbito do Município de Toledo. ÓRGÃO OFICIAL ELETRÔNICO DO MUNICÍPIO, nº 2.559, 2020a.

TOLEDO. **Decreto Nº 939, de 15 de outubro de 2020**. Altera o Decreto nº 910/2020, que estabeleceu novas medidas para a implementação das ações de enfrentamento da pandemia decorrente da propagação do vírus Sars-Cov-2, causador da patologia Covid-19, no âmbito do Município de Toledo. ÓRGÃO OFICIAL ELETRÔNICO DO MUNICÍPIO, nº 2.734, 2020d.

TOLEDO. **Decreto Nº 945, de 21 de outubro de 2020**. Altera o Decreto nº 910/2020, que estabeleceu novas medidas para a implementação das ações de enfrentamento da pandemia decorrente da propagação do vírus Sars-Cov-2, causador da patologia Covid-19, no âmbito do Município de Toledo. ÓRGÃO OFICIAL ELETRÔNICO DO MUNICÍPIO, nº 2.740, 2020e.

TOLEDO. **Decreto Nº 748, de 16 de março de 2020**. Estabelece, no âmbito do Município de Toledo, medidas para o enfrentamento da pandemia provocada pelo novo Coronavírus (Covid-19). ÓRGÃO OFICIAL ELETRÔNICO DO MUNICÍPIO, nº 2.549, 2020b.

TOLEDO. **Decreto Nº 749, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a suspensão das aulas e demais atividades coletivas em estabelecimentos da rede municipal de ensino e em espaços culturais e esportivos do Município de Toledo. ÓRGÃO OFICIAL ELETRÔNICO DO MUNICÍPIO, nº 2.551, 2020c.

VIAÇÃO SORRISO DE TOLEDO. **Mapa de itinerários e pontos de ônibus**. 2021. Disponível em: <<https://www.sorrisodetoledo.com.br/>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

WORLDMETER. **Countries where COVID-19 has spread**. 2021. Disponível em: <<https://www.worldometers.info/coronavirus/countries-where-coronavirus-has-spread/>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

XIAO, C.; YE, J.; ESTEVES, R. M.; RONG, C. Using Spearman's correlation coefficients for exploratory data analysis on big dataset. **Concurrency and Computation: Practice and Experience**, v. 28, n. 14, p. 3866-3878, 2015.

**Recebido em 22/02/2022**

**Aprovado em 03/06/2022**