

para
Texto

discussão

ANÁLISE DE FATORES DE IMPACTO SOBRE A DEMANDA NO TRANSPORTE PÚBLICO RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS DO DISTRITO FEDERAL

Gustavo Vinicius Delmondes Chaves
Celso Vila Nova de Souza Júnior

nº 86/fevereiro de 2024
ISSN 2446-7502

**ANÁLISE DE FATORES DE IMPACTO
SOBRE A DEMANDA NO TRANSPORTE
PÚBLICO RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS
DO DISTRITO FEDERAL**

Gustavo Vinicius Delmondes Chaves¹
Celso Vila Nova de Souza Júnior²

Brasília-DF, Fevereiro de 2024

¹ Gustavo Vinicius Delmondes Chaves - Mestre em Gestão Pública, Auditor Fiscal de Atividades Urbanas do Distrito Federal.

² Celso Vila Nova de Souza Júnior - Doutor em Economia, Professor adjunto da Universidade de Brasília (UnB) e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da UnB (PPGP-UnB).

Texto para Discussão

Veículo de divulgação de conhecimento, análises e informações, sobre desenvolvimento econômico, social, político, gestão e política públicas, com foco no Distrito Federal, na Área Metropolitana de Brasília (AMB) e na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) e estudos comparados mais amplos, envolvendo os casos acima.

Os textos devem seguir as regras da [Resolução 143/2015](#), que regem o Comitê Editorial do Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan, e não poderão evidenciar interesses econômicos, político-partidários, conteúdo publicitário ou de patrocinador. As opiniões contidas nos trabalhos publicados na série Texto para Discussão são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, de qualquer maneira, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan.

É permitida a reprodução parcial dos textos e dos dados neles contidos, desde que citada a fonte. Reproduções do texto completo ou para fins comerciais são proibidas.

Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan

Texto para Discussão

TD - n. 86 (2024) - . - Brasília: Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan, 2024.
n. 86, fevereiro, 29,7 cm.

Periodicidade irregular.
ISSN 2446-7502

1. Desenvolvimento econômico-social. 2. Políticas Públicas
3. Área Metropolitana de Brasília (AMB). 4. Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE).
I. Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan. II. IPEDF Codeplan.

CDU 338 (817.4)

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

Ibaneis Rocha
Governador

Celina Leão
Vice-Governadora

**SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E
ADMINISTRAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL - SEPLAD**

Ney Ferraz Júnior
Secretário

**INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA
DO DISTRITO FEDERAL - IPEDF Codeplan**

Manoel Clementino Barros Neto
Diretor-Presidente

Leandro Nonato Mota
Diretor de Desenvolvimento Institucional

Renata Florentino de Faria Santos
Diretora de Estudos e Políticas Ambientais e Territoriais

Marcela Machado
Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Dea Guerra Fioravante
Diretora de Estatística e Pesquisas Socioeconômicas

Sônia Gontijo Chagas Gonzaga
Diretoria de Estratégia e Qualidade

RESUMO

O direito social ao transporte é garantido por meio do transporte público coletivo de passageiros, o qual é um serviço público essencial que permite acesso a diversos outros direitos sociais e a serviços públicos diversos, em especial, aos, socialmente, mais vulneráveis. Esse trabalho objetiva realizar a análise da possível influência dos seguintes fatores que podem afetar a demanda do transporte público no Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal (STPC/DF): beneficiários da política de gratuidade do Passe Livre Estudantil (PLE); as despesas públicas com a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das operadoras do sistema; e a ocorrência de greves de ônibus. Adotou-se um modelo de regressão linear de dados em painel para observar o comportamento mensal desses fatores ao longo de um período de 60 meses entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019. Observou-se a interdependência entre a demanda por transporte e os fatores usuários do PLE, pois seu aumento em 1% acarreta o aumento de 0,11% na demanda total do STPC/DF e dias de greve de ônibus, o qual o acréscimo de um ponto percentual gera a redução em 0,02% do total de passageiros no Distrito Federal. Houve aumento na demanda passageiros de 8,2% e apesar de não ter sido corroborada a relação entre a demanda e as despesas a um nível, estatisticamente, significativo de 10%, essas tiveram um exponencial aumento de 2.244% até o fim da série analisada. Os dados em painel demonstraram ser uma relevante ferramenta para utilização na análise de fatores de influência sobre a demanda do transporte público. O planejamento de transporte público no DF deve levar em conta a relação positiva entre a demanda de passageiros e os usuários de PLE e a negativa entre aquela e os dias de greve, assim como devem ser observados os gastos públicos, os quais estão cada vez mais elevados para subsidiar o sistema de transporte, pois tais fatos corroboram para o fortalecimento das políticas públicas que contribuem para a melhoria da qualidade do transporte no Distrito Federal.

Palavras-chave: Transporte público; Fatores de impacto; Dados em painel.

LISTA DE SIGLAS

BT - Bacia de transporte

DESP - Despesas de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF

DGO - Dias de greve de ônibus

DF - Distrito Federal

EA - Efeitos aleatórios

EAar1 - Efeitos aleatórios com termos de erro autorregressivos de primeira ordem

EFar1 - Efeitos fixos com termos de erro autorregressivos de primeira ordem

EF - Efeitos fixos

GLSar1 - Estimativa de *Generalized Least Squares* ou Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) com efeitos autorregressivos de primeira ordem AR(1)

ln - logaritmo natural

PASS - somatório dos usuários do modo rodoviário do STPC/DF

PLE - Passe Livre Estudantil

POLS - *Pooled Ordinary Least Squares* (Mínimos Quadrados Ordinários Empilhados)

POLSar1 - POLS com efeitos autorregressivos de primeira ordem AR(1)

POLSarp - POLS com efeitos autorregressivos de p-ésima ordem AR(p)

STPC/DF - Sistema de Transporte Público Coletivo do DF

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	11
2. O TRANSPORTE PÚBLICO NO DISTRITO FEDERAL	13
3. FATORES DE INFLUÊNCIA NA DEMANDA DE TRANSPORTE NO DISTRITO FEDERAL	16
3.1. Usuários do Passe Livre Estudantil	16
3.2. Despesas governamentais (subsídios)	17
3.3. Greves no transporte público	17
4. MODELO ESTATÍSTICO DE IMPACTO SOBRE O STPC/DF	18
4.1. Descrição do modelo de dados em painel	19
4.2. Análise gráfica e descritiva de variáveis	19
4.3. Testes diagnósticos	28
4.4. Estimativas para dados em painel longo	30
5. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
APÊNDICE	40
APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF	40
APÊNDICE B - Tabela 9 - Estimativas de parâmetros e erros-padrão para os modelos de dados em painel curto (POLS, EF e EA)	47

1. INTRODUÇÃO

O transporte público dispõe de alta relevância para a sociedade. Os modos de transporte tiveram um impacto significativo na forma como as cidades são organizadas, permitindo que as pessoas morem, trabalhem ou realizem outras atividades diárias a distâncias que seriam impossíveis de se percorrer a pé. Atualmente, há uma demanda cada vez maior por transporte e novos meios de mobilidade no espaço urbano, o que requer sistemas e serviços de transporte adaptados às necessidades dos usuários e da sociedade em geral. Isso faz com que seja essencial para o Estado promover políticas públicas e serviços de transporte para atender a essa demanda.

É importante salientar que a prática de diversas atividades, tais quais o aprimoramento educacional, o trabalho, o lazer, o acesso a equipamentos de saúde e a centros culturais dentre outras, requer o uso de transporte (KOZLOWSKI, 2017). Dessa forma, o transporte, principalmente, o transporte público, desempenha um papel crucial como serviço essencial na sociedade, pois contribui para o exercício de direitos e para o acesso a serviços e equipamentos públicos.

Os sistemas de transporte favorecem a diminuição dos efeitos da distância e a melhoria da mobilidade dos indivíduos e sua desorganização afeta, negativamente, a economia, o ambiente e a sociedade em geral (SENN, 2014).

Há uma série de fatores que podem influenciar a utilização do transporte público de passageiros. A exemplo das políticas governamentais de gratuidades para determinados segmentos sociais como os estudantes, porque tais políticas buscam fomentar o acesso à educação; ou daquelas direcionadas à destinação de recursos financeiros do Erário sob a forma de subsídios aos operadores privados de sistemas de transporte público de passageiros para a manutenção da modicidade tarifária e a menor oneração dos usuários (DE OLIVEIRA FILHO, 2018).

As greves também podem impactar a demanda de passageiros, haja vista que interrompem a prestação da oferta do serviço de transporte. Elas são consideradas como alterações no desempenho do sistema acarretada por incidentes ou eventos distintos, de acordo com Yap *et al.* (2021) e são um tipo de interrupção bastante frequente segundo Cats e Jenelius (2015).

Além da importância do transporte, ressalta-se que o seu planejamento é uma etapa de grande relevância. Há várias alternativas para a demanda por deslocamentos entre as regiões de uma cidade, o que importa em grande complexidade no planejamento de transportes, o qual não é de fácil formulação, uma vez que, além de envolver objetivos muitas vezes conflitantes de usuários e operadores, envolve um conjunto de indicadores inter-relacionados para as diversas alternativas viáveis de solução (SENN, 2014).

A análise dos impactos das interrupções no transporte público, de modo a tomar consciência deles, quantificá-los e minimizá-los, é importante tanto do ponto de vista dos usuários quanto dos prestadores de serviços de acordo com Yap *et al.* (2021). Daí a necessidade de um planejamento do transporte público fundado em informações que visem definir objetivos ou resultados a se alcançar, de modo a interferir na realidade, para a tomada de decisão no presente, a qual afeta o futuro para reduzir as incertezas da ação (LACOMBE; HEILBORN, 2017).

O planejamento de transporte é instrumento fundamental para a boa prestação do serviço de transporte público e carece de informações precisas para subsidiar o processo decisório (LACOMBE; HEILBORN, 2017). Assim, esse trabalho se volta para o estudo do Sistema de Transporte Público do Distrito Federal (STPC/DF) e se propõe a analisar fatores que possam impactar na demanda de passageiros com o auxílio de regressão linear de dados em painel.

A regressão linear foi escolhida por ser ferramenta estatística de análise para estimar o relacionamento entre a variável (ou fator) dependente (passageiros do STPC/DF) e as demais variáveis independentes (usuários do PLE, despesas com subsídios e dias de greve de ônibus). Os dados foram organizados em painel por contemplarem observações longitudinais, ou seja, várias unidades (bacias de transporte) em diferentes períodos de tempo.

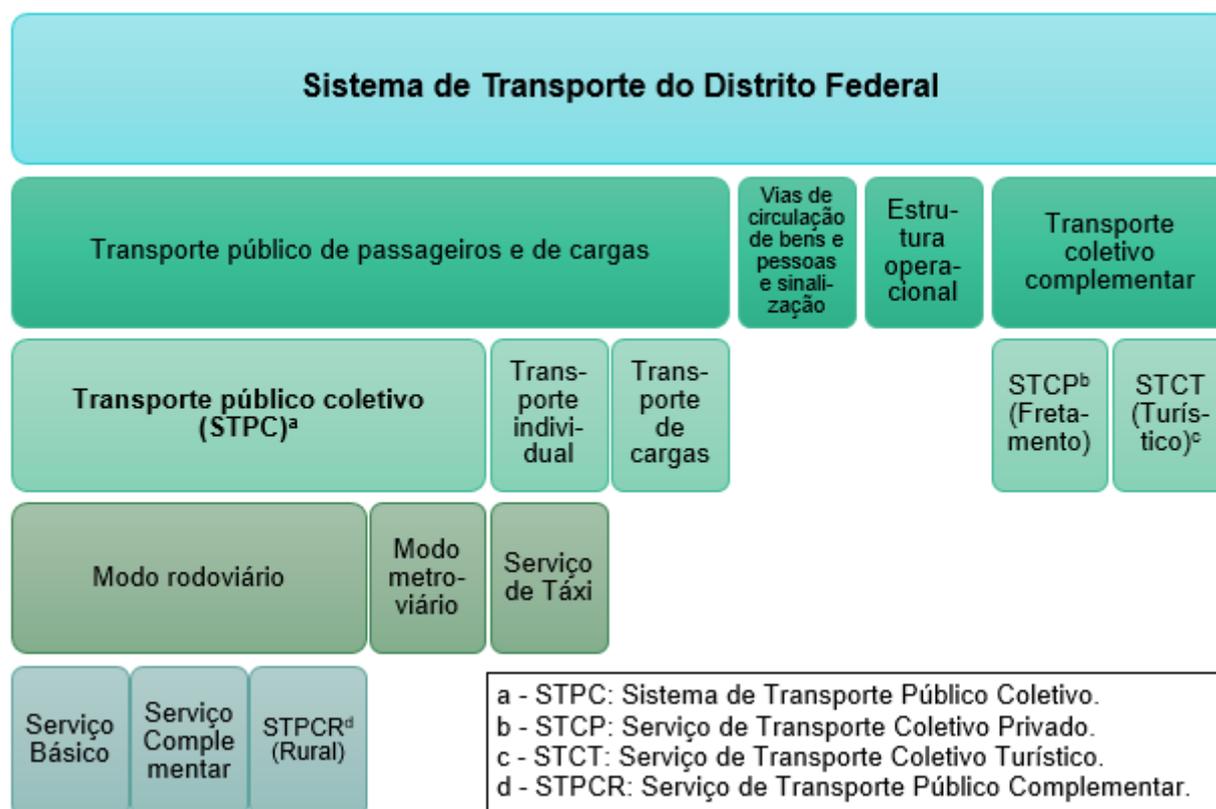
Portanto, a interrelação entre a demanda de passageiros no STPC/DF e os fatores: a política distrital de gratuidade do Passe Livre Estudantil (PLE); o pagamento de subsídios para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro dos operadores desse sistema; e a ocorrência de greves de trabalhadores rodoviários no período entre 2015 e 2019 são observados e caracterizados através de um modelo estatístico de regressão linear de dados em painel, de modo a se compreender esses fatores e especificar quais deles estão relacionadas ao primeiro.

2. O TRANSPORTE PÚBLICO NO DISTRITO FEDERAL

O transporte público coletivo inclui todos os modos disponíveis ao público, independentemente da propriedade com oferta por meio de operadores, com rotas fixas, horários pré-determinados e cobrança de tarifa pré-estabelecida (WHITE, 2016).

No Distrito Federal o transporte é organizado por uma série de atos normativos, que seguem as determinações da Lei Orgânica do DF. A estruturação do transporte distrital e do STPC/DF é definida conforme a Figura 1 a seguir:

Figura 1 - Estrutura do Sistema de Transporte do Distrito Federal



Fonte: Os autores, 2023

Hoje, o STPC/DF está organizado em bacias de transporte (BT).³ Elas foram estabelecidas conforme a divisão geográfica mostrada na Figura 2.

³ Cada bacia de transporte (BT) corresponde a uma divisão territorial que abrange a área básica de operação das empresas operadoras do STPC/DF, em geral, constitui-se de um agregado contíguo de Regiões Administrativas, em consonância com o Edital de Concorrência nº 1/2011 - Secretaria de Transportes do DF.

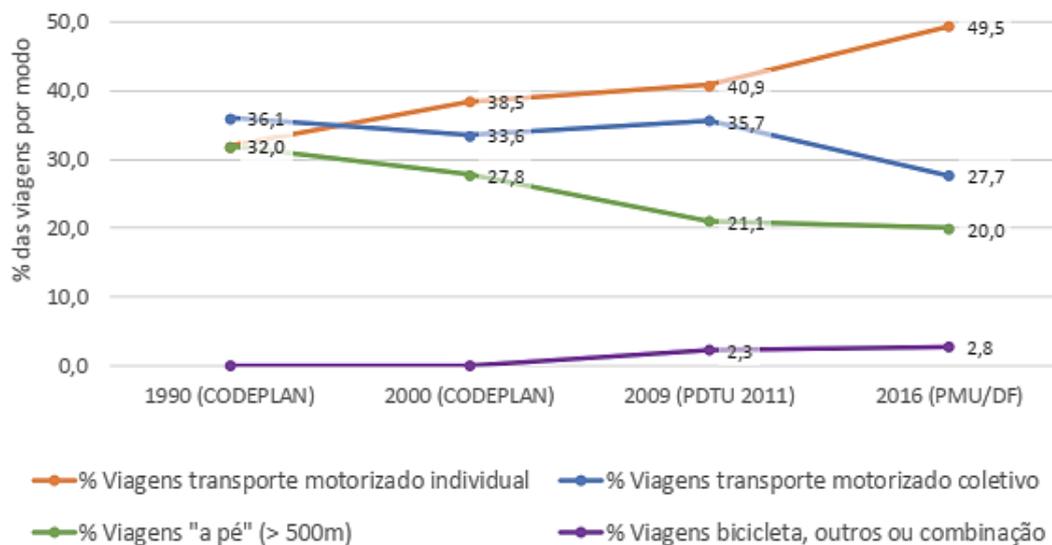
Figura 2 - Bacias de transporte público do Distrito Federal

Fonte: Agência Brasília, 2013

O transporte público no modo rodoviário assume um papel de grande relevância no DF, haja vista, conforme dados da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2021 (DISTRITO FEDERAL, 2022), ser utilizado por 24,1% dos estudantes como principal meio de transporte de casa até a unidade de ensino, atrás apenas do deslocamento a pé (33,7%) e por automóvel (26,2%); ser o segundo meio preferencial de deslocamento de trabalhadores (33,3%), perdendo apenas para o automóvel (48,4%).

Embora o transporte público possua vantagens como o baixo custo e a menor emissão de poluentes por usuário, é um desafio manter e atrair passageiros devido ao desejo de se possuir e utilizar o automóvel, que influencia o futuro de todos os modos de transporte público (HENSHER, 2020).

É mister enfatizar a diminuição progressiva da prevalência do transporte coletivo rodoviário como meio de locomoção nas cidades, fato este que é resultado da inabilidade dos gestores em garantir que o transporte público possa atender às demandas do mercado. Enquanto isso, o veículo automotor, em razão de seus atributos intrínsecos de flexibilidade e praticidade, tem acompanhado as necessidades em constante evolução do transporte da população (HENSHER, 2020). No caso do Distrito Federal, essa diminuição do uso do transporte público pode ser observada no gráfico a seguir:

Gráfico 1 - Evolução da participação por modo de transporte no Distrito Federal, 1990 a 2016

Fonte: Plano Distrital de Transporte sobre Trilhos do DF, 2018

Verifica-se uma queda acentuada na representatividade do transporte coletivo público no ano de 2016, alcançando o nível mais baixo desde o início da série histórica em 1990, conforme evidenciado pelo Gráfico 1. O cenário descrito pelos dados do Plano de Desenvolvimento do Transporte Público sobre Trilhos do Distrito Federal (PDTT/DF), revela que o automóvel é responsável por quase metade das viagens realizadas, enquanto o transporte coletivo enfrenta dificuldades em atrair usuários, chegando ao menor patamar de representatividade desde o 1990 com uma taxa de participação de 27,7% dos usuários de transporte. Isso ratifica a afirmação de Hensher (2020) sobre a diminuição da importância do transporte público na matriz de modos de transporte.

3. FATORES DE INFLUÊNCIA NA DEMANDA DE TRANSPORTE NO DISTRITO FEDERAL

Para realizar a análise de determinados fatores sobre a demanda do transporte público no modo rodoviário no Distrito Federal, utiliza-se um modelo de regressão linear para dados em painel.⁴ Com a adoção de dados em painel, as unidades estudadas serão as cinco bacias de transporte (BT) do DF. A variação temporal será observada no intervalo de tempo de 60 meses entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019.

A variável explicada (dependente) do modelo, consistirá no número total de passageiros do STPC/DF por BT, pois é uma forma de mensurar o uso do transporte público através dos embarques registrados (WHITE, 2016). As variáveis independentes do modelo são estabelecidas para se estabelecer a relação entre elas e a variável explicada. Foram selecionadas, conforme a variável dependente e em sequência as independentes da seguinte forma:

- **Passageiros totais (PASS):**⁵ variável explicada correspondente ao somatório de todos os tipos de usuários do modo rodoviário do STPC/DF;
- **Passageiros Passe Livre Estudantil (PLE):**⁶ número de estudantes da Educação Básica e Superior beneficiados pela política de gratuidade do PLE do DF que são usuários do modo rodoviário do STPC/DF;
- **Despesas de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF em reais (DESP):**⁷ despesas orçamentárias em reais do Governo do Distrito Federal para subsidiar o equilíbrio econômico-financeiro das empresas operadoras do STPC/DF no modo rodoviário; e
- **Dias de greve de ônibus (DGO):**⁸ quantidade de dias em que há registro de paralisação dos trabalhadores do modo rodoviário do STPC/DF.

3.1. Usuários do Passe Livre Estudantil

A política distrital de gratuidade destinada aos estudantes que tenham domicílio ou que trabalhem a mais de um quilômetro do estabelecimento de ensino da Educação Superior ou da Educação Básica em áreas urbanas, inclusive os matriculados em cursos profissionalizantes com carga mínima de duzentas horas-aula reconhecidos pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal ou pelo Ministério da Educação, concede acesso gratuito às linhas do serviço básico do STPC/DF e é, popularmente, denominada como Passe Livre Estudantil (PLE).

⁴ Os modelos de regressão para dados em painel são utilizados para o estudo do comportamento de fenômeno representado por uma variável dependente em função de variáveis independentes ao longo de diferentes períodos de tempo. *In*: FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.

⁵ Fonte: DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Transporte e Mobilidade, via Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC), 2022.

⁶ Fonte: DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Transporte e Mobilidade via e-SIC, 2022.

⁷ Fonte: DISTRITO FEDERAL. Portal da Transparência, 2022.

⁸ Fonte: Correio Braziliense, Metrôpoles, Pense Mobilidade, Diário do Transporte e G1, 2022.

A gratuidade proporcionada pelo PLE é não só parte de uma política de transporte, mas de incentivo à permanência e atração de estudantes em diferentes níveis educacionais e são custeadas pelos usuários pagantes do sistema de transporte. Essa política pode acarretar na redução ou manutenção do valor das passagens de ônibus e levar a um possível aumento do total de passageiros do sistema (DE OLIVEIRA FILHO, 2018). Então, elege-se o número de usuários do PLE como fator de influência na demanda do STPC/DF a ser investigado.

3.2. Despesas governamentais (subsídios)

A Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012 evidenciou a situação em que a diferença negativa entre o valor monetário da tarifa de remuneração da prestação do serviço de transporte público de passageiros e a tarifa pública cobrada do usuário, que implica na situação de déficit ou de subsídio tarifário.

O valor correspondente à diferença entre a tarifa cobrada do usuário e a tarifa de remuneração do prestador do serviço, necessita compensação financeira por parte do Estado para que os custos operacionais do sistema de transporte não se concentrem apenas sobre os usuários, que são geralmente pessoas menos favorecidas, conforme apontado por Ljungberg (2016).

É justificável utilizar subsídios públicos para a melhoria da oferta de transporte, pois a maioria das cidades do mundo dedica amplos recursos para subsidiar o transporte público (ADLER; OMMEREN, 2016). Assim, para beneficiar os usuários com tarifas mais baratas ou evitar reajustes o DF subsidia parte das tarifas repassadas às concessionárias do STPC/DF com recursos públicos (CARVALHO, 2016).

Por meio de políticas públicas de transporte, a exemplo da implementação de subsídios tarifários, é possível conceder maior acesso a oportunidades às famílias de baixa renda, ao mesmo tempo em que se reduz o comprometimento de seu orçamento com deslocamentos, a fim de ampliar a mobilidade individual, reduzir o valor da tarifa usuário e até mesmo aumentar o número de usuários do sistema de transporte (GUZMAN; OVIEDO, 2018).

Para observar o efeito dos subsídios na demanda de passageiros no modo rodoviário do STPC/DF, escolheu-se a variável despesas orçamentárias em reais do Governo do Distrito Federal (GDF) para subsidiar o equilíbrio econômico-financeiro das concessionárias do modo rodoviário do STPC/DF (DESP).

3.3. Greves no transporte público

A ocorrência de greves no transporte público está relacionada a eventos em que os sistemas de transporte público cessam suas operações devido a negociações dos trabalhadores e que afetam a disponibilidade do serviço (RIVERS; SABERIAN; SCHAUFLE, 2020).

As greves são interrupções que podem afetar, parcial ou totalmente, a demanda de usuários do transporte público e que de alguma forma podem ter a capacidade de demanda dos sistemas de transporte. Logo, é interessante proceder a sua análise como fator de perturbação na oferta do STPC/DF conforme a ocorrência de dias de greve de ônibus (DGO).

4. MODELO ESTATÍSTICO DE IMPACTO SOBRE O STPC/DF

A construção do modelo de regressão linear de dados em painel permite avaliar a significância estatística de cada um dos fatores elencados, que no modelo recebem a denominação de variáveis independentes (PLE, DESP e DGO), sobre o total de passageiros transportados no modo rodoviário do STPC/DF (PASS), a fim de subsidiar o planejamento do transporte e melhorar o desenvolvimento das políticas públicas de transporte e aperfeiçoar o serviço de transporte público distrital.

O modelo dispõe de dois componentes: um de tempo (t) e outro de unidades (n). O componente temporal corresponde aos 60 meses compreendidos entre janeiro de 2015 e dezembro de 2019, enquanto o das unidades é representado pelas cinco BT do DF. Os modelos de dados em painel podem ser classificados em curtos e longos. Em um painel curto, satisfaz-se a condição ($t < n$), assim, o número de unidades é maior que os períodos de tempo observados, enquanto no longo, a quantidade de unidades é inferior aos períodos temporais ($t > n$), portanto trata-se de um painel longo com $t = 60$ e $n = 5$.

Com o objetivo de se estimar os impactos das variáveis independentes selecionadas e de acordo com os dados disponíveis, verifica-se como alternativa razoável para esse fim, o modelo de regressão linear de dados em painel. Opta-se pela unidade BT em vez de Região Administrativa do DF, em função da organização dos dados sobre a demanda do modo rodoviário do STPC/DF, fornecidos pela Secretaria de Estado de Transporte e Mobilidade do DF (SEMOB), estarem dispostos conforme aquela.

Resumidamente, para Gujarati e Porter (2010), os dados em painel são caracterizados uma combinação de série temporal e *cross section* (longitudinal), e assim contemplam dados de diversos indivíduos (ou unidades) mensurados ao longo do tempo, considerando um conjunto de dados com $i = 1, 2, \dots, n$ unidades e $t = 1, 2, \dots, t$ períodos de tempo com representação geral sob a forma na Equação 1:

$$Y_{it} = \beta_{1it} + \beta_{2it} \cdot X_{2it} + \beta_{kit} \cdot X_{kit} + \dots + \mu_{it} \quad (1)$$

Em que:

Y_{it} : variável dependente;

i : i -ésima unidade de corte transversal;

t : t -ésima unidade de período de tempo;

X_{ki} : variáveis explicativas independentes (selecionadas de acordo com o modelo);

β_{1it} : intercepto do modelo;

β_{kit} : coeficientes do modelo; e

μ_i : fator de erro dos fatores não explicitados no modelo.

Há de se considerar o fator de erro dos fatores não explicitados no modelo (μ_i), que considera os fatores não especificados no modelo. Deve-se analisar ainda, se cada uma das variáveis independentes tem influência sobre a variável dependente e também se realiza um teste de significância estatística para o emprego das variáveis no modelo (HAIR, 2019).

4.1. Descrição do modelo de dados em painel

Na proposta de modelo, adota-se como variável dependente o logaritmo natural do total de passageiros do STPC/DF e as três variáveis independentes utilizadas sob a forma de logaritmo natural e o fator de erro são:

- ***InPASS***: variável dependente que corresponde ao logaritmo natural do total de passageiros ou demanda do STPC/DF;
- ***InPLE***: logaritmo natural do número de estudantes da Educação Básica e Superior beneficiados pela gratuidade do PLE que são usuários do STPC por ônibus;
- ***InDESP***: logaritmo natural da despesa orçamentária mensal do Governo do Distrito Federal para subsidiar o equilíbrio econômico-financeiro das operadoras do STPC/DF em reais, que é o subsídio governamental;
- ***InDGO***: logaritmo natural da quantidade de dias de greve do modo rodoviário do STPC/DF; e
- **μ_i** : fator de erro dos fatores não explicitados no modelo.

O comportamento esperado das variáveis independentes é descrito conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição do comportamento das variáveis do modelo de dados em painel

Variável	Sinal esperado do estimador	Explicação
<i>InPLE</i>	(+)	O aumento do número de usuários dessa modalidade reflete o aumento da demanda geral.
<i>InDESP</i>	(+)	As despesas para o reequilíbrio econômico-financeiro são crescentes em razão da elevação dos custos do sistema de transporte público e podem aumentar a demanda ao longo do tempo.
<i>InDGO</i>	(-)	As paralisações de ônibus afetam negativamente a oferta, diminuindo o número de passageiros.

Fonte: Os autores, 2023

Chegou-se ao modelo proposto com as três variáveis independentes explicitadas e a variável explicada transformada em logaritmo natural com a seguinte forma:

$$\ln\text{PASS}_{it} = \beta_0 + \ln\text{PLE}_{it} + \ln\text{DESP}_{it} + \ln\text{DGO}_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

A forma funcional disposta na Equação 2 traz as variáveis elencadas transformadas em logaritmo natural e, dessa maneira, pressupõe-se que a variável dependente apresente variações relativas constantes em função das mesmas variações das independentes (modelo log-log).

4.2. Análise gráfica e descritiva de variáveis

Inicia-se uma análise descritiva com o detalhamento das variáveis envolvidas no estudo a se iniciar pela dependente.

A Tabela 1 mostra dados da variável relativa ao total de passageiros do STPC/DF. As BT 2 e 5 são as que transportam o maior volume de passageiros, enquanto a BT 1 e 3 registram os menores valores. Há de se ressaltar que ocorreu um acréscimo de 8,2% no

total de passageiros nesse período de cinco anos e a dispersão de PASS é observada a seguir:

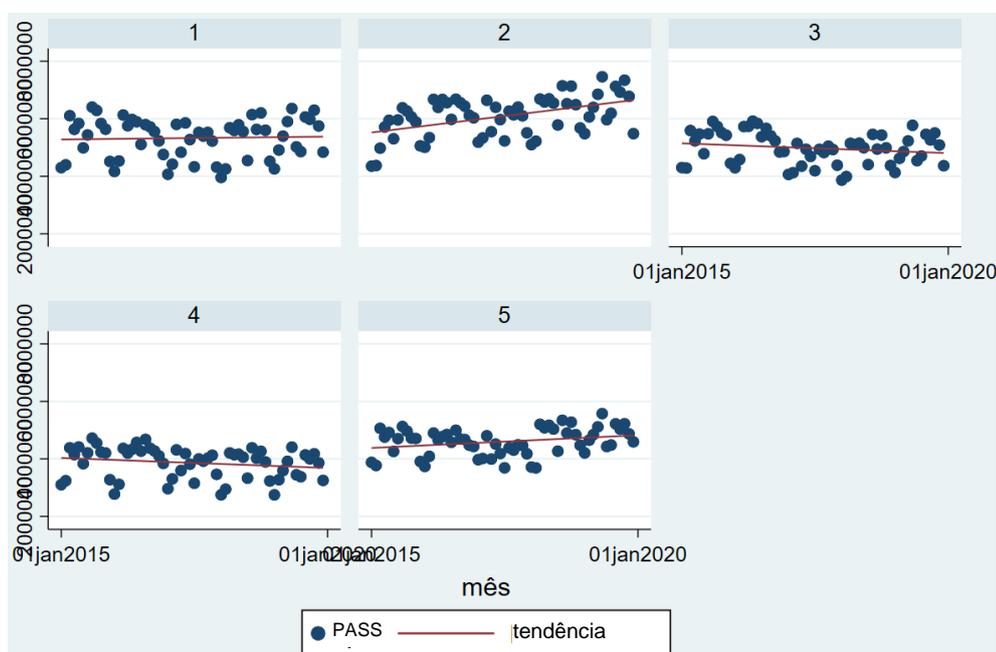
Tabela 1 - Total anual de passageiros por bacia de transporte do STPC/DF, 2015 a 2019

Bacia de Transporte	2015	2016	2017	2018	2019
1	4.245.756	5.385.021	5.049.263	5.290.729	5.469.637
2	5.523.698	6.205.101	5.894.625	6.298.655	6.506.062
3	5.180.955	5.290.594	4.636.213	4.821.567	4.962.108
4	4.026.799	4.075.355	3.738.148	3.783.578	3.682.986
5	4.565.158	4.571.022	4.249.911	4.749.631	4.853.252
TOTAL	23.542.366	25.527.093	23.568.160	24.944.160	25.474.045
MÉDIA	4.708.473	5.105.419	4.713.632	4.988.832	5.094.809
Variação percentual do total de passageiros no período					8,20%

Fonte: Os autores, 2023

No Gráfico 2, visualiza-se que cada BT possui um quantitativo determinado de usuários, todavia há um comportamento específico médio do número ao longo do tempo, o que sugere uma interdependência entre o PASS e o período, importando na situação de que em alguns meses, o volume de passageiros é, homogeneamente, mais elevado para todas as BT, enquanto em outros, há um decréscimo conjunto.

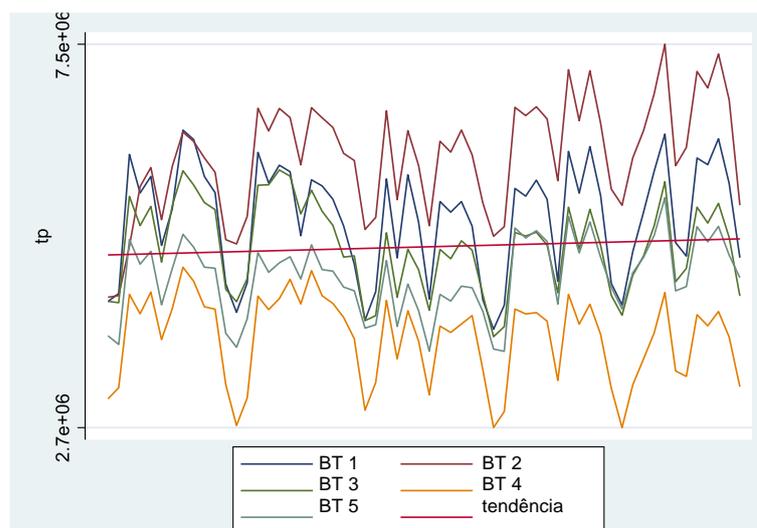
Gráfico 2 - Distribuição mensal e tendência do total de passageiros transportados por bacia de transporte no DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

É possível observar uma tendência de aumento do número de passageiros para as BT 2 e 5 de maneira mais contundente e na BT 1 há uma discreta elevação, quase mantendo constante o contingente transportado. Há uma propensão à diminuição dos usuários para das BT 3 e 4 ao longo do período, segundo o Gráfico 3. Em geral, embora haja algumas BT que apresentem queda, a demanda aumentou, levemente no período, conforme aponta a linha de tendência.

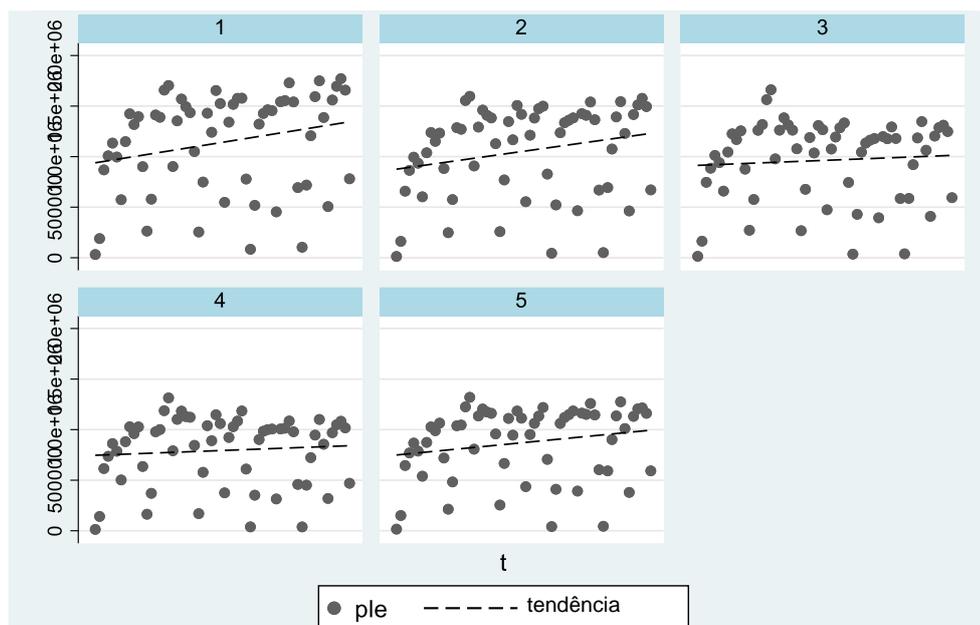
Gráfico 3 - Comportamento e tendência do total de passageiros por bacia de transporte do modo rodoviário do STPC/DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

Para as variáveis independentes do modelo, inicia-se a análise com o seguinte:

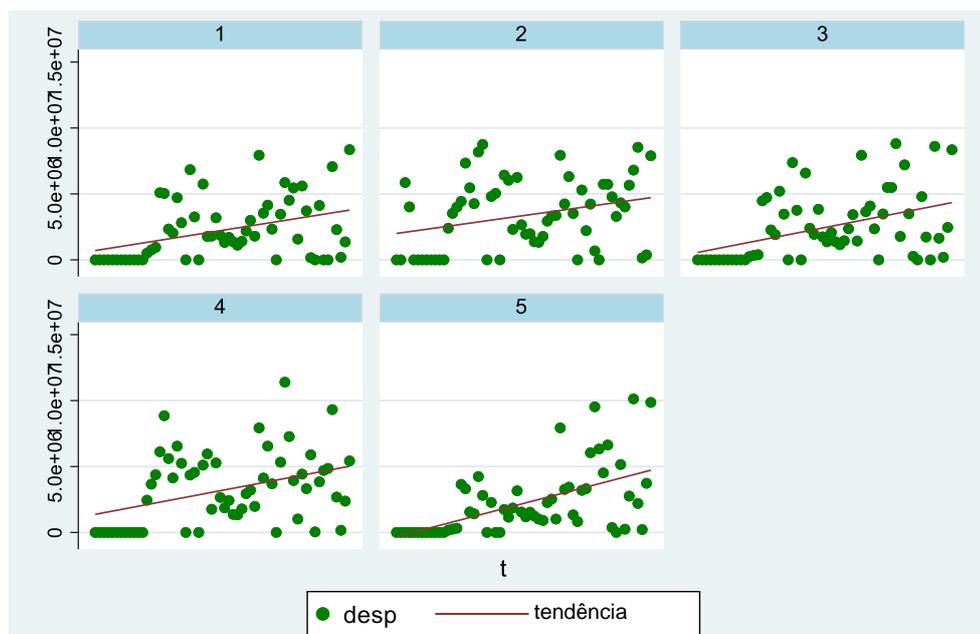
Gráfico 4 - Distribuição mensal e tendência do total de beneficiários do PLE por bacia de transporte do modo rodoviário do STPC/DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

Os usuários do PLE, como aponta o Gráfico 4, são distribuídos em grande amplitude em torno da linha de tendência. Em todas as BT houve aumento de passageiros dessa categoria, mais acentuado nas BT 1, 2 e 5 e menor nas demais, as quais tiveram redução do total de passageiros transportados no período em questão. Sobre a distribuição das despesas com a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF, tem-se o gráfico a seguir:

Gráfico 5 - Distribuição mensal e tendência do total de despesas com subsídio governamental por bacia de transporte do modo rodoviário do STPC/DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

As despesas para a manutenção do equilíbrio das operadoras das BT, pagas pela Administração, têm comportamento de crescimento vertiginoso, conforme o Gráfico 5. Os custos do serviço de transporte são crescentes e o preço cobrado pelas tarifas não são suficientes para cobri-los. Daí, o papel do ente estatal em subsidiar a manutenção do serviço para sua continuidade sem onerar, direta e exclusivamente, os usuários pagantes.

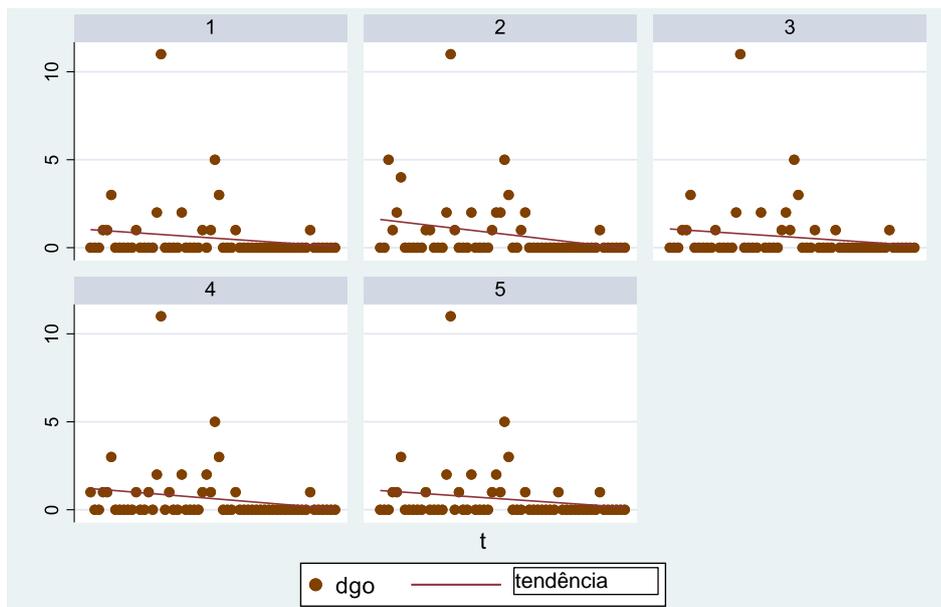
Tabela 2 - Total anual de despesas em reais com equilíbrio econômico-financeiro por bacia de transporte do STPC/DF, 2015 a 2019

BT	2015	2016	2017	2018	2019
1	0,00	34.308.307,39	23.471.636,22	43.613.175,22	32.878.726,87
2	9.877.024,95	58.177.727,72	35.021.096,91	41.099.782,67	57.285.390,48
3	0,00	34.160.054,75	26.247.318,83	47.916.922,71	38.742.770,02
4	0,00	55.872.053,57	32.448.048,81	56.423.416,13	47.019.674,92
5	0,00	19.993.639,67	17.583.532,24	48.741.346,60	45.795.386,13
TOTAL	9.877.024,95	202.511.783,10	134.771.633,01	237.794.643,33	221.721.948,42
Variação percentual do total de despesas no período (2015-2019)					2.244%

Fonte: Os autores, 2023

Percebe-se, segundo a Tabela 2, que não há padrão regular a respeito das DESP. No ano de 2015, o montante de pagamentos é bastante inferior ao dos demais com menos de dez milhões em pagamentos a uma operadora, enquanto nos demais realizaram-se vultuosos pagamentos a todas. Enquanto em 2016, 2018 e 2019 os pagamentos giraram em torno de 200 milhões, em 2017 houve uma queda acentuada para cerca de 135 milhões. Caso seja realizada comparação entre o início e o fim da série, as DESP tiveram aumento superior a 22 vezes no período (+2.244%) de 9,87 milhões para 221,72 milhões. E a respeito dos DGO, o gráfico a seguir ilustra sua dispersão:

Gráfico 6 - Distribuição mensal e tendência do dos dias de greve no modo rodoviário por bacía de transporte do STPC/DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

O Gráfico 6 demonstra a dispersão dos valores dos DGO por BT ao longo do período com a delimitação das linhas de tendência. Há uma grande quantidade de registros com valor zero e uma similaridade das ocorrências entre as BT, em provável razão da ação coordenada e dos pleitos semelhantes dos trabalhadores do modo rodoviário do STPC/DF. A tendência de redução das greves ocorre em todas as BT.

Em função da indisponibilidade de dados oficiais sobre greves no STPC/DF, adotou-se o método de levantamento de dados em veículos digitais de imprensa, com base em buscas em cinco sítios eletrônicos de notícias gerais e de transporte, o que tornou possível agregar os dados sobre as greves no transporte público do Distrito Federal, a partir do conteúdo informado em cada um dos sites consultados.

Tabela 3 - Registro de dias de paralisações na prestação do STPC/DF por mês, 2015 a 2019

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
2015	1	0	5	1	2	4	0	0	0	0	0	1	14
2016	1	0	1	0	2	11	1	2	0	0	1	0	20
2017	0	0	0	1	2	2	5	3	0	0	1	1	15
2018	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
2019	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Total	2	0	6	2	8	17	6	6	0	0	3	2	53

Fonte: Correio Braziliense; G1; Metrôpoles e Diário do Transporte, 2022. Pense Mobilidade, 2019
Elaboração: Os autores, 2023

A Tabela 3 aponta para uma concentração maior nos três primeiros anos da série que tem 14, 20 e 15 DGO, respectivamente, nos anos de 2015, 2016 e 2017. Já em 2018 e 2019, constata-se queda abrupta para apenas 2 DGO em cada um dos anos. Assim, ao longo de 60 meses de observação, tem-se um total de 53 greves (totais e parciais) do transporte público do Distrito Federal, que representa uma média de quase uma ocorrência por mês (0,88).

A maior parte dos DGO está distribuída no primeiro semestre de cada ano (35 greves de janeiro a junho e 18 de julho a dezembro). E 48 delas foram feitas até o mês de agosto, sendo o mês de junho o preferido para fins de paralisação com 17 registros. Curiosamente, em três meses dos anos não houve greve (fevereiro, setembro e outubro).

Dessa maneira, temos que em 2015, o levantamento de dados de paralisações indicou:

- Ano com 365 dias, 12 feriados nacionais e locais e 251 dias úteis;
- DGO do STPC/DF em 14 dias, sendo 12 dias úteis; e
- Aproximadamente, 3,8% de dias do ano e 4,8% de dias úteis com paralisações do STPC/DF.

No ano de 2016, o levantamento de dados de greves indicou:

- Ano com 366 dias, 11 feriados nacionais e locais e 252 dias úteis;
- DGO do STPC/DF em 20 dias (todos dias úteis); e
- Cerca de 5,5% de dias e 7,9% de dias úteis do ano com paralisações do STPC/DF.

Para 2017, os dados de greves do transporte público são:

- Ano com 365 dias, 11 feriados nacionais e locais e 250 dias úteis;
- DGO do STPC/DF em 15 dias dos quais foram 14 dias úteis; e
- Cerca de 4,1% de dias e 5,6% de dias úteis do ano com paralisações do STPC/DF.

No ano de 2018, os dados de greves do transporte público são:

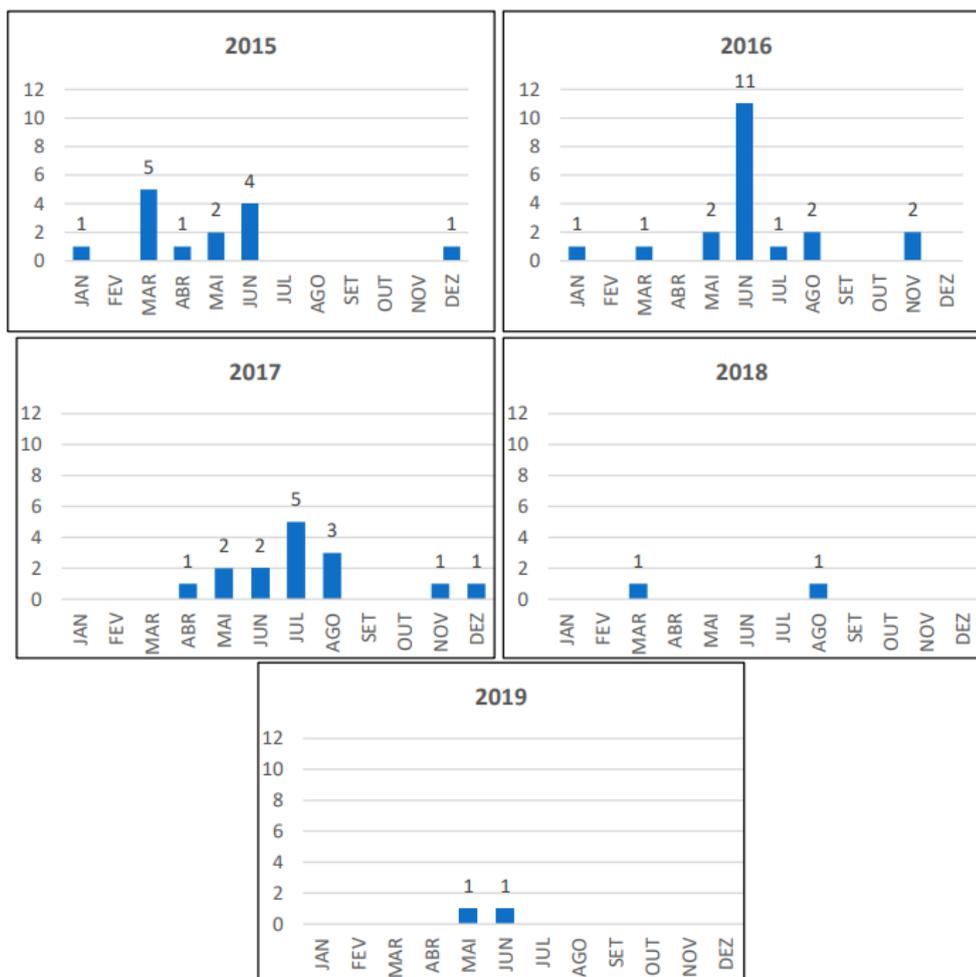
- Ano com 365 dias, 11 feriados nacionais e locais e 251 dias úteis;
- DGO do STPC/DF em 2 dias (úteis); e
- Cerca de 0,5% de dias e 0,8% de dias úteis do ano com paralisações do STPC/DF.

Quanto a 2019, os dados de greves do transporte público são:

- Ano com 365 dias, 11 feriados nacionais e locais e 255 dias úteis;
- DGO do STPC/DF em 2 dias (úteis); e
- Cerca de 0,5% de dias e 0,8% de dias úteis do ano com paralisações do STPC/DF.

No Gráfico 7, a distribuição do quantitativo de DGO no STPC/DF ocorreu dessa forma entre os anos de 2015 e 2019:

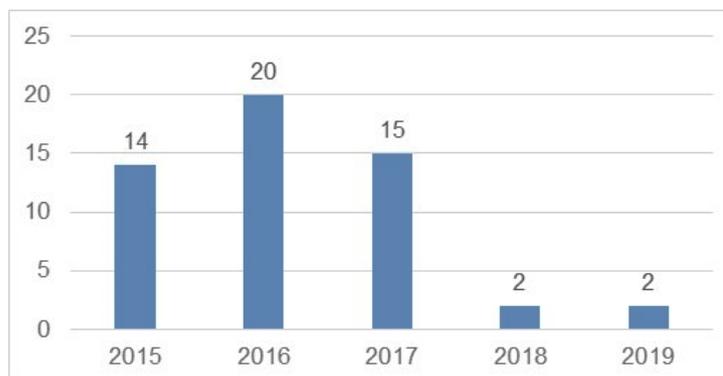
Gráfico 7 - Quantitativo mensal por ano de dias de greve do modo rodoviário do STPC/DF



Fonte: Os autores, 2023

Há uma concentração das greves no período de março a agosto, enquanto nos meses de setembro a fevereiro há apenas 7 das 53 greves efetuadas. Nos meses próximos ao começo ou ao fim do ano, a ocorrência de greves é muito baixa. Isso pode ser explicado pelo fato de haver redução no número de passageiros nesses meses, além de haver férias escolares. Logo, a realização de paralisações nesses meses, teriam um menor impacto por afetar um número menor de usuários.

Gráfico 8 - Quantitativo de greve por ano no modo rodoviário do STPC/DF, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

O Gráfico 8 revela que nos três primeiros anos, o número de greves variou entre 14 e 20. Mas nos dois últimos, foi de apenas 2 em cada. Não houve um aprofundamento teórico na busca das razões para essa considerável redução, a qual não é um dos objetivos desse trabalho, contudo pode ser que a reforma trabalhista, em vigor desde novembro de 2017,⁹ e que definiu que o acordo coletivo entre empregados e empregadores passaram a prevalecer sobre a legislação, desde que sejam respeitados os direitos essenciais dos trabalhadores como férias e 13º salário, tenha reduzido a incidência desses eventos.

Os Gráficos 6, 7 e 8 confirmam o comportamento semelhante entre a ocorrência de dias de greve nas BT do STPC/DF com uma tendência à diminuição do número de greves a partir do final do ano de 2017, quando passou a vigor a reforma trabalhista. Nos 34 meses primeiros meses de observação (janeiro de 2015 a outubro de 2017), ocorreram 47 paralisações com média mensal de 1,38. E desde a vigência da reforma, apenas 6 paralisações foram realizadas em um período de 26 meses (de novembro de 2017 a dezembro de 2019) com média de 0,18 greves por mês, importando em uma redução da ordem de 8 vezes no número de greves.

Tabela 4 - Descrição da estatística mensal média geral das variáveis do STPC/DF, 2015 a 2019

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
TP	4.970.351	946.490,9	2.749.247	7.461.059
PLE	964.770,9	428.873,5	12.954	1.771.376
DESP	2.688.923	2.630.988	0	11.395.724,2
DGO	0,63667	1,67551	0	11

Fonte: Os autores, 2023

No período de janeiro de 2015 a dezembro de 2019, em média foram transportados, mensalmente, o total de 4.970.351 passageiros por bacia de transporte, segundo a Tabela 4, com o desvio padrão de mais de 940 mil passageiros, por conseguinte, há uma razoável dispersão dos valores apresentados com coeficiente de variação da ordem de 19% (desvio padrão/média). A razão entre o maior e o menor volume do número de passageiros entre as BT foi de 2,7 vezes.

Em média, em cada BT utilizaram o PLE, um número superior a 960 mil usuários, portanto os estudantes representam cerca de 19,4% dos passageiros. Há uma diferença bastante considerável entre o maior e o menor número de usuários do PLE em um mês, variando entre 12.954 e 1.771.376, que demonstra uma diferença de 136 vezes, provavelmente, influenciada pela alternância entre o período letivo e o de férias escolares.

Quanto aos DGO, não houve separação entre greves totais ou parciais e greves longas ou curtas e ao longo dos sessenta meses de observação, a média mensal de paralisações por bacia de transporte é de 0,64 com registro de zero até onze dias de paralisação em um único mês.

E quanto às DESP, cada empresa recebeu em média R\$ 2.688.923,00 por mês, o que representa para fins de reequilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF, um montante de R\$ 806.676.900,00 em cinco anos de recursos públicos do DF, destinados para o repasse às empresas do STPC/DF.

⁹ Aprovada em 2017, reforma trabalhista alterou regras para flexibilizar o mercado de trabalho. Fonte: Agência Senado. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/05/02/aprovada-em-2017-reforma-trabalhista-alterou-regras-para-flexibilizar-o-mercado-de-trabalho>.

Cada operadora de uma das BT do STPC/DF apresenta números diferenciados para as variáveis em tela como pode ser visto a seguir:

Tabela 5 - Descrição da estatística mensal média geral das variáveis por bacia de transporte no DF, 2015 a 2019

BT	PASS	PLE	DESP (R\$)	DGO
1	5.328.673	1.141.873,0	2.237.864	0,55
2	6.085.628	1.052.999,0	3.357.684	0,78333
3	4.978.287	963.083,8	2.451.118	0,6
4	3.861.373	793.824,4	3.196.053	0,63333
5	4.597.795	870.075,3	2.201.898	0,61667
Média	4.970.351	872.075,3	2.688.923	0,63667

Fonte: Os autores, 2023

O número médio de PASS para cada BT varia entre 3.861.373 a 6.085.628 (mais de 1,5 vezes), assim há certa disparidade no quantitativo de usuários em cada BT. Os usuários PLE por BT estão em maior número na BT 1 (Região Central e Norte do DF) e correspondem a 21,4% do PASS, e o menor percentual, está na BT 2, que tem o maior número de PASS e apenas 17,3% destes são beneficiários do PLE, segundo os dados da Tabela 5.

Ao se comparar as variáveis PASS e DESP, observa-se que a BT 2 tem a maior média de passageiros transportados no período (6.085.628), mas sua empresa operadora foi destinatária da maior média das DESP, recebendo R\$ 3.357,684. A segunda colocação em destinação das DESP, ficou com a BT 4, que obteve, mensalmente, cerca de R\$ 3.196.053, entretanto, transportou o menor contingente médio total de passageiros (3.861.373). As despesas de subsídio estatal são distribuídas de formas distintas, pois as BT 1, 3 e 5 recebem os menores valores mensais médios (entre R\$ 2,2 e 2,5 milhões), já as BT 2 e 4, em torno de R\$ 3,2 a R\$ 3,35 milhões cada.

A BT 1 possui o menor número médio de DGO (0,55 dias de greve por mês), enquanto a BT 2, dispõe do maior número médio com 0,78 mensais, o que representa uma ocorrência 40% superior à daquela e quase 25% acima da média mensal de 0,64.

A Tabela 6 traz as estatísticas sobre a variância das variáveis (logarítmicas), que compõem as estimativas e assim, constam a variável dependente e as independentes. Para um modelo de dados em painel são dados três coeficientes de determinação (cada um com poder explicativo específico): *within*, *between* e *overall*. O coeficiente *within* se refere ao comportamento de uma variável de uma unidade “n” ao longo do tempo (intraunidade) e representa o componente temporal; o *between* é aquele atinente às diferentes unidades (componente espacial) em determinado tempo “t”; e o coeficiente de determinação *overall*, é aquele geral do modelo, o qual considera a média ponderada dos dois anteriores.

A variável dependente (lnPASS) é a única a apresentar coeficiente *between* maior que o *within* por razão de haver diferenças consideráveis entre o número de passageiros transportados em cada BT. Todas as demais variáveis (ou fatores) possuem valores para o coeficiente *within* maiores e isso é condizente com os valores de dados obtidos, porque há uma variação maior do início ao fim da série de tempo do que entre as BT.

Tabela 6 - Decomposição da variância das variáveis do modelo

Variável	Coefficiente de determinação	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
lnPASS*	<i>overall</i>	15,40035	0,1957713	14,82684	15,82521
	<i>between</i>		0,1703305	15,15664	15,561464
	<i>within</i>		0,1226327	15,07055	15,61117
lnPLE*	<i>overall</i>	13,56079	0,886706	9,46916	14,38727
	<i>between</i>		0,1500004	13,36476	13,75337
	<i>within</i>		0,8764629	9,383191	14,3215
lnDESP*	<i>overall</i>	10,85029	6,605472	0	16,24875
	<i>between</i>		0,5345463	10,28187	11,56303
	<i>within</i>		6,588088	- 0,7127408	16,50721
lnDGO*	<i>overall</i>	14,90114	0,4426357	0	2,397895
	<i>between</i>		0,031333	0,1265142	0,2043427
	<i>within</i>		0,4417446	- 0,0553313	2,420392

Fonte: Os autores, 2023

(*) Variáveis sob forma logarítmica.

Com esse levantamento de dados sobre os fatores supracitados (ou variáveis) no transporte público do DF, parte-se da hipótese que há influência das variáveis PLE, DESP e DGO sobre o PASS do STPC/DF.

4.3. Testes diagnósticos

Para a confiabilidade das estimativas de um modelo estatístico para dados em painel, é necessário que sejam atendidos os pressupostos das hipóteses básicas como a inexistência de autocorrelação dos resíduos,¹⁰ a inexistência de multicolinearidade¹¹ e a homoscedasticidade,¹² além do atendimento da condição de estacionaridade,¹³ que são testadas em consonância com os resultados do Quadro 2.

Sabe-se que a autocorrelação pode causar a indução a erros dos coeficientes, de modo que estes apresentem valores menores, e também demonstrar um coeficiente de determinação (R²) mais elevado. O resultado do teste de Wooldrige apontou Prob > F igual a 0,4812 e assim, por ser superior a 0,1, aceita-se a hipótese nula do teste (H₀), o que indica que não há presença de autocorrelação.

A multicolinearidade está relacionada a variáveis dependentes correlacionadas umas com as outras. Ela existe quando o modelo inclui vários fatores correlacionados entre si, o que implica na redundância de fatores. O Fator de Inflação da Variância (VIF) foi obtido com média de 1,04 e variou entre 1,02 e 1,05 para as preditoras. Com os valores abaixo de 10, não foi apresentada condição de multicolinearidade.

¹⁰ Em um modelo de regressão linear, pressupõe-se que os resíduos são independentes. Se houver violação desse pressuposto, os resultados do modelo podem não ser confiáveis (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

¹¹ Condição em que variáveis independentes são altamente correlacionadas (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

¹² Característica para maior confiabilidade da previsão do modelo em que a variância dos erros de estimativa constante ao longo do tempo. Sua violação traz a condição de heterocedasticidade, em que são gerados estimadores dos parâmetros ineficientes (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

¹³ Comportamento aleatório característico de variáveis em modelos que envolvem séries de tempo (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

Quadro 2 - Resultado dos testes diagnósticos para dados em painel

Teste de Wooldrige para autocorrelação	
H0: não há autocorrelação de primeira ordem	Prob > F = 0,4812
Fator de Inflação da variância (VIF)	
Variável	VIF
lnPLE	1,05
lnDESP	1,05
lnDGO	1,02
Média	1,04
Cross-sectionally Augmented Im-Pesaran-Shin (CIPS)	
Variável	Valor-p
lnPASS	0,002
lnPLE	0,000
lnDESP	0,000
lnDGO	0,000
Teste de Wald para heterocedasticidade	
H0: homocedasticidade	Prob > chi² = 0,9325
Teste de Pesaran de independência entre cross sections	
H0: Os resíduos não são correlacionados	Pr = 0,000

Fonte: Os autores, 2023

O teste de estacionariedade *Cross-sectionally Augmented Im-Pesaran-Shin* (CIPS) foi aplicado e, ao nível de significância de 1%, ratificou-se que todas as variáveis em estudo são estacionárias (valor-p < 0,01).

O teste de Wald para verificação da heterocedasticidade exibiu resultado de Prob > chi² de 0,9325 e assim aceita-se que o modelo satisfaz a condição de homoscedasticidade. No entanto, ao se verificar a ocorrência de correlação entre os painéis (correlação entre *cross-sections*) fez-se o teste de Pesaran, que no presente caso, retornou o resultado de Pr = 0,000 e então, a um nível de significância de 1%, ratifica-se a correlação entre painéis, logo há heterocedasticidade dos termos de erro.

Os resultados demonstram, que o modelo satisfaz aos pressupostos de regressão aplicáveis aos modelos de dados em painel curto, mas para dados em painel longo, a condição de homoscedasticidade entre os painéis foi violada. A heterocedasticidade de painel existe quando os resíduos têm variância *within* constante no tempo, porém a *between* não o é.

Desse modo, para a escolha de uma estimativa adequada para o modelo de regressão de dados em painel longo, aplicar-se-ão as determinações dispostas por Fávero (2013) e Fávero e Belfiore (2017) para a estimativa de modelos longitudinais lineares de regressão para dados em painel longo.

4.4. Estimativas para dados em painel longo

Para um modelo de dados em painel curto, ao se considerar as possibilidades de estimativas, deve haver um processo de escolha por meio de testes para a seleção da estimativa mais adequada entre os modelos a seguir conforme o Apêndice B:

- **POLS (*Pooled Ordinary Least Squares*)**, em que o intercepto e os coeficientes angulares são constantes ao longo do tempo e no espaço, e o termo de erro capta a diferença no tempo e entre as unidades;
- **Efeitos fixos (EF)**, no qual os coeficientes angulares constantes e o intercepto variável entre as unidades;
- **Efeitos aleatórios (EA)**, que tem intercepto de valor médio comum entre as unidades e os coeficientes angulares são variáveis ao longo do tempo e também entre as unidades (GUJARATI; PORTER, 2010).

A estimativa de parâmetros para modelos de regressão em painel longo, da mesma forma como ocorre com os dados em painel curto, pode ser realizada através do método POLS. Para Fuinhas *et al.* (2019), nessa estimativa se assume a inexistência de diferenças entre as entidades incluídas no estudo, então, estima-se uma constante comum para elas. Entende-se que a estimativa do modelo já contempla os fatores explicativos e não é preciso controlar por outros fatores não-observados conforme a Equação 3:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_{kit} X_{kit} + \mu_{it} \quad (3)$$

Em que Y_{it} é a variável explicada; μ_i corresponde aos fatores não-observados constantes no tempo, X_{it} é um vetor $1 \times K$ das variáveis independentes, β é um vetor $K \times 1$ de parâmetros a serem estimados e μ_{it} representa os erros aleatórios. A estimativa POLS estabelece um intercepto único para toda a amostra, caracterizada como uma regressão linear múltipla com dados em painel, que considera que as unidades de seção transversal são homogêneas (GUJARATI; PORTER, 2010).

Todavia, não é viável a utilização indiscriminada dos modelos EF ou EA, pois como em uma regressão de painel longo o número de períodos é superior ao de unidades ($t > n$), é preciso estimar um modelo que leve em conta a possível correlação serial dos termos de erro, logo devem ser considerados os efeitos autorregressivos de primeira ordem, denominados AR(1),¹⁴ ao longo do tempo nos termos de erro, que são representados na Equação 4:

$$\mu_{it} = \rho_i \cdot \mu_{1-ti,i} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Em que ρ representa a correlação entre os termos de erro μ_{it} e $\mu_{i,t-1}$. Com isso, um modelo de efeitos individuais com termos de erro AR(1), resulta em uma alternativa mais adequada em relação ao que considera os termos de erro.

Além do modelo POLS os painéis longos admitem regressão por Mínimos Quadrados Generalizados¹⁵ (*Generalized Least Squares* ou GLS). As estimativas desse modelo resultam, em geral, em parâmetros mais eficientes pela eliminação do efeito do erro

¹⁴ Os efeitos autorregressivos de primeira ordem AR(1) são caracterizados, principalmente, pela razão de a observação atual estar correlacionada com a primeira observação anterior, ou seja, há uma correlação significativa na primeira defasagem. In: MOREIRA, F. J. J.; CATEN, C. S.T. Estudo sobre o efeito da Autocorrelação de Modelos AR(1) no Controle Estatístico de Processo. Porto Alegre: PPGEP-UFRGS, 2003.

¹⁵ O método de GLS ajusta modelos lineares de dados em painel usando mínimos quadrados generalizados viáveis. Permite a estimativa na presença de autocorrelação AR(1) dentro de painéis e correlação transversal e heteroscedasticidade entre painéis. Fonte: <https://www.stata.com/manuals/xtxtgls.pdf>.

AR(1) e o efeito individual com a utilização de diferença de médias, admitindo que β_{0i} pode ter efeito fixo ou um efeito.

Os dados em painel longo podem ainda ser estimados pelo método POLS com correlação serial dos termos de erro de qualquer ordem, os chamados efeitos autorregressivos de p-ésima ordem AR(p). Portanto, para painéis longos realizam-se estimativas com os seguintes modelos:

- Estimativa POLS com efeitos autorregressivos de primeira ordem AR(1) - POLSar1;
- Estimativa POLS com efeitos autorregressivos de p-ésima ordem AR(p) - POLSarp;
- Estimativa GLS com efeitos autorregressivos de primeira ordem AR(1) e termos de erro heterocedásticos - GLSar1;
- Estimativa por efeitos fixos com termos de erro AR(1) - EFar1; e
- Estimativa por efeitos aleatórios com termos de erro AR(1) - EAar1.

De acordo com Fávero (2013), a influência temporal é bastante importante em séries longas, então são estimados parâmetros desses cinco modelos de regressão ajustados para dados em painel longo. Os modelos POLSar1 e POLSarp utilizam métodos de empilhamento de dados (*pooled*) mais eficientes, que levam em conta a correlação serial ao longo do tempo, respectivamente, de primeira ordem e de ordem maior que “1”, revelando-se, assim, mais eficientes que o método POLS. O método GLSar1, cria estimadores que consideram a correlação entre os painéis com presença de heterocedasticidade e que estejam autocorrelacionados.

Os modelos EFar1 e EAar1 também são utilizados, visto que consideram os componentes autorregressivos de primeira ordem para os resíduos. Essas estimativas para os cinco modelos são realizadas para a busca de um modelo mais adequado aos dados em painel longo de acordo com a Tabela 7:

Tabela 7 - Estimativas de parâmetros e erros-padrão para os modelos POLSar1, POLSarp, GLSar1, EFar1 e EAar1

Variável/intercepto		POLSar1	POLSarp	GLSar1	EFar1	EAar1
lnPLE	Estimativa	0,08863636*	0,12313322*	0,09136471*	0,10760969*	0,0903874*
	EP	0,01247287	0,02249316	0,01005221	0,00701535	0,00600564
lnDESP	Estimativa	0,00117516	-0,00194699	-0,00017025	0,00055947	0,00001083
	EP	0,00176662	0,00130418	0,00070358	0,00085633	0,00087362
lnDGO	Estimativa	-0,01687397	-0,01286709	-0,05273541**	-0,02036787**	-0,0197284
	EP	0,02193245	0,02066727	0,0138618	0,01081605	0,0111524
Intercepto	Estimativa	14,18929*	13,753608*	14,176075*	13,932233*	14,177919*
	EP	0,16727729	0,31201762	0,13629137	0,06460762	0,10171462

Fonte: Os autores, 2023

Nota: EP (erro-padrão): (*) nível de significância estatística: 1%; e (**) nível de significância estatística: 10%.

Para os modelos POLSar1, POLSarp e GLSar1, esperava-se a redução dos erros-padrão por considerarem os componentes regressivos, comparativamente, aos modelos para dados em painel curto (POLS, EF e EA), os quais têm resultados dispostos no Apêndice B. No entanto, apesar da redução dos erros em uma variável ou outra, não se percebeu um decréscimo generalizado. Em especial, quanto aos erros-padrão do intercepto,

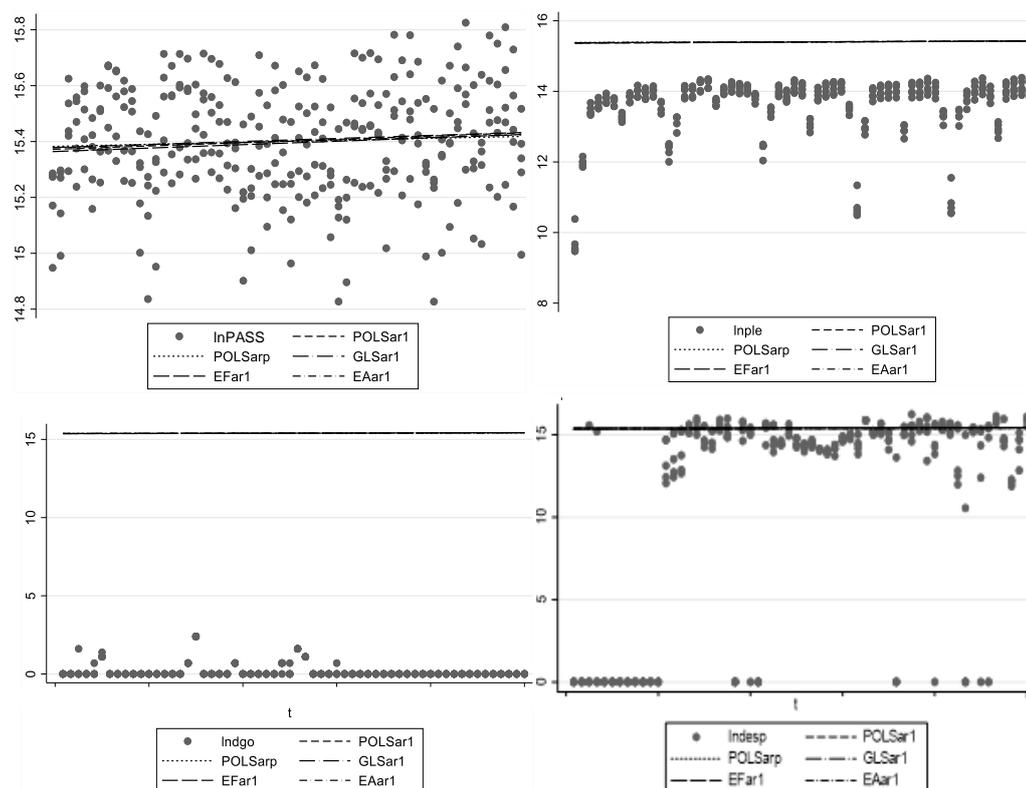
houve efeito contrário, e percebe-se que o intercepto tem bastante relevância em todos os modelos por possuir maior peso que as variáveis.

Nesse sentido, aponta-se que para o modelo POLSar1, os mesmos resultados foram obtidos para o POLS, mas com um erro-padrão duas vezes mais inflacionado. Então, verifica-se a inadequação desses três modelos ao caso em análise. Nesse caso, restam os modelos EFar1 e EAar1.

A respeito da significância estatística dos coeficientes, a variável $\ln\text{PLE}$ e o intercepto obtiveram-na ao nível de 1% em todos os modelos. Até o nível de 10%, a variável $\ln\text{DGO}$ foi significativa nas estimativas por GLSar1 e EFar1, enquanto a $\ln\text{DESP}$ não a obteve em nenhum dos modelos para painel longo. Os sinais demonstram o comportamento esperado para cada variável, porque pressupõe-se o positivo para $\ln\text{PLE}$ e o negativo para $\ln\text{DGO}$ (vide Quadro 1). A variável $\ln\text{DESP}$ embora tenha apresentado sinais negativos nos modelos POLSar1 e POLSarp, ao contrário da previsão, tem estimadores muito próximos a zero e não é, estatisticamente, significativa.

Os resultados da Tabela 7 podem ser dispostos, graficamente, para visualização da distribuição dos termos por variável transformada em logaritmo natural, conforme as estimativas segundo cada um dos cinco modelos para painel longo, de acordo com o Gráfico 9:

Gráfico 9 - Distribuição mensal por variável e média por modelo para painel longo, 2015 a 2019



Fonte: Os autores, 2023

É possível observar a distribuição dos termos de cada variável com referência à média estimada para cada um dos cinco modelos e então, percebe-se o comportamento de cada variável confrontando-a com a média dos modelos. As estimativas dos modelos não apresentam diferenças elevadas entre si e, em verdade, são bastante próximas.

A variável lnPASS é a que dispõe de maior dispersão de termos entre todas haja vista as diferenças no número de passageiros transportados por cada operadora de BT. O lnPLE tem registros próximos, sendo possível acompanhar a sazonalidade de seu comportamento como ocorre com a anterior. Ambas variáveis tratam do volume de passageiros, então a captura desse comportamento de demanda geral e de estudantes é comum e ambas acompanham a tendência geral crescente apontada pelo modelo.

Quanto ao lnDGO, por não haver grandes resultados destoantes entre as BT, seus termos estão, praticamente, sobrepostos com a redução da ocorrência dos DGO mais próximo do final da série de tempo. Com o gráfico de lnDESP, verifica-se as diferenças na concessão de DESP para cada operadora.

Os modelos EFar1 e EAar1 apresentam, em geral, os menores erros-padrão para os estimadores (vide Tabela 7), assim, para a escolha entre o modelo de efeitos fixos e aleatórios, aplica-se o teste de Hausman por meio do qual obtém-se os resultados:

Quadro 3 - Teste de Hausman para os modelos EFar1 e EAar1

Teste de Hausman para decisão entre efeitos fixos ou aleatórios	
H0: A diferença nos coeficientes não é sistemática	Prob > F = 0,0001

Fonte: Os autores, 2023

De acordo com o Quadro 3 ao nível de significância de 1%, hipótese nula do teste é rejeitada e tem-se a indicação pelo uso do modelo de efeitos fixos (EFar1) como o de estimativas mais adequadas para o caso, o qual gerou as seguintes estimativas:

Tabela 8 - Estimativa do modelo de efeitos fixos com termos de erro AR(1)

Variável/Intercepto	Estimativa	Erro-padrão	Estatística t
lnPLE	0,1076097*	0,0070154	15,34
lnDESP	0,0005595	0,0008563	0,65
lnDGO	-0,0203679**	0,0108161	-1,88
Intercepto	13,93223*	0,0646076	215,64

Fonte: Os autores, 2023

Nota: (*) nível de significância estatística: 1%; e (**) nível de significância estatística: 10%.

Segundo os dados da Tabela 8, a estimativa do modelo EFar1 demonstra que, à exceção do lnDESP, os demais coeficientes foram significativos ao nível de até 10%. Os erros-padrão são, relativamente, pequenos. A estatística “t” expõe o grande desequilíbrio entre os coeficientes, sendo que o intercepto se sobressai ao demais, enquanto lnDESP (não significativa ao nível de 10%) e lnDGO possuem pesos muito baixos.

A variável $\ln\text{PLE}$ tem uma relação positiva com $\ln\text{PASS}$ ao nível de significância a 1%, desse modo o aumento do número de usuários de PLE impacta no aumento na demanda por transporte público. É a segunda de maior importância para o modelo com estatística “t” de 15,34, porém é um número baixo se comparado ao intercepto. A variável $\ln\text{DGO}$ tem o sinal esperado negativo, devido ao fato de que a ocorrência de paralisações implicar na redução do número de passageiros, logo quanto maior o número de dias de greve de ônibus, menor é a demanda pelo serviço, mas seu peso no modelo é baixo (estatística $t = -1,88$).

O intercepto também foi significativo a 1% e possui maior peso para o modelo (215,64) e relação positiva com a variável dependente. O que ajuda a explicar que outros fatores não especificados, estão relacionados à demanda por transporte público.

As DESP são efetuadas sob a forma de subsídios públicos por meio dos quais as empresas operadoras das BT recebem repasses oriundos do tesouro distrital, a fim de custear a manutenção do serviço, sem que se onere, diretamente, os usuários com o aumento do preço da tarifa. Tais repasses vêm aumentando ao longo dos últimos anos, porém o aumento do número de passageiros não segue o mesmo ritmo dos repasses financeiros.

A variável $\ln\text{DGO}$ traz a distribuição dos termos referentes aos dias de paralisações no STPC/DF por ônibus, que concentra alguns registros ao início do período (2015 e 2016), mas que ao longo de 2017 decai. Na maior parte da série, não há registros de paralisações, especialmente, nos últimos anos em análise. Apesar de dispor de um registro baixo de ocorrências, através do modelo de dados em painel selecionado, demonstra-se o impacto negativo que esses eventos acarretam sobre a demanda do serviço de transporte com a geração de diversos aspectos negativos ressaltados pela literatura científica, destacados pela revisão de literatura e pela revisão sistemática concretizadas nas etapas anteriores desse trabalho.

A variável $\ln\text{DESP}$ teve sinal positivo e sua variação é crescente no período, mas segundo o modelo EFar1 , ela não é, estatisticamente, significativa a um nível de 10%. Então, as alterações em seus valores não estão relacionadas às alterações na variável explicada, conforme as estimativas apresentadas.

Por conseguinte, a estimativa do modelo de dados em painel escolhido, revela a interdependência entre PASS , PLE e DGO e o impacto positivo dos usuários de PLE e o impacto negativo das greves de ônibus sobre a demanda total de passageiros do STPC/DF, posto que o aumento de um ponto percentual do número de passageiros PLE acarreta o incremento de, aproximadamente, 0,11% da demanda por transporte público, enquanto o aumento de um ponto percentual na ocorrência de paralisações gera a redução de 0,02% do total de passageiros.

Então, ao se levar em conta as médias da Tabela 5, nos 60 meses analisados, com 4.970.351 passageiros transportados em média por BT, tem-se 24.851.755 passageiros transportados por mês no STPC/DF e o total de 1.491.105.300 usuários nesses cinco anos. O número de passageiros beneficiários do PLE com média mensal de 872,075,3 por BT, alcança o total mensal de 4.360.376 e 261.622.590 em 60 meses, portanto, o incremento de 1% de usuários PLE, importa em 2.674.290 usuários a mais no STPC/DF. E quanto às greves, houve em média 0,64 ocorrências por mês por BT, assim o aumento de um ponto percentual nos DGO , pode prejudicar cerca de 506.178 passageiros por mês, o que representa, no período de 60 meses, uma média de 30.370 684 usuários prejudicados por esse aumento de apenas 1% na ocorrência de DGO .

Desse modo, ratifica-se, a positividade do impacto da política de gratuidade do PLE, que provê incrementos na demanda por transporte público, bem como o negativo impacto das greves de trabalhadores do transporte público sobre a demanda de passageiros do STPC/DF. Com tais resultados estimados por modelo de regressão de dados em painel, ressaltam-se os benefícios da gratuidade do PLE e os prejuízos ocasionados pelas greves, ratificando a interdependência entre esses fatores e o PASS, os quais exercem influência na demanda de passageiros do transporte público, merecendo atenção da administração pública no que diz respeito às ações de planejamento do STPC/DF, haja vista que tais fatores afetam, respectivamente, de forma positiva e negativa esse sistema.

Apesar de não ter sido demonstrada a dependência entre as DESP e o PASS a um nível de significância estatística de até 10%, verifica-se um aumento no que diz respeito aos recursos destinados ao pagamento desse tipo de despesa de 9,5% entre 2016 e 2019. Por conseguinte, o planejamento do transporte público no DF também deve enfrentar as questões relacionadas à política de financiamento público do equilíbrio econômico-financeiro das empresas operadoras do STPC/DF, a qual revela crescentes dispêndios de recursos públicos ao longo dos anos.

5. CONCLUSÃO

O transporte público coletivo rodoviário de passageiros é um dos principais, modos de deslocamento no Distrito Federal e contribui para a ampliação da capacidade de mobilidade no espaço urbano de modo a favorecer o acesso a direitos, oportunidades e aos diversos espaços públicos, em especial, aos seguimentos menos favorecidos da sociedade.

É essencial a compreensão desse serviço essencial para que seu planejamento e a execução de sua operação sejam cada vez mais aperfeiçoados de modo a se desenvolver um serviço público de qualidade, o qual disponha de alta qualidade. Para tal fim, esse trabalho objetivou analisar as relações de influência da política pública de gratuidade para estudantes do Passe Livre Estudantil (PLE) e da política de subsídio para manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das operadoras do STPC/DF e também a influência dos eventos de greve sobre a demanda do STPC/DF.

São grandes os desafios para a administração pública enfrentar no que diz respeito ao transporte. O emprego de regressão linear com dados em painel demonstrou-se interessante e válido para verificação de fatores que influenciam a demanda do transporte público. A variável dependente foi o número total de passageiros e as preditivas foram os dias de greve de ônibus, o número de usuários de Passe Livre Estudantil e as despesas com o subsídio governamental para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF.

As estimativas do modelo de efeitos fixos selecionada como a mais adequada ao caso em tela, revelaram a um nível de significância estatística de 10%, que o aumento de 1% dos beneficiários do PLE gera o aumento de 0,11% na demanda geral de passageiros do STPC/DF. E que o aumento de um ponto percentual do número de greves, reduz em 0,02% no número de passageiros sistema de transporte.

As análises descritivas dos dados obtidos, permitem afirmar que há uma tendência geral de aumento do número de passageiros no transporte público no DF no período de 2015 a 2019 (8,2%). É possível confrontar essa variável com a despesa para manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das operadoras do STPC/DF, que no mesmo período, cresceu 2244%, entretanto essa variável não se demonstrou, estatisticamente, significativa a um nível de 10%. Embora os parâmetros estimados para a variável $\ln\text{DESP}$ não tenham sido significativos no modelo EFar1 , é importante que se pondere a respeito das despesas públicas com os crescentes custos do serviço em relação à demanda, porque houve um vertiginoso aumento no pagamento de subsídios ao STPC/DF nesse período.

Quanto às greves, a maior parte delas ocorreu até o ano de 2017, mas há uma tendência de queda a partir de 2018. De 2015 a 2017, há 49 registros e em 2018 e 2019, apenas quatro, ou seja, há uma abrupta queda ao final do período, mas que não diminui a importância e a necessidade de se fortalecer o planejamento para greves no transporte público com um total de 53 em 60 meses.

Há uma certa sazonalidade anual no comportamento da demanda de passageiros no Distrito Federal, posto que no começo do ano há elevação da demanda, um decréscimo moderado em meados do ano com um incremento superior ao do primeiro semestre e próximo ao fim do ano, uma queda para patamares próximos ao do princípio.

A variação dos usuários de PLE apresenta aspecto semelhante da variável PASS, porém com reduções mais abruptas nos períodos de recesso e férias escolares, respectivamente, em meados e entre o final e o início do ano. Mas tem tendência crescente em todas as BT, sem que houvesse violação aos pressupostos do modelo de regressão de dados em painel. Essa tendência de elevação de uso por esse segmento de usuários indica um aumento do alcance da política de gratuidade no transporte público concedida a estudantes de instituições públicas e privadas. O comportamento dessa variável acompanha os números sobre a demanda do total de passageiros no transporte público.

A qualidade do serviço de transporte público depende da operação em condições de normalidade, mas também do desempenho dos efeitos dos fatores analisados, os quais afetam a demanda por transporte. Por isso, o STPC/DF precisa ser robusto em termos da capacidade de agregar usuários através da política de gratuidade estudantil e mitigar as greves para manter sua operação ou oferecer alternativas aos usuários, bem como a política de subsídio público à manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das operadoras do sistema deve ser otimizada por haver um importante aumento das despesas do Erário.

Espera-se, com este trabalho, contribuir para a melhoria do essencial serviço de transporte público coletivo, no que diz respeito ao fortalecimento do princípio da continuidade e a promoção da eficiência das políticas públicas de transporte, do serviço de transporte e de seu planejamento. A atenção a esses aspectos é crucial para que os serviços de transporte estejam mais preparados para o complexo e contínuo processo de planejamento, que dessa forma se fortalece de modo a propiciar melhores condições de qualidade do transporte público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, Martin W.; VAN OMMEREN, Jos N. Does public transit reduce car travel externalities? Quasi-natural experiments' evidence from transit strikes. **Journal of Urban Economics**, v. 92, p. 106-119, 2016.
- CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **O Uso da CIDE para custeio do transporte público urbano (TPU)**. Nota nº 9. IPEA. Brasília, 2016.
- CATS, Oded; JENELIUS, Erik. Planning for the unexpected: The value of reserve capacity for public transport network robustness. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 81, p. 47-61, 2015.
- DE OLIVEIRA FILHO, Ricardo José Barbosa de. **Análise de políticas de subsídios ao transporte público urbano: o caso do Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife (STPP/RMR)**. Universidade Federal de Pernambuco (Mestrado em Engenharia Civil), 2018.
- DISTRITO FEDERAL. Companhia de Planejamento do Distrito Federal - CODEPLAN. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2021**. Brasília: Codeplan, 2022. Disponível em: https://www.ipe.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio_DF-2021-1.pdf.
- FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. Dados em painel em contabilidade e finanças: teoria e aplicação. **BBR-Brazilian Business Review**, v. 10, n. 1, p. 131-156, 2013.
- FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.
- FUINHAS, José Alberto *et al.* **Exercícios Introdutórios de Análise Económica de Dados**. Covilhã, Portugal, Universidade da Beira Interior - UBI, 2019.
- GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn. **Modelos de regresión con datos de panel**. In: *Econometría*. México DF. McGraw-Hill Interamericana. Cap. 16, p. 591-616, 2010.
- GUZMAN, Luis A.; OVIEDO, Daniel. Accessibility, affordability and equity: Assessing 'pro-poor' public transport subsidies in Bogotá. **Transport Policy**, v. 68, p. 37-51, 2018.
- HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.
- HENSHER, David A. **Bus transport: Demand, economics, contracting, and policy**. Elsevier, 2020.
- KOZLOWSKI, Natália Costa. **Metodologia para elaboração de planos de contingência para o transporte público durante megaeventos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro (Mestrado em Engenharia de Transportes), 2017.
- LACOMBE, Francisco José Masset; HEILBORN, Gilberto Luiz José. **Administração: princípios e tendências**. Saraiva Educação, 2017.
- LJUNGBERG, Anders. Marginal cost-pricing in the Swedish transport sector—An efficient and sustainable way of funding local and regional public transport in the future? **Research in Transportation Economics**, v. 59, p. 159-166, 2016.

RIVERS, Nicholas; SABERIAN, Soodeh; SCHAUFLELE, Brandon. Public transit and air pollution: Evidence from Canadian transit strikes. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, v. 53, n. 2, p. 496-525, 2020.

SENNA, Luis Afonso dos Santos. **Economia e Planejamento dos Transportes**. Rio de Janeiro: Campus, 2014.

WHITE, Peter. **Public transport: its planning, management and operation**. Routledge, 2016.

YAP, Menno *et al.* Quantification and control of disruption propagation in multi-level public transport networks. **International Journal of Transportation Science and Technology**, 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
1	1	4.299.778	32.313	0	0
1	2	4.398.085	189.981	0	0
1	3	6.107.246	869.070	0	0
1	4	5.633.253	1.007.917	0	1
1	5	5.836.436	1.133.776	0	1
1	6	4.989.489	996.247	0	3
1	7	5.436.478	574.210	0	0
1	8	6.405.965	1.148.755	0	0
1	9	6.289.749	1.423.291	0	0
1	10	5.836.352	1.317.912	0	0
1	11	5.637.107	1.395.549	0	0
1	12	4.514.640	901.115	0	1
1	13	4.166.444	263.777	502.846	0
1	14	4.531.112	579.561	750.767	0
1	15	6.131.163	1.411.784	944.110	0
1	16	5.756.110	1.389.438	5.088.006	0
1	17	5.974.573	1.658.106	5.033.780	2
1	18	5.894.796	1.703.346	2.334.238	11
1	19	5.108.154	902.367	2.035.478	0
1	20	5.795.201	1.353.838	4.710.489	0
1	21	5.719.332	1.569.592	2.812.477	0
1	22	5.556.176	1.494.320	0	0
1	23	5.229.337	1.435.157	6.839.819	2
1	24	4.757.857	1.050.491	3.256.297	0
1	25	4.069.771	254.587	0	0
1	26	4.421.273	748.625	5.745.524	0
1	27	5.805.779	1.429.604	1.774.393	0
1	28	4.834.850	1.241.207	1.799.009	1
1	29	5.855.936	1.654.409	3.190.784	0
1	30	5.275.805	1.525.007	1.863.334	1
1	31	4.329.549	548.419	1.319.054	5
1	32	5.528.020	1.341.067	1.704.543	3
1	33	5.397.282	1.517.318	1.370.676	0
1	34	5.527.800	1.576.652	1.112.458	0
1	35	5.225.736	1.578.121	1.405.453	0
1	36	4.319.356	778.364	2.186.407	1
1	37	3.958.324	83.963	2.998.807	0
1	38	4.253.605	518.367	1.794.320	0
1	39	5.689.339	1.321.820	7.930.661	0
1	40	5.594.514	1.427.094	3.540.435	0
1	41	5.790.428	1.463.473	4.145.619	0

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
1	42	5.555.901	1.454.866	2.329.961	0
1	43	4.546.987	454.116	0	0
1	44	6.143.746	1.542.747	3.462.671	0
1	45	5.630.887	1.554.351	5.862.131	0
1	46	6.203.538	1.729.699	4.516.741	0
1	47	5.600.900	1.541.215	5.457.264	0
1	48	4.520.584	693.505	1.574.565	0
1	49	4.256.821	103.950	5.601.732	0
1	50	4.912.568	718.855	3.717.008	0
1	51	5.395.888	1.206.729	161.148	0
1	52	5.901.324	1.593.145	0	0
1	53	6.356.829	1.749.759	4.120.988	0
1	54	5.022.499	1.386.761	0	1
1	55	4.857.594	506.215	0	0
1	56	6.062.992	1.560.277	7.069.055	0
1	57	5.980.939	1.695.864	2.293.951	0
1	58	6.299.898	1.771.376	193.343	0
1	59	5.749.963	1.657.944	1.362.968	0
1	60	4.838.329	780.972	8.358.533	0
2	1	4.351.647	12.954	0	0
2	2	4.372.610	162.377	0	0
2	3	4.978.054	658.403	5.861.550	5
2	4	5.712.184	864.184	4.015.475	1
2	5	5.945.407	994.564	0	2
2	6	5.305.081	935.022	0	4
2	7	5.959.513	602.733	0	0
2	8	6.381.723	1.038.393	0	0
2	9	6.266.742	1.238.604	0	0
2	10	6.064.795	1.151.249	0	0
2	11	5.887.283	1.232.412	0	0
2	12	5.059.337	882.537	0	1
2	13	5.006.788	248.393	2.400.141	1
2	14	5.345.973	575.695	3.526.137	0
2	15	6.673.981	1.286.270	3.984.933	0
2	16	6.394.449	1.270.992	4.431.376	0
2	17	6.671.655	1.555.062	7.338.544	2
2	18	6.560.515	1.596.514	5.463.081	11
2	19	5.979.348	907.909	4.262.442	1
2	20	6.680.916	1.292.418	8.176.656	0
2	21	6.556.616	1.460.676	8.746.315	0
2	22	6.438.784	1.408.727	0	0
2	23	6.120.261	1.382.856	4.806.864	2
2	24	6.031.922	1.127.974	5.041.238	0
2	25	5.184.941	258.390	0	0
2	26	5.333.068	769.627	6.424.091	0
2	27	6.643.105	1.346.966	6.037.087	0
2	28	5.550.888	1.166.414	2.310.249	1

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
2	29	6.398.992	1.506.043	6.249.109	2
2	30	5.970.666	1.418.692	2.656.179	2
2	31	5.230.721	554.272	1.945.946	5
2	32	6.268.860	1.212.263	1.977.333	3
2	33	6.135.191	1.381.796	1.370.676	0
2	34	6.406.633	1.474.765	1.331.921	0
2	35	6.101.936	1.498.923	1.780.987	1
2	36	5.510.499	827.731	2.937.519	2
2	37	5.100.711	44.480	3.324.552	0
2	38	5.219.488	522.652	3.366.208	0
2	39	6.685.728	1.236.101	7.930.661	0
2	40	6.584.256	1.335.847	4.236.816	0
2	41	6.692.498	1.360.370	6.312.989	0
2	42	6.543.995	1.383.048	3.516.809	0
2	43	5.783.519	465.203	0	0
2	44	7.146.866	1.425.218	5.295.459	0
2	45	6.521.975	1.408.818	2.211.288	0
2	46	7.135.515	1.540.365	4.228.752	0
2	47	6.489.068	1.365.179	676.251	0
2	48	5.680.246	669.457	0	0
2	49	5.481.856	50.877	5.735.401	0
2	50	6.065.118	694.288	5.726.656	0
2	51	6.397.579	1.075.205	4.779.999	0
2	52	6.852.400	1.392.904	3.292.596	0
2	53	7.461.059	1.543.831	4.322.483	0
2	54	5.968.315	1.229.493	4.012.581	1
2	55	6.192.572	463.049	5.660.415	0
2	56	7.126.785	1.416.306	6.804.296	0
2	57	6.923.704	1.511.906	8.536.460	0
2	58	7.341.217	1.576.557	144.572	0
2	59	6.778.579	1.494.739	377.568	0
2	60	5.483.561	671.219	7.892.361	0
3	1	4.302.239	13.961	0	0
3	2	4.284.988	163.858	0	0
3	3	5.590.395	746.218	0	0
3	4	5.232.248	885.421	0	1
3	5	5.468.801	1.012.049	0	1
3	6	4.784.183	940.976	0	3
3	7	5.477.146	659.057	0	0
3	8	5.906.920	1.045.207	0	0
3	9	5.730.870	1.225.572	0	0
3	10	5.515.756	1.168.947	0	0
3	11	5.428.445	1.255.278	0	0
3	12	4.449.468	876.264	0	1
3	13	4.296.871	271.799	250.530	0
3	14	4.581.057	576.596	338.043	0
3	15	5.728.668	1.260.534	388.942	0

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Pannel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
3	16	5.734.117	1.317.352	4.476.963	0
3	17	5.916.048	1.563.457	4.724.949	2
3	18	5.839.919	1.661.430	2.266.240	11
3	19	5.375.741	978.089	1.911.321	0
3	20	5.667.316	1.261.785	5.203.731	0
3	21	5.407.187	1.383.917	3.464.942	0
3	22	5.234.568	1.314.290	0	0
3	23	4.845.649	1.261.782	7.374.249	2
3	24	4.859.990	1.077.984	3.760.145	0
3	25	4.063.859	267.581	0	0
3	26	4.125.718	676.919	6.583.164	0
3	27	5.144.180	1.189.004	2.395.502	0
3	28	4.352.965	1.036.360	1.931.608	1
3	29	4.941.207	1.308.172	3.835.987	2
3	30	4.690.416	1.266.435	1.741.953	1
3	31	4.191.800	474.509	1.366.068	5
3	32	4.939.120	1.075.048	2.073.734	3
3	33	4.824.993	1.194.048	1.370.676	0
3	34	5.045.521	1.285.481	1.145.772	0
3	35	4.930.197	1.333.624	1.448.146	0
3	36	4.384.582	744.836	2.354.709	1
3	37	3.867.127	35.987	3.430.974	0
3	38	3.990.670	429.866	1.429.196	0
3	39	5.147.449	1.044.196	7.930.661	0
3	40	5.104.030	1.134.178	3.645.994	0
3	41	5.151.857	1.162.850	4.082.003	1
3	42	4.991.774	1.179.347	2.354.624	0
3	43	4.407.176	395.192	0	0
3	44	5.458.027	1.198.646	3.477.106	0
3	45	4.945.303	1.176.906	5.487.941	0
3	46	5.432.911	1.293.650	5.485.378	0
3	47	4.988.416	1.179.500	8.816.925	0
3	48	4.374.063	585.985	1.776.121	0
3	49	4.130.547	38.814	7.201.817	0
3	50	4.622.378	587.073	3.493.775	0
3	51	4.857.581	920.864	272.360	0
3	52	5.230.850	1.184.960	0	0
3	53	5.771.840	1.346.456	4.793.535	0
3	54	4.542.711	1.063.225	1.727.243	1
3	55	4.706.357	409.416	0	0
3	56	5.458.768	1.203.522	8.607.369	0
3	57	5.263.670	1.287.440	1.639.183	0
3	58	5.505.592	1.310.688	199.016	0
3	59	5.087.259	1.248.177	2.457.445	0
3	60	4.367.738	594.253	8.351.027	0
4	1	3.103.114	13.285	0	1

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
4	2	3.240.469	141.112	0	0
4	3	4.386.721	614.957	0	0
4	4	4.148.061	736.630	0	1
4	5	4.415.269	862.206	0	1
4	6	3.831.851	786.604	0	3
4	7	4.211.313	502.576	0	0
4	8	4.720.667	880.762	0	0
4	9	4.548.299	1.028.722	0	0
4	10	4.235.053	960.402	0	0
4	11	4.205.324	1.027.201	0	0
4	12	3.275.443	635.773	0	1
4	13	2.775.361	163.267	2.444.314	0
4	14	3.115.425	370.330	3.660.869	0
4	15	4.365.458	978.337	4.376.061	1
4	16	4.199.826	1.000.752	6.120.782	0
4	17	4.334.687	1.187.343	8.850.568	2
4	18	4.572.038	1.313.837	5.599.866	11
4	19	4.269.607	790.764	4.132.308	0
4	20	4.678.595	1.101.796	6.542.921	1
4	21	4.369.702	1.183.315	5.244.733	0
4	22	4.276.032	1.129.533	0	0
4	23	4.105.603	1.122.476	4.353.707	2
4	24	3.841.921	844.437	4.545.925	0
4	25	2.963.252	169.270	0	0
4	26	3.305.253	578.293	5.106.039	0
4	27	4.312.983	1.039.139	5.951.008	0
4	28	3.595.057	890.265	1.758.786	1
4	29	4.186.002	1.147.167	5.270.970	2
4	30	3.814.366	1.060.430	2.656.179	1
4	31	3.152.378	374.891	1.861.333	5
4	32	3.997.096	922.741	2.422.631	3
4	33	3.919.446	1.028.926	1.370.676	0
4	34	4.022.446	1.084.867	1.331.921	0
4	35	4.126.967	1.184.905	1.780.987	0
4	36	3.462.533	610.255	2.937.519	1
4	37	2.750.557	38.300	3.211.603	0
4	38	2.946.929	351.771	1.974.628	0
4	39	4.207.371	901.810	7.930.661	0
4	40	4.146.863	984.273	4.124.644	0
4	41	4.162.901	1.000.484	6.546.582	0
4	42	4.058.590	1.005.930	3.690.615	0
4	43	3.328.669	314.634	0	0
4	44	4.386.193	1.006.467	5.325.112	0
4	45	4.021.268	1.014.195	11.395.724	0
4	46	4.265.733	1.085.477	7.271.331	0
4	47	3.895.439	979.032	3.935.214	0
4	48	3.232.422	458.640	1.017.302	0

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
4	49	2.749.247	37.924	4.420.891	0
4	50	3.274.863	451.167	3.317.948	0
4	51	3.592.566	723.105	5.890.037	0
4	52	3.914.754	946.045	38.521	0
4	53	4.409.796	1.100.586	3.838.835	0
4	54	3.446.059	855.528	4.701.047	1
4	55	3.378.927	319.223	4.854.697	0
4	56	4.137.128	969.125	9.314.184	0
4	57	4.000.947	1.048.315	2.682.641	0
4	58	4.176.660	1.082.925	161.226	0
4	59	3.863.112	1.017.358	2.375.212	0
4	60	3.251.770	469.582	5.424.437	0
5	1	3.878.661	15.836	0	0
5	2	3.771.049	150.532	0	0
5	3	5.062.376	645.268	0	0
5	4	4.758.408	769.257	0	1
5	5	4.917.116	867.368	0	1
5	6	4.259.126	787.772	0	3
5	7	4.704.343	539.843	0	0
5	8	5.125.382	873.808	0	0
5	9	4.966.896	1.027.059	0	0
5	10	4.721.604	989.369	0	0
5	11	4.708.617	1.064.580	0	0
5	12	3.908.320	719.489	0	1
5	13	3.737.318	213.172	174.461	0
5	14	4.088.964	482.832	253.462	0
5	15	4.898.572	1.037.960	318.298	0
5	16	4.658.558	1.045.642	3.645.045	0
5	17	4.774.681	1.224.928	3.311.576	2
5	18	4.849.313	1.319.726	1.554.692	11
5	19	4.576.713	806.854	1.410.800	0
5	20	4.996.334	1.134.860	4.238.517	1
5	21	4.691.376	1.204.266	2.810.477	0
5	22	4.672.515	1.173.762	0	0
5	23	4.477.112	1.161.322	2.276.313	2
5	24	4.430.806	957.288	0	0
5	25	3.972.455	254.527	0	0
5	26	4.014.113	665.902	1.743.636	0
5	27	4.802.731	1.111.085	1.157.432	0
5	28	3.993.088	945.577	1.851.927	1
5	29	4.514.298	1.184.233	3.158.665	2
5	30	4.186.388	1.113.337	1.544.710	1
5	31	3.689.516	436.375	1.179.210	5
5	32	4.386.492	952.200	1.531.918	3
5	33	4.305.011	1.062.663	1.236.731	0
5	34	4.488.603	1.133.961	1.011.030	0
5	35	4.468.138	1.219.323	907.282	0

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE A - Quadro 4 - Painel de dados para estimativa de impacto sobre a demanda do STPC/DF

(Continua)

ID	T	PASS	PLE	DESP	DGO
5	36	4.178.097	706.268	2.260.991	1
5	37	3.715.401	41.434	2.526.886	0
5	38	3.686.994	410.297	1.014.313	0
5	39	5.202.987	1.061.500	7.930.661	0
5	40	5.080.680	1.119.971	3.262.559	0
5	41	5.170.032	1.148.333	3.435.159	0
5	42	5.038.349	1.184.909	1.331.808	0
5	43	4.268.154	392.435	826.143	0
5	44	5.343.045	1.163.351	3.194.203	1
5	45	4.896.386	1.150.893	3.318.495	0
5	46	5.276.875	1.258.751	6.044.050	0
5	47	4.842.386	1.145.525	9.528.578	0
5	48	4.474.283	603.488	6.328.493	0
5	49	4.207.824	44.364	4.514.230	0
5	50	4.652.057	592.171	6.631.059	0
5	51	4.841.388	901.722	370.473	0
5	52	5.112.937	1.135.990	0	0
5	53	5.574.776	1.274.966	5.149.140	0
5	54	4.430.067	1.010.759	243.371	1
5	55	4.482.714	379.285	2.755.310	0
5	56	5.219.133	1.131.229	10.131.655	0
5	57	5.033.091	1.205.616	2.195.675	0
5	58	5.222.869	1.215.486	216.858	0
5	59	4.869.667	1.161.584	3.726.025	0
5	60	4.592.501	592.218	9.861.589	0

Fonte: Os autores, 2023

Legenda: **ID** = bacia de transporte (BT); **T** = tempo; **PASS** = total de passageiros; **PLE** = usuários do PLE; **DESP** = despesas com o equilíbrio econômico-financeiro do STPC/DF; **DGO** = dias de greve de ônibus.

APÊNDICE B - Tabela 9 - Estimativas de parâmetros e erros-padrão para os modelos de dados em painel curto (POLS, EF e EA)

Variável/intercepto		POLS	EF	EA
lnPLE	Estimativa	0,12313322	0,10312518	0,11628473
	EP	0,01102797	0,0058276	0,00958095
lnDESP	Estimativa	-0,01286709	-0,02274412	-0,01630378
	EP	0,02171736	0,01134647	0,0187939
lnDGO	Estimativa	-0,00194699	-0,00148941	-0,00179322
	EP	0,00147898	0,00077435	0,00128082
Intercepto	Estimativa	13,753608	14,02144	13,845 323
	EP	0,14 724793	0,07775672	0,12803724

Fonte: Os autores, 2023

Nota: EP - desvio-padrão.

Comitê Editorial

MANOEL CLEMENTINO BARROS NETO
Diretor-Presidente

LEANDRO MOTA
Diretor de Desenvolvimento Institucional

RENATA FLORENTINO DE FARIA SANTOS
Diretora de Estudos e Políticas Ambientais e
Territoriais

MARCELA MACHADO
Diretora de Estudos e Políticas Sociais

DEA GUERRA FIORAVANTE
Diretora de Estatística e Pesquisas
Socioeconômicas

SÔNIA GONTIJO CHAGAS GONZAGA
Diretoria de Estratégia e Qualidade

Eliane Araújo
Chefe da Assessoria de Comunicação

Revisão e copidesque

Heloisa Faria Herdy

Editoração Eletrônica

Maurício Suda

Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal - IPEDF Codeplan

Setor de Administração Municipal
SAM, Bloco H, Setores Complementares
Ed. Sede Codeplan
CEP: 70620-080 - Brasília-DF
Fone: (0xx61) 3342-2222
www.ipe.df.gov.br
ipe@ipe.df.gov.br



**Secretaria de
Planejamento, Orçamento
e Administração**

