

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Vinícius Diesel Perin

**IMPACTO DA COVID-19 NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE PORTO
ALEGRE**

Porto Alegre
2021

VINÍCIUS DIESEL PERIN

**IMPACTO DA COVID-19 NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE PORTO
ALEGRE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Ana Margarita Larranaga Uriarte
Coorientadora: Maria Cristina Molina Ladeira

Porto Alegre
2021

VINÍCIUS DIESEL PERIN

IMPACTO DA COVID-19 NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE PORTO ALEGRE

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, novembro de 2021

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ana Margarita Larranaga Uriarte (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Maria Cristina Molina Ladeira (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Coorientadora

Profa. Leticia Dexheimer (UFPel)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Marcio Saueressig (EPTC)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço às minhas orientadoras, professora Ana Margarita Larranaga Uriarte e Maria Cristina Molina Ladeira, por todo o conhecimento transmitido e assistência disponibilizada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e contribuições para o trabalho.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Marinês, pelo incentivo e apoio incondicional durante a graduação e em toda minha vida.

Agradeço a meus colegas e amigos pelo apoio e experiências compartilhadas durante a graduação.

Agradeço a todos professores do curso de Engenharia Civil, pelos ensinamentos compartilhados, que contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a avaliação do impacto na receita do sistema de transporte público por ônibus de Porto Alegre em decorrência da COVID-19, no período entre março de 2020 a fevereiro de 2021. A análise é feita a partir do impacto gerado pela pandemia na demanda de passageiros do transporte coletivo por ônibus e o consequente impacto na receita tarifária. O trabalho é separado em quatro etapas: obtenção de dados, previsão de demanda de passageiros para o período pandêmico, comparação dessa previsão com os números observados durante esse período e, por fim, análise da perda de receita tarifária decorrente da perda de demanda.

O estudo foi realizado sobre quatro categorias de passageiros: totais, equivalentes, escolares e isentos. Cada grupo apresentou uma redução de demanda acima de 50%. O grupo mais afetado foram os escolares, com redução de demanda acima de 93%. Ao todo, estimou-se uma perda de mais de 123 milhões de passageiros para o período em estudo e uma perda de receita tarifária de R\$ 366.403.864,50.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the impact on revenue on public bus transportation system in Porto Alegre as a result of COVID-19, from March 2020 to February 2021. The analysis is made from the impact caused by the pandemic on passenger demand of public bus transportation and its consequent impact on bus fare revenue. The study has four steps: data collection, passenger demand forecast for the pandemic period, comparison between forecasted demand and the numbers observed during the same period and, lastly, analysis of the decline in fare revenue resulting from the decline in demand.

The study was performed on four passenger groups: total, equivalent, students and fare-free passengers. Each group presented a reduction in demand of over 50%. The most affected group were students, which have shown a loss in demand of over 93%. Overall, it is estimated that over 123 million passengers were lost due to the pandemic in the period and R\$ 366,403,864.50 were lost in fare revenue.

Keywords: Public transport. Urban mobility. COVID-19.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Redução da frequência de utilização de transporte coletivo	14
Figura 2 – Redução de viagens realizadas por passageiros	15
Figura 3 – Divisão modal de Porto Alegre	17
Figura 4 – Passageiros totais por ano (2011 – 2019).....	17
Figura 5 – Etapas do método de Box-Jenkins para modelação de séries temporais	19
Figura 6 – Etapas de execução do trabalho	21
Figura 7 – Série histórica de passageiros totais	25
Figura 8 - Gráfico ACF de passageiros totais.....	26
Figura 9 - Gráfico PACF de passageiros totais	26
Figura 10 – Previsão de passageiros totais	27
Figura 11 – Série histórica de passageiros equivalentes	28
Figura 12 – Gráfico ACF de passageiros equivalentes.....	28
Figura 13 – Gráfico PACF de passageiros equivalentes	29
Figura 14 – Previsão de passageiros equivalentes.....	29
Figura 15 – Série histórica de passageiros escolares.....	30
Figura 16 – Gráfico ACF de passageiros escolares	31
Figura 17 - Gráfico PACF de passageiros escolares	31
Figura 18 – Previsão de passageiros escolares	32
Figura 19 – Previsão de passageiros isentos.....	33
Figura 20 – Demanda prevista e observada durante a pandemia	35
Figura 21 – Receita tarifária por período.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro-resumo da previsão de demanda.....	33
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados operacionais do sistema de transporte por ônibus em Porto Alegre	16
Tabela 2 – Comparação dos valores previstos com o comportamento da série histórica	34
Tabela 3 – Impacto da COVID-19 na demanda de passageiros	36
Tabela 4 – Preço tarifário	37

LISTA DE SIGLAS

ACF	<i>Autocorrelation Function</i>
ADF	Teste de Raíz Unitária de Dickey-Fuller
AGU	Advocacia-Geral da União
ANPTrilhos	Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
EBTU	Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos
EPTC	Empresa Pública de Transporte e Circulação
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PACF	<i>Partial Autocorrelation Function</i>
PMPA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
SMT	Secretaria Municipal de Transportes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo principal	12
1.1.2 Objetivo secundário	12
1.2 LIMITAÇÕES	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 COVID-19 E A MOBILIDADE URBANA.....	14
2.2 TRANSPORTE PÚBLICO DE PORTO ALEGRE	16
2.3 MÉTODO DE BOX-JENKINS	18
2.3.1 Identificação	19
2.3.2 Estimação	20
2.3.3 Verificação	20
2.3.4 Previsão	20
3 MÉTODO	21
3.1 OBTENÇÃO DE DADOS	21
3.2 PREVISÃO DE DEMANDA	23
3.3 ANÁLISE COMPARATIVA DA DEMANDA.....	23
3.4 ANÁLISE DA PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA.....	24
4 PREVISÃO DE DEMANDA	25
4.1 PASSAGEIROS TOTAIS	25
4.2 PASSAGEIROS EQUIVALENTES	27
4.3 PASSAGEIROS ESCOLARES	30
4.4 PASSAGEIROS ISENTOS	32
4.5 QUADRO-RESUMO DA PREVISÃO DE DEMANDA.....	33
4.6 COMPARAÇÃO COM O COMPORTAMENTO DA SÉRIE HISTÓRICA	33
5 ANÁLISE DA PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA E DISCUSSÃO	35
5.1 DEMANDA.....	35
5.2 PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA	36
5.3 REEQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXO A – Dados de passageiros do transporte público por ônibus de Porto Alegre ..	43

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, um vírus agressivo surgiu e alterou os padrões de relacionamento, consumo e deslocamento. O primeiro caso confirmado de COVID-19 ocorreu na China e, em pouco tempo, a doença se alastrou pelo planeta e paralisou a economia global. No Brasil, o primeiro caso foi registrado no mês de fevereiro de 2020 e, no mês seguinte, a OMS declarou pandemia.

Com o fim de conter o contágio do vírus, foram adotadas medidas restritivas de movimento em diversos países, inclusive no Brasil. Essas restrições, essenciais à proteção da saúde coletiva, acarretaram impactos em outras áreas, como a mobilidade urbana.

Diversos estudos realizados no Brasil e no exterior apontam para reduções acentuadas no volume de tráfego em decorrência da pandemia. Estudo realizado pelo Grupo Kantar, intitulado *Mobility Futures 2021: 'The Next Normal'*, mostra que houve uma queda de 30% do volume de viagens para trabalho, estudo e lazer entre 2019 e 2020, globalmente (KANTAR, 2021).

Especificamente sobre transporte público, estudo nacional divulgado pela NTU indica uma redução média mensal de 51,3% na quantidade de viagens realizadas por passageiros de transporte público no período compreendido entre março de 2020 e fevereiro de 2021 (NTU, 2021).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é analisar o impacto na receita decorrente da diminuição de demanda no transporte público urbano por ônibus no município de Porto Alegre no período de um ano, entre março de 2020 e fevereiro de 2021, em decorrência da pandemia da COVID-19. A análise é separada em quatro grupos: passageiros totais, isentos, estudantes e equivalentes. Busca-se, com isso, avaliar o impacto da COVID-19 na demanda dessas diferentes categorias.

1.1.2 Objetivo secundário

Como objetivo secundário, pretende-se: (i) identificar os impactos da COVID-19 no transporte de passageiros; (ii) explorar técnicas de previsão de demanda com dados históricos; e (iii) aplicar estas técnicas de previsão na demanda de passageiros da cidade de Porto Alegre,

de forma de analisar as medidas adotadas pela prefeitura do município para restabelecer o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de concessão.

1.2 LIMITAÇÕES

Devido a mudanças na legislação municipal, a partir da vigência da Lei Nº 12.503, de 24 de janeiro de 2019, foi aumentada a idade mínima de isenção tarifária de idosos para 65 anos, frente a 60 anos previsto na legislação anterior. Entretanto, foi possibilitado às pessoas na faixa etária de 60 a 65 anos a permanência do direito à isenção através de recadastramento junto à EPTC. De todo modo, essa alteração impacta diretamente o número de passageiros isentos, de tal modo que impossibilita a realização de projeção para essa categoria. Por esse motivo, foi optado pela utilização da demanda verificada no período de março de 2019 a fevereiro de 2020 para fins de comparação. Essa alteração da legislação também impacta os passageiros equivalentes, porém em menor grau, permitindo-se ainda a utilização da série histórica de 10 anos para a projeção.

A análise da perda de receita do sistema de transporte público é limitada à perda de receita tarifária decorrente da diminuição do número de passageiros. Desse modo, não leva em conta fontes de receitas extratarifárias, como a exploração publicitária de veículos. Também não considera fatores que afetam o lucro, como uma possível diminuição de custos variáveis em decorrência de diminuição de viagens realizadas durante o período, ou custos gerados por eventuais rescisões contratuais durante a pandemia.

O cálculo da perda de receita tarifária foi realizado multiplicando-se o preço da tarifa média do período em estudo pelo número de passageiros equivalentes perdidos em decorrência da pandemia. A tarifa não foi uniforme durante todo o período e, portanto, foi necessário calcular uma tarifa média ponderada em função do número de meses em vigência. Esse procedimento pode apresentar algumas distorções porque a diminuição de passageiros não necessariamente ocorreu de forma uniforme durante todo o ano.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

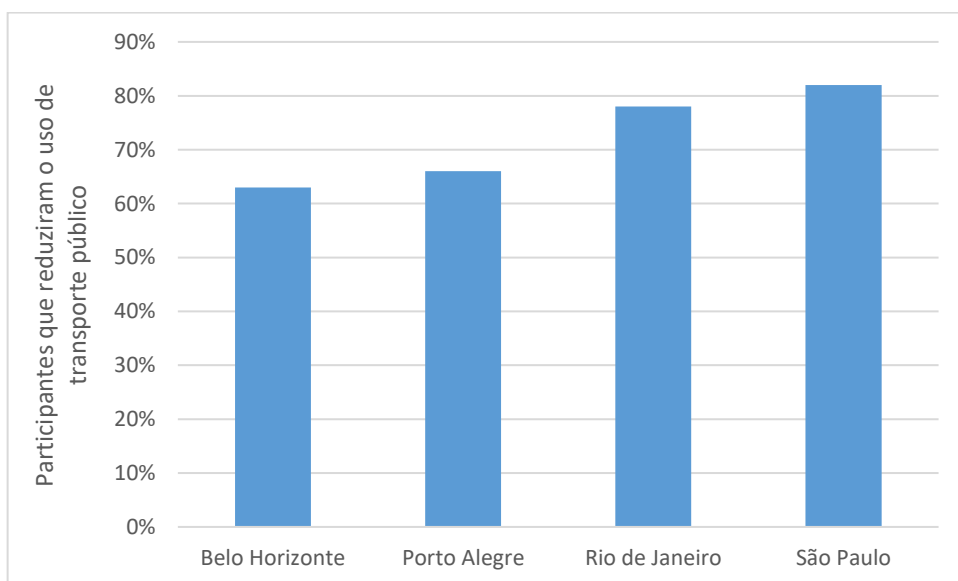
Esta seção descreve o impacto do COVID-19 na mobilidade urbana e uso do transporte público, aspectos operacionais do transporte público da área de estudo e sintetiza as ferramentas e modelo matemático utilizado para realizar as previsões de demanda.

2.1 COVID-19 E A MOBILIDADE URBANA

Na medida em que a pandemia da COVID-19 se dissipou pelo país, medidas de restrições de movimento foram adotadas para ajudar a controlá-la. Essas medidas, por um lado essenciais ao controle da pandemia e da saúde pública, acarretaram impactos econômicos, sociais e, ainda, na mobilidade urbana.

Levantamento realizado pelo Centro de Excelência BRT+, da Pontifícia Universidade Católica do Chile, em parceria com a WRI Brasil, indica uma redução no uso do transporte coletivo nas 9 cidades abrangidas pelo estudo, sendo 4 no Brasil, incluindo Porto Alegre. A pesquisa aponta que mais de 50% dos participantes afirmam ter reduzido a frequência com que utilizam o transporte coletivo durante a pandemia, número que chega a 66% na cidade de Porto Alegre (WRI Brasil, 2021). A figura 1 apresenta os resultados do estudo para as 4 cidades brasileiras.

Figura 1 – Redução da frequência de utilização de transporte coletivo

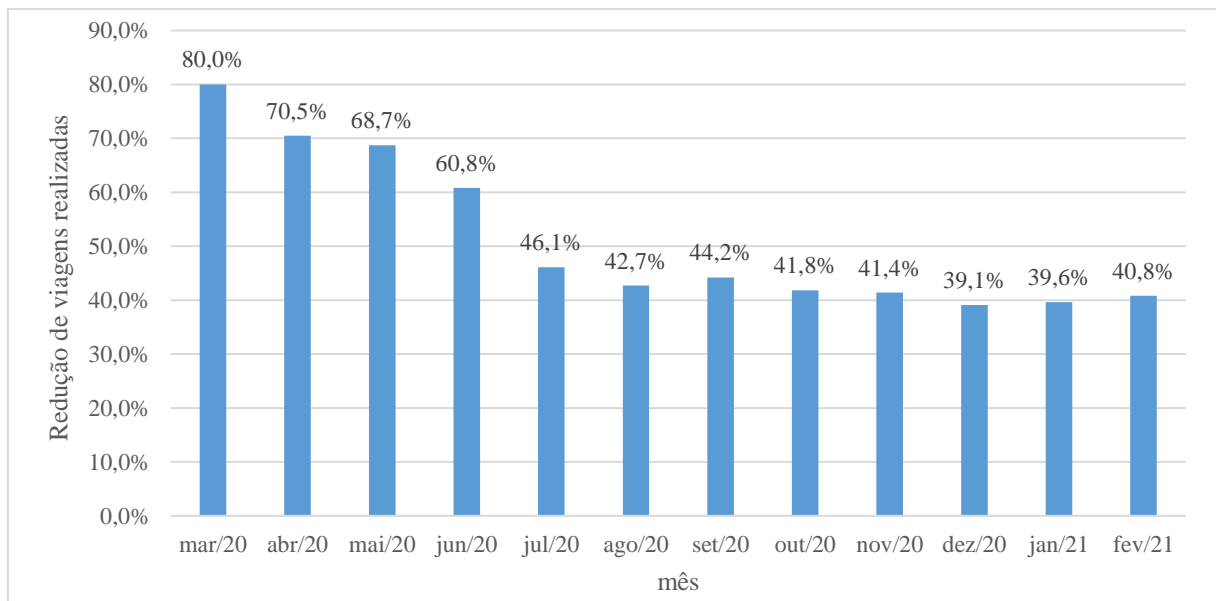


Fonte: WRI Brasil (2021)

Pesquisa similar realizada pela Moovit em 2020 aponta que 5,4% dos porto alegrenses deixaram de usar transporte público durante a pandemia, enquanto 40,9% diminuíram a frequência de uso. Outros 13,4% alegaram ter alterado para outro modal de transporte (MOOVIT, 2020).

Em âmbito nacional, estudo divulgado pela NTU indica uma redução de viagens realizadas por passageiros de transporte público por ônibus em todos os meses de março de 2020, início da pandemia no país, a fevereiro de 2021. O estudo aponta para uma redução mensal média de 51,3% durante o período de 12 meses analisados, com uma redução mais acentuada no início da pandemia, alcançando um pico de 80% de redução no primeiro mês, e se estabilizando por volta dos 40% a partir do mês de julho, conforme mostra a figura 2 (NTU, 2021).

Figura 2 – Redução de viagens realizadas por passageiros



Fonte: NTU (2021)

Segundo a NTU, essa queda de demanda de passageiros gerou um prejuízo acumulado de R\$ 11,75 bilhões sobre operadoras de transporte público, no período de 16/03/2020 a 28/02/2021. Ainda de acordo com a associação, 76.757 trabalhadores ligados ao sistema de transporte coletivo foram demitidos entre março de 2020 e abril de 2021 (NTU, 2021).

Em levantamento específico sobre trens, a ANPTrilhos revela uma redução de 1,6 bilhão de passageiros de metrô no ano de 2020, acarretando um rombo de R\$ 8 bilhões de receita tarifária (ANPTrilhos, 2021).

2.2 TRANSPORTE PÚBLICO DE PORTO ALEGRE

A operação do sistema de transporte público de Porto Alegre é dividido por bacias. Desde fevereiro de 2016, mês que marcou o início da vigência dos contratos decorrentes da licitação para a concessão do serviço de transporte coletivo por ônibus de Porto Alegre, ocorrida em 2015, o serviço passou a ser operado pelos seguintes consórcios:

- a) Mob: Bacia Norte/Nordeste (Lotes 1 e 2)
- b) Viva Sul: Bacia Sul (Lotes 3 e 4)
- c) Via Leste: Bacia Leste/Sudeste (Lote 5)
- d) Mais: Bacia Leste/Sudeste (Lote 6)
- e) CARRIS: Bacia Pública (Lote 7)

Os principais avanços projetados para o sistema a partir da licitação contemplavam a qualificação da frota, melhorias na operação e estabelecimento de um contrato entre os operadores e a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA, 2018).

A tabela 1 apresenta a frota média, rodagem e passageiros transportados por quilômetro nos anos de 2019 e 2020 para cada lote.

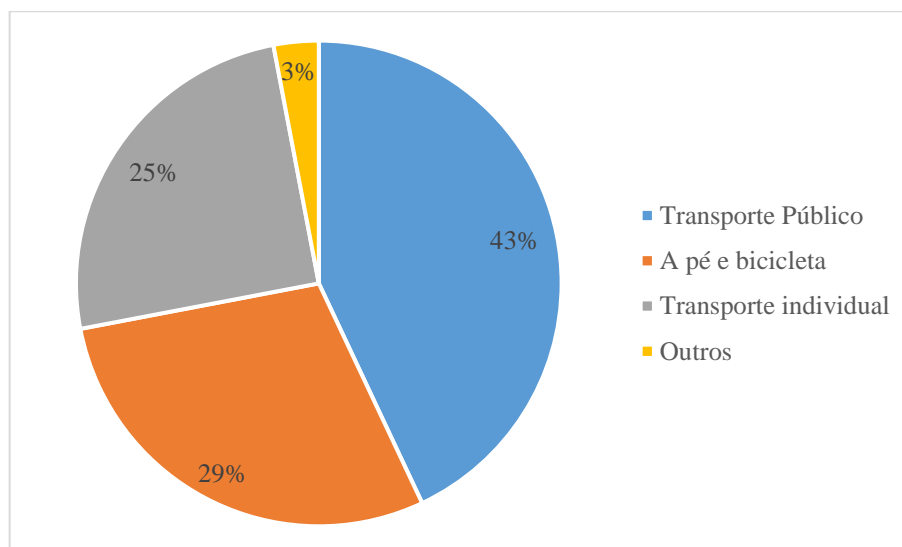
Tabela 1 - Dados operacionais do sistema de transporte por ônibus em Porto Alegre

Lote	Consórcio	2019			2020		
		Frota Média	Rodagem (km)	Passageiros por km	Frota Média	Rodagem (km)	Passageiros por km
Lote 1	MOB	202	12.902.195	2,3213	194	7.407.718	1,9609
Lote 2	MOB	225	13.814.403	2,1594	217	7.835.305	1,8041
Lote 3	SUL	256	18.687.523	2,0346	245	9.696.889	1,6527
Lote 4	SUL	207	15.126.395	1,9234	223	8.153.108	1,6238
Lote 5	LESTE	185	11.230.084	2,2350	185	6.187.252	1,8553
Lote 6	MAIS	186	12.954.248	2,2762	182	7.377.646	1,9215
Lote 7	CARRIS	347	19.118.451	2,7285	347	15.628.414	1,8657
Total		1.608	103.833.300	2,2502	1.592	62.286.332	1,8100

Fonte: EPTC

Em 2003, data da última pesquisa origem-destino realizada no município, o transporte público era responsável por 43% das viagens realizadas em Porto Alegre, sendo o principal modo de transporte na época (EPTC, 2004). A divisão modal de Porto Alegre naquele ano está apresentada na figura 3.

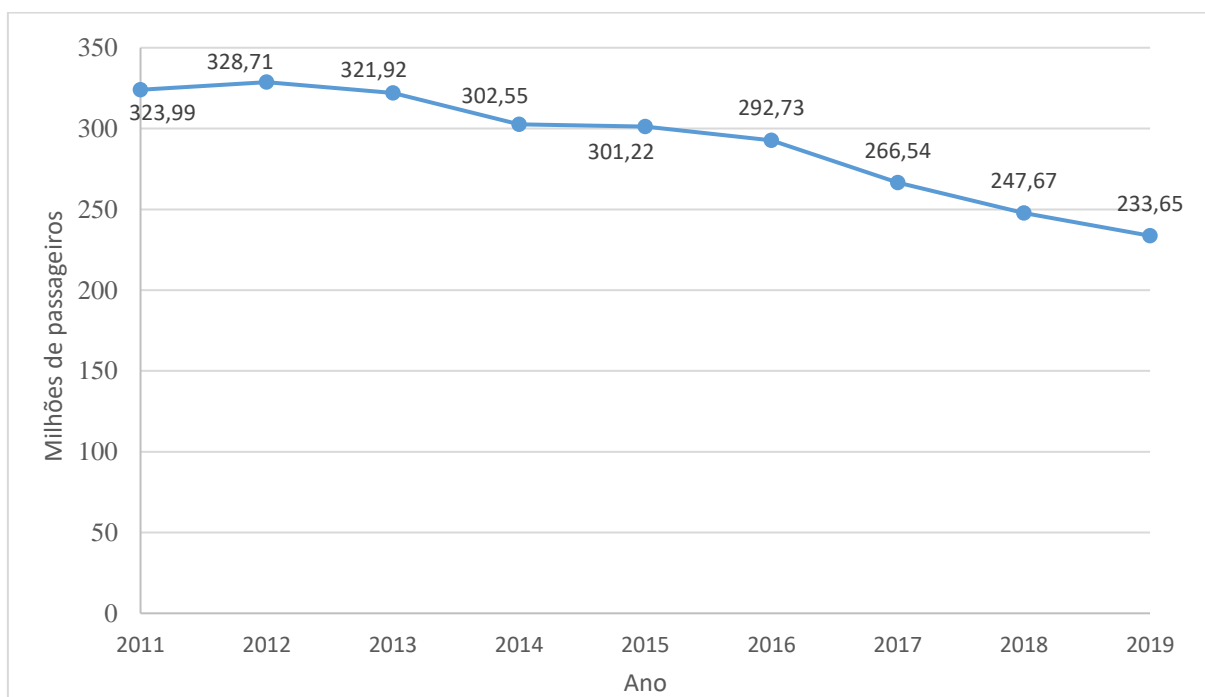
Figura 3 – Divisão modal de Porto Alegre



Fonte: EPTC (2004)

Entretanto, nota-se um considerável declínio no uso de transporte público no município na última década. De 2011 a 2019 houve uma redução de 27,88% no número de passageiros totais, número superior a 90 milhões de passageiros. A figura 4 mostra o número de passageiros por ano nesse período.

Figura 4 – Passageiros totais por ano (2011 – 2019)



Fonte: EPTC (2021)

O cálculo tarifário de transporte coletivo adotado pela EPTC é baseado no modelo GEIPOT/EBTU. Esse modelo, criado em 1982, é adotado por diversas cidades brasileiras e leva em consideração coeficientes específicos de cada cidade (EPTC, 2013). A tarifa é calculada de acordo com a equação apresentada abaixo.

$$\text{TAR} = \frac{(\text{CF} + \text{CV}) \times \left(100 - \frac{\text{T}}{100}\right)}{\text{IPK}} \quad (1)$$

Sendo:

TAR = tarifa;

CF = custos fixos;

CV = custos variáveis;

T = tributos;

IPK = índice de passageiros equivalentes transportados por quilômetro.

Em que pese a tarifa técnica de 2021 calculada pela EPTC através do método disposto acima ser de R\$ 5,20, a tarifa adotada pela prefeitura, em vigor desde o mês de julho, é de R\$ 4,80 (ATPPOA; 2021).

2.3 MÉTODO DE BOX-JENKINS

Para a análise da diminuição da demanda de passageiros é necessário a realização de uma projeção do número esperado de passageiros no período em estudo em condições normais, alheias à COVID-19, a fim de ser comparada com o número real ocorrido no período. Para tal abordagem foi escolhido o método de Box-Jenkins, método de modelação de séries temporais de acordo com três princípios: autocorrelação, diferenciação e média móvel.

O método Box-Jenkins, conhecido genericamente como ARIMA é um modelo matemático que visa captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores de uma série temporal, e com base nesse comportamento realizar previsões futuras (WERNER; RIBEIRO, 2003).

Os modelos de Box-Jenkins partem da idéia de que cada valor da série temporal pode ser explicado por valores prévios, a partir do uso da estrutura de correlação temporal que geralmente há entre os valores da série (WERNER; RIBEIRO, 2003).

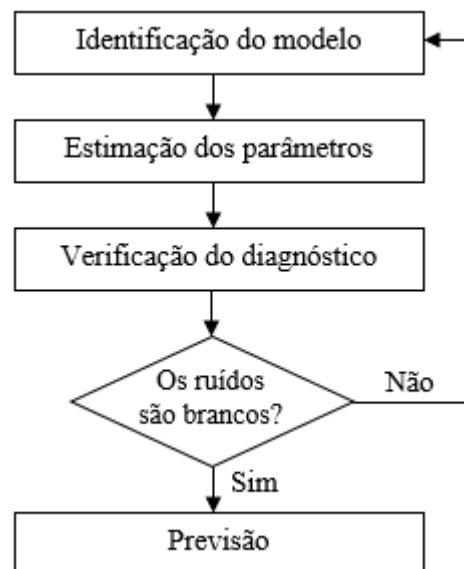
O modelo é subdividido em três componentes, denominados “filtros”: componente auto-regressivo (AR); o filtro de integração (I); e componente de médias móveis (MA) (FAVA, 2000).

O modelo ARIMA estacionário é denotado por ARIMA (p, d, q), onde (WALKER; MCCLELLAND, 1991):

- p – ordem máxima dos parâmetros de auto-regressão;
- d – número de diferenciações não-sazonais a ser aplicado;
- q – ordem máxima dos parâmetros de média móvel.

De acordo com Gujarati (2000), a modelagem de séries temporais através do método de Box-Jenkins consiste em quatro etapas: identificação; estimação; verificação do diagnóstico; e teste e previsão.

Figura 5 – Etapas do método de Box-Jenkins para modelação de séries temporais



Fonte: GUJARATI (2000)

2.3.1 Identificação

Nessa etapa são descobertos os valores de p , d e q do modelo ARIMA. A etapa consiste na identificação de um modelo adequado através da análise de algumas ferramentas. As principais ferramentas são as funções de autocorrelação ACF e autocorrelação parcial PACF (GUJARATI, 2000). A análise do gráfico de tais funções permite avaliar a autocorrelação da série temporal, como também ajuda na compreensão da estacionariedade da série.

Além da análise visual através dos gráficos de ACF e PACF, também é aplicado o teste de raiz unitária ADF a fim de avaliar a estacionariedade da série. ADF consiste em um teste de hipótese cuja hipótese nula é a não-estacionariedade. Desse modo, p-valores baixos indicam estacionariedade. Para rejeição da hipótese nula, ou seja, indicar a estacionariedade da série, p-valor deve estar abaixo do nível de significância, geralmente adotado como 5%. Caso a série temporal seja considerada não estacionária, faz-se necessário sua conversão através de diferenciações (parâmetro d).

2.3.2 Estimação

Essa etapa consiste na estimação dos parâmetros dos termos autoregressivos (AR) e de média móvel (MA). Atualmente, o processo pode ser realizado automaticamente por diversos softwares (GUJARATI, 2000).

2.3.3 Verificação

Após a escolha do modelo ARIMA, verifica-se se o modelo selecionado se ajusta razoavelmente bem ao comportamento dos dados. Nessa fase é aplicado testes para verificar se os resíduos estimados com base no modelo escolhido são ruídos brancos; caso sejam, parte-se para a fase seguinte; de outro modo, retorna-se à fase de identificação para realizar novas iterações (GUJARATI, 2000).

Um dos principais testes para a avaliação dos resíduos é o teste de Ljung-Box. Trata-se de um teste de hipótese cuja hipótese nula confirma a aleatoriedade e independência dos dados da série, ou seja, que os resíduos são ruídos brancos.

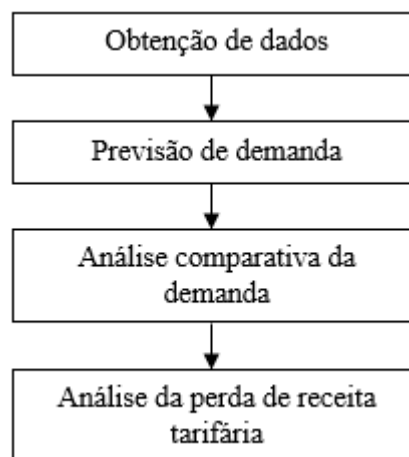
2.3.4 Previsão

Após a conclusão das fases anteriores, pode-se aplicar o modelo ARIMA escolhido para a realização de previsões da série temporal.

3 MÉTODO

O trabalho foi dividido em 4 etapas, conforme apresentado na figura 6. A primeira etapa corresponde à obtenção de dados do número de passageiros de ônibus em Porto Alegre. A segunda abrange a previsão da demanda para o período em análise para os diferentes grupos em estudo. Na terceira etapa são realizadas comparações entre a demanda prevista e real verificada para o mesmo período. Por fim, realiza-se a análise do impacto na receita tarifária gerado sobre o sistema de transporte público devido à variação do número de passageiros decorrentes da COVID-19.

Figura 6 – Etapas de execução do trabalho



Fonte: elaborado pelo autor

3.1 OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados utilizados para o estudo foram obtidos da EPTC e referem-se a dados históricos do número de passageiros de ônibus em Porto Alegre no período entre março de 2011 e fevereiro de 2021. A fim de eliminar possíveis sazonalidades nos padrões de demanda, os dados foram agrupados em períodos de 12 meses, iniciando cada um no mês de março, com término em fevereiro do ano seguinte. Os dados constam do anexo A deste trabalho.

Os dados foram analisados sob quatro categorias: (i) passageiros totais, (ii) equivalentes, (iii) escolares e (iv) isentos. As categorias são descritas a seguir.

- (i) A categoria passageiros totais engloba todos os tipos de passageiros, ou seja, passageiros que efetivamente pagam a tarifa interal, passageiros com descontos e isentos.
- (ii) Passageiros equivalentes referem-se ao número de passageiros que efetivamente pagam a tarifa integral. Segundo o manual de cálculo da tarifa de ônibus de Porto Alegre, publicado pela EPTC, o cálculo de passageiros equivalentes é realizado através da seguinte fórmula (EPTC, 2013):

$$P_{Eq} = P_c + P_{VT} + P_{ANT} + \frac{1}{2}(P_E + P_{VE}) + \frac{T_i}{T_o}(P_{ON-TR} + P_{TR-ON}) \quad (2)$$

Sendo:

P_{Eq} = passageiro equivalente;

P_c = passageiro comum;

P_{VT} = passageiro com vale-transporte;

P_{ANT} = passageiro que paga antecipado;

P_E = passageiro escolar (estudantes e professores cadastrados);

P_{VE} = passageiro do Programa Vou a Escola;

T_i = tarifa da integração com trem (parcela paga ao ônibus);

T_o = tarifa do ônibus;

P_{ON-TR} = passageiro que realiza integração com trem;

P_{TR-ON} = passageiro que realiza integração com ônibus.

- (iii) Passageiros escolares abrange estudantes, professores e alunos cadastrados no Projeto Vou à Escola. São passageiros com desconto de 50% no pagamento da tarifa.
- (iv) A categoria passageiros isentos engloba usuários com 100% de isenção tarifária. Abrange idosos acima de 65 anos, estudantes com integração ônibus-ônibus, fiscais da SMT/EPTC, Rodoviários, Oficiais de Justiça e do Ministério do Trabalho, deficientes e acompanhantes, portadores de HIV, agentes de fiscalização e guardas municipais.

3.2 PREVISÃO DE DEMANDA

Conforme apresentado em seção anterior, o número de passageiros de ônibus no município de Porto Alegre vem decrescendo na última década. Desse modo, não se pode atribuir a total queda de demanda de um ano para outro à COVID-19. Faz-se necessário, portanto, uma previsão do número de passageiros para o período em estudo, a fim de possibilitar a comparação com os dados verificados durante a pandemia.

Para a realização dessa previsão, foram usados dados históricos de passageiros a partir do ano de 2011. Uma vez que o período em estudo é de março de 2020 até fevereiro de 2021, buscou-se consolidar os dados de anos anteriores em períodos similares, a fim de evitar possíveis sazonalidades. Desse modo, os dados históricos foram condensados em 9 períodos anuais, iniciando em março de um dado ano e terminando em fevereiro do ano seguinte.

Foram feitas previsões do número de passageiros para as seguintes categorias: passageiros totais; passageiros equivalentes; passageiros escolares; e passageiros isentos. Busca-se, com isso, analisar como as restrições causadas pela pandemia impactaram esses diferentes estratos da sociedade.

Para a previsão da demanda foi utilizado o método de *Box-Jenkins* ou ARIMA, através do *software RStudio*. Conforme descrito em seção anterior, o processo é composto por 4 fases: identificação; estimação; verificação; previsão.

Inicialmente, é preciso avaliar se a série temporal é ou não estacionária. Para essa avaliação, analisa-se os gráficos de ACF e PACF, em conjunto com o teste de raiz unitária ADF. Caso a série seja não estacionária, torna-se necessário sua conversão para série estacionária, através de diferenciações. O número de diferenciações necessárias, assim como a escolha do modelo ARIMA mais adequado para a série temporal, é realizada automaticamente pelo *software*, através da função *auto.arima*. Essa função realiza diversas iterações para a escolha do melhor modelo para a série, em função do menor valor referente ao critério de informação de Akaike. Por fim, os resíduos são avaliados através do teste Ljung-Box; caso sejam considerados ruídos brancos, pode-se aplicar o modelo para a previsão da demanda; caso contrário, é necessário novas iterações.

3.3 ANÁLISE COMPARATIVA DA DEMANDA

Na sequência, as previsões de demanda, obtidas conforme o item anterior, são comparadas com a demanda real observada durante o período pandêmico, conforme dados

disponibilizados pela EPTC. Essa comparação é realizada para cada uma das 4 subdivisões de passageiros.

3.4 ANÁLISE DA PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA

A partir do impacto da demanda de passageiros equivalentes, calcula-se a perda tarifária do sistema de transporte público por ônibus de Porto Alegre. Esse cálculo é realizado através do produto da variação do número de passageiros equivalentes, que demonstra o número de tarifas perdidas devido à COVID-19, pelo preço médio da tarifa do período em estudo.

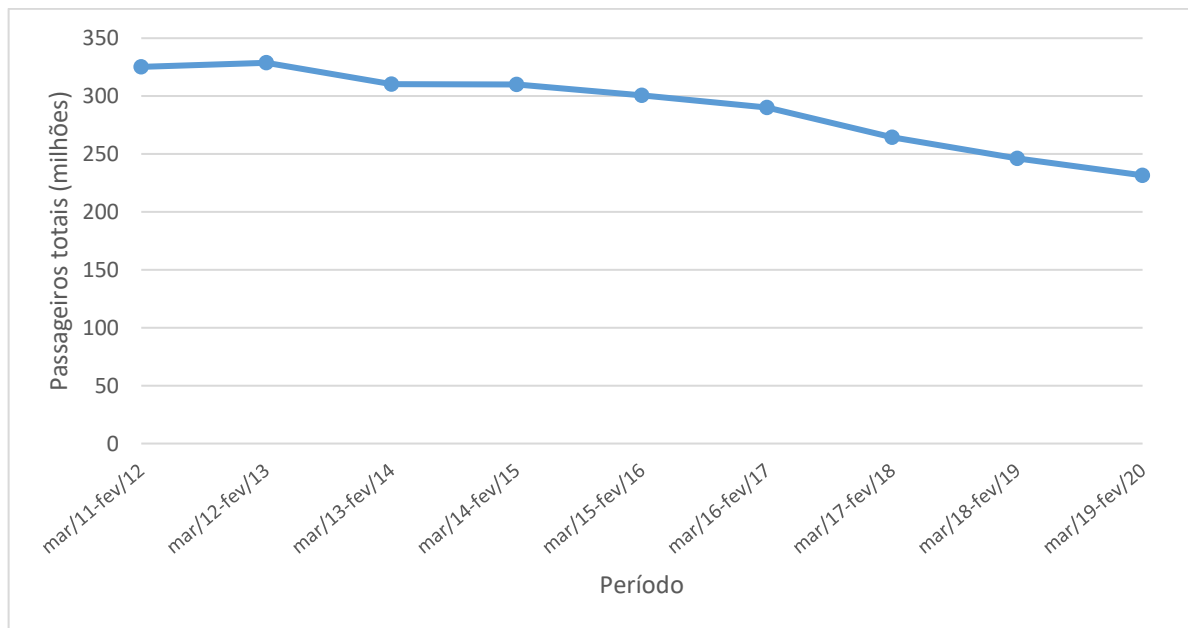
4 PREVISÃO DE DEMANDA

Esta seção apresenta os resultados de previsão de demanda obtidos para as quatro categorias de passageiros: totais, equivalentes, escolares e isentos.

4.1 PASSAGEIROS TOTAIS

O número de passageiros totais transportados por período apresenta um padrão de decrescimento, conforme apresentado na figura 7. Essa tendência é um indicativo de não estacionaridade da série temporal, uma vez que a média de passageiros não é constante durante o período.

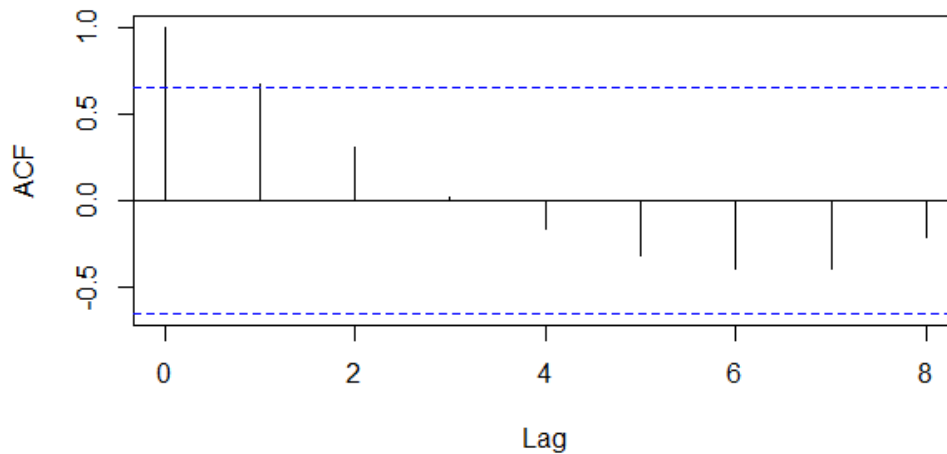
Figura 7 – Série histórica de passageiros totais



Fonte: EPTC (2021)

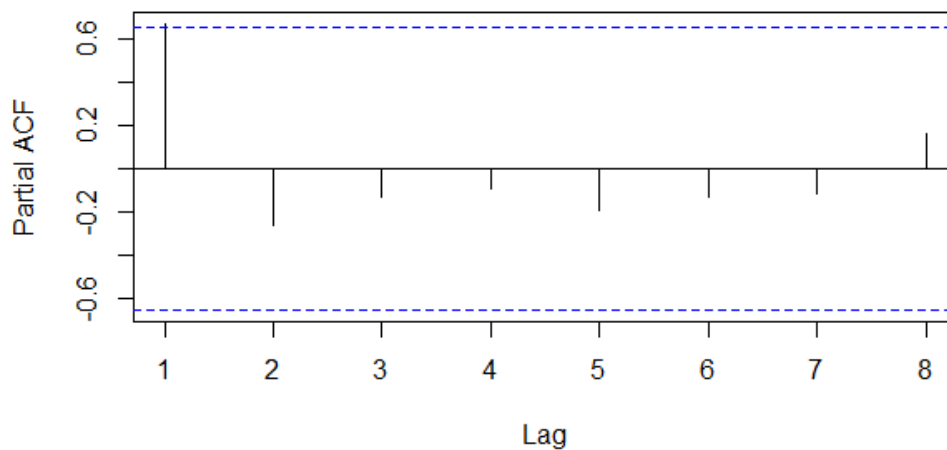
Ao aplicar o método ARIMA para essa série, primeiramente analisa-se as autocorrelações através de ACF e PACF. O gráfico ACF (figura 8) apresenta uma correlação inicial levemente acima do intervalo de confiança na primeira defasagem, caindo rapidamente para dentro do intervalo nas defasagens seguintes, comportamento similar ao apresentado pelo gráfico PACF (figura 9). Tal comportamento indica um componente AR de ordem 0.

Figura 8 - Gráfico ACF de passageiros totais



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9 - Gráfico PACF de passageiros totais



Fonte: elaborado pelo autor

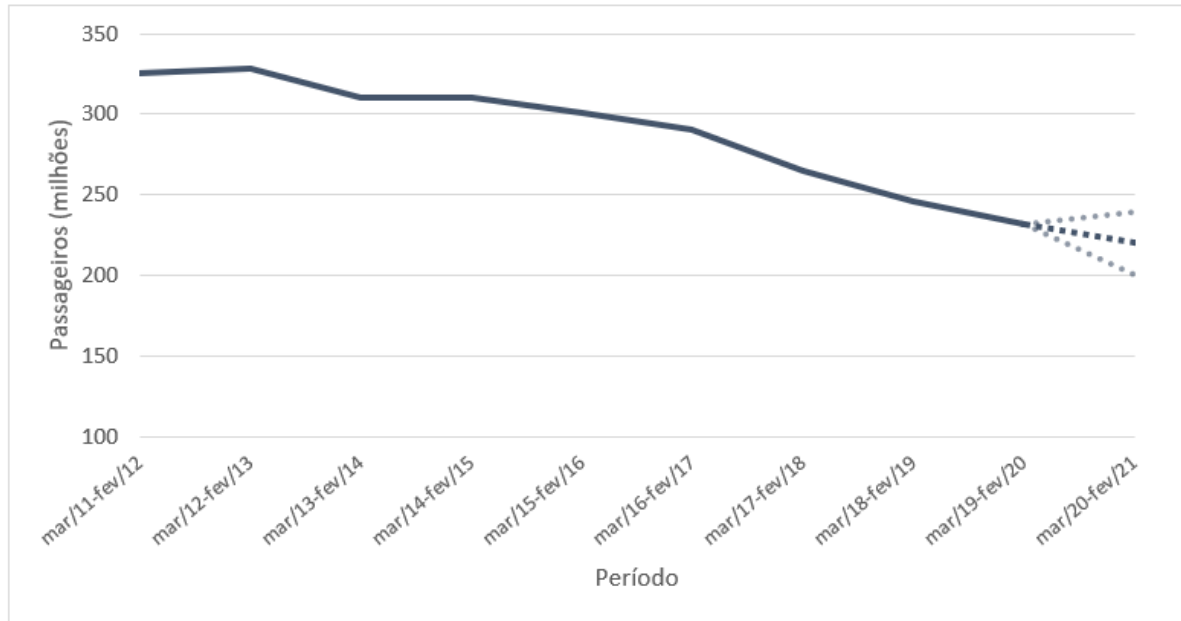
No teste de ADF, a série apresenta um p-valor de 0,5547, acima do nível de significância de 5%, o que confirma a não estacionaridade indicada na análise da figura 7.

Para a estacionarização da série temporal, faz-se necessário realizar diferenciações, representadas pelo parâmetro d . O grau de diferenciações necessárias, bem como os parâmetros de auto-regressão (p) e média móvel (q), é obtido automaticamente através da aplicação da função `auto.arima` no RStudio. Para a série em questão, a função indicou o modelo ARIMA(0,1,0) com tendência (*drift*) como o melhor possível, segundo o critério de informação de Akaike.

O teste de Ljung-Box confirma a aleatoriedade dos dados da série no modelo selecionado ao apresentar p-valores superiores ao nível de significância de 5%.

Para um nível de confiança de 95%, a previsão de passageiros para o período em estudo decorrente de tal modelo é de 219.876.781, com intervalo de confiança inferior e superior de, respectivamente, 200.711.830 e 239.041.733.

Figura 10 – Previsão de passageiros totais

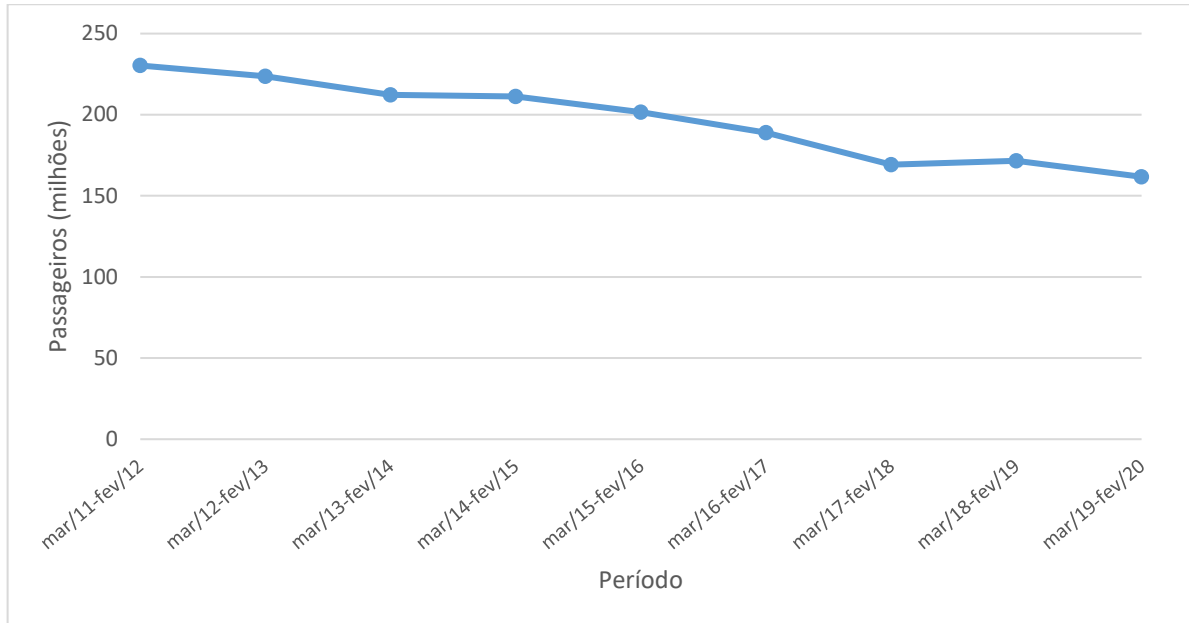


Fonte: elaborado pelo autor

4.2 PASSAGEIROS EQUIVALENTES

O gráfico de passageiros equivalentes apresenta uma tendência de queda na maior parte do período, embora com certa estabilização nos últimos 3 anos, conforme figura 11. Por não apresentar médias constante ao longo do tempo, mais uma vez espera-se uma série não estacionária.

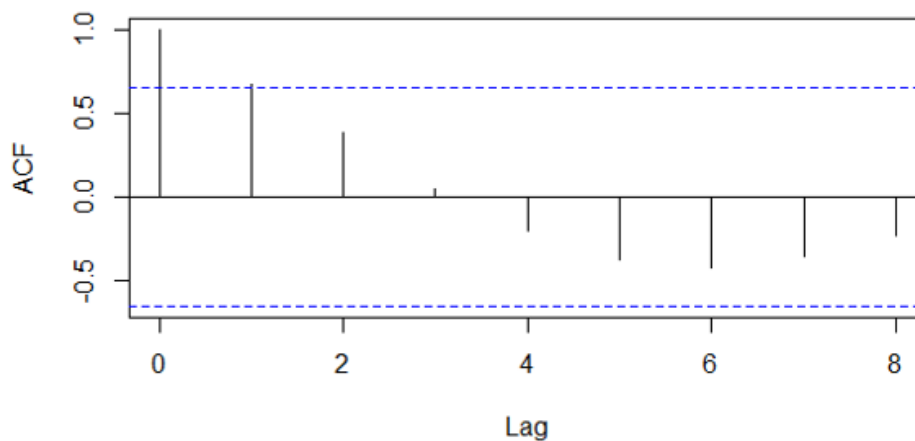
Figura 11 – Série histórica de passageiros equivalentes



Fonte: EPTC (2021)

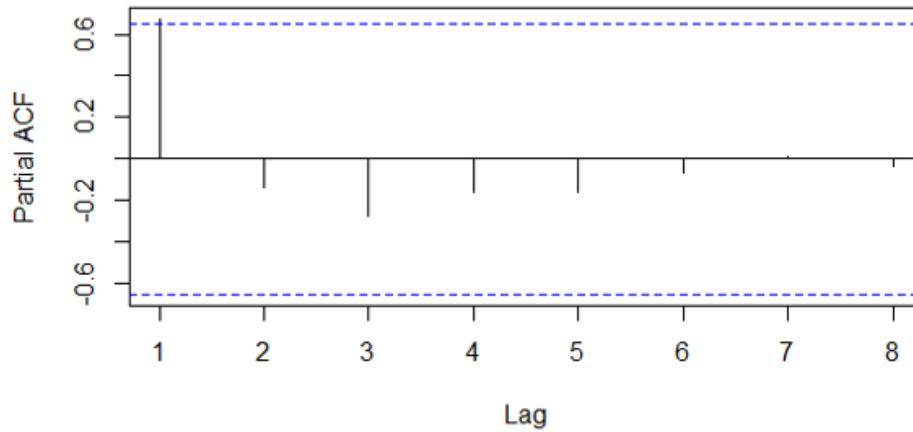
Os gráficos ACF (figura 12) e PACF (figura 13) apresentam comportamento similar ao apresentado nas séries de passageiros totais. Esse comportamento, assim como no item anterior, indica um componente AR de ordem 0.

Figura 12 – Gráfico ACF de passageiros equivalentes



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 13 – Gráfico PACF de passageiros equivalentes

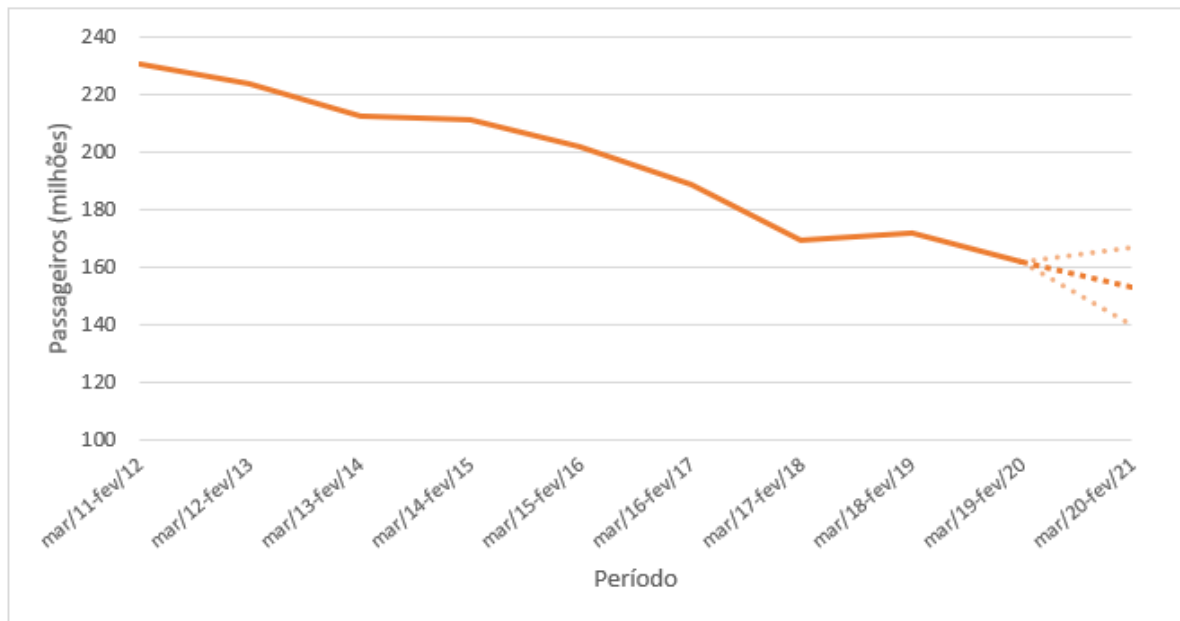


Fonte: elaborado pelo autor

O teste de ADF resultou em um p-valor de 0,4067. Portanto, a série é não estacionária. Assim como para a série de passageiros totais, a função *auto.arima* indicou o modelo ARIMA(0,1,0) com tendência (*drift*). O teste de Ljung-Box apresentou p-valores superiores a 5%, confirmando a aleatoriedade da série para o modelo selecionado.

O modelo apontou para uma previsão de 153.172.788 passageiros equivalentes, com intervalos de confiança entre 139.769.474 e 166.576.103.

Figura 14 – Previsão de passageiros equivalentes

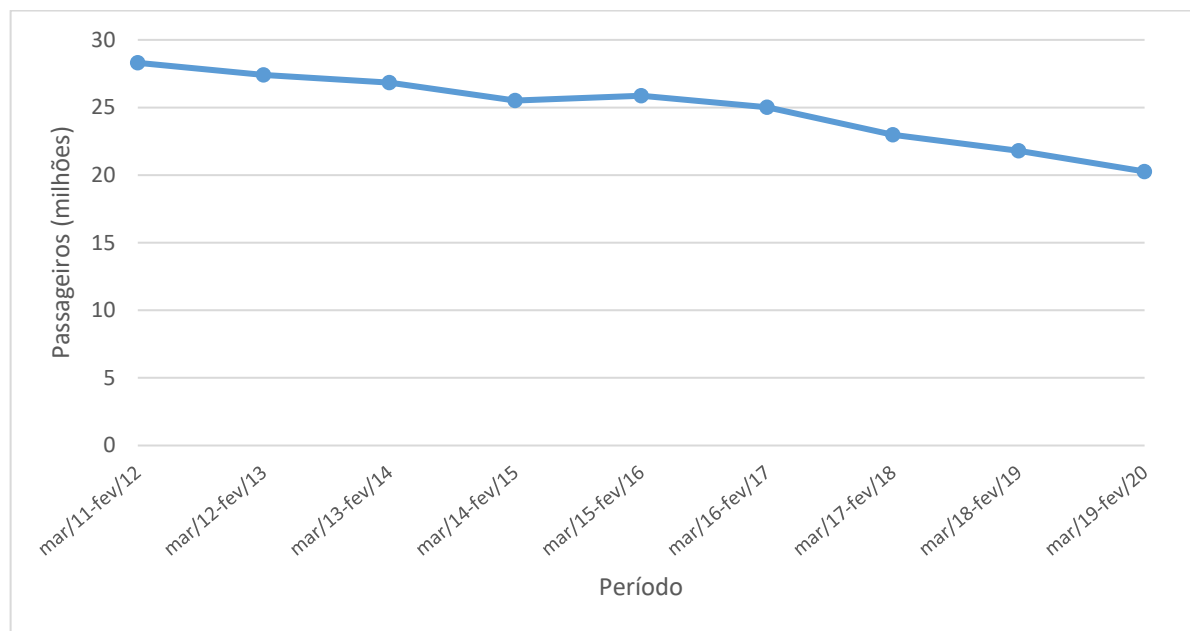


Fonte: elaborado pelo autor

4.3 PASSAGEIROS ESCOLARES

Conforme a figura 15, o gráfico de passageiros escolares transportados por período apresenta um padrão semelhante de decréscimo visto para passageiros totais. Desse modo, espera-se que a série seja não estacionária.

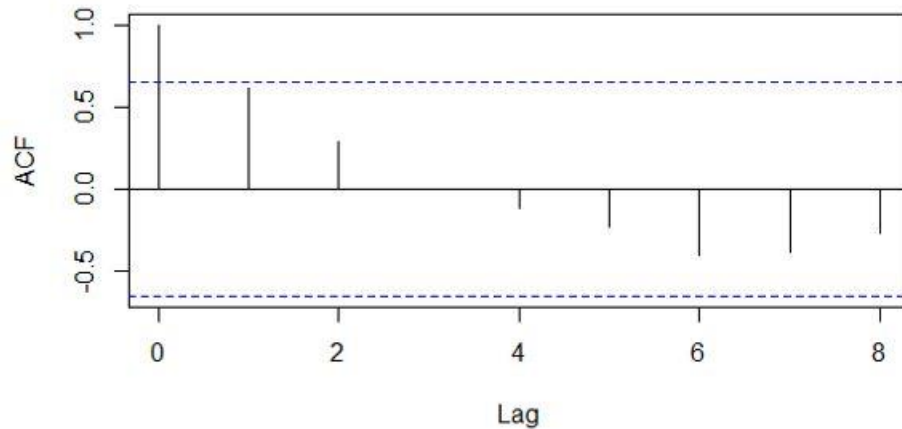
Figura 15 – Série histórica de passageiros escolares



Fonte: EPTC (2021)

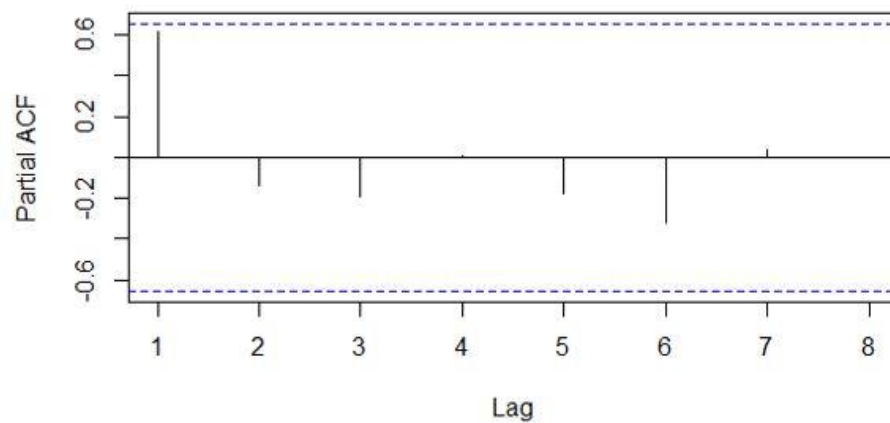
O gráfico ACF (figura 16) apresenta um comportamento similar ao gráfico correspondente para passageiros totais e equivalentes: a correlação inicial está levemente acima do intervalo de confiança na primeira defasagem e cai para dentro do intervalo nas defasagens seguintes. O gráfico PACF (figura 17), por sua vez, está dentro do intervalo em todas as defasagens. Como nos itens anteriores, esse comportamento indica um componente AR de ordem 0.

Figura 16 – Gráfico ACF de passageiros escolares



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 17 - Gráfico PACF de passageiros escolares

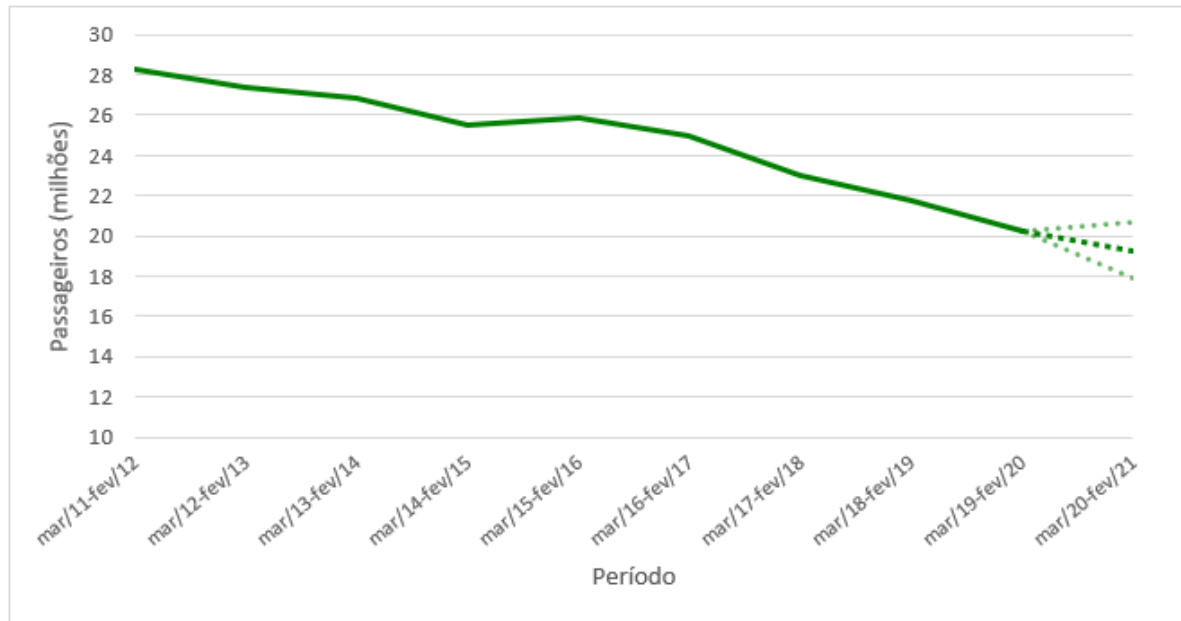


Fonte: elaborado pelo autor

O teste de ADF resultou em um p-valor de 0,9876, confirmando a não estacionariedade. A função *auto.arima* mais uma vez indicou o modelo ARIMA(0,1,0) com tendência (*drift*). O teste de Ljung-Box apresentou p-valores superiores a 5%, assim como nas demais séries.

A previsão resultou em 19.263.110 de passageiros, com intervalo de confiança entre 17.869.780 e 20.656.441.

Figura 18 – Previsão de passageiros escolares

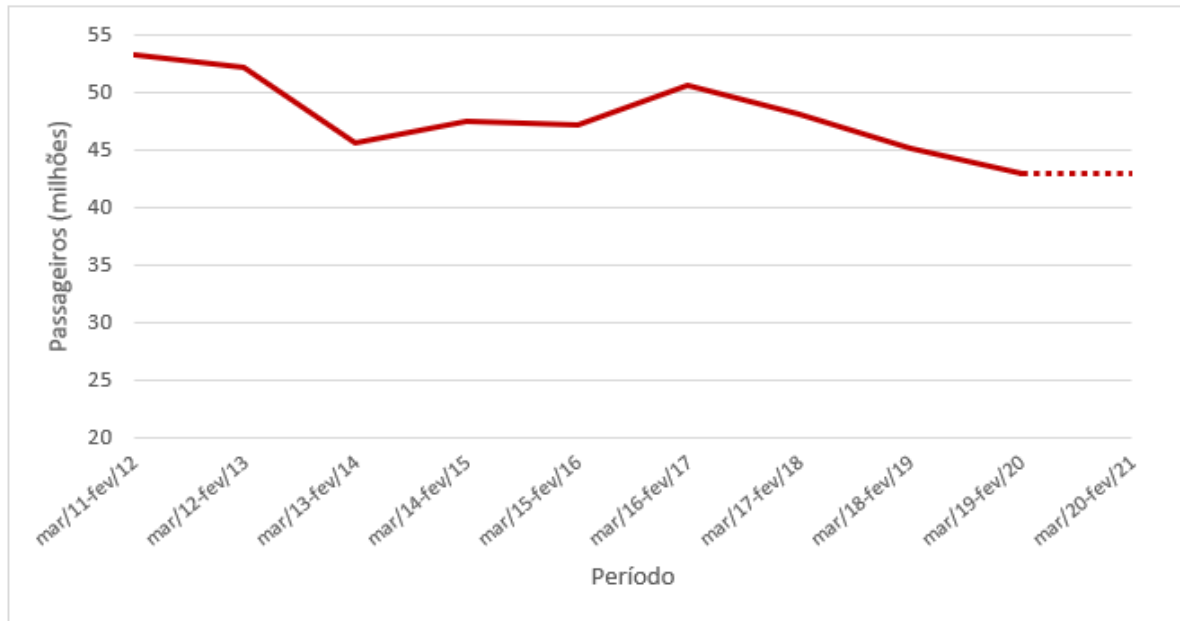


Fonte: elaborado pelo autor

4.4 PASSAGEIROS ISENTOS

Devido a mudanças na legislação explicadas na seção “Limitações” deste trabalho, não foi possível realizar a previsão para passageiros isentos. Desse modo, optou-se por utilizar a demanda verificada no período imediatamente anterior, de março de 2019 a fevereiro de 2020, a única inteiramente ocorrida após a entrada em vigor da nova norma. Portanto, a demanda utilizada é de 42.931.553 passageiros.

Figura 19 – Previsão de passageiros isentos



Fonte: elaborado pelo autor

4.5 QUADRO-RESUMO DA PREVISÃO DE DEMANDA

Quadro 1 – Quadro-resumo da previsão de demanda

Tipo de Passageiro	Intervalo Inferior	Previsão	Intervalo Superior
Total	200.711.830	219.876.781	239.041.733
Equivalente	139.769.474	153.172.788	166.576.103
Escolar	17.869.780	19.263.110	20.656.441
Isento	-	42.931.553	-

Fonte: elaborado pelo autor

4.6 COMPARAÇÃO COM O COMPORTAMENTO DA SÉRIE HISTÓRICA

A tabela 2 apresenta a variação anual do número de passageiros das três categorias nas quais o método ARIMA foi aplicado, desde o período de março de 2011 a fevereiro de 2012 até o período previsto conforme apresentado anteriormente. Percebe-se, ao analisar a tabela, que a diminuição de demanda referente ao período de março de 2019 a fevereiro de 2020 e o período em estudo apresenta uma variação semelhante ao padrão de comportamento apresentado por cada categoria de passageiro durante essa série histórica.

Tabela 2 – Comparação dos valores previstos com o comportamento da série histórica

	Passageiros Totais		Passageiros Equivalentes		Passageiros Escolares	
	Passageiros	Variação	Passageiros	Variação	Passageiros	Variação
mar/11-fev/12	325.168.065	-	230.322.418	-	28.303.265	-
mar/12-fev/13	328.740.103	1,10%	223.584.489	-2,93%	27.417.369	-3,13%
mar/13-fev/14	310.215.748	-5,63%	212.232.896	-5,08%	26.831.495	-2,14%
mar/14-fev/15	310.053.113	-0,05%	211.163.406	-0,50%	25.502.957	-4,95%
mar/15-fev/16	300.564.755	-3,06%	201.566.315	-4,54%	25.858.340	1,39%
mar/16-fev/17	290.177.646	-3,46%	188.858.850	-6,30%	25.008.495	-3,29%
mar/17-fev/18	264.399.444	-8,88%	169.224.760	-10,40%	22.971.167	-8,15%
mar/18-fev/19	246.110.110	-6,92%	171.514.153	1,35%	21.794.400	-5,12%
mar/19-fev/20	231.575.813	-5,91%	161.744.970	-5,70%	20.267.572	-7,01%
Previsão	219.876.781	-5,05%	153.172.788	-5,30%	19.263.110	-4,96%

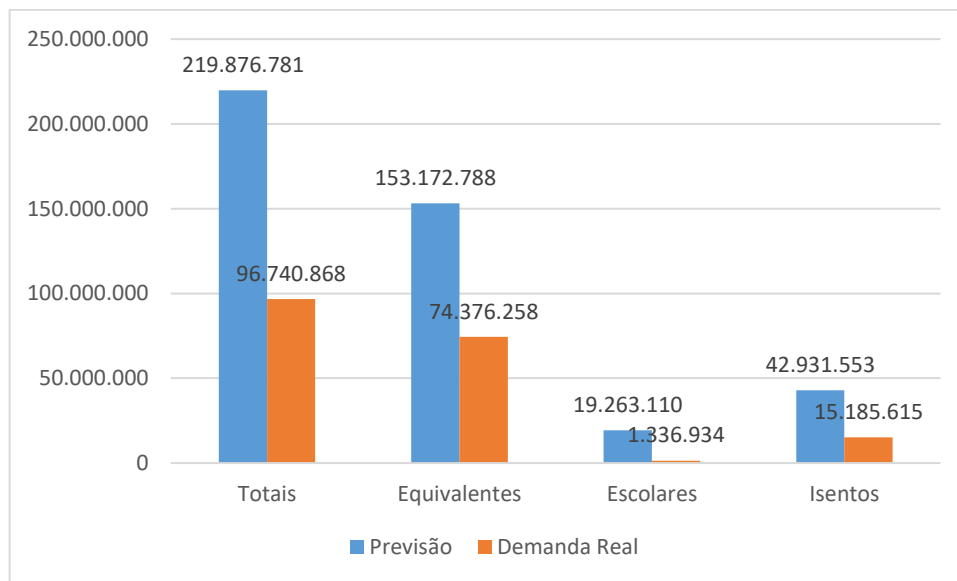
Fonte: elaborado pelo autor

5 ANÁLISE DA PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA E DISCUSSÃO

5.1 DEMANDA

A figura 20 apresenta a demanda prevista e a demanda real ocorrida no período em estudo.

Figura 20 – Demanda prevista e observada durante a pandemia



Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se, pela análise da figura, uma grande queda de demanda para as quatro categorias estudadas, com quedas superiores a 50% para em todos os casos.

No entanto, nota-se uma redução mais acentuada para passageiros escolares, que chega a 93%. De certo modo, esse resultado era esperado, uma vez que a pandemia interrompeu o curso do ano letivo de escolas e faculdades de Porto Alegre.

Passageiros isentos foram o grupo com maior redução de demanda à exceção de escolares. Este comportamento pode estar relacionado com dois aspectos. Primeiro, essa categoria de passageiros é formada em grande parte por pessoas acima de 65 anos, grupo de risco à COVID-19, parcela que representava 49,44% dos passageiros isentos no ano de 2018 (PMPA, 2019), o que pode ter influenciado no comportamento dessas pessoas durante a pandemia. Em segundo lugar, nessa faixa etária, a proporção de pessoas economicamente ativas é menor, fato que possibilita uma maior flexibilidade para adaptação de rotinas, facilitando a adequação ao isolamento.

Destaca-se, desse modo, que as maiores quedas de demanda, proporcionalmente, ocorreram em grupos que não pagam a tarifa integral. Por esse motivo, a queda de demanda de passageiros totais é mais acentuada que a queda de passageiros equivalentes. No entanto, ambas categorias apresentaram grandes reduções de demanda e o número de passageiros equivalentes perdidos em consequência da pandemia, entre março de 2020 até fevereiro de 2021, ultrapassou 78 milhões. No caso de passageiros totais, o número chega a mais de 123 milhões.

A tabela 2 mostra a redução de demanda de cada categoria em números absolutos e porcentagens.

Tabela 3 – Impacto da COVID-19 na demanda de passageiros

Tipo de Passageiro	Previsão de Demanda	Demanda Real	Diminuição de Passageiros	%
Totais	219.876.781	96.740.868	123.135.913	56,00%
Equivalentes	153.172.788	74.376.258	78.796.530	51,44%
Escolares	19.263.110	1.336.934	17.926.176	93,06%
Isentos	42.931.553	15.185.615	27.745.938	64,63%

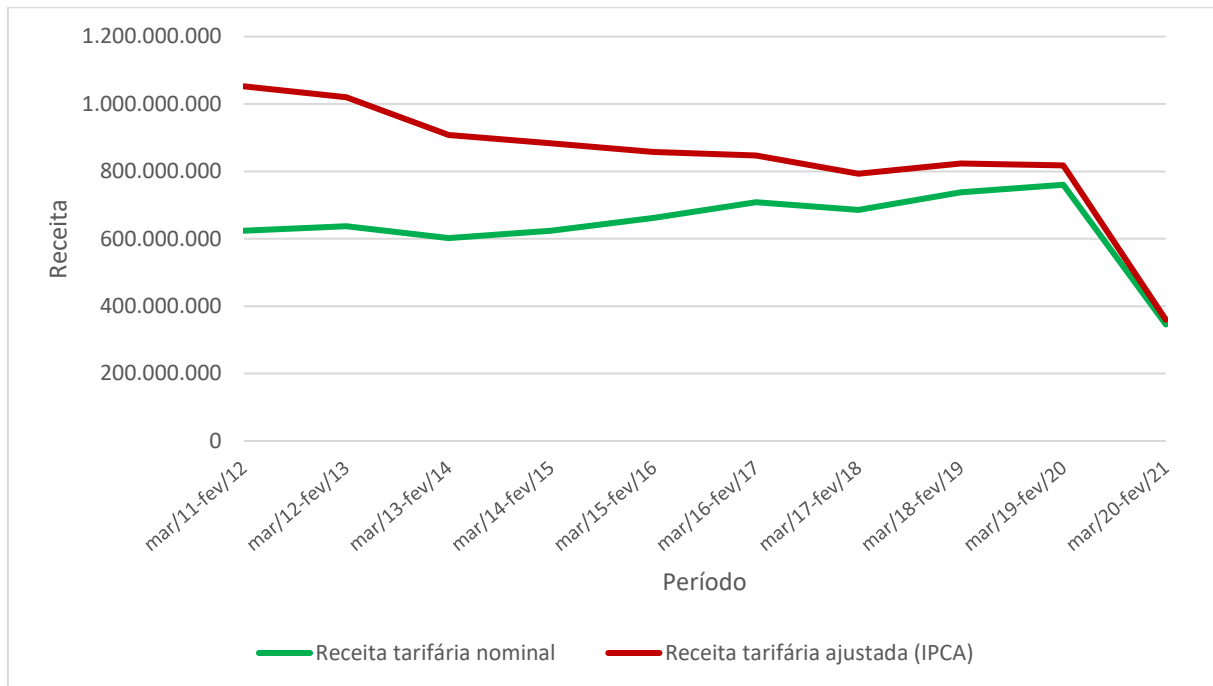
Fonte: elaborado pelo autor

5.2 PERDA DE RECEITA TARIFÁRIA

Conforme descrito na seção Limitações, a análise da perda de receita não leva em conta outros fatores que podem afetar a receita ou o lucro das concessionárias de transporte público. O impacto é calculado em função da tarifa de ônibus e do número de passageiros equivalentes que deixaram de utilizar o transporte coletivo devido à COVID-19.

A figura 21 apresenta a receita tarifária por período, em valores nominais e ajustados pela inflação (IPCA). Como esperado, percebe-se uma anormal perda tarifária no período de março de 2020 a fevereiro de 2021. A receita nominal obtida nesse período foi de R\$ 345.622.166, enquanto que no período imediatamente anterior, a receita foi de R\$ 760.201.357.

Figura 21 – Receita tarifária por período



Fonte: elaborado pelo autor

Os preços tarifários de março de 2020 a fevereiro de 2021 constam na tabela 3.

Tabela 4 – Preço tarifário

2020										2021	
Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,55	4,55	4,55	4,55

Fonte: EPTC

A média ponderada do preço da tarifa para o período é de R\$ 4,65. Como a queda de demanda de passageiros equivalentes foi de 78.796.530, a perda de receita tarifária do sistema de transporte público foi de R\$ 366.403.864,50.

Ressalta-se que o procedimento de média ponderada pode gerar algumas distorções no cálculo do impacto tarifário. A queda de demanda de passageiros foi calculada de modo anual, motivo pelo qual não leva em considerações possíveis variâncias que possam ter ocorrido durante o período. Logo, se a queda de demanda tiver sido mais acentuada no período de tarifa mais cara, o cálculo da perda de receita ficará subavaliada. Esse foi o comportamento ocorrido no estudo realizado pela NTU apresentado na seção de Revisão Bibliográfica deste trabalho. Pondera-se, porém, que essas variações não afetam a ordem de grandeza do cálculo.

5.3 REEQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO

Segundo Celso Antônio Bandeira de Mello, “equilíbrio econômico-financeiro (ou equação econômico-financeira) é a relação de igualdade formada, de um lado, pelas obrigações assumidas pelo contratante no momento do ajuste e, de outro lado, pela compensação econômica que lhe corresponderá” (BANDEIRA DE MELLO, 2015).

O princípio encontra fundamento na Constituição Federal, que, em seu art. 37, inciso XXI, assevera que contratos celebrados entre particulares e a Administração Pública devem manter “as condições efetivas da proposta”. O conceito também se encontra expresso na Lei Federal nº 8.987/1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, o qual prevê, em seu art. 9º, §2º, que “os contratos poderão prever mecanismos de revisão das tarifas, a fim de manter-se o equilíbrio econômico-financeiro”. Ressalta-se que a previsão no contrato não é condição necessária para a aplicação do princípio do equilíbrio econômico-financeiro. Nas palavras de Marçal Justen Filho (2002):

O direito à manutenção do equilíbrio econômico-financeiro da contratação não deriva de cláusula contratual nem de previsão no ato convocatório. Tem raiz constitucional. Portanto, a ausência de previsão ou de autorização é irrelevante. São inconstitucionais todos os dispositivos legais e regulamentares que pretendem condicionar a sua concessão de reajustes de preços, recomposição de preços, correção monetária a uma previsão no ato convocatório ou no contrato.

De todo modo, a garantia está, de fato, prevista no contrato de concessão celebrado entre a prefeitura de Porto Alegre e as concessionárias de transporte público, que, entre outras hipóteses, indica a possibilidade de reestabelecimento do equilíbrio econômico-financeiro na “ocorrência de fatos extraordinários imprevisíveis, ou previsíveis, mas de proporções incalculáveis, que afetem substancialmente o equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão”.

Destaca-se, ademais, que, segundo parecer da AGU, a pandemia da COVID-19 configura álea extraordinária capaz de justificar o direito ao reequilíbrio econômico-financeiro. Nas palavras do órgão:

A pandemia do novo coronavírus configura força maior ou caso fortuito, caracterizando álea extraordinária para fins de aplicação da teoria da

imprevisão a justificar o reequilíbrio de contratos de concessão de infraestrutura de transportes, desde que atendidos os demais requisitos indicados neste Parecer.¹

Quanto aos mecanismos passíveis de serem aplicados a fim de reestabelecer o equilíbrio, o contrato de concessão prevê, entre outros, a indenização e o reajuste tarifário extraordinário. No entanto, cabe ressaltar que a modicidade das tarifas é diretriz que orienta a Política Nacional de Mobilidade Urbana e a política tarifária do serviço de transporte público coletivo, conforme art. 6º, inc. VIII e art. 8º, inc. VI da Lei Federal nº 12.587/2012. Desse modo, em que pese ser o reajuste tarifário uma possibilidade de reestabelecer o equilíbrio econômico-financeiro, o preço módico das tarifas para os usuários do transporte público também configura importante princípio a ser seguido pelo poder público.

Nesse sentido, a prefeitura de Porto Alegre promulgou, em março de 2021, a Lei nº 12.813/21, que autoriza a concessão de subsídio tarifário ao transporte público coletivo do município. A lei expressamente declara, entre as finalidades da autorização, a modicidade das tarifas e a preservação do equilíbrio econômico-financeiro nos contratos de concessão e permissão.

Durante o período da pandemia, houve 3 acordos celebrados entre a prefeitura e as concessionárias privadas de transporte público. O primeiro refere-se a um aporte de aproximadamente R\$ 71.000.000,00, realizado no ano de 2020, com a finalidade de cobrir os prejuízos, do período entre março e dezembro daquele ano, decorrentes da falta de reajuste tarifário, e a queda de demanda ocasionada pela COVID-19. O segundo acordo, ocorrido em 2021, refere-se a um aporte de R\$ 18.244.648,17 para cobrir o prejuízo decorrido da postergação do reajuste tarifário do mês de fevereiro para o mês de maio de 2021, além da persistência da baixa demanda em virtude da pandemia. Há um terceiro acordo, ainda em definição, referente ao período de maio a setembro de 2021, em virtude, dentre outros fatores, de a tarifa decretada de R\$ 4,80 ser inferior à tarifa técnica de R\$ 5,20 e de a demanda ainda estar reprimida devido à pandemia.

1 Parecer nº 261/2020/CONJUR-MINFRA/CGU/AGU

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo uma análise do impacto na receita do sistema de transporte público por ônibus de Porto Alegre, entre o mês de março de 2020 e fevereiro de 2021, em decorrência da queda de demanda de passageiros em virtude da COVID-19. A análise da queda de demanda foi realizada sobre 4 categorias distintas: passageiros totais, equivalentes, escolares e isentos. Para isso, foram realizadas previsões de demanda de passageiros para o período em análise, através do método ARIMA, para serem comparadas com a demanda efetivamente ocorrida. A partir dessa comparação, mais especificamente de passageiros equivalentes, foi possível estimar a perda de receita tarifária para o período.

De acordo com as informações obtidas do estudo, percebeu-se uma alta redução de demanda de passageiros para as quatro categorias estudadas, todas acima de 50%. O grupo mais afetado pela pandemia, quanto à redução de demanda, foram os escolares, para os quais houve uma redução acima de 93%. Estimou-se que os passageiros totais perdidos em razão da pandemia, no período de março de 2020 a fevereiro de 2021, foram de 123.135.913 de passageiros. A perda de receita tarifária, decorrência direta da perda de mais de 78 milhões de passageiros equivalentes, foi estimada em R\$ 366.403.864,50.

Para trabalhos futuros sugere-se a ampliação do limite temporal deste trabalho, uma vez que os impactos gerados pela pandemia ultrapassaram o período estudado de um ano. Sugere-se, ainda, um estudo mais abrangente acerca do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de concessão de transporte público, englobando outros fatores, externos à COVID-19, e como a pandemia influenciou nesse cenário de sustentabilidade econômica já instável do sistema de transporte público de Porto Alegre.

REFERÊNCIAS

- ANPTrilhos. **Metrôs têm rombo de R\$ 8 bilhões em 2020**. 2021. Disponível em: <<https://anptrilhos.org.br/metros-tem-rombo-de-r-8-bilhoes-em-2020>>
- ATPPOA. **Nova tarifa dos ônibus de Porto Alegre passa a valer a partir desta sexta-feira**. 2021. Disponível em: <<https://www.atppoa.com.br/2021/07/01/nova-tarifa-dos-onibus-de-porto-alegre-passa-a-valer-a-partir-desta-sexta-feira>>
- BANDEIRA DE MELLO, C. A. **Curso de Direito Administrativo**. 32ª edição. Ed. Malheiros. São Paulo. 2015.
- EPTC. **Manual de cálculo da tarifa de ônibus de Porto Alegre**. 2ª edição. Porto Alegre, 2013.
- FAVA, V. **Manual de econometria**. In: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. São Paulo: Editora Atlas. 2000.
- FILHO, M. J. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 10ª edição. Ed. Dialética. 2002.
- GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.
- KANTAR. **Mobility features 2021: The next normal**. 2021.
- MOOVIT. **Global Public Transport Report**. 2020. Disponível em: <https://moovitapp.com/insights/en/Moovit_Insights_Public_Transit_Index-countries>
- NTU. **Impactos da COVID-19 no transporte público por ônibus**. 2021.
- NTU. **Impactos no transporte público por ônibus provocados pela pandemia da COVID-19: Análise do cenário nacional (março/2020 a abril/2021)**. 2021.
- OLIVEIRA LEMOS, F. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- PMPA. **Diagnóstico da mobilidade no município de Porto Alegre e sua interface metropolitana**. Porto Alegre. 2018.
- PMPA. **Tarifa de ônibus 2019 - composição do valor**. 2019. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/tarifa2019/composicao>>
- WALKER, K. B.; McCLELLANG, L. A. **Management Forecasts and Statistical Prediction Model Forecasts in Corporate Budgeting**. *Journal of Accounting Research*. vol. 29, no. 2, pp. 371–381, 1991.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de demanda: uma aplicação de modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais.** Gestão & Produção, v.10, n.1, p. 47-67, 2003.

WRI BRASIL. **Pesquisa internacional revela impactos da pandemia nos deslocamentos.** 2021. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/cidades/pesquisa-internacional-revela-impactos-da-pandemia-nos-deslocamentos>>

ANEXO A – Dados de passageiros do transporte público por ônibus de Porto Alegre

Total de passageiros transportados por tipo

Tipo	mar/11-fev/12	mar/12-fev/13	mar/13-fev/14	mar/14-fev/15	mar/15-fev/16	mar/16-fev/17	mar/17-fev/18	mar/18-fev/19	mar/19-fev/20	mar/20-fev/21
Pagante Integral	210.587.740	205.851.903	194.518.007	193.993.622	184.188.976	171.990.376	153.837.322	146.454.979	138.657.350	67.159.563
Escolar	28.303.265	27.417.369	26.831.495	25.502.957	25.858.340	25.008.495	22.971.167	21.794.400	20.267.572	1.336.934
Isento	53.184.935	52.160.306	45.517.575	47.451.534	47.160.655	50.525.292	48.085.900	45.033.888	42.931.553	15.185.615
Integração TR-ON-TR	1.855.141	4.515.644	4.794.451	4.944.824	4.995.114	4.893.987	4.742.617	4.587.085	4.125.333	1.705.367
2ª Viagem	31.236.984	38.794.881	38.554.220	38.160.176	38.361.670	37.759.496	34.762.438	28.239.758	25.594.005	11.353.389
Total	325.168.065	328.740.103	310.215.748	310.053.113	300.564.755	290.177.646	264.399.444	246.110.110	231.575.813	96.740.868
Equivalente	230.322.418	223.584.489	212.232.896	211.163.406	201.566.315	188.858.850	169.224.760	171.514.153	161.744.970	74.376.258

Fonte: EPTC