

OS IMPACTOS DA COVID19 NO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA UTILIZANDO DADOS DE SMART CARD

José Nauri Cazuya de Sousa Júnior

Agência Reguladora do Estado do Ceará

Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho

Universidade Federal do Ceará

Departamento de Engenharia de Transportes

RESUMO

A mobilidade nas grandes cidades foi impactada com o isolamento social, que foi a medida adotada para reduzir a proliferação do COVID19. Tal fato, afetou o transporte público que é o principal meio de deslocamento para acesso ao trabalho, educação, serviços e lazer. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar o impacto das mudanças ocasionadas neste período de pandemia no sistema de transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), com o uso dos dados de bilhetagem eletrônica e avaliar a eficiência operacional através da Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados demonstram que apesar do período pós suspensão apresentar mais linhas eficientes, houve redução espacial e temporal da oferta, o que pode impactar na qualidade do serviço. O uso dos dados de bilhetagem eletrônica permite visualizar a situação do serviço com dados atualizados, possibilitando que sejam tomadas decisões para minimizar ineficiências da operação.

ABSTRACT

The mobility in large cities was impacted by social isolation, which was the measure adopted to reduce the proliferation of COVID19. This fact affected public transport, which is the main means of transportation for access to work, education, services and leisure. The present study aims to assess the impact of the pandemic on the public transport system of the Metropolitan Region of Fortaleza (RMF). Data of the automatic fare collection (AFC) was used for an evaluation of operational efficiency through Data Envelopment Analysis (DEA) for the periods during and after the suspension of service. The results demonstrated the great impact on the system sustainability with the reduction of the spatial and temporal coverage. A degradation of the level of service may occur if measures are not taken by the local transport authorities, mostly considering that part of population with no affordable alternatives to public transportation.

1. INTRODUÇÃO

A rápida proliferação do COVID19 no mundo resultou em adoção de medidas de isolamento social pelos diversos governos. Dentre as medidas adotadas houve a suspensão do serviço de transporte público. Valentino-DeVries *et al.* (2020) afirmam que existe uma preocupação com as consequências econômicas do isolamento social e como ele pode atingir desproporcionalmente a classe de baixa renda. Bonaccorsi *et al.* (2020) citam que após o período de pandemia, os governos centrais precisam não apenas sustentar a recuperação econômica, mas também compensar a perda de capacidade fiscal e de receitas locais, canalizando recursos para mitigar o impacto do bloqueio na pobreza e desigualdade. Dentre os setores afetados, o transporte público passa por um momento crítico, com a queda de demanda, em virtude da adoção de medidas para garantir o isolamento, o que afeta a sustentabilidade do serviço tendo em vista que a receita do sistema é composta, principalmente, pela tarifa paga pelos passageiros.

Arellana *et al.* (2020) apresentam pesquisas realizadas a respeito do impacto da COVID19 na economia e na saúde, mas afirma que ainda são poucos os estudos do impacto no setor de transportes e mais escassos na América Latina. Dentre os estudos, foram analisados os impactos na Hungria (Budapeste) - Bucsky (2020), nos Países Baixos - de Haas *et al.* (2020), na Espanha

(Santander)- (Aloi *et al.*, 2020) e na Colômbia (Arellana *et al.*, 2020), em todos o transporte público foi o sistema de transporte mais impactado com redução de passageiros.

A análise do serviço de transporte público requer dados para extrair as características da viagem, do comportamento do usuário, da rede e do sistema. O sistema de bilhetagem eletrônica, utilizado no transporte público com a finalidade de melhorar o fluxo tarifário, tornando mais flexível a política tarifária e a arrecadação do serviço, também fornece uma quantidade massiva de dados importante para caracterizar e diagnosticar o serviço. Estes podem ser usados para estudos de estimação de matriz OD, comportamento de padrões de usuários, análise da variabilidade espacial e temporal da demanda.

No Brasil, dados disponibilizados no site da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU, (2020), tem-se que 2.901 municípios são atendidos por serviços de transporte público por ônibus, sendo 1.222 intermunicipal com atendimento urbano e 1.679 intramunicipal. Cerca de 52% dos municípios do Brasil tem algum serviço de transporte público por ônibus. O transporte público está presente e é regulamentado em todas as capitais e regiões metropolitanas, e representa uma parcela considerável das viagens realizadas. Portanto, a avaliação do impacto da pandemia no sistema de transporte público de passageiros tem relevância para o setor e para a região em estudo.

A pesquisa visa contribuir com o entendimento do impacto da pandemia do Covid19 para serviços de transporte público, com o uso da base de dados de bilhetagem eletrônica. O objetivo da pesquisa é obter índice eficiência operacional através da análise de envoltória de dados anterior e posterior ao isolamento social e com esse índice fornecer subsídios que contribuam diretamente para uma compreensão dos impactos ocasionados pela pandemia no transporte público. A organização do artigo contém 5 seções. A seção 2 aborda algumas definições de *big data* e examina os trabalhos relacionados ao uso de dados de *smart card* no transporte público de passageiros. Já a seção 3 detalha a metodologia proposta e os detalhes de como foi feita a sua aplicação ao sistema de transporte público de passageiros na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), enquanto os resultados estão na seção 4. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais.

2. DADOS MASSIVOS NO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Nos últimos anos, com os avanços tecnológicos no setor de transporte público, foram implantados sistemas que geram uma quantidade massiva de dados e, dentre os sistemas em utilização, os sistemas de bilhetagem eletrônica com o uso de *smart card* e o de monitoramento com o uso de GPS nos veículos são os mais populares e utilizados nas principais capitais do Brasil e do Mundo. É possível, com os dados dos dois sistemas, reconstituir a operação realizada no transporte público e gerar indicadores e efetuar estudos sobre vários aspectos (planejamento, tático e operacional). Além de reconstituição da operação, Arbex e Da Cunha (2017) e Liu *et al.* (2019) citam que, com os dados massivos, a avaliação dos dados do transporte público, em comparação com os modelos gerados a partir de dados convencionais, são obtidas informações operacionais melhores, detalhadas e abrangentes em nível microscópico, que podem ser usadas diretamente para melhorar a operação existente.

A implementação de *smart card* no sistema de transporte público possibilita a obtenção de grande quantidade de dados e o uso de novos métodos de pesquisa em transporte público. Bagchi e White, (2005) utilizou os dados de *smart card* para inferir taxas de viagens diárias e carregamento por veículo; Agard *et al.* (2006), Mesquita *et al.* (2017) e Tranos e Mack (2019)

usaram os dados para melhor compreender o comportamento e variações espaciais dos passageiros; Pelletier *et al.*, (2011) apresentaram uma revisão da literatura dos estudos com *smart card* nos níveis estratégicos, táticos e operacionais apresentam várias referências no setor de transporte público; Munizaga e Palma (2012) estimaram uma matriz OD com os dados de *smart card* para a cidade de Santiago; Sun *et al.* (2012) e Liu *et al.*, (2019) citam o uso dos dados através da distribuição espaço-tempo e na identificação de gargalos na operação, permitindo utilizar tais dados para melhorar a qualidade do serviço. Oliveira e Nassi (2017) e Zhou *et al.* (2019) afirmam que os dados de *big data* podem ser usados para estabelecer indicadores de desempenho, que podem então ser usados para ajustar ofertas de serviços, de forma a melhorar a qualidade do transporte público.

Como abordado por diversos atores, há desafios no uso do *big data*, principalmente, em países em desenvolvimento. Tranos e Mack (2019) afirmam que há uma lacuna notável nas publicações acadêmicas, com a ausência de estudos de caso e dados destes países. Boa parte dos estudos são realizados em países desenvolvidos, tendo a aplicação, em países em desenvolvimento, crescido pouco e lentamente, o que não ajuda a difusão do uso das grandes bases de dados. Também é importante destacar, de acordo com os autores que, de um modo geral, o valor do *big data* ainda está em fase de exploração na pesquisa na área de transportes.

Pelo exposto, pode-se perceber que o uso dos dados de bilhetagem no transporte público é uma fonte de dados para análise do sistema, e especificamente, no atual momento, avaliar o impacto ocasionado na sociedade, pelas medidas de isolamento social. A Google LLC (2020) elaborou relatórios e disponibilizou dados a respeito da mobilidade de lugares como terminais de transporte público. Nos relatórios, são fornecidos a variação percentual nas visitas a lugares (mercados, parques e terminais de transporte público) em determinada área geográfica. A variação percentual diária é comparada com um valor base correspondente ao mesmo dia da semana. O relatório dispõe de cidades de todo o mundo onde é possível ter evidências do impacto da pandemia na mobilidade, mas por questão de segurança, privacidade e seguindo o código de conduta da empresa, os dados são agregados e disponibilizados apenas em forma de percentuais.

O presente estudo aproveita a oportunidade temporal ao realizar a análise logo após o período crítico da pandemia que suspendeu o serviço de transporte público na RMF. A realização da pesquisa com dados recentes pode permitir a visualização da real situação do serviço, além de ser possível a aplicação do método em outras cidades e regiões que dispuserem dados similares.

3. METODOLOGIA

A pesquisa utilizou a Análise de Envoltória de Dados - DEA método baseado em programação linear, que tem objetivo de medir a eficiência relativa de entidades denominadas de unidades tomadoras de decisão que, neste estudo, são as linhas de transportes. A análise foi realizada antes e depois da suspensão da operação, com os dados do sistema de bilhetagem eletrônica e outras bases auxiliares (cadastro das linhas) e também dados disponibilizados pelo Google LLC, (2020). O modelo DEA utilizado foi com retorno variável de escala orientado a *input*.

Todos os processamentos (construção da base, pré-processamento e processamento) foram realizados em um notebook com Core i7-3630QM CPU @ 2.4GHz e 8 GB RAM utilizando os softwares: Studio3T, (2020) e R Core Team, (2020). O software Studio3T foi utilizado para construção da base de dados e o software R para análise dos dados filtrados da base do Studio3T.

4. APLICAÇÃO E RESULTADOS

A base de dados de bilhetagem foi fornecida pela Agência Reguladora do Ceará (Arce). Os dados contêm informações de todas as viagens realizadas, assim como o horário de validação de cada usuário e o registro do tipo de cartão, dentre outros. O período em análise foi de janeiro a julho de 2020 período que engloba a fase crítica do isolamento social, decretado pelo governo estadual. Para efeito de comparação foram utilizados dados de anos anteriores.

O serviço de transporte público da RMF é operado por 6 empresas que ofertam mais de 1,1 milhão de viagens por ano, com mais de 40 milhões de validações anuais. Tal serviço interliga 13 municípios do Estado do Ceará. Este serviço, assim como ocorreu em diversas cidades e regiões metropolitanas do mundo, foi impactada pela pandemia COVID19 tendo sido suspensa a sua operação. Em relação ao serviço ofertado na RMF, o período efetivo de restrição iniciou-se à zero hora do dia 23 de março de 2020, conforme consta no Decreto Estadual nº 33.519/2020, publicado no Diário Oficial do Estado do Ceará (DOECE) do dia 19/03/2020. O retorno da operação ocorreu no dia 01 de junho de 2020, conforme consta no Decreto Estadual nº 33.608/2020 publicado no DOECE do dia 30/05/2020. Com os dados disponibilizados pelo Google LLC (2020), é possível elaborar a Tabela 1 que apresenta os percentuais no período de fevereiro a julho de 2020, para 5 municípios das RMF. Não foram disponibilizados dados para os demais municípios nesta base.

Tabela 1: Percentual mensal de mobilidade para terminais públicos por municípios da RMF

	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Cascavel	-	- 45%	- 59%	- 57%	- 61%	- 54%
Fortaleza	- 13%	- 29%	- 64%	- 64%	- 48%	- 33%
Maranguape	- 12%	- 29%	- 69%	- 69%	- 50%	- 30%
Maracanaú	- 17%	- 25%	- 56%	- 58%	- 31%	- 14%
Caucaia	- 12%	- 28%	- 57%	- 50%	- 14%	6%

Os meses de maiores reduções foram de abril e maio, confirmando o período de isolamento social rígido estabelecido pelo governo. Vale destacar, que os dados do Google LLC, (2020) não fazem distinção do tipo de transporte, se público ou particular, municipal ou metropolitano. Com os dados de bilhetagem, foi possível montar uma base de dados com os 202 dias de 2020 (01/01/2020 a 20/07/2020) e analisar a situação do serviço ofertado, além de comparar com anos anteriores. Com a agregação dos dados, é possível visualizar a situação do sistema ao longo de 2020.

A Figura 1 apresenta a quantidade de passageiros e viagens realizadas nos períodos que compreendem o antes, durante e depois da suspensão do serviço, sendo possível avaliar a situação com dados recentes. A quantidade de passageiros por viagem teve picos acima de 35 passageiros/viagem durante o período de suspensão do serviço regular, conforme a Figura 2. Tal fato, deve-se a redução brusca da oferta (99%) e a realização de viagens apenas em horário específico para atender demanda reduzida. A redução da quantidade de passageiros por viagem pós-suspensão deve-se ao fato que algumas atividades não retornaram ou estão em regime parcial (escolas, órgãos públicos, setor industrial e comercial,...), as regras para que sejam cumpridas as condições sanitárias e de segurança para evitar a proliferação da COVID19, além da possível migração dos usuários para outros serviços de transporte (aplicativos, bicicleta, veículo próprio,...).

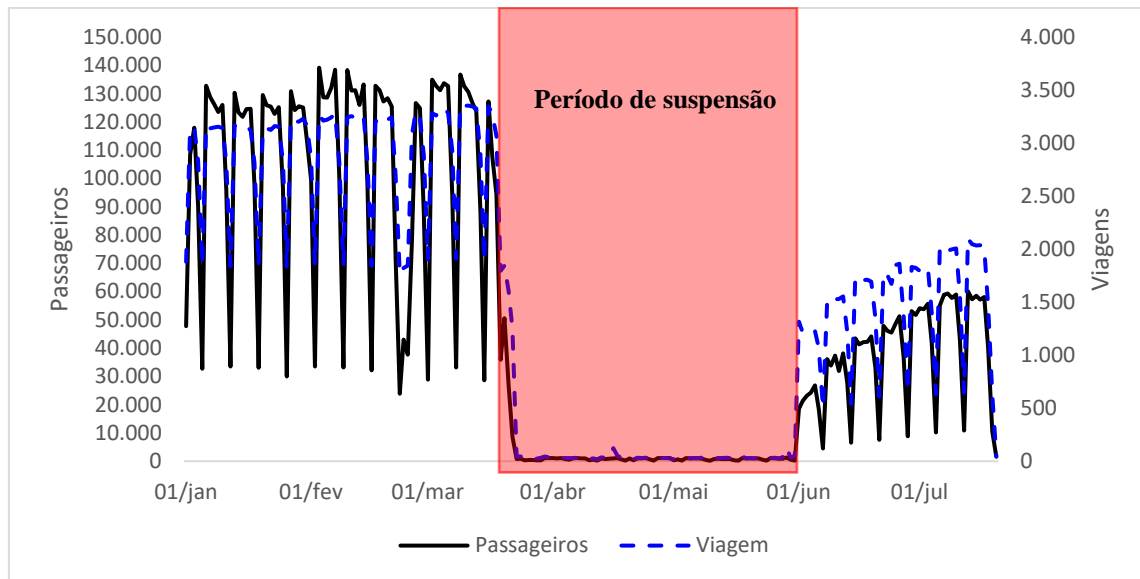


Figura 1: Quantidade diária de viagens e passageiros do transporte público da RMF / 2020

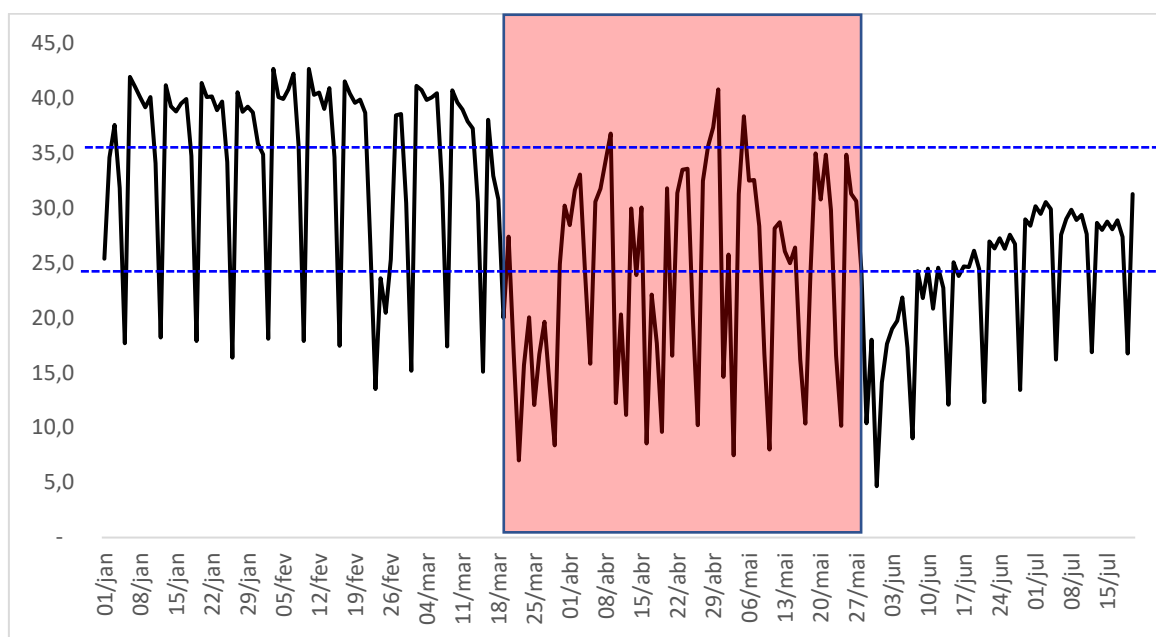


Figura 2: Passageiros por viagem do transporte público da RMF / 2020

Pelos gráficos, observa-se que a operação ainda não retornou ao patamar pré-pandemia. Fazendo-se a comparação entre os picos, verifica-se que a oferta pós-suspensão chegou a 63% e a demanda a 43% dos valores anteriores. O sistema de transportes da RMF tem o equilíbrio econômico-financeiro proporcionado pela receita arrecadada do pagamento da tarifa. Sem os passageiros, ou com a redução da demanda, a sustentabilidade do serviço é afetada. A Figura 3 mostra que o serviço arrecadava, antes da suspensão do serviço, na faixa de R\$500 mil reais. No período após a paralização, tem-se o valor de R\$ 200 mil reais para dia útil.

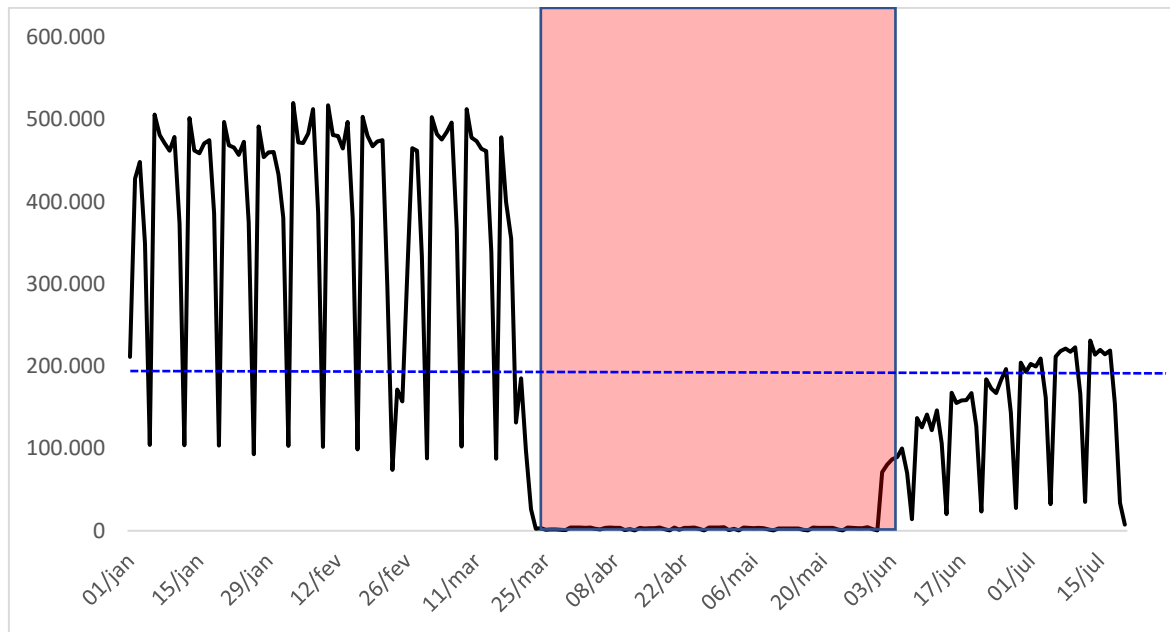


Figura 3: Receita tarifária diária do transporte público da RMF / 2020

O panorama do serviço no ano de 2020 pode ser visualizado pela quantidade de viagens e passageiros e a receita tarifária. Quando da comparação com o período de anos anteriores (2016 a 2019), é nítido a redução dos valores. Em relação aos passageiros, a média mensal de passageiros era de 3 milhões, enquanto em 2020 até o mês de junho a média é 1,4 milhão (46%). Já em relação as viagens, a média mensal foi de 87 mil para 43 mil viagens (49%). E, por fim, a redução da média mensal da receita tarifária foi de 11 para 5,2 milhões de reais (47%).

A análise do desempenho operacional do sistema será realizada por linha, de forma a avaliar se a linha teve o índice de eficiência alterado nos períodos em análise. O estudo considerou apenas os dias úteis, excluindo feriados e finais de semana. O modelo DEA foi proposto com 4 variáveis: 2 *inputs* (tempo de operação e quantidade de viagens) e 2 *outputs* (quantidade de passageiros e receita tarifária). O período pré-suspensão apresentava uma rede com 82 linhas e o seguinte, 65 linhas. O modelo aplicado apresentou 7 e 13 linhas eficientes para o período pré e pós suspensão, respectivamente. A Tabela 2 apresenta a distribuição das linhas por faixa do índice de eficiência para cada conjunto.

O período pós-suspensão tem mais linhas eficientes do que o período pré-pandemia, apesar de ter uma quantidade menor de linhas (redução de 17 linhas). A retirada das linhas pode ter permitido uma reorganização dos itinerários, o que contribui para uma maior quantidade de linhas eficientes. Na Figura 4, observam-se os pontos onde há concordância e divergência entre os dois períodos, além de linhas que só operaram em um dos períodos.

Tabela 2: Quantidade de linhas por índice de eficiência

Faixa de eficiência	Pré	Pós
1	7	13
0.8 - 0.99	12	13
0.6 - 0.8	54	33
0.4 - 0.6	5	4
0.2 - 0.4	4	2
0 - 0.2	0	0
Total	82	65

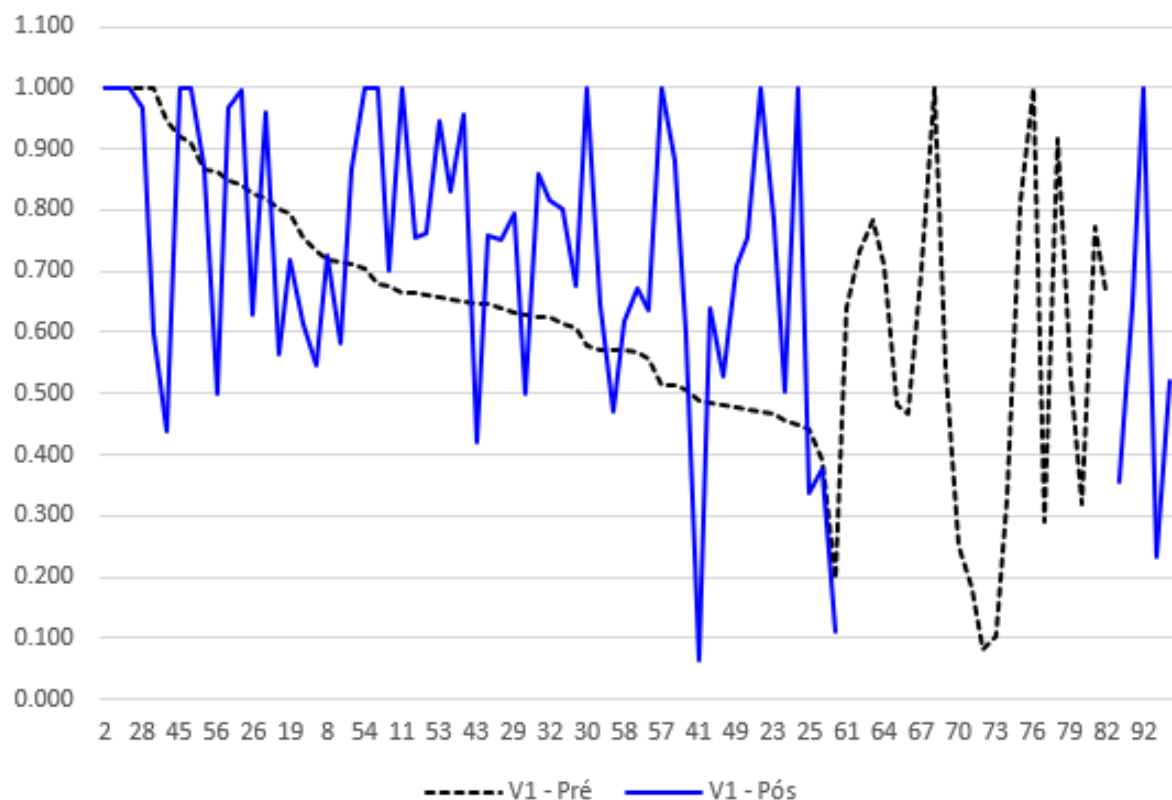


Figura 4: Índice de eficiência para cada linha de transporte público da RMF

A Tabela 3 apresenta a quantidade de repetições de referência de cada linha eficiente para os períodos pré e pós suspensão, além disso a somatória dos pesos de cada linha. As linhas 22 e 28 que tiveram maior somatória de pesos e repetição como referência de *benchmarking*, nas variáveis de *input*. Quanto à eficiência, o período pós-suspensão melhorou o índice de eficiência operacional com 13 linhas eficientes, mas é necessário avaliar os próximos meses para acompanhar se a oferta e demanda irão se modificar e afetar a qualidade do serviço.

A análise dos resultados demonstrou a necessidade de reorganização das quantidades de viagens e tempo de operação em cada linha. Existem linhas com excesso de viagens, de acordo com o modelo, o que torna a linha ineficiente. Por tratar-se de um sistema em rede, a alteração de horários e quantidade de viagens deve ser feita de maneira a considerar toda a rede de maneira a não reduzir a qualidade do nível de serviço vigente. A comparação da rede nos dois períodos

mostra a redução do serviço com a diminuição da quantidade de viagens e passageiros. Além disso, algumas linhas deixaram de operar. Na avaliação do período antes e após a suspensão do serviço fica evidente a redução da cobertura espacial (redução de linhas) e temporal (retirada de horários) o que prejudica a qualidade do serviço ao limitar a oferta.

Tabela 3: Quantidade de repetições que as linhas são eficientes e a somatória dos pesos

Período	Linha	Número de repetições				Soma dos pesos
		Tempo de operação	Viagem	Passageiros	Receita	
Pré-suspensão	2	4	-	-	-	1.42
	22	44	-	-	-	29.69
	28	31	31	-	-	21.40
	35	1	41	25	-	10.92
	47	1	2	26	-	8.03
	76	1	-	17	5	10.54
Pós-suspensão	2	1	-	-	-	1.00
	3	13	-	-	-	2.96
	11	1	-	-	-	1.00
	22	7	6	-	-	7.79
	27	12	-	-	-	2.98
	30	20	2	2	-	9.11
	35	5	31	-	-	4.49
	45	1	4	-	-	2.42
	46	1	3	16	-	11.00
	52	1	1	3	-	2.49
	54	1	-	17	7	9.05
	57	1	-	-	1	1.21
	63	1	5	6	2	9.49

As linhas retiradas, conforme dados de bilhetagem eletrônica, atendiam localidades de Bom Princípio e Sítios Novos, no município de Caucaia, Tito e Sapupara, em Maranguape, Serrote em Guaiúba e Olho d'Água, em Maracanaú. Quanto a cobertura temporal, foram retiradas linhas que operam apenas no período noturno e madrugada, denominadas de corujão. Tais linhas operacionalmente, são ineficientes por ter uma baixa demanda, mas têm o caráter de fornecer o serviço a usuários que necessitam se deslocar nesses horários, sem alternativas modais compatíveis com a sua faixa de renda. Os resultados demonstram o impacto que a pandemia já ocasionou e ainda poderá impactar o serviço caso não sejam adotadas medidas para minimizar a queda do nível de serviço e, no extremo, tornar o serviço inviável do ponto de vista do equilíbrio econômico-financeiro. Isto deixaria a população desassistida, principalmente aquela de baixa renda.

4. CONCLUSÃO

A proposta da pesquisa foi avaliar o desempenho operacional de transporte público antes e depois do período de isolamento social rígido no sistema de transporte rodoviário metropolitano público da RMF. O estudo abordou a questão operacional com variáveis quantitativas. Não foram consideradas aspectos qualitativos. O estudo mostrou como os dados de bilhetagem

eletrônica podem ser utilizados na análise da operação do sistema, de forma a fornecer dados atualizados e auxiliar ao tomador de decisão na adoção de medidas para melhorar a qualidade do serviço.

Nos estudos que analisaram o impacto do COVID19 no transporte público, verificou-se a queda acentuada da demanda, em Budapeste (80%), em Santander (93%), em sete cidades colombianas (80 a 90%), nos Países Baixos (90% a 99%). O impacto no serviço é constatado em diversas localidades do mundo e todos os estudos alertam para necessidade de medidas para minimizar os prejuízos. Os órgãos gestores do serviço de transporte público terão desafios pela sustentabilidade do serviço devido à queda da demanda no período, aumento do desemprego e falência de empresas, além de outros impactos que afetam a economia mundial.

A comparação dos resultados permitiu avaliar que há divergências em relação ao índice de eficiência em uma mesma linha nos períodos analisados e que no período pós-suspensão há mais linhas eficientes. No entanto, também ocorreu uma redução da oferta com a retirada de linhas. O gestor do sistema deve acompanhar e monitorar a alteração da rede, tendo em vista que algumas localidades deixaram de ser atendidas. Portanto, é válida a análise para identificar os pontos de mudança na rede e que linhas precisam melhorar o desempenho. Outras aplicações podem ser derivadas deste trabalho, como a adição de outras variáveis (atraso, quilometragem da linha, custos com combustível e pessoal,). Também pode ser analisado o impacto por motivo da viagem, ou ocasionados por outros modos, ou a comparação do impacto espacial e temporal (por dia da semana, feriados e finais de semana).

Agradecimentos

O primeiro autor agradece o apoio da Agência Reguladora do Estado do Ceará (Arce) e do Governo do Estado do Ceará pela liberação para realização da pesquisa. Os dados de bilhetagem utilizados no estudo foram fornecidos pela Arce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agard, B., Morency, C., e Trépanier, M. (2006) Mining public transport user behaviour from smart card data. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(3), 399–404.
- Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echániz, E., González, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra, Á., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A., e Sañudo, R. (2020) Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain). *Sustainability*, 12(9), 3870. doi:10.3390/su12093870
- Arbex, R. O., e Da Cunha, C. B. (2017) Estimação da matriz origem-destino e da distribuição espacial da lotação em um sistema de transporte sobre trilhos a partir de dados de bilhetagem eletrônica. *TRANSPORTES*, 25(3), 166. doi:10.14295/transportes.v25i3.1347
- Arellana, J., Márquez, L., e Cantillo, V. (2020) COVID-19 Outbreak in Colombia: An Analysis of Its Impacts on Transport Systems. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1–16. doi:10.1155/2020/8867316
- Bagchi, M., e White, P. R. (2005) The potential of public transport smart card data. *Transport Policy*, 12(5), 464–474. doi:10.1016/j.tranpol.2005.06.008
- Bonaccorsi, G., Pierri, F., Cinelli, M., Flori, A., Galeazzi, A., Porcelli, F., Schmidt, A. L., Valensise, C. M., Scala, A., Quattrocioni, W., e Pammolli, F. (2020) Economic and social consequences of human mobility restrictions under COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(27), 15530–15535. doi:10.1073/pnas.2007658117
- Bucsky, P. (2020) Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100141. doi:10.1016/j.trip.2020.100141
- de Haas, M., Faber, R., e Hamersma, M. (2020) How COVID-19 and the Dutch ‘intelligent lockdown’ change activities, work and travel behaviour: Evidence from longitudinal data in the Netherlands. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100150. doi:10.1016/j.trip.2020.100150
- Google LLC. (2020) *Google COVID-19 Community Mobility Reports*. Obtido de <https://www.google.com/covid19/mobility>

- Liu, X., Zhou, Y., e Rau, A. (2019) Smart card data-centric replication of the multi-modal public transport system in Singapore. *Journal of Transport Geography*, 76, 254–264. doi:10.1016/j.jtrangeo.2018.02.004
- Mesquita, H. C., Amaral, M. J., e Carvalho, W. L. (2017) Matriz O/D com base nos dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica. *Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET*.
- Munizaga, M. A., e Palma, C. (2012) Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 24, 9–18. doi:10.1016/j.trc.2012.01.007
- NTU. (2020, julho) Os Grandes Números da Mobilidade Urbana. Obtido de <https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>
- Oliveira, G. T. de, e Nassi, C. D. (2017) Regularidade e estimativa de desembarque a partir de dados de smartcard de sistemas de bilhetagem eletrônica. *Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET*.
- Pelletier, M.-P., Trépanier, M., e Morency, C. (2011) Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(4), 557–568. doi:10.1016/j.trc.2010.12.003
- R Core Team. (2020) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Obtido de <https://www.R-project.org/>
- Studio3T. (2020). Obtido de <https://studio3t.com/download/>
- Sun, L., Lee, D.-H., Erath, A., e Huang, X. (2012) Using Smart Card Data to Extract Passenger's Spatio-temporal Density and Train's Trajectory of MRT System. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing* (p. 142–148). ACM, New York, NY, USA. doi:10.1145/2346496.2346519
- Tranos, E., e Mack, E. (2019) Big data: A new opportunity for transport geography? *Journal of Transport Geography*, 76, 232–234. doi:10.1016/j.jtrangeo.2018.08.003
- Valentino-DeVries, J., Lu, D., e J.X. Dande, G. (2020, abril 3) Location data says it all: Staying at home during coronavirus is a luxury. *New York Times*. Obtido de <https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/03/us/coronavirus-stay-home-rich-poor.html>
- Zhou, J., Sipe, N., Ma, Z., Mateo-Babiano, D., e Darchen, S. (2019) Monitoring transit-served areas with smartcard data: A Brisbane case study. *Journal of Transport Geography*, 76, 265–275. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.07.005

José Nauri Cazuza de Sousa Júnior (nauri.junior@arce.ce.gov.br)
Agência Reguladora do Estado do Ceará – Arce
Av. General Afonso Albuquerque Lima, s/n – Cambéa – Fortaleza, CE, Brasil

Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho (azevedo@det.ufc.br)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici, Bloco 703 – Fortaleza, CE, Brasil