



## **CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA DAS LINHAS METROFERROVIÁRIAS DE PASSAGEIROS DO CEARÁ DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19**

**Dalton Lopes Alves**

**Isadora Melo Araújo**

**Erismar Silva Maia**

**Francelino Franco Leite de Matos Sousa**

**Francisco Edilson Ponte Aragão**

Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos - METROFOR

### **RESUMO**

O sistema metroferroviário de passageiros do Estado do Ceará, seja nas linhas que dispõem de bilhetagem eletrônica ou não, possui mecanismos de coleta contínua dos dados de demanda transportada. A partir da utilização desses dados, é possível analisar o comportamento dessa grandeza durante o período da pandemia decorrente do coronavírus SARS-CoV-19, destacando-se os momentos de maior agravamento das restrições sanitárias implementadas pelos entes governamentais. Dessa forma, o presente artigo objetiva caracterizar as diferenças na demanda antes e após a pandemia, de forma a aferir sua influência na movimentação de passageiros nas cinco linhas metroferroviárias cearenses. Verificou-se que o impacto foi de grande intensidade nos períodos de *lockdown* e até o momento ainda não atingiu os patamares da demanda alcançados antes da eclosão desse fenômeno, uma vez que os passageiros parecem ter reduzido os deslocamentos que não são por motivo trabalho.

### **1. INTRODUÇÃO**

Diariamente, os sistemas de coleta dos dados de demanda permitem o acompanhamento da evolução da movimentação nas linhas metroferroviárias do Ceará. Essa demanda depende de uma intrincada conjunção de fatores, como o desempenho do sistema de transporte, as características socioeconômicas dos usuários e ainda da diversidade, densidade e distribuição espacial das atividades urbanas (Cascetta, 2009). Com a grave crise sanitária provocada pelo coronavírus SARS-Cov-19, esse ambiente que proporciona a relação de interações presenciais econômicas e sociais foi fortemente impactado, com redução imediata sobre as demandas dos transportes coletivos em todo o mundo (Orro *et al.*, 2020; Parker *et al.*, 2021).

Em março de 2020, a Organização Mundial de Saúde notificou os países a adotarem medidas urgentes e agressivas para prevenir a disseminação das infecções pelo coronavírus SARS-CoV-19, tomando consciência que a doença COVID-19 não se tratava apenas de uma crise de saúde pública, mas de um mecanismo que afetaria todos os outros setores. Nessa época, começaram também a serem registrados os primeiros casos no Brasil. No estado do Ceará, foram adotadas diferentes medidas, incluindo a limitação na circulação de pessoas. A compreensão do efeito dessas estratégias na demanda de transporte é importante não apenas para a atual pandemia, mas também para entender as mudanças no uso do transporte para futuras emergências (Gramsch *et al.*, 2022).

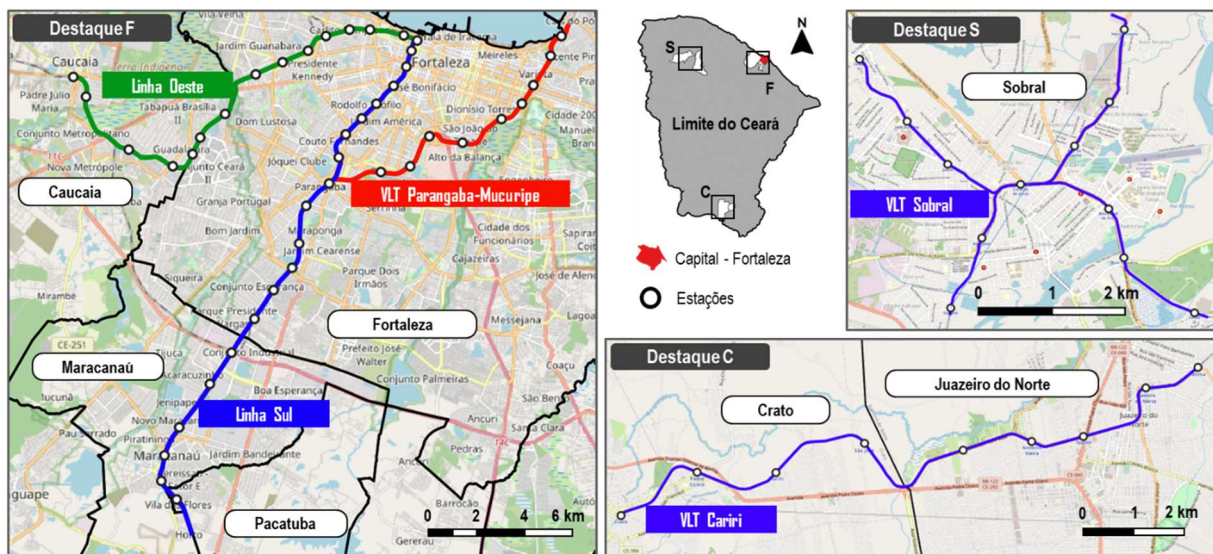
Tendo como marco o cenário atípico representado pela pandemia, o presente artigo se propõe a caracterizar a demanda nas linhas metroferroviárias do Ceará, obtidos por meio das ferramentas de coleta dessas informações, especialmente a bilhetagem eletrônica, confrontando-os temporalmente com os distintos momentos de convivência e enfrentamento da COVID-19. Esse período de análise abrange o ano de 2019 (sem pandemia) até o mês de maio de 2022 (com a pandemia sob controle), mostrando o comportamento da movimentação de passageiros nesse intervalo.



Dessa forma, a primeira sessão apresenta o sistema metroferroviário de passageiros do Ceará, enquanto na segunda são apresentados os marcos temporais da pandemia e as alterações na oferta do sistema. Na terceira sessão são apresentadas as informações metodológicas mais relevantes, enquanto na quarta discutem-se os efeitos das medidas restritivas e de modificação de oferta sobre a demanda do sistema. Por fim, na quinta sessão deste trabalho são apresentadas as conclusões e recomendações.

## 2. SISTEMA METROFERRIVÁRIO DE PASSAGEIROS DO CEARÁ

O sistema metroferroviário de passageiros do Estado do Ceará é composto por cinco linhas, sendo três na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e duas linhas regionais, no interior do Estado, como detalhado na Figura 1. A operação, manutenção e gestão dessas ligações é de responsabilidade da Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (Metrofor), uma empresa de economia mista com controle majoritário do Governo Estadual do Ceará. Na RMF, a rede metroferroviária é composta pelas Linhas Sul, Oeste e VLT Parangaba-Mucuripe, que desempenham uma função relevante no contexto da mobilidade e no desenvolvimento socioeconômico de significativa parte da mancha metropolitana, mas por ser um sistema recente e ainda em expansão, o faz ser responsável por aproximadamente 5% da demanda do sistema de transporte coletivo da RMF.



**Figura 1:** Sistema metroferroviário de transporte de passageiros do Ceará

A Linha Sul é atualmente a maior via de transporte de passageiros sobre trilhos em operação no Ceará, possuindo uma extensão de 24,1 km e dispondo de 20 estações. Seu percurso interliga as cidades de Fortaleza, Maracanaú e Pacatuba, com a operação habitual ocorrendo das 5h30 às 22h35, de segunda a sábado, a partir da programação de 126 viagens diárias, realizadas por composições veiculares com capacidade para transportar 890 pessoas. A Linha Oeste executa a interligação entre Fortaleza e Caucaia, a segunda maior cidade da RMF em termos populacionais. O percurso tem extensão de 19,5 km e possui 10 estações. O funcionamento da ligação é ofertado de segunda a sábado, das 5h30 às 19h55, com a programação de 30 viagens diárias, realizadas por trens do tipo Veículos Leves sobre Trilhos (VLTs), com cada composição



possuindo a capacidade para transportar 756 pessoas. Por sua vez, a Linha VLT Parangaba-Mucuripe está integralmente inserida no território de Fortaleza, possuindo 13,2 km de extensão e 10 estações, com operação por VLTs de segunda a sábado, das 5h30 às 21h59. Por dia, são programadas 52 viagens interligando os bairros da Parangaba e do Mucuripe, além de outros 20 bairros da capital cearense cuja área se entrelaça ao percurso da linha, que também se integra ao sistema de ônibus urbanos e à Linha Sul do próprio sistema metroferroviário. Desde a sua implantação, o VLT Parangaba-Mucuripe está operando de forma assistida, sem cobrança de tarifa aos usuários.

As duas linhas regionais são o VLT do Cariri e o VLT de Sobral. O VLT do Cariri interliga as cidades de Juazeiro do Norte e Crato, possui 9 estações em 13,6 km de extensão e funciona de segunda à sexta, das 6h às 19h30, e aos sábados, das 6h às 13h30. Os trens dessa linha também são VLTs as quais realizam em torno de 26 viagens por dia. Em Sobral, o sistema é composto por 2 ramais (Norte e Sul) que se conectam em uma estação de integração. Juntos, elas possuem 12 estações, ao longo de 13,9 km de via férrea, e funciona de segunda à sábado, das 5h30 às 22h37, totalizando 85 viagens diárias.

### **3. MARCOS TEMPORAIS DA PANDEMIA E SEUS EFEITOS SOBRE A OFERTA DO SISTEMA METROFERROVIÁRIO**

Em função dos cenários epidemiológicos das fases de propagação do novo coronavírus, para os quais os entes estatais determinavam as correspondentes medidas restritivas, as cinco linhas metroferroviárias cearenses sofreram paralisações e reduções na oferta de viagens disponibilizadas aos usuários, em conformidade com as exigências normativas estaduais e municipais, trouxeram efeitos diretos da pandemia na oferta dos serviços metroferroviários, o que por si só, para além das impedâncias sanitárias e a diminuição das atividades econômicas, já afetariam a quantidade de passageiros transportados.

A edição do Decreto Estadual nº 33.510 de 16 de março de 2020 (CEARÁ, 2020), marcou a adoção das medidas de isolamento social e de restrição de atividades não essenciais em todo o Ceará. As operações dos sistemas de transporte público, tanto no modo rodoviário quanto no ferroviário, foram integralmente suspensas. Não obstante, a redução ou o não funcionamento de setores econômicos, bem como a adoção de medidas alternativas no mercado de trabalho e nos estabelecimentos de educação, como trabalho e aulas remotos, alteraram significativamente a dinâmica de deslocamentos da população.

Em junho de 2020, com o arrefecimento da gravidade sanitária, o Governo do Estado implantou um plano de retomada das atividades com do gradativo retorno das atividades da indústria, do comércio e de serviços (CEARÁ, 2020), que resultou na elevação dos deslocamentos. Com isso, as linhas da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) voltaram a funcionar com horários reduzidos. Somente em 11/08/2020, a Linha Oeste e o VLT Parangaba-Mucuripe voltaram a ofertar a grade de viagens pré-pandemia; para a Linha Sul isso só veio a ocorrer em 17/09/2020. No tocante às linhas regionais, o VLT Sobral restabeleceu sua operação em 05/08/2020 e o VLT Cariri em 16/09/2020.

No fim de 2020, porém, eclodiu a chamada segunda onda do coronavírus, levando em março de 2021 a uma nova adoção de restrições sanitárias e de funcionamento das atividades



econômicas em Fortaleza (CEARÁ, 2021). Com o avanço da vacinação, iniciada em janeiro de 2021, os efeitos nocivos do coronavírus sofreram uma grande redução, apesar do surgimento de novas variantes virais, o que levou a em abril de 2021 ocorrer mais uma progressiva retomada das atividades em Fortaleza. Nessa segunda onda, o impacto na disponibilidade do serviço foi menor. A partir do dia 03/03/2021 ocorreu a redução de viagens na Linha Sul e no VLT Parangaba-Mucuripe, cuja normalidade de oferta veio a ser estabelecida a partir do dia 14/06/2021. A linha VLT Sobral, por sua vez, foi afetada por paralisação total no dia 08/03/2022, tendo seu funcionamento habitual retornado no dia 28/04/2021.

A terceira onda iniciada nos últimos dias de dezembro de 2021 apresentou um aumento de casos surpreendente, em particular, nas três primeiras semanas de janeiro até alcançar o maior valor de transmissão, registrado em 19 de janeiro de 2022 com 3.484 casos notificados apenas em Fortaleza (FORTALEZA, 2022). Discute-se também a ocorrência de uma “quarta onda” no município, que teria atingido seu pico entre junho e julho de 2022. Apesar do aumento de casos nestes dois momentos, a redução da mortalidade quando comparado a outras ondas fez com que não ocorressem novos decretos de *lockdown*, o que se refletiu também na manutenção da operação do sistema metroferroviário.

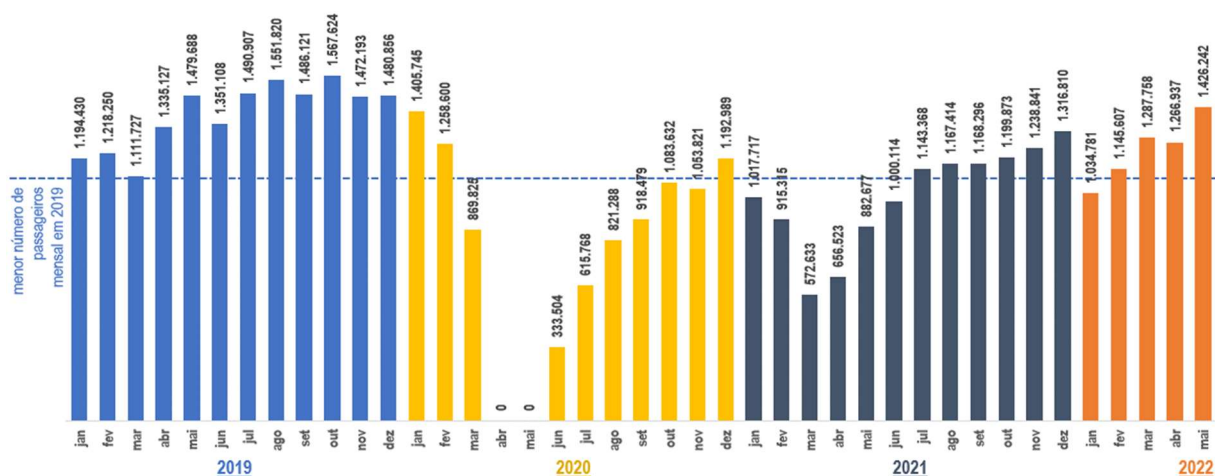
#### **4. BANCO DE DADOS**

Para a verificação dos efeitos da pandemia na demanda foi realizada uma agregação temporal dos dados de passageiros transportados em cada uma das cinco linhas em questão, obtidos pelos mecanismos de coleta dessas informações por bilhetagem eletrônica para a Linha Sul e VLT Sobral, e por contagem de catracas na Linha Oeste, VLT Parangaba-Mucuripe e VLT Cariri. Para reduzir os efeitos da sazonalidade e possibilitar a comparação mensal da demanda, será utilizada como variável a demanda média por dia útil (MDU) para cada linha entre os meses de janeiro de 2019 e maio de 2022. Análises mais desagregadas temporalmente para verificar os efeitos da pandemia na variação semanal e horária foram realizadas utilizando apenas os dados da Linha Sul por serem mais confiáveis por seu tipo de coleta e por ter se mantido em operação por mais tempo que os demais sistemas. Análises desagregadas espacialmente, não foram realizadas com o VLT Parangaba-Mucuripe, pois nem todo o período de estudo possui informações nesse nível de agregação para esta linha.

#### **5. RESULTADOS**

##### **5.1 Evolução da demanda média nos dias úteis**

O número de passageiros transportados entre janeiro de 2019 e maio de 2022, traduzidos no MDU de cada mês, são apresentados na Figura 2. No gráfico, o eixo das ordenadas é o MDU correspondente ao somatório do MDU das cinco linhas metroferroviária. Dessa forma, tem-se a percepção global da evolução desse indicador nos diversos momentos do contexto pandêmico. Considerando os valores referentes ao ano de 2019, bem como o primeiro trimestre de 2020 (cujo término coincidiu com a paralisação das operações), verifica-se que havia uma tendência de crescimento da demanda transportada, pois todos os resultados dos três primeiros meses de 2020 foram superiores ao mesmo período do ano anterior. Ainda que tenha tido a operação interrompida no último terço do período, o mês de março de 2020 ainda alcançou resultado muito superior ao mesmo mês do ano anterior, denotando que, caso a normalidade sanitária-operacional não tivesse sido afetada, fatalmente a evolução no número de passageiros transportados no conjunto das linhas alcançaria um robusto crescimento no decorrer do ano.



**Figura 2:** MDU do transporte metroferroviário de passageiros no Ceará

A partir de junho de 2020, com a retomada paulatina da oferta do serviço após a eclosão da primeira onda do coronavírus, houve uma progressiva e gradual recuperação de demanda, porém em patamares bastante inferiores em relação ao menor MDU de 2019. A elevação observada no último trimestre de 2020 foi revertida no primeiro trimestre de 2021, quando veio à tona o 2º lockdown em Fortaleza. Decorrido mais esse momento de dificuldade, no último trimestre de 2021 foi atingido e superado o patamar mínimo de 2019.

No transcurso de 2022 observa-se uma consolidação da tendência de crescimento da demanda. A considerar maio de 2022, o MDU alcançado corresponde a 95% em relação ao mesmo mês de 2019. Dessa forma, resta cristalino que o efeito global da pandemia na movimentação das linhas do sistema não se restringiu aos momentos de redução das atividades econômico-sociais, haja vista que, superada a gravidade sanitária, a quantidade média diária de passageiros transportados no pós-pandemia ainda não alcançou o resultado obtido no pré-pandemia.

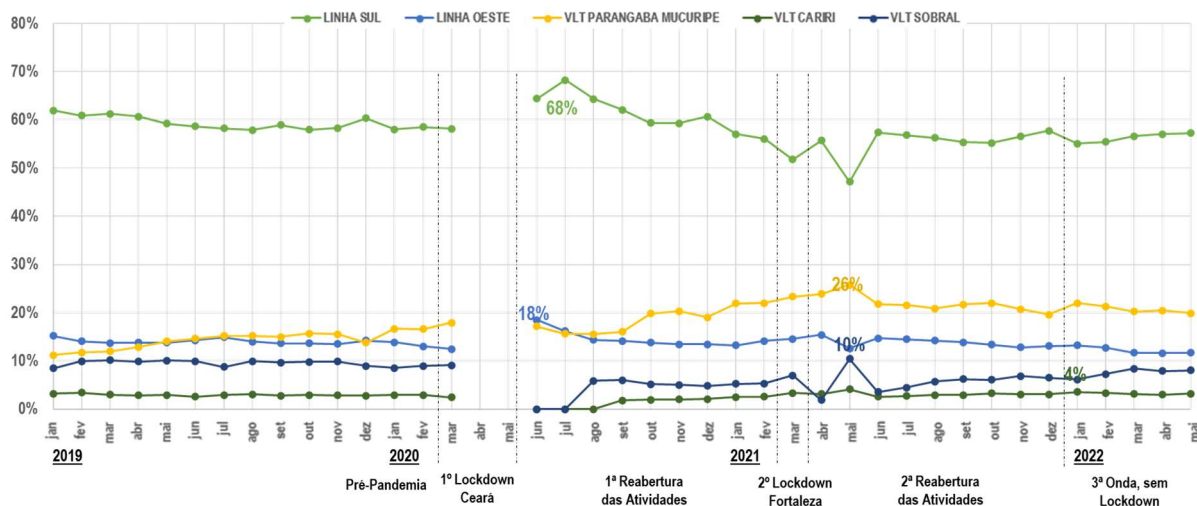
## 5.2 Evolução da participação das linhas no sistema estadual

As proporções de participação de cada linha na demanda total do sistema metroferroviário, representadas pelos percentuais da média dos dias úteis (MDU) para cada mês, estão mostradas na Figura 3. Na referida Figura, o correspondente gráfico apresenta, no eixo das ordenadas, o percentual individualizado do MDU correspondente a cada uma das cinco linhas do sistema. Com isso, é possível verificar se há alteração nesses pesos no decorrer de todo o período avaliado. Verifica-se uma forte participação da Linha Sul como a mais importante do sistema cearense com percentuais de participação variando entre 47% a 68%. Enquanto a menor linha, o VLT Cariri, tem uma participação constante no sistema com valores entre 3% e 4%.

Observa-se que o VLT Parangaba-Mucuripe superou a Linha Oeste, em termos de participação na demanda, tornando-se a segunda ligação mais movimentada do sistema. Essa tendência já era observada no começo de 2020, mas com o retorno das operações após a primeira onda, a Linha VLT Parangaba-Mucuripe manteve essa tendência, chegando ao ápice em maio de 2021, quando atingiu 26% de participação no sistema. Ressalta-se que tal fato se deveu à consolidação



dessa linha no contexto da mobilidade metropolitana, haja vista que ela é mais recente do sistema, permanecendo, até o momento, em operação assistida e sem cobrança de tarifa.



**Figura 3:** Participação de cada linha no MDU do sistema metroferroviário do Ceará

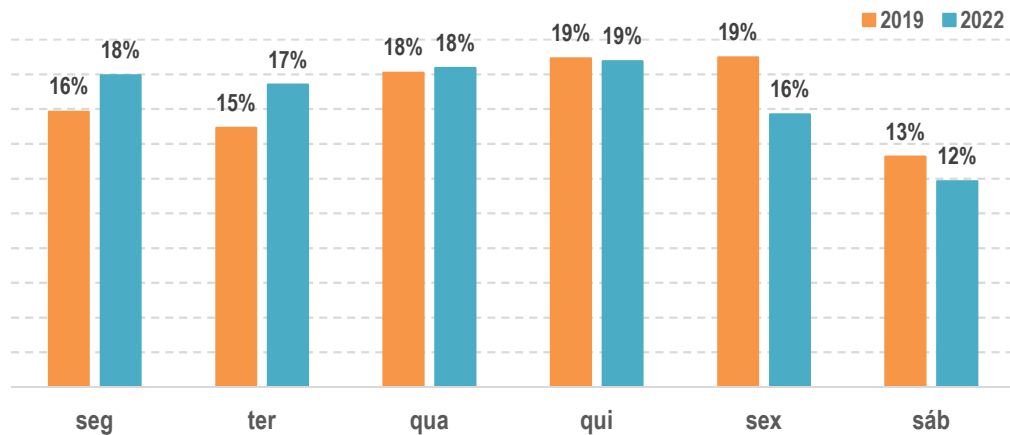
Uma alteração do padrão é registrada em maio de 2021, que corresponde ao período em que o VLT Sobral retoma sua operação após a segunda onda. Como operou por poucos dias no final do mês, seu MDU foi consideravelmente mais elevado que em meses anteriores, ampliando sua participação no sistema, já que a Linha Sul e o VLT Parangaba-Mucuripe ainda continuavam com operação reduzida em virtude da 2ª onda.

No decorrer dos meses de 2022, com o quadro pandêmico controlado em todas as regiões do estado, verifica-se que a participação de demanda em cada linha se aproxima do cenário de pré-pandemia. Em razão disso, pode-se afirmar que a crise sanitária não provocou modificações em termos de participação no sistema, o que equivale a dizer que a queda global de demanda se deu se forma praticamente uniforme em todas as linhas, ainda que, em instantes específicos, tenha havido significativas variações.

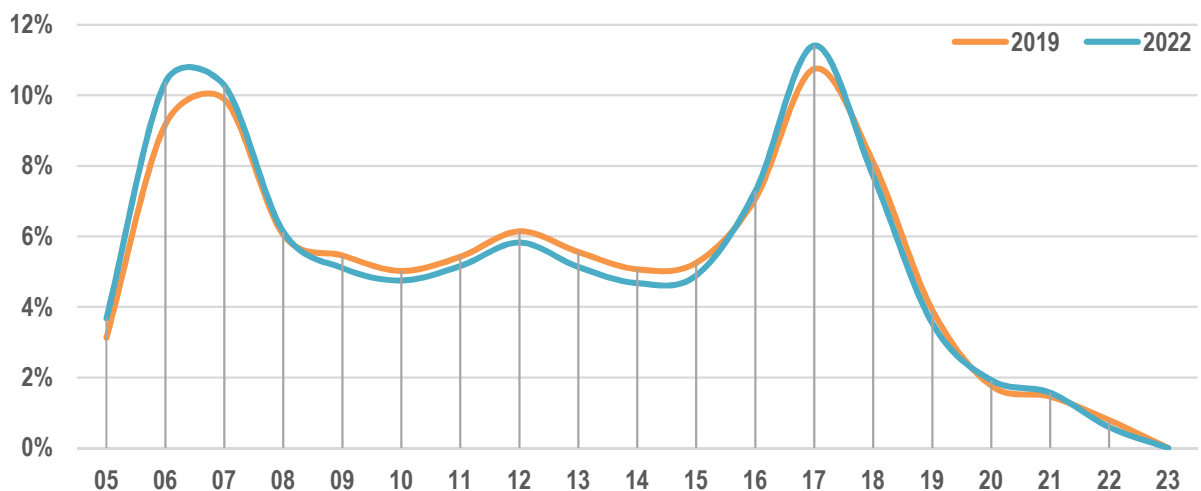
### 5.3 Evolução dos perfis diário e horário de demanda na Linha Sul

Considerando as informações disponíveis para a Linha Sul, as Figuras 4 e 5 apresentam, respectivamente, a distribuição percentual de demanda nos dias de operação (segunda a sábado) e a distribuição percentual de demanda nas faixas horárias de operação (05:00 às 23:00). Para ambos os gráficos, foram utilizados os dados referentes a dois períodos, quais sejam, o primeiro trimestre de 2019 (pré pandemia) e o primeiro trimestre de 2022 (pós pandemia), permitindo-se, deste modo, a comparação quanto a esses perfis de comportamento da demanda.

Quanto ao comportamento diário (Figura 4), observa-se que houve uma alteração nos carregamentos da linha, uma vez que os dias iniciais da semana (segunda e terça) passaram a ter uma participação maior na demanda global, se aproximando dos valores observados em 2019 e 2022 para quarta e quinta. Por outro lado, a sexta apresentou uma acentuada queda de movimentação, deixando de ser o dia com o número de passageiros para se tornar, no pós-pandemia, o menos representativo nessa ligação.



**Figura 4:** Distribuição de demanda por dia na Linha Sul do sistema metroferroviário do Ceará, nos períodos dos primeiros trimestres de 2019 e de 2022



**Figura 5:** Distribuição horária de demanda na Linha Sul do sistema metroferroviário do Ceará, nos períodos dos primeiros trimestres de 2019 e de 2022

No tocante ao comportamento horário (Figura 5), no entanto, não houve significativa alteração no perfil da curva de distribuição, denotando que, ao longo do dia, os momentos de realização das viagens permanecem com os mesmos padrões históricos usuais. O pico da manhã manteve-se entre 06:00 e 08:00 e o pico da tarde ficou compreendido entre as 17:00 e 18:00. Interessante notar que, diferentemente de outros sistemas de transportes, não há um pico consideravelmente acentuado ao meio-dia, horário que apresenta carregamento similar aos demais horários entre picos. Em 2022, observa-se que ocorreu uma maior participação no carregamento dos picos, em detrimento de uma diminuição nas faixas horárias de entre picos.

## 6. CONCLUSÕES

O efeito da pandemia na movimentação de passageiros nas linhas metroferroviárias do estado do Ceará foi significativo, uma vez que não se restringiu aos períodos de maiores restrições das atividades econômicas, estendendo suas consequências para a atualidade, quando o quadro de



gravidade sanitária está praticamente superado. Frisa-se que as linhas metroferroviárias cearenses, além de possuírem os atrativos intrínsecos ao modal (maior velocidade operacional, maior segurança viária, maior previsibilidade de oferta e maior conforto), também se mostram economicamente mais vantajosas do que as linhas de ônibus que atendem percursos similares, uma vez que o metrô têm tarifas mais módicas, seja no contexto metropolitano da RMF (Linhas Sul e Oeste), urbano de Fortaleza (Linha VLT Parangaba-Mucuripe, neste caso sem cobrança de tarifa), metropolitano da Região do Cariri (Linha VLT Cariri) ou urbano de Sobral (VLT Sobral). Portanto, mesmo com essa importante vantagem competitiva, sobretudo na atual conjuntura de dificuldade econômica acentuada, o sistema metroferroviário do Ceará ainda não retomou o patamar de quantidade de passageiros transportados antes do período pandêmico.

Do ponto de vista da comparação quanto à participação de cada linha na demanda global, os resultados obtidos denotam que os efeitos da pandemia não foram significativamente destoantes entre as diferentes ligações, pois a proporção de demanda entre elas praticamente não foi alterada neste momento de estabilização e controle sanitário. Já a análise dos perfis de comportamento diário e horário da Linha Sul, única ligação em que foi possível dispor dos dados dessa natureza, mostra que os deslocamentos foram realocados, de maneira que houve uma uniformização de movimentação de segunda à quinta, enquanto a sexta apresentou uma acentuada diminuição. A curva de distribuição horária, por sua vez, seguiu o padrão do período de pré-pandemia, porém houve uma acentuação ainda maior nos horários de pico. Combinados, os dois comportamentos sugerem que os usuários passaram a restringir mais os deslocamentos aos dias e horários mais associados ao motivo de viagem “trabalho”. Por outro lado, infere-se que as viagens por outros motivos se tornaram menos frequentes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cascetta, E. (2009) *Transportation Systems Analysis*. (Vol. 29). Springer US, Boston, MA. doi:10.1007/978-0-387-75857-2
- CEARÁ. DECRETO Nº 33.510, de 16 de março de 2020. , Série 3, Ano XII, Nº 053, Caderno 1/4 Diário Oficial do Estado do Ceará (2020). Obtido de <https://www.ceara.gov.br/decretos-do-governo-do-ceara-com-aco-es-contra-o-coronavirus/>
- CEARÁ. DECRETO Nº 33.608, de 30 de maio de 2020. , Série 3, Ano XII, Nº 110, Caderno Único Diário Oficial do Estado do Ceará 12 (2020). Obtido de <https://www.ceara.gov.br/decretos-do-governo-do-ceara-com-aco-es-contra-o-coronavirus/>
- CEARÁ. DECRETO Nº 33.965, de 04 de março de 2021. , Série 3, Ano XIII, Nº 052, Caderno Único Diário Oficial do Estado do Ceará 4 (2021).
- FORTALEZA. (2022) *Informe Semanal COVID-19* (No. 27). (p. 10). Coordenadoria de Vigilância em Saúde - Célula de Vigilância Epidemiológica, Fortaleza. Obtido de [https://coronavirus.fortaleza.ce.gov.br/boletim-epidemiologico.html#:~:text=onda%20ocorreu%20no%20dia%2024,2021%20\(69%2C4\).&text=de%20%C3%B3bitos%20ocorreu%20no%20dia,uma%20redu%C3%A7%C3%A3o%20r%C3%A1pida%20das%20fatalidades](https://coronavirus.fortaleza.ce.gov.br/boletim-epidemiologico.html#:~:text=onda%20ocorreu%20no%20dia%2024,2021%20(69%2C4).&text=de%20%C3%B3bitos%20ocorreu%20no%20dia,uma%20redu%C3%A7%C3%A3o%20r%C3%A1pida%20das%20fatalidades).
- Gramsch, B., Guevara, C. A., Munizaga, M., Schwartz, D., e Alejandro Tirachini. (2022) The effect of dynamic lockdowns on public transport demand in times of COVID-19: Evidence from smartcard data. *Transport Policy*. doi:10.1016/j.tranpol.2022.06.012
- Orro, A., Novales, M., Monteagudo, Á., Pérez-López, J.-B., e Bugarín, M. R. (2020) Impact on City Bus Transit Services of the COVID-19 Lockdown and Return to the New Normal: The Case of A Coruña (Spain). *Sustainability*, 12(17), 7206. doi:10.3390/su12177206
- Parker, M. E. G., Li, M., Bouzaghrane, M. A., Obeid, H., Hayes, D., Frick, K. T., Rodríguez, D. A., Sengupta, R., Walker, J., e Chatman, D. G. (2021) Public transit use in the United States in the era of COVID-19: Transit riders’ travel behavior in the COVID-19 impact and recovery period. *Transport Policy*, 111, 53–62. doi:10.1016/j.tranpol.2021.07.005