

CATEGORIA 3

MONITORAMENTO DA LOTAÇÃO DOS TRENS NO METRÔ-SP: GESTÃO DA OFERTA NO CONTEXTO DO COVID-19

INTRODUÇÃO

A presença do novo Coronavírus (COVID-19) impôs à sociedade a necessidade de realizar isolamento social e mitigar o contato físico entre os indivíduos. Esses fatores resultaram em um desafio aos transportes de massa: reduzir e controlar sistematicamente a lotação.

Na perspectiva do setor metroferroviário, a complexidade dessa conjuntura gerou diversos impactos socioeconômicos, tais como: a redução da receita tarifária (ANPTrilhos, 2020); a necessidade de aumentar os investimentos em recursos dedicados

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



à higiene; o desafio de se desenvolver, em pouco tempo, novos arranjos de trabalho, adequar processos e revisar estratégias de curto, médio e longo prazo.

Sob esses impactos, a Companhia do Metropolitano de São Paulo – METRÔ-SP empregou diversas ações voltadas para proteção da saúde de seus empregados e passageiros, bem como para manutenção da prestação dos serviços à população (METRÔ-SP, 2020a). É neste cenário de queda abrupta do número de passageiros transportados, imprevisibilidade de demanda e restrições do quadro de funcionários da Diretoria de Operações – DO, que se enquadra o objeto desse estudo: a adoção de estratégias operacionais relacionadas à oferta de trens nas linhas 1, 2 e 3, visando manter o nível de serviço no padrão desejado, com uma meta de lotação dos trens, máxima, de dois passageiros em pé, por metro quadrado (pass./m²), por carro, durante o período excepcional de quarentena estabelecido pelo Governo do Estado de São Paulo (Decreto nº 64.881, de 22 de março de 2020).

O índice de lotação tem relação direta com o equilíbrio entre a oferta de trens e a demanda de viagens, por isso a aferição acurada desta é essencial. O processo vigente na companhia requer até um dia para ser concluído e disponibilizado aos interessados (alta direção e coordenadorias), especialmente à Coordenadoria de Estratégia Operacional – CEO, responsável pela realização de estudos sobre o dimensionamento, programação e adequação da oferta de trens - o que se mostrou inoportuno diante do cenário pandêmico.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Formulou-se, então, dentre outras ideias menos viáveis, a hipótese de que poderia ser mensurada a quantidade real de passageiros no interior dos carros a partir de uma contagem em campo, metodologicamente padronizada, utilizando uma ferramenta acessível e editável em múltiplas plataformas (smartphone; tablet e computador) por meio da internet; sem custo adicional para a empresa; feita com os recursos (humanos e tecnológicos) disponíveis, para agregar rapidez ao processo e agilidade às eventuais medidas operacionais a cargo do Centro de Controle Operacional – CCO para o cumprimento da meta estabelecida.

A proposta deste trabalho é apresentar, ao longo da seção diagnóstica, a ferramenta desenvolvida pelo METRÔ-SP para aprimorar a aferição do carregamento dos trens, bem como as principais características do processo em vigor. Na seção seguinte, expõem-se e analisa-se com abordagens quantitativas e qualitativas as decisões de contorno adotadas com base nas informações geradas pela nova ferramenta para controlar a lotação, especificamente ao longo dos meses de abril e maio de 2020. O trabalho é finalizado com as conclusões seguidas pelas referências.

DIAGNÓSTICO

O METRÔ-SP possui um processo estatístico de contabilização de fluxo e lotação dos trens adequado para o planejamento da oferta e demanda da operação comercial rotineira, ou seja, aquela em que os padrões são constantes e identificáveis por meio de técnicas matemáticas e de pesquisas com os passageiros (pesquisa Origem-Destino), conforme expõe Santos (1997). Neste trabalho, este processo será classificado como

“processo tradicional”. A figura a seguir ilustra, de forma simplificada, seu fluxo em uma linha temporal:

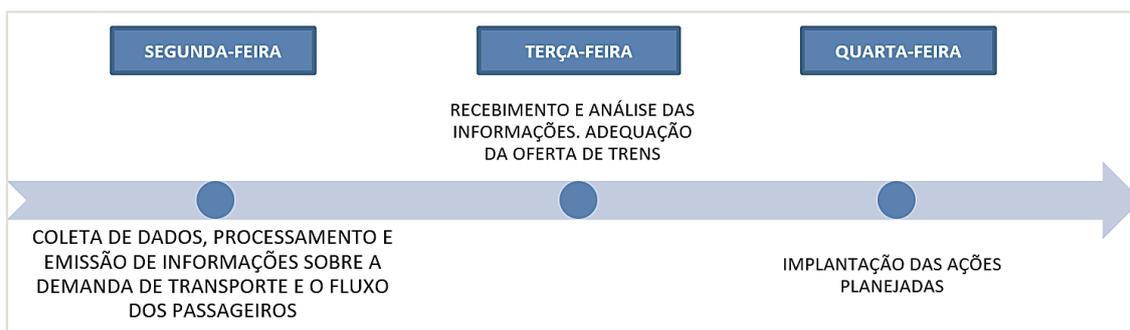


Figura 1 – Fluxo do processo tradicional. Fonte: os autores, 2020.

Pode-se notar que qualquer análise das ações implantadas só poderá ser realizada no dia seguinte a implantação. Assim, as informações geradas a partir de quinta-feira de uma semana só terão impacto na semana posterior, visto que nos finais de semana a demanda é habitualmente menor e apresenta padrões específicos.

O tempo total para concluir o fluxo do processo, avaliar e fazer eventuais adequações na oferta de trens se mostra inconveniente diante do período de quarentena, onde a demanda diária e o fluxo de passageiros estão sujeitos à volatilidade inerente ao quadro social, influenciado pelas determinações das autoridades de saúde.

Outra característica destacável é a distribuição homogênea do somatório do número de passageiros que entram no metrô através dos bloqueios (catracas) pelos seis carros dos trens que compuserem a oferta programada daquele momento. O gráfico a seguir exemplifica como os dados coletados e tratados pela Coordenadoria de Informações

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Gerenciais e Estudos Estratégicos – CTE, responsável pelo processo, podem ser visualizados pelas áreas interessadas:

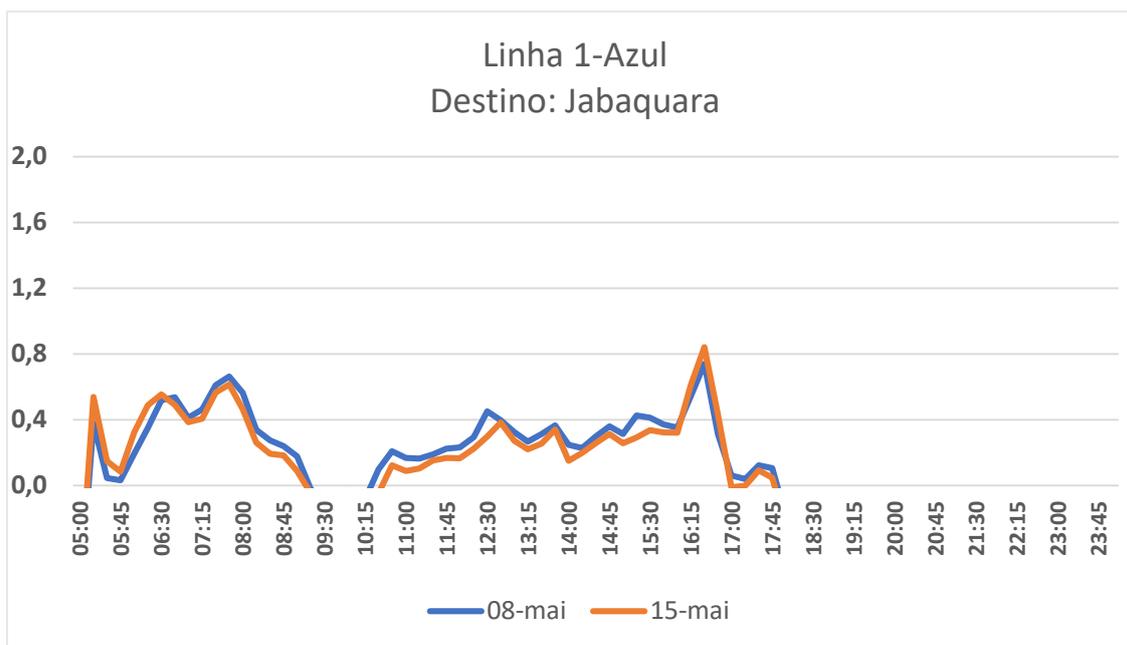


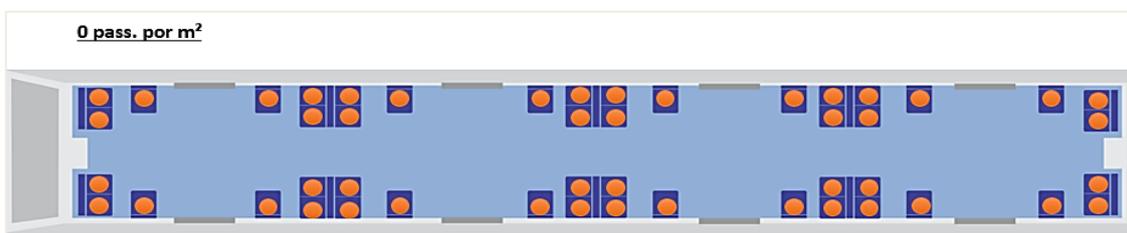
Gráfico 1: Processo tradicional – CTE. Fonte: adaptado de METRO-SP/CTE, 2020b.

No eixo Y (vertical), tem-se a lotação dos trens com destino à estação Jabaquara (na Linha 1-Azul), em uma escala que vai de zero a dois pass./m². No eixo X (horizontal), têm-se os intervalos horários e, portanto, a distribuição da lotação dos trens, pela hora, nos dias 08/05/2020 e 15/05/2020 (duas sextas-feiras consecutivas). Pode-se notar que a lotação dos trens atinge um pico de aproximadamente 0,8 pass./m², na faixa horária de 16h15min. Esse índice de lotação pode ser considerado baixo e dentro da meta definida. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986; 2016), por meio das normas NBR 9260 e NBR 14183, o classifica como confortável, facultando aos passageiros no interior do trem evitarem contato direto entre si, o que possibilita

reduzir, potencialmente, o risco de contágio para àqueles que necessitam do transporte público para se deslocarem pela cidade.

Porém, um grupo de colaboradores foi designado para registrar por meio de fotos e vídeos a lotação dos trens e plataformas, em diferentes horários e pontos, ao longo do dia e das linhas. O trabalho revelou que a lotação real dos carros (aparentemente maior) e a distribuição dos passageiros divergiam das indicações dadas pelo processo tradicional. Os carros dois e três eram frequentemente os mais lotados. Krstanoski (2014, p. 457-458, tradução nossa)¹ explica que a concepção do sistema e o carro mais próximo ao ponto onde o passageiro desembarca estão entre os principais fatores de decisão que influenciam a escolha do carro de embarque, corroborando os fatos observados.

O quadro abaixo ilustra a condição de carros com 0; 1,0; e 2,0 passageiros em pé, por metro quadro propiciando uma noção da diferença existente entre esses níveis de lotação:



¹ “What position is chosen by each individual depends on various factors. Regular transit users may take into consideration the position of the platform exit at their destination station”; “The resulting distribution of alighting passengers in the TU will depend on the passenger behavior and system design elements at all previous stations”.

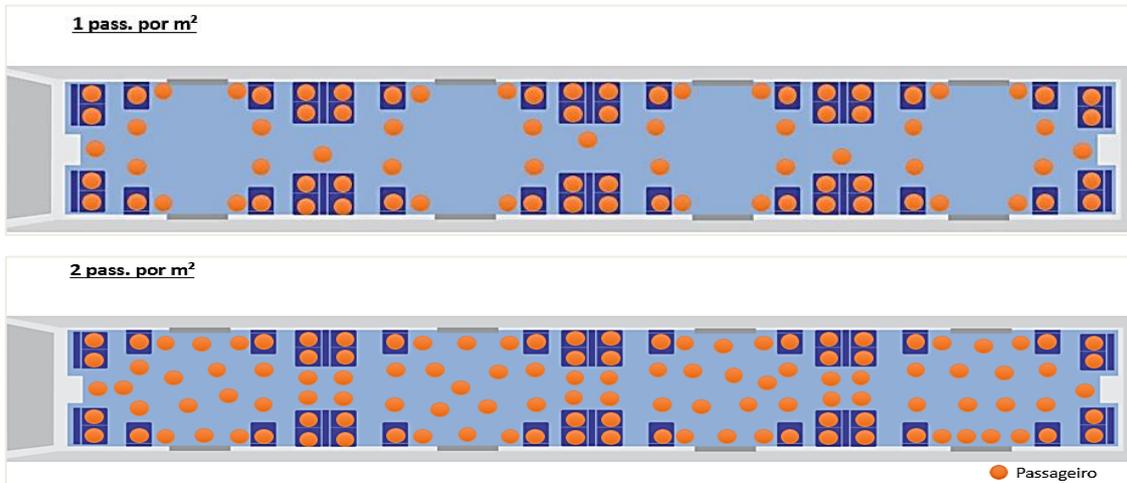


Imagem 1: Passageiros por metro quadrado. Fonte: adaptado de METRO-SP, 2020c.

Portanto, a análise diagnóstica identificou dois pontos a serem aprimorados: o tempo do processo (que deveria ser reduzido) e a precisão dos índices de lotação (acuracidade) diante do comportamento diferenciado da demanda em um cenário pandêmico.

Desenvolveu-se, a partir da hipótese deste trabalho, uma planilha contendo uma tabela cuja estrutura de funcionamento pode ser descrita da seguinte forma: através de um aparelho de comunicação móvel (smartphone ou tablet) com aplicativos de comunicação, compartilhamento e construção coletiva de arquivos, homologados pela empresa, instalados e conectado à internet, um funcionário em campo (na região da plataforma) anota a identificação do trem e a quantidade real de pessoas em pé no carro definido, para isto tem-se, em média, vinte segundos enquanto o trem está com portas abertas. Esse tempo revelou-se suficiente para contar com precisão o número de passageiros. Fórmulas automatizam o cálculo da conversão do número de passageiros contados no indicador de passageiros em pé, por metro quadrado e informam o

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



(sentido à Vila Madalena), no turno manhã e vale, e Brigadeiro (sentido à Vila Prudente), no turno tarde, se deu pelo fato das estações antecederem paradas com transferências de linhas, pois estas caracterizam-se pela tendência de desembarque. Por fim, na Linha 3-Vermelha nota-se que o maior fluxo desembarque do pico manhã e vale é verificado a partir da estação Sé, na plataforma com sentido à estação Palmeiras-Barra Funda. No pico da tarde, o índice de lotação dos trens vai aumentando conforme o mesmo se dirige para estação Corinthians-Itaquera, sendo que a partir da estação Brás tem-se uma tendência ao desembarque, por esse motivo, o maior carregamento dos trens pode ser verificado na estação Pedro II. Para complementar a descrição acima, apresenta-se uma tabela com a grade de medição das três linhas monitoradas e o mapa do transporte metropolitano, onde podem ser vistas as estações de referência:

Tabela 1 – Grade de medição das Linhas 1,2 e 3. Fonte: os autores, 2020.

LINHA	HORARIO (hh:mm)	PLATAFORMA	DESTINO DO TREM	CARRO
1 - AZUL	06:00 às 8:30	Japão-Liberdade	estação Jabaquara	2
	11:00 às 13:00	Japão-Liberdade	estação Jabaquara	
	16:30 às 19:00	Japão-Liberdade	estação Tucuruvi	
2 - VERDE	06:00 às 8:30	Santos-Imigrantes	estação Vila Madalena	2
	11:00 às 13:00	Santos-Imigrantes	estação Vila Madalena	
	16:30 às 19:00	Brigadeiro	estação Vila Prudente	
3 - VERMELHA	06:00 às 8:30	Pedro II	estação Palmeiras-Barra Funda	3
	11:00 às 13:00	Pedro II	estação Palmeiras-Barra Funda	
	16:30 às 19:00	Pedro II	estação Corinthians-Itaquera	

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Imagem 3: Mapa do Transporte Metropolitano. Fonte: METRO-SP, 2020e.

Através do mapa podem-se notar os pontos de conexão com as demais operadoras de transporte, bem como inferir a representatividade dessa integração na demanda e no fluxo de passageiros nas linhas observadas neste artigo.

Simultaneamente, a planilha disponibiliza um gráfico para visualização e interpretação facilitada dos dados inseridos. Cada registro fica disponível (*on-line*) segundos após a

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



inserção (*near real time*), variando conforme a disponibilidade de acesso à internet. Abaixo, tem-se o exemplo do gráfico gerado pela medição realizada no período da manhã na Linha 1 – Azul, no dia 08 de maio de 2020:

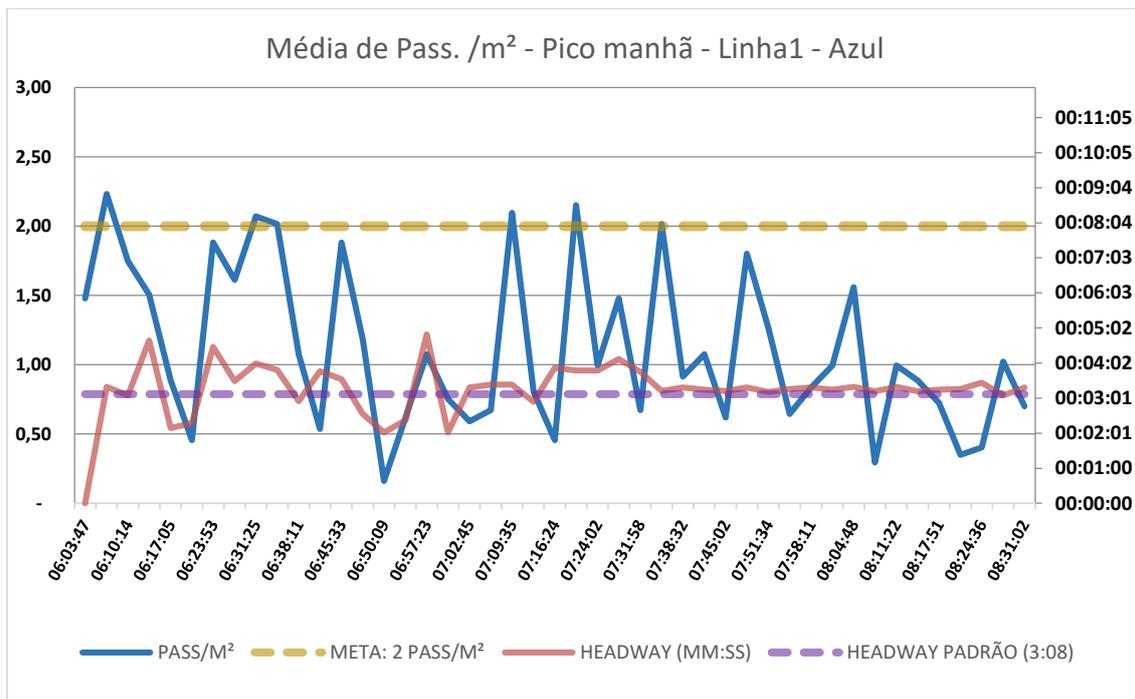


Gráfico 2: Nova ferramenta de medição. Fonte: os autores, 2020.

No eixo X (horizontal) tem-se a indicação das horas, minutos e segundos exatos em que os trens deixaram a plataforma da estação após prestarem serviço. Existem dois eixos Y (verticais), um primário, à esquerda, e um secundário, à direita. O eixo Y primário reúne o índice da lotação do carro, isto é, o número de passageiros em pé dividido pela área do carro, padronizada em 37,2 metros quadrados. No eixo Y secundário, tem-se uma escala de tempo apontando o intervalo real dos trens (*headway real*), calculado pela diferença dos horários em que os trens partiram da estação. Além disso, existem duas linhas referenciais: uma para a meta estabelecida de lotação e outra para o intervalo de

trens padrão (*headway* programado), definido matematicamente a partir da Programação de Oferta de Trens – POT, formulada pela CEO.

Por fim, estabelecidas as características do processo tradicional e da nova ferramenta, salienta-se que ambos são complementares e não concorrentes. Com mais informações disponíveis pode-se entender melhor a dinâmica dos fluxos de passageiros e planejar ações mais eficientes e eficazes.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os atributos observados na nova ferramenta: precisão dos índices de lotação dos carros e rapidez (tempo próximo ao real) na disponibilização destes às partes interessadas, mostraram suprir as carências do processo tradicional. Ao comparar a faixa horária entre 7h15min e 8h00min dos gráficos apresentados, tem-se um índice próximo a 0,6 pass./m² no gráfico gerado a partir do processo tradicional, enquanto o segundo gráfico aponta uma lotação próxima à 2,0 pass./m². Tal diferença é significativa e o fato de a ferramenta proposta medir a quantidade real de passageiros no interior dos carros denotou maior fidelidade às condições vivenciadas por estes.

Além disso, levantou-se a questão da distribuição dos passageiros ao longo do trem, problemática percebida através de fotos e vídeos e que, da mesma forma, pôde ser comprovada pelo gráfico gerado pela nova ferramenta quando se realizou a medição simultânea do carro mais carregado (carro 3) e do mais vazio (carro 6), eleitos a partir da observação cotidiana dos empregados em campo. Tais medições foram feitas nas

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



linhas 1 e 3. Expõe-se, abaixo, aquela realizada na Linha 3 – Vermelha, no dia 20/05/2020:

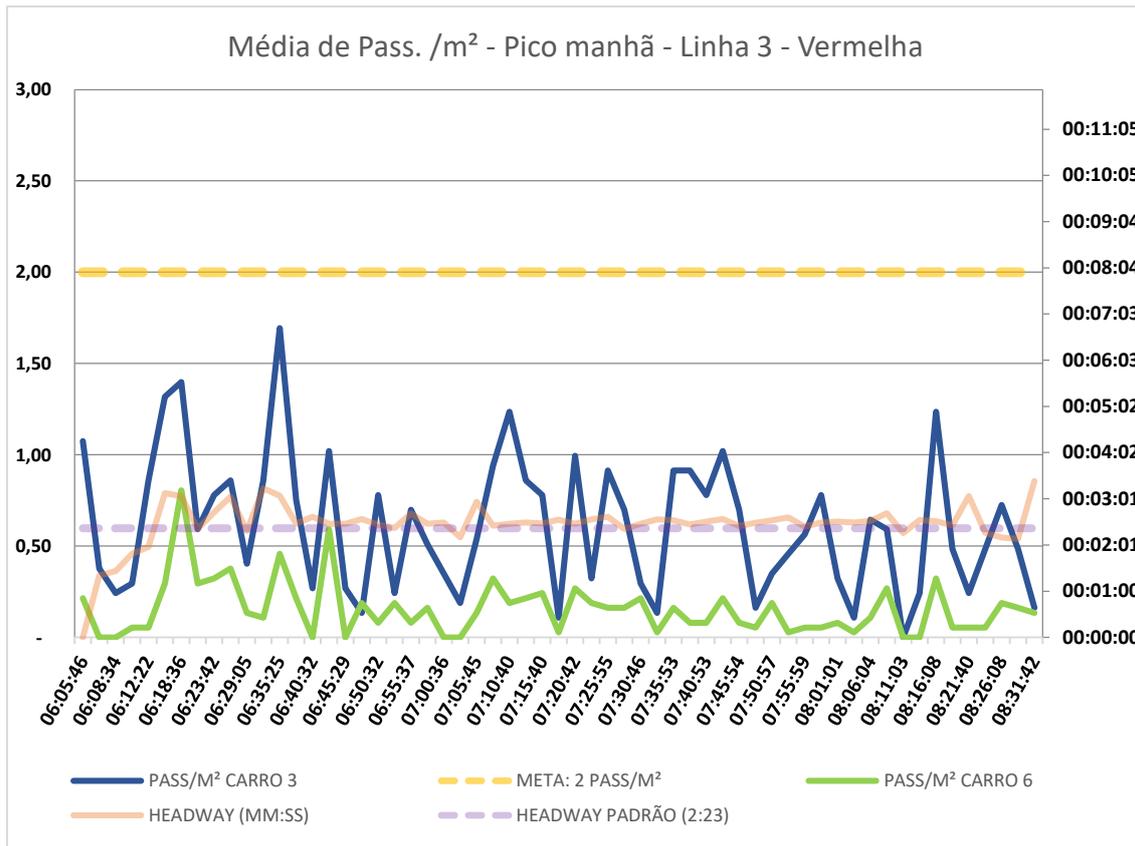


Gráfico 3: Medição simultânea em carros do mesmo trem. Fonte: os autores, 2020.

Por meio da análise do gráfico concluiu-se que a diferença de lotação dos carros representava uma oportunidade de reduzir a lotação do carro mais carregado. A impercepção dessas diferenças pelos tomadores de decisão aumentaria o risco de se adotar ações inócuas.

As novas informações obtidas e o desafio de atender a população em condições adversas motivaram a intensificação da integração interna do Departamento de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Operação Centralizada e Tráfego - OPC por meio de suas coordenadorias: CEO; Coordenadoria Operacional de Tráfego - CTO; Coordenadoria de Controle Centralizado – CPO; paralelamente, buscou-se a ampliação dos esforços conjuntos com outros departamentos como o Departamento de Operações - OPE e o Departamento de Relacionamento com o Passageiro – OPR, resultando na criação de grupos de trabalhos contendo representantes de todas as áreas citadas e equipes multiprofissionais para variadas frentes de atuação, com vistas à adequação sistemática da lotação no interior dos trens.

Com isso, houve a ampliação das ações para melhorar a distribuição dos passageiros nas plataformas e, conseqüentemente, nos trens; adaptações nas configurações dos acessos às áreas de embarque para orientação do fluxo de passageiros nas estações (sob responsabilidade do OPE); criação de mensagens específicas para audição pública (*Public Audition* - PA) elaboradas pelo OPR para emissão nas estações e trens. Os resultados dessas ações não puderam ser individualmente mensurados e quantificados até a conclusão desse artigo, pois estão em análise pelos grupos de trabalho responsáveis, mas representam uma oportunidade para trabalhos futuros.

Corrêa (1999, p.4) afirma que “a operação do tráfego de trem em uma linha de metrô pode ser dividida em duas etapas: planejamento e controle”. A CEO, responsável pelo planejamento, acompanhou diariamente as medições realizadas e revisou, sempre que necessário, a programação de oferta de trens - em situações de rotina essa revisão é feita mensalmente, visto que a demanda é mais estável. Dessa forma, entre os meses

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



de abril e maio, a oferta de trens nas três linhas aumentou 33% nos horários de pico (manhã e tarde) e 19% nos horários de vale. Além disso, revelou-se a necessidade de antecipar a injeção de trens nas linhas nos horários de pico para que a demanda fosse adequadamente atendida.

A visualização de uma maior massa de dados levou ao planejamento de estratégias como: possibilidade de manobra e/ou injeção de composições no carrossel para adequar a oferta de trens às demandas de passageiros com mais assertividade; trens reservas estacionados ao longo das linhas; envios de trens vazios sem prestar serviço por algumas estações para atender uma necessidade específica.

Essas opções foram disponibilizadas à CPO, responsável pelo CCO – efetivo controlador do tráfego, e postas em prática quando o gráfico da nova ferramenta indicava a necessidade, pois o CCO o adotou como base para tomada de decisões operacionais imediatas ao longo do dia. Uma tela monitorando os dados foi colocada em cada console de controle de trens (um console por linha), inclusive os operadores dos consoles colaboravam, eventualmente, com o preenchimento da coluna referente a identificação dos trens, simbolizando o engajamento desses funcionários com o projeto. O gráfico abaixo exemplifica e evidencia os momentos em que uma das estratégias foi adotada e seus impactos:

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

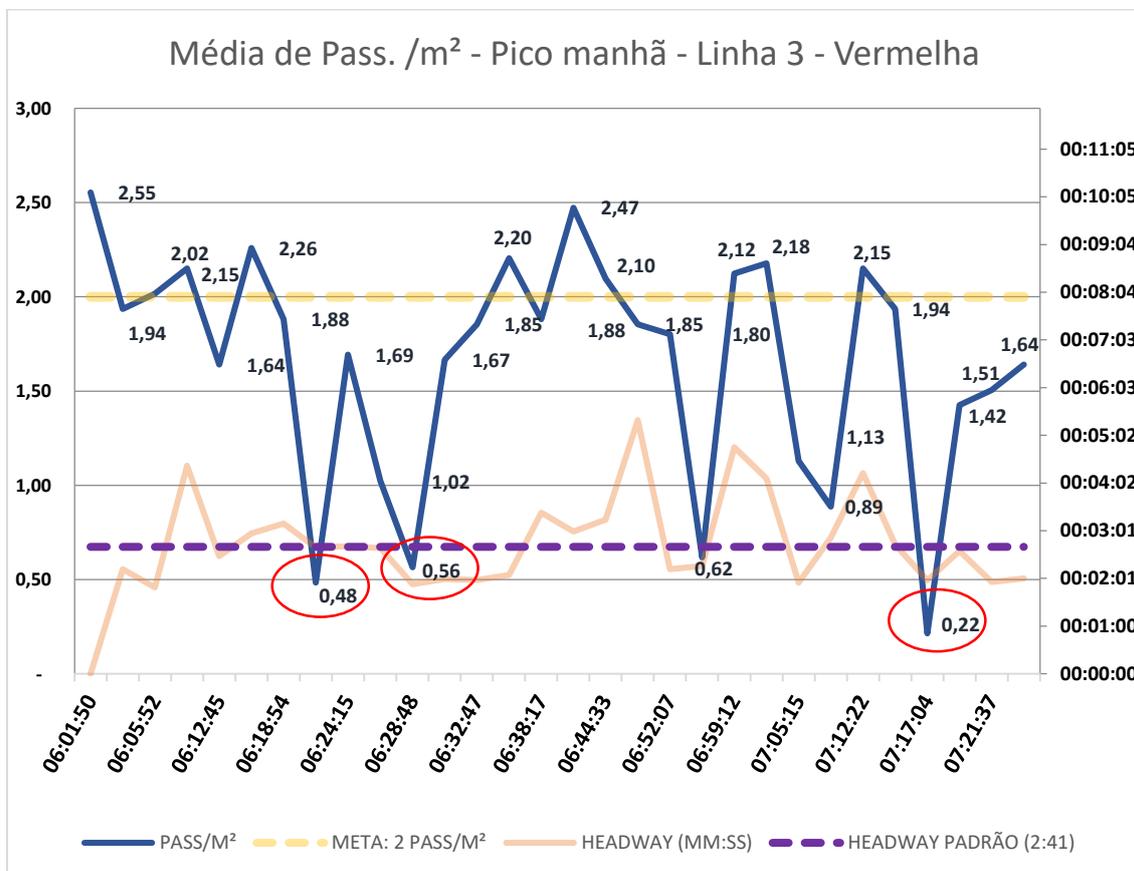


Gráfico 4: Ações do CCO na Linha 3 - Vermelha. Fonte: os autores, 2020.

Os círculos destacados representam os trens vazios (de estratégia) injetados na linha a partir de manobras do Estacionamento de Penha – EPN. Pode-se notar que a lotação dos trens fluía na casa de 2,0 pass./m² e os trens de estratégia reduziram essa lotação para cerca de 0,5 pass./m². Destaca-se que cada ação planejada e executada teve seus efeitos avaliados imediatamente através do gráfico, algo que seria impossível para o processo tradicional.

Além das estratégias mencionadas acima, percebeu-se por meio do acompanhamento diário dos gráficos que as seguintes ações poderiam gerar resultados positivos: redução do intervalo de trens em momentos e locais específicos; adequação da regulação do

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



tempo de parada nas estações; regulação da taxa de aceleração dos trens. O gráfico a seguir, composto por dados do dia 27 de maio de 2020, demonstra a aplicação integrada dessas estratégias para estabilizar a regularidade do *headway* (linha laranja):

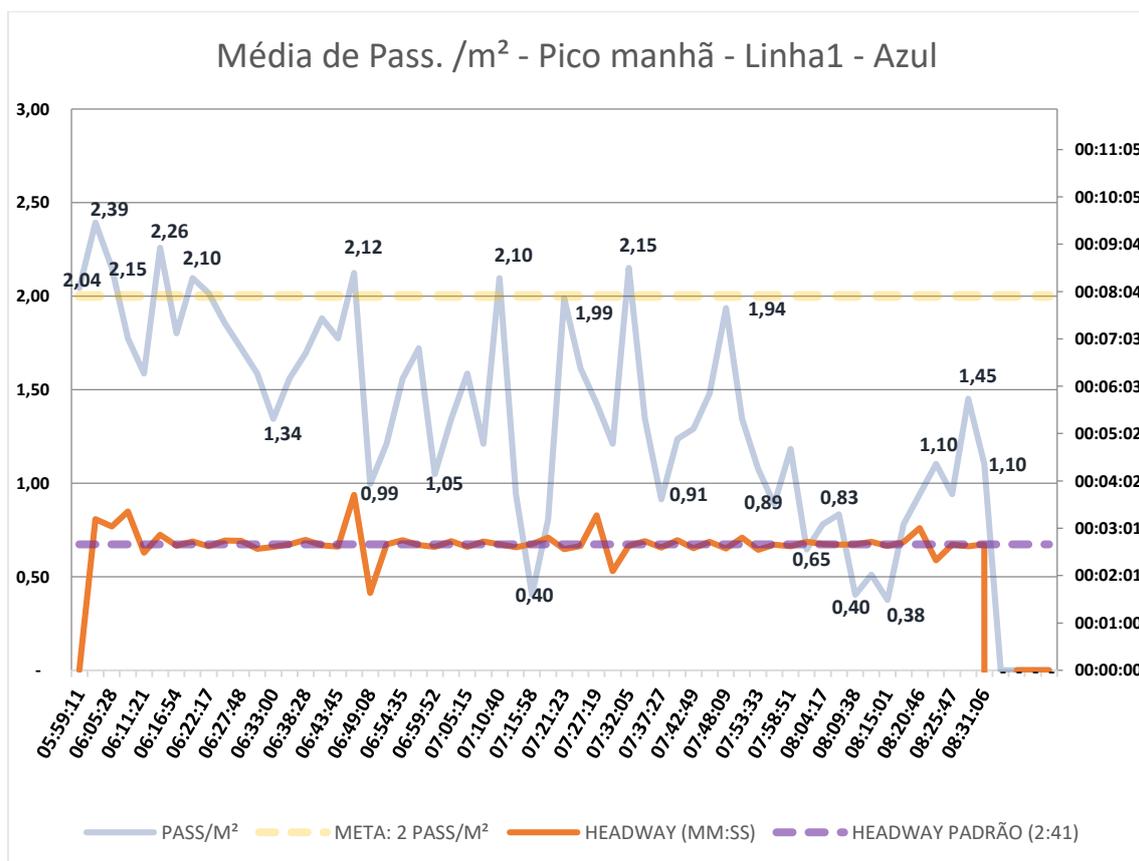


Gráfico 5: Regularidade do *headway* real. Fonte: os autores, 2020.

Schmöcker, Cooper e Adeney (2005, p 30-31, tradução nossa)² abordam esse fenômeno em um estudo realizado pela Railway Technology Strategy Center da Imperial College

² “[...] if a uniform passenger arrival distribution is assumed, the train immediately following a large service interval will have to carry significantly more of the average demand. This is likely to lead to longer dwell times and even more delays to and irregularity of the service”; “Reliability has often been identified as the main performance criterion for customer satisfaction on metros”.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



London em colaboração com a Community of Metros (CoMET), explicando que o intervalo dos trens afeta tanto a lotação quanto a percepção da confiabilidade do serviço prestado, sendo o principal critério para satisfação dos passageiros.

Da mesma forma, identifica-se que em alguns momentos a lotação do carro medido extrapolou a meta estabelecida, o que pode ser explicado, em primeiro lugar, pela complexidade intrínseca à inter-relação do fluxo de passageiros com o universo do planejamento e regulação da oferta de trens. Os gráficos a seguir expõem a quantidade total de medições feitas em cada linha no período definido no escopo deste artigo, apontando a porcentagem de vezes em que a meta foi ultrapassou:

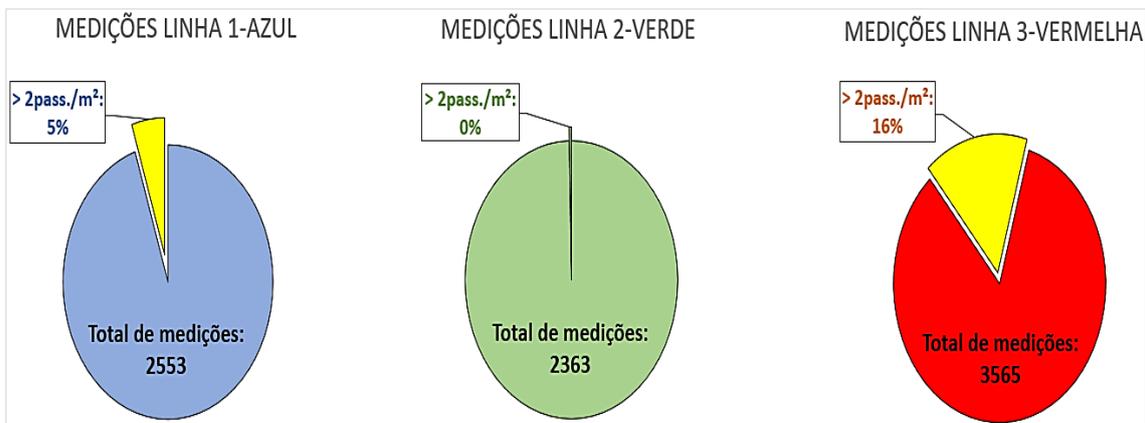


Gráfico 5: Porcentagem em que a meta foi ultrapassada, por linha. Fonte: os autores, 2020.

Tais índices de superação da meta também resultam da influência de fatos imprevisíveis e eventuais, como: falhas em equipamentos de trens e vias; interferências externas como falha no fornecimento de energia, incidentes com passageiros e outros. (BARRON

et al, 2013, p. 2, tradução nossa)³. Nessas situações, pode ser inevitável descumprir a programação de oferta de trens, mas é importante destacar a relevância de se monitorar os impactos desses incidentes, assim como é permitido pela ferramenta proposta.

Com isto, exemplifica-se a característica gerencial da nova ferramenta, pois através de filtros e análises é possível decidir o direcionamento dos recursos, avaliar a eficácia das estratégias executadas e retroalimentar o processo de planejamento e controle. Poderiam, também, serem extraídas informações por linha, por horário, por período e outras, sendo mais um resultado positivo agregado.

Encerra-se esta seção relatando algumas ações da CTO que se enquadram no contexto deste artigo, todas necessárias para a ativação das equipes para a operação dos trens, são elas: a disponibilidade de funcionários em todos os postos do tráfego, de equipamentos de segurança como máscaras, óculos de proteção e higienização das cabines de trem em todas as estações terminais.

Incluir essas ações com resultados da nova ferramenta apresentada se justifica pelo lado humano da prestação do serviço de transporte e pelo encadeamento dos fatos: na medida em que a nova ferramenta indicava a necessidade de se ampliar a oferta de trens, disparava-se uma requisição para a ampliação de empregados habilitados para

³ “All transit operators face delays and disruptions due to incidents. This includes incidents more directly within the operator’s control, such as equipment failures and train or staff availability, as well as those less within the operator’s control, like suicides or power supply problems”.

operar os trens, para que isso acontecesse era necessário que as ações supra citadas ocorressem, uma vez que a ausência desses profissionais inviabilizaria qualquer estratégia ou ação planejada para manter a lotação dos trens dentro da meta estabelecida.

CONCLUSÕES

Neste momento de grandes mudanças oriundas dos impactos da pandemia COVID-19, a volatilidade da demanda de transporte e outras incertezas conjecturais impuseram a necessidade de verificar, com rapidez e precisão, se a oferta de viagens estava adequada para o cumprimento do nível de lotação estipulado, condições que as características do processo tradicional vigente deixavam de contemplar.

A utilização conjunta do processo tradicional com a nova ferramenta possibilitou a ampliação das informações permitindo formular, implantar, monitorar e avaliar estratégias capazes de manter o serviço essencial de transporte em condições de resguardar a saúde de passageiros e funcionários, uma vez que o índice de lotação de 2 pass./m² faculta um certo grau de afastamento entre os passageiros de um mesmo carro.

A ferramenta de monitoramento apresentada atendeu aos objetivos de sua criação, confirmando a hipótese deste artigo sobre a possibilidade de mensurar a quantidade real de passageiros, disponibilizando aos tomadores de decisões informações em tempo próximo ao real.

Por fim, buscou-se destacar que todos os resultados atingidos foram construídos por meio de sinergia entre diferentes equipes de trabalho formadas por integrantes engajados de coordenadorias e departamentos distintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 9260**: Serviço Metropolitano – Nível de Conforto – Acomodação em pé: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 2 p.

_____. **ABNT NBR 14183**: Trem Metropolitano – Acomodação e Capacidade de Passageiros. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 4 p.

AMADEI, J. R. P. FERRAZ, V. C. T. **Guia para elaboração de referências: ABNT NBR 6023:2018**. Bauru, 2019. 54 p. Disponível em: <https://usp.br/sddarquivos/aulasmetodologia/abnt6023.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

ANPTrilhos – Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos. **Balanco do setor metroferroviário**: 1º trimestre de 2020. DF: ANPTrilhos, 2020. 8 p. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2020/05/anptrilhos-balanco-1tri2020.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2020.

BARRON, A. *et al.* A passenger-focused management approach to the measurement of train delay impacts. *In*: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 92., 2013, Washington, D.C. **Anais** [...]. Washington, D.C: Transportation Research Board,

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



2012. Disponível em: https://www.academia.edu/22325311/Barron_et_al_2013_-_TRB_Paper_13-3345. Acesso em: 10 jun. 2020.

CORRÊA. S. S. **Regulação robusta de tráfego em linhas de metrô**. 1999. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/260652/1/Correa_SilvinoSoares_D.pdf. Acesso em: 23 jun. 2020.

KRSTANOSKI, N. Modelling passenger distribution on metro station platform. **International Journal for Traffic and Transport Engineering**, Bitola, v. 4, n. 4, p 456–465, out. 2014. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2014.4\(4\).08](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2014.4(4).08). Acesso em: 05 jun. 2020.

METRÔ-SP - Companhia do Metropolitano de São Paulo. **Medidas adotadas contra COVID-19**. São Paulo: METRÔ-SP, 2020a. 5 p. Disponível em: <https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/medidas-dotadas/resource/51b7c681-d38c-478e-a4de-2983d6c10e06>. Acesso em: 25 mai. 2020.

_____. Departamento de Operação Centralizada e Tráfego. **Dados de carregamento e lotação**. Destinatários: Grupo de Trabalho Lotação de Trens – COVID-19. São Paulo, 18 mai. 2020b. 1 mensagem eletrônica.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



_____. Coordenadoria de
Informações Gerenciais e Estudos Estratégicos. **Lotação por m²**. Destinatários: Grupo de
Trabalho Lotação de Trens – COVID-19. São Paulo, 30 mar. 2020c. 1 mensagem
eletrônica.

_____. Coordenadoria de
Informações Gerenciais e Estudos Estratégicos. **Monitoramento da lotação durante a
pandemia**. Destinatários: Grupo de Trabalho Lotação de Trens – COVID-19. São Paulo,
30 abr. 2020d. 1 mensagem eletrônica.

_____. **Mapa da rede**. São Paulo:
METRÔ-SP, 2020e. 5 p. Disponível em: [https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/
medidas-dotadas/resource/51b7c681-d38c-478e-a4de-2983d6c10e06](https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/medidas-dotadas/resource/51b7c681-d38c-478e-a4de-2983d6c10e06). Acesso em: 30
mai. 2020.

SANTOS, M. A. M. dos. A distribuição da demanda de viagens no METRÔ e sua aplicação
no dimensionamento da oferta de trens. *In*: Congresso Nacional de Transportes
Públicos, 11., 1997, Belo Horizonte. **Anais [...]**. São Paulo: Associação Nacional de
Transportes Públicos, 1997. Disponível em: [http://files-
server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/BA29C597-
B014-4DF3-A0B6-4DEE55ED2249.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/BA29C597-B014-4DF3-A0B6-4DEE55ED2249.pdf). Acesso em: 20 mai. 2020.

SCHMÖCKER, J; COOPER, S.; ADENEY, W. (2005). Metro Service Delay Recovery:
Comparison of Strategies and Constraints Across Systems. **Journal of the**

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Transportation Research Board, Washington, D.C., n. 1930, p. 30–37, jan. 2005.

Disponível em: [https://www.academia.edu/4464307/Metro_Service_Delay_Recovery_](https://www.academia.edu/4464307/Metro_Service_Delay_Recovery_Comparison_of_Strategies_and_Constraints_Across_Systems)

[Comparison_of_Strategies_and_Constraints_Across_Systems](https://www.academia.edu/4464307/Metro_Service_Delay_Recovery_Comparison_of_Strategies_and_Constraints_Across_Systems). Acesso em: 12 jun. 2020.