

CATEGORIA 1

O USO DE DADOS DO SISTEMA DE BILHETAGEM ELETRÔNICA NO PLANEJAMENTO OPERACIONAL DE GRADES HORÁRIAS

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é uma atividade essencial para o desenvolvimento e qualidade de vida de uma sociedade. A facilidade de deslocamento das pessoas está intimamente ligada ao transporte público das cidades (VUCHIC, 2007). Assim, as atividades de planejamento e gestão do transporte público são vitais para garantir a qualidade e a eficiência do serviço de transporte público urbano (FERRAZ; TORRES, 2004).

A Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre - TRENSURB é uma empresa pública, localizada no eixo norte da Região Metropolitana de Porto Alegre, que atende diretamente às populações dos municípios de Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do

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



Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo. Atualmente, a empresa opera uma linha com 43,8 quilômetros de extensão e 23 estações, incluindo as duas estações de embarque do sistema Aeromóvel. Em 2019, a TRENSURB transportou 48.055.364 passageiros, sendo a média diária de 160 mil usuários por dia útil. A TRENSURB possui uma frota de 40 trens, sendo 25 Série 100 e 15 Série 200. A Figura 1 apresenta a linha da TRENSURB e as estações por cidade.



Figura 1 – Esquema de linha da TRENSURB

Em abril de 2019, foi realizada a Pesquisa de Satisfação, visando delinear o perfil dos usuários, assim como o grau de satisfação em relação ao serviço prestado (TRENSURB, 2019). O índice geral de satisfação para o ano de 2019 foi de 70,4%, sendo os quesitos de iluminação, limpeza e conservação no interior dos trens, os melhores avaliados. Em relação aos itens intervalo de tempo entre trens, o nível de satisfação foi de 65,1%. Nesta mesma avaliação foi identificado que, em relação a lotação nos trens, o nível de insatisfação era de 42,6%, indicando um ponto a ser priorizado para melhoria da qualidade do serviço de forma a atingir a missão institucional da Empresa de “Transportar pessoas de forma rápida, segura e com qualidade, de modo sustentável” (TRENSURB, 2020a).

Neste contexto, no trabalho serão abordados dois dos principais fatores que influenciam na qualidade do transporte público: frequência de atendimento e lotação. Ferraz e Torres (2004) descrevem que a frequência de atendimento está relacionada ao intervalo de tempo da passagem dos veículos de transporte público e a lotação diz respeito à quantidade de passageiros no interior dos trens. O adequado equacionamento de níveis de lotação e a gestão da oferta e demanda do transporte refletem diretamente na eficiência operacional do serviço. Do ponto de vista econômico, uma maior eficiência no sistema de transporte significa um custo final menor.

Assim, o presente trabalho busca, a partir de dados do sistema de bilhetagem eletrônica, apresentar uma metodologia para a elaboração da programação operacional, com a montagem das tabelas de horários e dimensionamento da frota de trens de uma forma rápida e otimizada, refletindo em uma melhor qualidade do serviço para os usuários.

DIAGNÓSTICO

O conhecimento da variação da demanda de passageiros ao longo do tempo é uma informação fundamental no processo de planejamento das estratégias operacionais. Dessa forma, é possível realizar a adequada oferta de transportes, de modo a proporcionar um atendimento eficiente e de qualidade aos usuários.

Conforme descrito por Ferraz e Torres (2004), no planejamento da operação (definição das estratégias operacionais, da frota de veículos e dos horários em cada linha), é

necessário conhecer a variação horária da demanda ao longo do dia em todos os trechos para poder identificar em cada período o segmento de maior carregamento: a seção crítica.

Uma forma de obtenção destes dados são as pesquisas tradicionais de transportes. As informações obtidas nas pesquisas de contagem e de entrevistas com os usuários são fundamentais para buscar a melhoria das ações que visam adequar o serviço ofertado com as reais necessidades de deslocamento dos usuários. A obtenção de informações atualizadas pode prover de maior confiabilidade a definição de estratégias operacionais a serem implantadas.

O último estudo de caracterização da demanda de usuários da TRENSURB foi realizado em 2011 e abrangeu pesquisa de embarque e desembarque; contagem de embarque e desembarque; entrevistas com os usuários sobre integração trem-ônibus e pesquisa de isenção tarifária.

A implantação de cinco novas estações (Rio dos Sinos, Santos Afonso, Industrial, Fenac e Novo Hamburgo) e, em 2013, a inauguração da linha Aeromóvel, que conecta a Estação Aeroporto ao Aeroporto Internacional Salgado Filho, mostra a necessidade de caracterização e atualização dos dados referentes aos usuários e seus deslocamentos ao longo do eixo da TRENSURB. No entanto, este formato de levantamento possui significativo valor de investimento e complexo planejamento na execução.

Nesse sentido, os dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) surgem como uma alternativa, pois permitem a obtenção de dados operacionais para o estudo da

movimentação de passageiros, possibilitando identificar os períodos e trechos mais carregados e avaliar a adequação do serviço ofertado com a demanda de maneira, relativamente, rápida, simples e de baixo custo. Outro aspecto importante da utilização de dados do SBE são o grande volume de dados disponíveis (*big data*) e atualização constante das informações, fornecendo material preciso e com representatividade estatística.

O processo de implantação do sistema de bilhetagem eletrônica na TREN SURB iniciou em 2009, ao qual a empresa substituiu o uso dos bilhetes *Edmonson* por cartões eletrônicos. Desde 2012, quando o processo foi consolidado, o sistema tarifário da TREN SURB é realizado totalmente por meio de bilhetagem eletrônica. A implantação da bilhetagem eletrônica possibilitou desenvolver a interoperabilidade com os demais sistemas de operação na cidade de Porto Alegre e municípios da Região Metropolitana.

Em todas as estações são aceitos três tipos de cartões:

- Cartão **SIM**: do Sistema Integrado Metropolitano da Trensurb;
- Cartão **TRI**: do Sistema de ônibus urbano de Porto Alegre;
- Cartão **TEU**: do Transporte de passageiros da Região Metropolitana de Porto Alegre.

A gestão dos bilhetes SIM e TRI é realizada pela Associação das Empresas de Transporte de Passageiros de Porto Alegre (ATP) e do bilhete TEU é realizada pela Associação dos Transportadores Intermunicipais Metropolitanos de Passageiros (ATM). Os cartões do

TRI e do SIM são aceitos no mesmo tipo de bloqueio. O cartão do TEU é aceito em bloqueios exclusivos. A Figura 2 mostra a linha de bloqueios da Estação Canoas.



Figura 2 – Linha de bloqueios na Estação Canoas

O sistema de bilhetagem eletrônica permite realizar com maior agilidade o controle dos acessos às estações, já que por meio do seu sistema automatizado é possível gerar relatórios com informações detalhadas do uso de cada bloqueio, tais como o número do cartão, hora, data, bloqueio, estação, tipo de cartão e tipo de tarifa. Recentemente, estas informações passaram a ser utilizadas como subsídio para elaboração das grades horárias da Empresa.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Berardinelli (2018) destaca a importância do planejamento operacional como uma das principais atividades executadas para atingir o volume de usuários transportados, em especial o Planejamento da Circulação de Trens (PCT), que determina como ocorrerá a efetiva operação do sistema, apontando horários e locais de prestação de serviço dos trens.

Em um sistema metroferroviário, a tabela horária representa o escalonamento dos trens para um dado dia de operação, contendo os instantes de chegadas e partidas de trens em plataformas para o embarque e desembarque de passageiros (MENDES, 2009). A Figura 3 apresenta um exemplo de formato da grade horária utilizada na TRENSURB, onde as linhas representam as missões a serem realizadas e as colunas o horário de chegada das missões em cada uma das estações.

Missão	MR	RD	SP	FR	AP	AN	NT	FT	CN	MV	SL	PB	ES	LP	SC	UN	SO	RS	SF	IN	FN	NH
Tipo	00:00	00:02	00:02	00:03	00:03	00:01	00:03	00:02	00:03	00:02	00:02	00:03	00:02	00:03	00:03	00:04	00:03	00:03	00:02	00:02	00:03	00:02
INTERVALO 7																						
A6	06:37	06:39	06:41	06:44	06:47	06:48	06:51	06:53	06:56	06:58	07:00	07:03	07:05	07:08	07:11	07:15	07:18	07:21	07:23	07:25	07:28	07:30
9	06:42	06:44	06:46	06:49	06:52	06:53	06:56	06:58	07:01	07:03	07:05	07:08	07:10	07:13	07:16							
A7	06:52	06:54	06:56	06:59	07:02	07:03	07:06	07:08	07:11	07:13	07:15	07:18	07:20	07:23	07:26	07:30	07:33	07:36	07:38	07:40	07:43	07:45
10	06:59	07:01	07:03	07:06	07:09	07:10	07:13	07:15	07:18	07:20	07:22	07:25	07:27	07:30	07:33							
A8	07:07	07:09	07:11	07:14	07:17	07:18	07:21	07:23	07:26	07:28	07:30	07:33	07:35	07:38	07:41	07:45	07:48	07:51	07:53	07:55	07:58	08:00
11	07:14	07:16	07:18	07:21	07:24	07:25	07:28	07:30	07:33	07:35	07:37	07:40	07:42	07:45	07:48							
A1	07:22	07:24	07:26	07:29	07:32	07:33	07:36	07:38	07:41	07:43	07:45	07:48	07:50	07:53	07:56	08:00	08:03	08:06	08:08	08:10	08:13	08:15
12	07:30	07:32	07:34	07:37	07:40	07:41	07:44	07:46	07:49	07:51	07:53	07:56	07:58	08:01	08:04							
A2	07:37	07:39	07:41	07:44	07:47	07:48	07:51	07:53	07:56	07:58	08:00	08:03	08:05	08:08	08:11	08:15	08:18	08:21	08:23	08:25	08:28	08:30
INTERVALO 15																						
A3	07:52	07:54	07:56	07:59	08:02	08:03	08:06	08:08	08:11	08:13	08:15	08:18	08:20	08:23	08:26	08:30	08:33	08:36	08:38	08:40	08:43	08:45
A4	08:07	08:09	08:11	08:14	08:17	08:18	08:21	08:23	08:26	08:28	08:30	08:33	08:35	08:38	08:41	08:45	08:48	08:51	08:53	08:55	08:58	09:00
A5	08:22	08:24	08:26	08:29	08:32	08:33	08:36	08:38	08:41	08:43	08:45	08:48	08:50	08:53	08:56	09:00	09:03	09:06	09:08	09:10	09:13	09:15
A6	08:37	08:39	08:41	08:44	08:47	08:48	08:51	08:53	08:56	08:58	09:00	09:03	09:05	09:08	09:11	09:15	09:18	09:21	09:23	09:25	09:28	09:30

Figura 3 – Exemplo de grade horária

Na elaboração de uma tabela horária, os principais elementos necessários são a demanda de passageiros a ser atendida naquele dia de operação e o intervalo entre trens possível de ser ofertado com os recursos disponibilizados pela companhia de transporte metroferroviário (MENDES, 2009). Para isso, são utilizados diversos dados,

tais como, número de trens disponíveis, sistema de sinalização de via, velocidades médias, tempo de parada nas plataformas, distâncias totais de percurso, tempos de manobras em terminais, topologia da linha com suas restrições físicas entre outros (FERRAZ; TORRES, 2004).

De maneira geral, conforme descrito por Mendes (2009), o objetivo deve ser atender a diferentes demandas de passageiros ao longo de um dia de operação, mantendo valores mínimos para os índices de conforto e, mais recentemente, ao distanciamento entre passageiros dentro dos trens para preservar a saúde dos usuários e cumprir aos diversos decretos publicados pelas autoridades em decorrência da pandemia. Dessa forma, a oferta de trens nas plataformas deve ser sempre adequada, através da entrada ou saída de trens da linha de circulação em determinados horários, assim como a realização de manobras ao longo da via efetivando a realização dos chamados carrosséis.

Historicamente, as grades horárias utilizadas na TRENSURB são para o período típico do ano entre março e dezembro (Grade Normal) e para o período onde ocorre significativa redução na demanda entre janeiro e fevereiro (Grade de Verão), divididas entre dias úteis, sábados e domingos/feriados.

Como estratégia operacional, a TRENSURB conta com a operação em dois carrosséis: um entre a Estação Mercado e a Estação Sapucaia e outro entre a Estação Mercado e a Estação Novo Hamburgo. O termo carrossel de trens é, basicamente, o percurso de ida e volta do trem entre duas estações. Com a adoção dos dois carrosséis, é possível adequar o intervalo de trens conforme a demanda, fazendo com que o trecho com maior

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



número de usuários (Mercado – Sapucaia) tenha mais trens à disposição. A Figura 4 apresenta a demanda de passageiros por estação e por faixa horária de um período típico e a estratégia operacional adotada na TRENSURB.

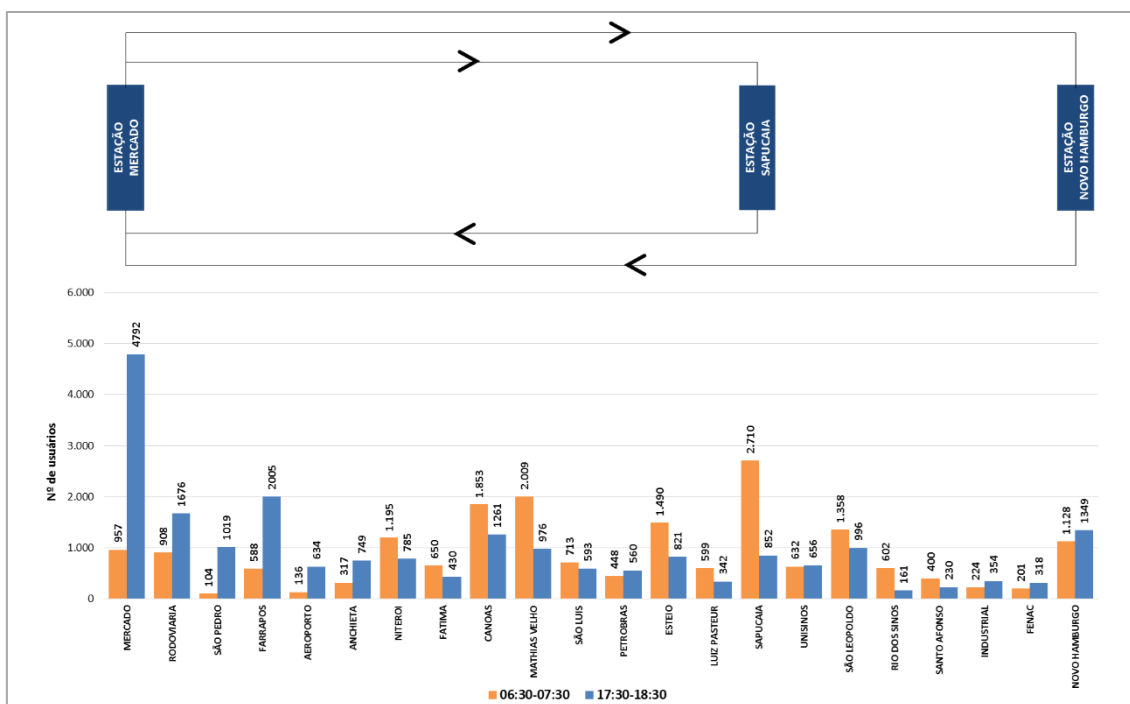


Figura 4 – Demanda de passageiros por estação (pico manhã e tarde) e a estratégia operacional da TRENSURB

A recente pandemia do coronavírus tem ocasionado mudanças na demanda de passageiros do transporte público (REVISTA FERROVIÁRIA, 2020). Neste período, a redução na demanda de passageiros da TRENSURB chegou a mais de 80%. No entanto, este cenário tem se alterado constantemente, tendo em vista menores ou maiores restrições ao deslocamento determinadas pelos órgãos governamentais. A Figura 5 apresenta a evolução da demanda de passageiros entre os meses de março e junho de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

2020 (linha azul) e o comparativo com o mesmo período de 2019 (linha verde). Além disso, na figura também estão indicadas as datas de publicação dos principais Decretos Estaduais.

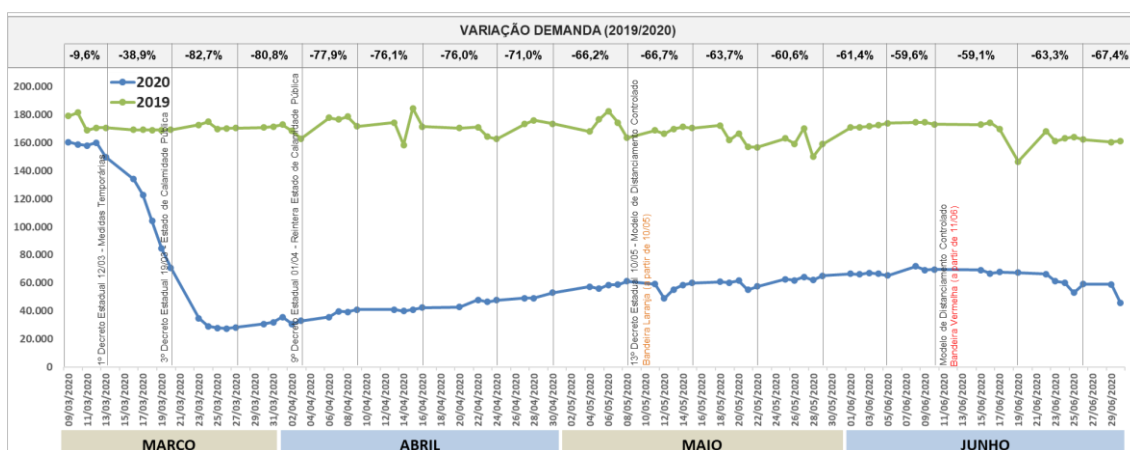


Figura 5 – Evolução da demanda da Trensurb no período de pandemia entre março-junho e os principais Decretos Estaduais

Nas duas primeiras semanas de março a demanda de passageiros era de aproximadamente 157 mil usuários por dia útil. Com o avanço de testes positivos de COVID-19 – o primeiro no Rio Grande do Sul foi no dia 10 de março –, o Governo do Estado publicou em 12 de março o primeiro decreto contendo medidas temporárias de prevenção ao novo coronavírus (GOVERNO RS, 2020a). Como pode ser observado na Figura 6, que apresenta os dados detalhados de demanda do mês de março, essa situação refletiu diretamente na demanda de passageiros a partir desta data.

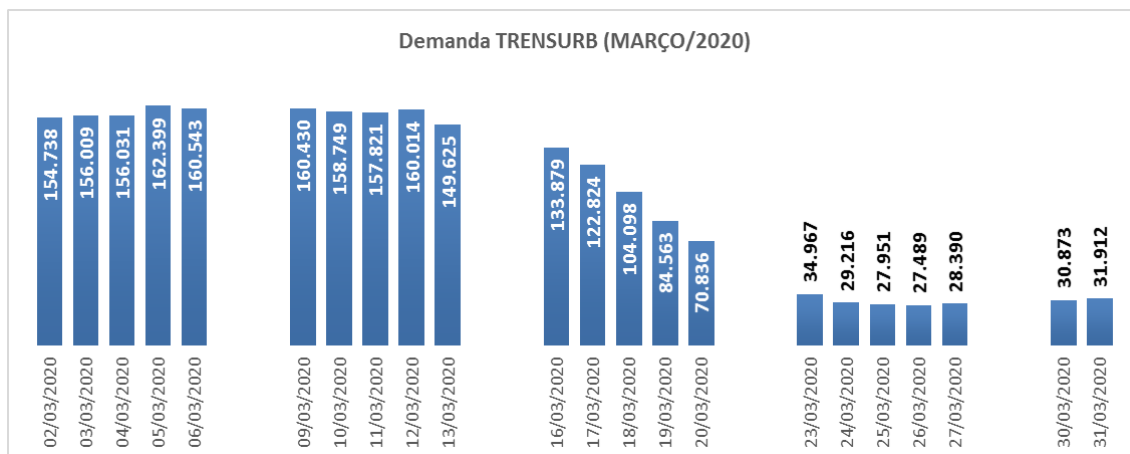


Figura 6 – Demanda de passageiros da TRENURB do mês de março de 2020

No dia 12 de março a demanda de passageiros foi de 160.014 usuários. Na segunda-feira, dia 16 de março, a demanda foi de 149.625 usuários (-6,5% em relação ao dia 12/03). No dia 19 de março, foi publicado o Decreto Estadual nº 55.128, que determinou estado de calamidade pública no RS. Na sexta-feira, dia 20 de março, a demanda foi de 70.836 (-55,7% em relação ao dia 12/03). A semana seguinte, entre 23 e 27 de março, foi o período com a menor demanda de passageiros da TRENURB, durante o período de pandemia. A redução chegou a ser de 82%, quando comparado a um período típico. O período do mês de abril representou uma leve tendência de aumento no número de passageiros. Em 8 de maio, foi apresentado pelo Governo do Estado o novo modelo de distanciamento social, chamado Modelo de Distanciamento Controlado. Esse sistema foi construído com base em critérios de saúde e de atividade econômica, ao qual são associados a um sistema de bandeiras, com protocolos obrigatórios e critérios

específicos a serem seguidos pelos diferentes setores econômicos (GOVERNO DO RS, 2020b).

Conforme o grau de risco, cada região recebe uma bandeira nas cores amarela, laranja, vermelha ou preta. O monitoramento é semanal e a divulgação preliminar ocorre na sexta-feira, de forma que cada região avalie a sua situação e as medidas possam entrar em vigor na semana seguinte (GOVERNO DO RS, 2020b). Assim, as avaliações dos riscos de transmissão dos setores refletem diretamente na demanda de transportes das regiões. A Figura 7 apresenta a classificação do Rio Grande do Sul na semana de 30 de junho a 6 de julho, onde neste período a Região de Porto Alegre estava classificada na bandeira vermelha (risco alto).



Figura 7 – Classificação do RS na semana de 30/jun a 06/jul (Fonte: Governo RS, 2020b)

No caso da TRENSURB, que se enquadra no setor de transportes ferroviário de passageiros (metropolitano), a taxa de ocupação permitida nas quatro bandeiras é de

50% da capacidade total do trem. Em relação a outras medidas, o Decreto nº 55.240 de 2020, na Subseção II, relativa às medidas sanitárias permanentes no transporte, indica uso de máscaras de proteção facial por empregados e passageiros, higienização constante superfícies e pontos de contato com as mãos dos usuários, linha de bloqueios, bancos, pega-mão, corrimão e apoios em geral, informativo visível sobre as medidas de controle, proteção do grupo de risco, com a implantação do teletrabalho, entre outras.

Este contexto tem exigido uma frequente alteração no intervalo entre trens, de forma a buscar ajustar a oferta e demanda de passageiros com níveis adequados de taxa de ocupação para reduzir possibilidade de transmissão ao novo coronavírus. Nos três primeiros meses da pandemia, entre março e junho, já foram utilizadas 13 grades horárias diferentes. Os gráficos elaborados a partir dos dados da bilhetagem eletrônica têm possibilitado auxiliar de forma precisa os ajustes realizados na frequência de trens, possibilitando a construção de uma nova metodologia de trabalho que relaciona a taxa de conforto com oferta e demanda.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Primeira Etapa - Análise dos dados do sistema de bilhetagem eletrônica

A partir dos relatórios do sistema de bilhetagem eletrônica são coletadas informações detalhadas de utilização dos bloqueios de todas as estações da TREN SURB. Estes relatórios fornecem dados dos cartões que liberaram a catraca. São registrados dia,

horário, número de identificação, bloqueio utilizado pelo cartão, entre outras informações.

Para realizar este estudo, inicialmente foram analisados os dados do relatório detalhado de utilização dos cartões gerenciados pela ATP (SIM e TRI) e dos cartões gerenciados pela ATM (TEU) de dias com variação significativa na demanda de passageiros.

As estações da TRENSURB contam com um total de 143 bloqueios de entrada, sendo 100 bloqueios para cartões SIM/TRI, 37 bloqueios para cartões TEU e 6 bloqueios dimensionados para pessoas com deficiência (PCD). Cada estação possui uma configuração da linha de bloqueios diferente, definida de acordo com a demanda de passageiros.

Os dados coletados de cada um dos sistemas (ATP e ATM) foram processados em planilhas em Excel, de forma que as informações foram agrupadas permitindo a geração de gráficos e planilhas com a movimentação de embarques total, por estação e por período horário. A Figura 8 apresenta o gráfico gerado para o total de embarques do sistema no dia 12 de março, a Figura 9 apresenta a movimentação detalhada da Estação Mercado e a Figura 10 apresenta a movimentação do pico da manhã entre 06:30h e 07:30h para todas as estações do sistema.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

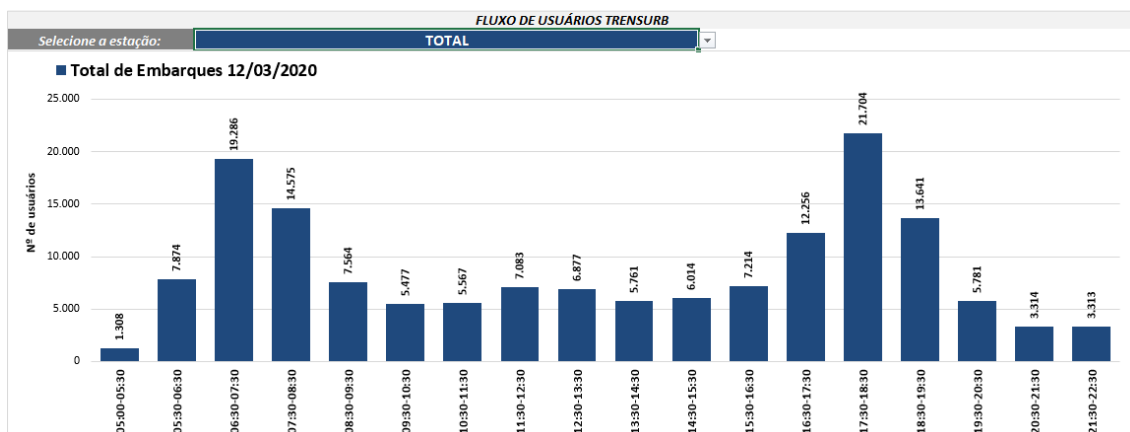


Figura 8 – Total de embarques do sistema no dia 12/03 por faixa horária

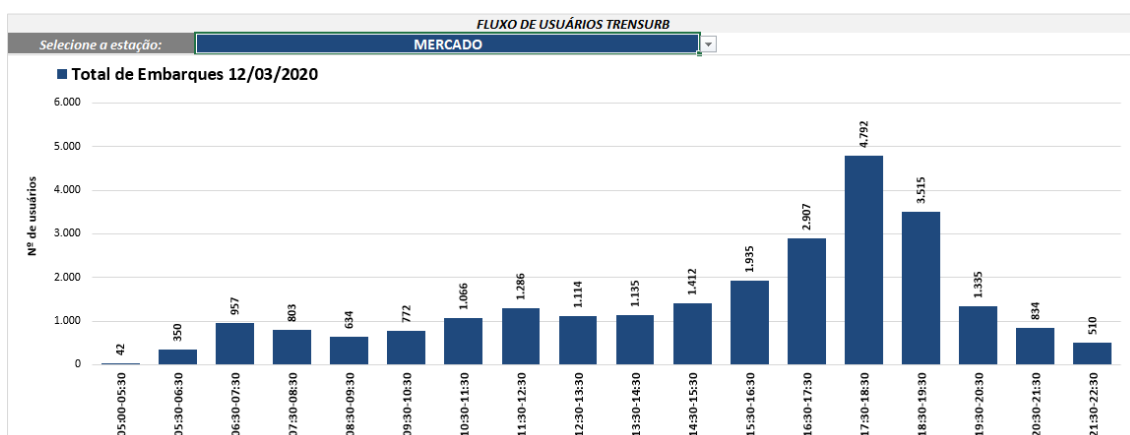


Figura 9 – Total de embarques da Estação Mercado no dia 12/03 por faixa horária

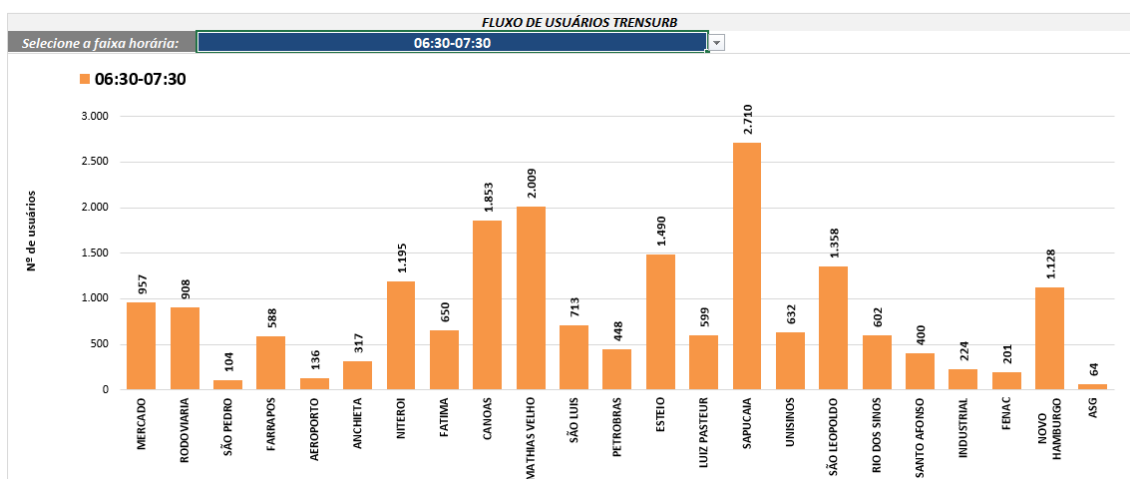


Figura 10 – Fluxo de embarque nas estações da TRENSURB entre 06:30h e 07:30h

Segunda Etapa - Cálculo da capacidade do sistema

O *Transit Capacity and Quality of Service Manual* (TCRP, 2013), desenvolvido pelo *Transit Cooperative Research Program* (TCRP) do *Transportation Research Board* (TRB), contém informações sobre os vários tipos de transporte público e fornece a metodologia de cálculo da capacidade do sistema. Assim, a capacidade é definida como o número máximo de pessoas que podem ser transportadas em uma direção, em um determinado período de tempo, normalmente uma hora, sob condições operacionais especificadas, sem atraso, riscos ou restrições.

Para o cálculo da oferta do sistema foi considerado como base os dados dos trens da Série 100, onde a capacidade de cada trem (4 carros) é de 1.080 passageiros para a taxa de ocupação de 6 pessoas por metro quadrado. A taxa de ocupação adotada segue o padrão internacional para lotação máxima em metrô nas horas-pico (CHEN *et al.*, 2016).

A Figura 11 apresenta o nível de serviço em relação ao número de passageiros por metro quadrado.

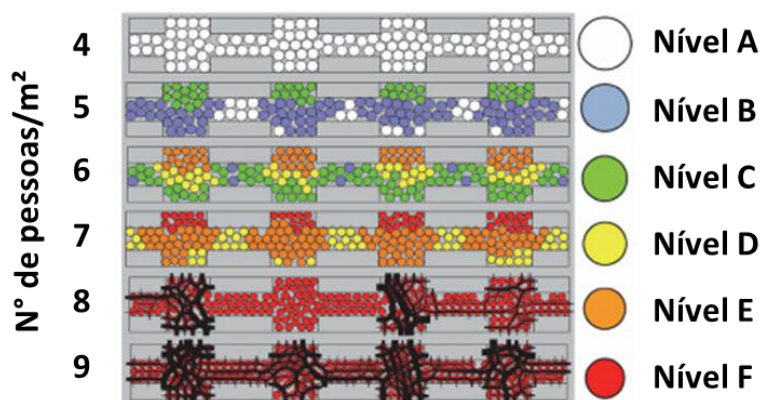


Figura 11 – Nível de serviço em relação ao número de pessoas por m² (Fonte: adaptado de CHEN *et al.*, 2016)

Terceira Etapa - Análise das grades horárias programadas

A grade utilizada pela TREN SURB no período normal, antes de iniciar a pandemia, era composta por um total de 295 viagens, sendo 140 no sentido Estação Mercado - Novo Hamburgo e 155 no sentido Estação Novo Hamburgo - Mercado. O *headway* (intervalo entre trens) utilizado no pico para o carrossel Mercado - Sapucaia, sentido de maior carregamento, era de 4 minutos. Nos horários de pico, para aumentar a capacidade do sistema, também são utilizados trens acoplados, formando composições de 8 carros. No caso da Grade Normal, no pico da manhã e da tarde, eram utilizadas 3 missões com trens acoplados.

Após o início da pandemia, foi necessária uma rápida adaptação para adequar os níveis de oferta de serviço com as taxas de ocupação adequadas para o sistema. Além disso, outro fator que influenciou na programação operacional foi o número de operadores disponíveis. Na segunda-feira, 23 de março, a TREN SURB operou com intervalos de 30 minutos entre viagens – somente com trens acoplados (composições de oito carros, ao invés dos quatro usuais), tendo em vista o baixo efetivo em função da dispensa de empregados no grupo de risco da Covid-19 (60 anos de idade ou mais, portadores de doenças crônicas, etc.) (TREN SURB, 2020b).

A Tabela 1 apresenta a lista com as grades horárias utilizadas desde o início da pandemia e a Figura 12 apresenta a avaliação da oferta de lugares em relação a demanda de passageiros em dias úteis no período de março a junho de 2020.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Tabela 1 - Lista das grades horárias utilizadas a partir de março na TRENSURB

Data		Grade	Viagens Previstas			Viagens previstas	Oferta lugares/dia	Passageiros Transportados
			MR - NH	NH -MR	TOTAL	ACOPLADOS		
6-mar	Sexta-feira	Grade 860 Acoplado	140	155	295	6	325.080	160.543
7-mar	Sábado	L744 - Sábado	99	100	199	0	214.920	82.377
8-mar	Domingo	L743 - Domingo	73	74	147	0	158.760	54.107
23-mar	Segunda-feira	COVID000	46	47	93	78	184.680	34.967
24-mar	Terça-feira	COVID00A	48	51	99	78	191.160	29.216
25-mar	Quarta-feira	COVID001	42	46	88	78	179.280	27.951
26-mar	Quinta-feira	COVID002	42	46	88	78	179.280	27.489
28-mar	Sábado	COVIDSABDOM	37	37	74	74	159.840	15.849
1-abr	Quarta-feira	COVID003	43	47	90	78	181.440	35.760
4-abr	Sábado	COVID2SABDOM	36	36	72	72	155.520	17.723
13-abr	Segunda-feira	COVID004	61	68	129	78	223.560	40.924
27-abr	Segunda-feira	COVID005	83	92	175	114	312.120	49.252
9-mai	Sábado	GRADE COVID001 SAB - 20min	52	51	103	103	222.480	33.789
16-mai	Sábado	GRADE COVID002 SAB - 15min	70	70	140	140	302.400	31.157
17-mai	Domingo	GRADE COVID002 DOM FER - 20min	52	51	103	103	222.480	13.821

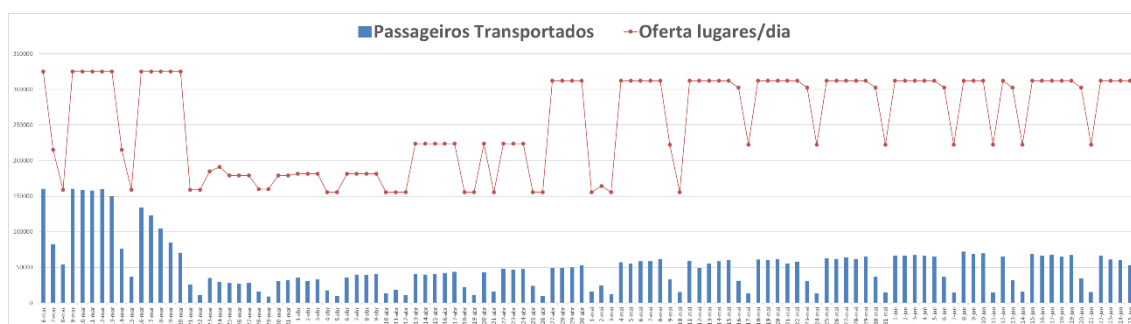


Figura 12 – Avaliação da oferta de lugares em relação a demanda de passageiros em dias úteis no período de março a junho de 2020

A grade horária 860 (Normal) ofertava 325.080 lugares por dia. Em relação a horária COVID005, houve uma redução de 120 viagens ofertadas. No entanto, o número de lugares se manteve em 312.120, tendo em vista o aumento no uso de trens acoplados ao longo de todo o dia. O número de viagens com trens acoplados passou de 6 (Grade 860) para 114 (Grade COVID005). Esse aumento garantiu uma oferta similar de trens no pico e um aumento de 33,3% na oferta de lugares no período de vale. Cabe salientar que a demanda de passageiros no mês de junho é cerca de 60,0% menor, em comparação ao período típico.

Para realizar uma avaliação mais detalhada da oferta das grades horárias, foram selecionadas as cinco últimas grades horárias utilizadas em dias úteis em comparação a grade utilizada em período normal (Grade 860). A Figura 13 apresenta o gráfico com a oferta de lugares por faixa horária para cada uma das grades.

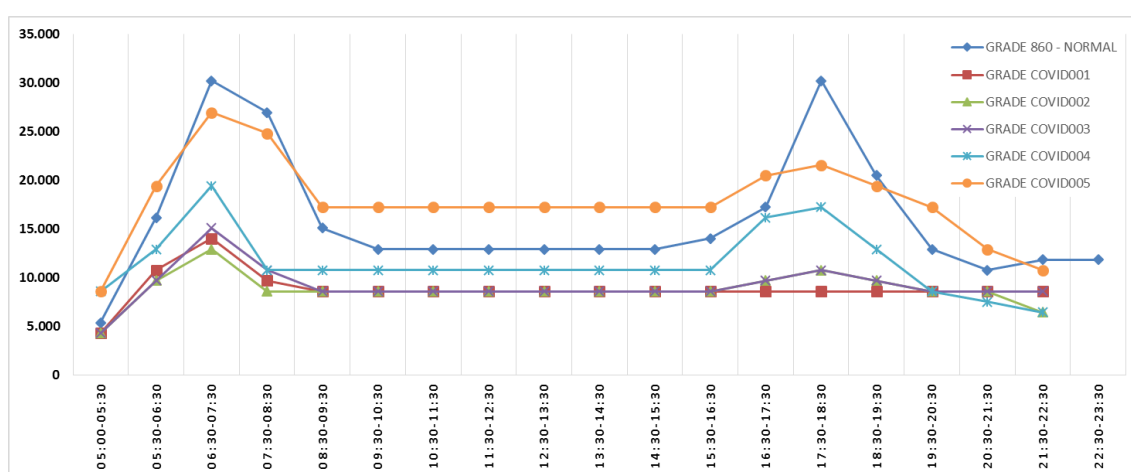


Figura 13 – Comparativo das grades utilizadas em dias úteis

Quarta Etapa - Análise da horária *versus* demanda

A quarta etapa corresponde a análise comparativa entre as grades horárias e os dados de demanda obtidos do sistema de bilhetagem eletrônica, de forma a buscar pontos para ajuste na programação de trens. Como forma de apresentar o método de análise, a Figura 14 apresenta os dados de demanda do dia 22 de abril em conjunto com a oferta de lugares programada (Grade COVID004) e a grade utilizada anteriormente (Grade COVID003). Além disso, também foram incluídas as informações de oferta efetivamente realizada no dia de análise.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

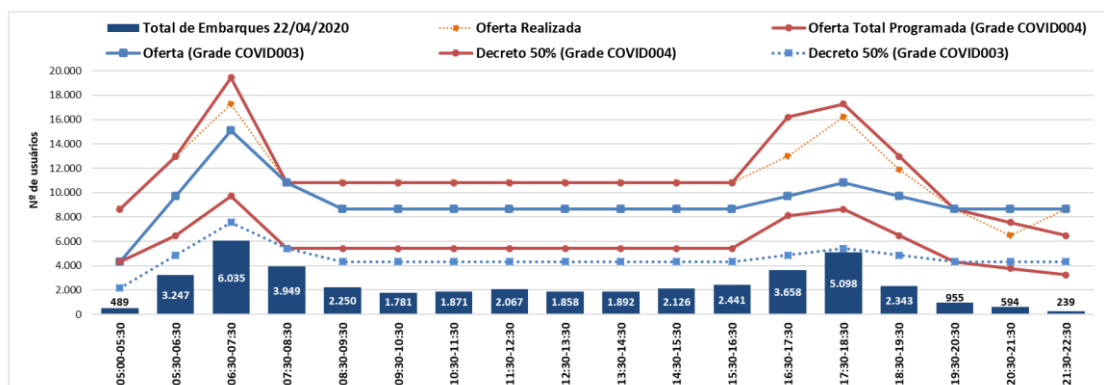


Figura 14 – Demanda de embarques e o comparativo da oferta do serviço para as Grades COVID004 e COVID003

A partir das informações da Figura 14, é possível observar que a Grade COVID004 aumentou em 60% a oferta de lugares no pico da tarde em relação a Grade COVID003. Além disso, o Decreto Estadual determinou que no transporte ferroviário metropolitano a lotação não supere 50% da capacidade do trem. Dessa forma, quando observada a Grade COVID003 já estaria no limite permitido no período do pico da tarde.

Outra informação importante adicionada aos gráficos de análise foi a oferta efetivamente realizada. Na Figura 14 também é possível notar cinco períodos em que não foi possível cumprir a oferta realizada. Essas informações se tornam importantes para o acompanhamento da operação e buscas por ajustes na operação, de maneira que tenha o menor impacto para os usuários.

A TRENURB possui como característica a movimentação pendular dos passageiros, ou seja, no início da manhã a maior parte da demanda se desloca no sentido de Novo Hamburgo em direção a Porto Alegre e a tarde no sentido inverso (conforme

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



apresentado nos dados da Figura 4). Assim, de forma a obter os dados detalhados por sentido, seguindo as informações da última pesquisa de Embarque/Desembarque, foi considerado que 70% dos passageiros se deslocam no sentido de maior movimento. Avançando na análise do dia 22 de abril, a Figura 15 apresenta o gráfico no sentido de Novo Hamburgo para Mercado e a Figura 16 o gráfico do sentido de Mercado para Novo Hamburgo.

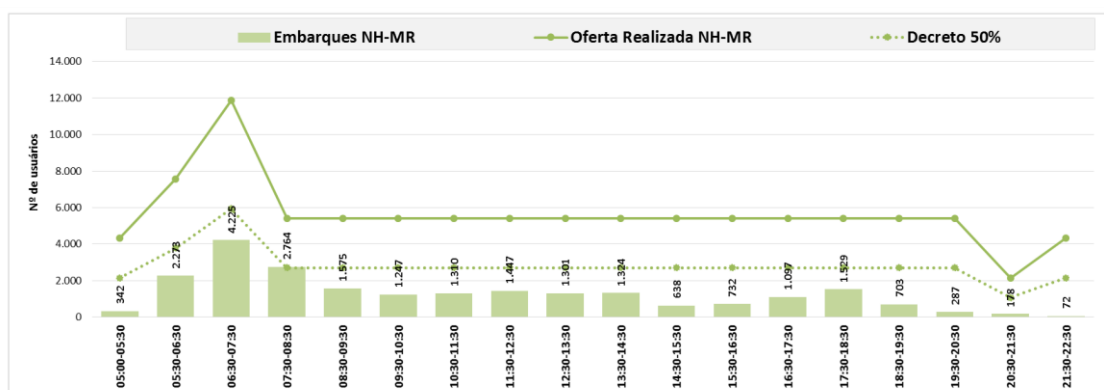


Figura 15 – Demanda e oferta no sentido de Novo Hamburgo para Mercado (NH-MR)

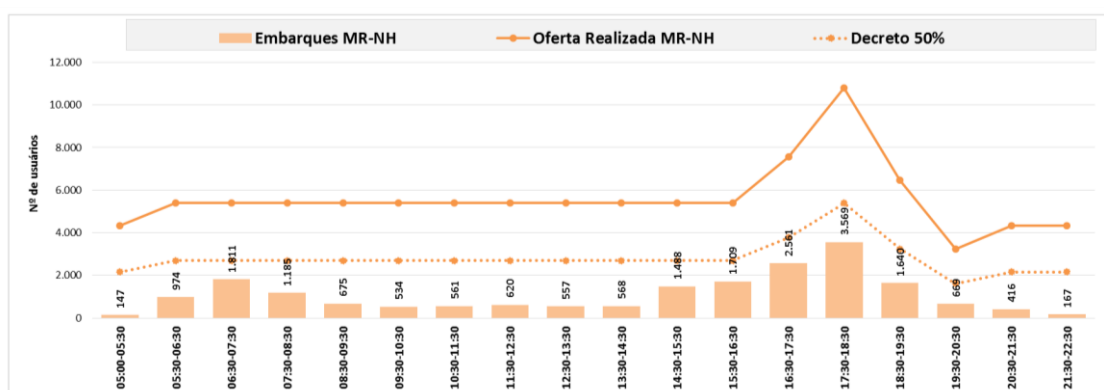


Figura 16 – Demanda e oferta no sentido de Mercado para Novo Hamburgo (MR-NH)

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Seguindo este método de análise, foi possível avaliar regularmente o atendimento da demanda em relação a oferta de trens realizada, garantido a qualidade do serviço aos usuários e o cumprimento das determinações governamentais. A Figura 17 apresenta a avaliação da demanda e oferta da TREN SURB no dia 17 de junho de 2020.

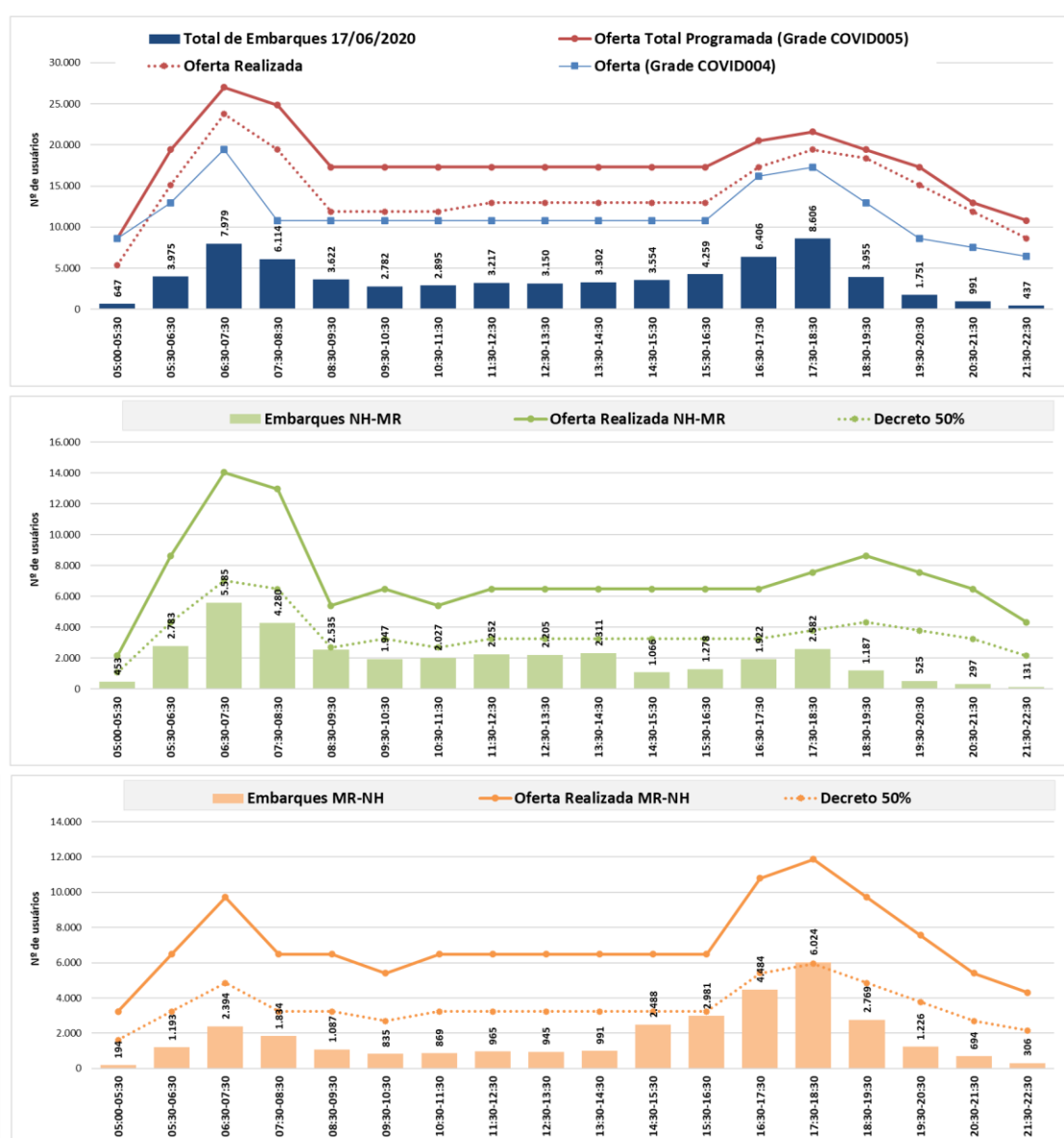


Figura 17 – Avaliação da demanda e oferta da TREN SURB no dia 17/06/2020

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

Este método de análise também permite a geração de cenários, que é uma importante ferramenta de planejamento, já que admite simular alternativas de demanda, auxiliando o processo de tomada de decisão para alteração da grade horária. A Figura 18 apresenta uma avaliação da Grade COVID005 para os cenários de demanda de 75 mil, 100 mil e 125 mil passageiros.



Figura 18 – Cenários de demanda para a Grade COVID005

CONCLUSÕES

O método de análise elaborado garantiu maior agilidade e confiabilidade ao processo de elaboração das grades horárias, tendo em vista que a partir dos dados do sistema de bilhetagem é possível realizar o acompanhamento permanente da demanda de passageiros.

A pandemia exigiu que as empresas metroferroviárias tivessem uma rápida resposta frente ao cenário imposto. Nesse contexto, o modelo de trabalho desenvolvido apresentou excelentes resultados, tendo em vista o momento de constante mudanças. Além disso, a tendência é de que a demanda de passageiros siga por um período de variações, considerando as mudanças nos hábitos de deslocamento das pessoas, onde o teletrabalho, as compras online e o ensino à distância (EAD) estarão mais presentes e, consequentemente, reduzindo a necessidade de viagens.

Como trabalhos futuros, espera-se realizar um acompanhamento efetivo das variações entre a grade programada e o serviço ofertado, buscando identificar as causas para o não cumprimento da grade horária e minimizando, principalmente, os impactos nos horários de pico. Além disso, também poderão ser associadas outras fontes de dados as informações analisadas, tais como, os dados da taxa de ocupação por carro a partir do registro do peso de cada um dos 4 carros da Série 200.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERARDINELLI, L. M. A. **Método para planejamento da injeção de trens metroferroviários utilizando algoritmo lógico-iterativo.** Dissertação de Mestrado. Brasília - DF: UNB, 2018.

Chen, F., Fang, J. & Wu, Q. **Study of Standing Passenger Density in Subway Cars Based on Passengers' Spatial Comfort: Case Study of Beijing Subway Line 4.** Transportation

Research Record, 2540(1), 84–91, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3141/2540-10>>.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: Rima, 2004.

GOVERNO DO RS, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Histórico**. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/historico>>. Acesso em: junho de 2020a.

GOVERNO DO RS, Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Modelo de Distanciamento Controlado**. Disponível em: <<https://distanciamentocontrolado.rs.gov.br/>>. Acesso em: junho de 2020b.

Mendes, W. S. **Regulação de Trens em Sistemas Metroviários**. Dissertação de Mestrado. Campinas - SP: UNICAMP, 2009.

REVISTA FERROVIÁRIA. **Reflexos da pandemia** - Queda brusca do fluxo de passageiros fragiliza as operações no setor metroferroviário. São Paulo: Editora Ferroviária Ltda, Ano 81, p. 20-24, Edição Março/Abril, 2020.

TCRP. **Transit Capacity and Quality of Service Manual**. Transit Cooperative Research Program – TCRP Report 165. 3ª Edição. 2014.

TRENSURB, Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre. **Relatório de Pesquisa de Satisfação Quantitativa e Qualitativa**. Porto Alegre: 2019.

TRENSURB, Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre. **Identidade Organizacional**. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=49>. Acesso em: junho de 2020a.

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



TRENSURB, Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre. **Efetivo reduzido afeta serviços do metrô.** Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_noticias_detalhes.php?codigo_sitemap=5524>. Acesso em: junho de 2020b.

VUCHIC, V. **Urban Transit: Systems and Technology.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.