

### **CATEGORIA 2**

PROPOSTA DE MONITORAMENTO DA TAXA DE OCUPAÇÃO DE PASSAGEIROS

NO CONTEXTO DA COVID-19



### **INTRODUÇÃO**

### Contextualização e objetivo do artigo

Com o avanço da pandemia do coronavírus COVID-19, reconhecida pela OMS no dia 11/03/2020, os principais órgãos de saúde têm implantado medidas de contenção com objetivo de reduzir a circulação de pessoas e minimizar aglomerações que possam propiciar o contágio.

No caso do Estado do Rio de Janeiro, a redução do volume de passageiros transportados pelos sistemas de transporte coletivo teve seu início efetivo no dia 13/03/2020, com a publicação em Diário Oficial do Decreto nº 46.970 do Governo Estadual do Rio de Janeiro, no qual o poder executivo estadual dispõe sobre medidas temporárias de prevenção ao contágio e de enfrentamento da propagação decorrente do novo coronavírus (COVID-19). Posteriormente, no dia 16/03/2020, o Decreto Estadual nº 46.973 do Governo Estadual do Rio de Janeiro determinou a redução em 50% (cinquenta por cento) da capacidade de lotação das composições dos sistemas de transporte ferroviários e metroviários do Estado do Rio de Janeiro.

Dessa forma, o presente artigo técnico tem como objetivo apresentar uma metodologia para acompanhamento da taxa de ocupação das composições da SuperVia para verificação do cumprimento do o Decreto Estadual nº 46.973, que determinou essa redução. Assim, com o cumprimento da taxa de ocupação estabelecida, a empresa diminui os riscos sanitários enfrentados por seus clientes em ambientes de maior aglomeração, evita desgaste de sua



imagem junto à opinião pública, possíveis multas junto ao Poder Concedente e apoia a tomada de decisão a nível estratégico, tático e operacional da empresa.

### **DESENVOLVIMENTO**

### Definições

A taxa de ocupação pode ser considerada uma função contínua, variando ao longo do tempo a cada parada com a entrada e saída de passageiros — e, ainda, variando ao longo da composição. De forma objetiva, *a priori*, o estabelecido no Decreto Estadual nº 46.973 não é uma aferição matemática do seu cumprimento com os valores instantâneos (a cada segundo por exemplo). O que foi possível, então, foi uma aferição da ocupação média por dia, hora, ramal e sentido das viagens feitas pelos usuários nas estações. A expressão matemática a seguir resume a métrica e variáveis envolvidas nos cálculos:

$$Taxa\ de\ Ocupação(\%) = \frac{QP}{QL}\ x\ 100$$

em que:

- Quantidade de Lugares ofertados (QL) a partir das configurações das composições
  e da programação de viagens por hora, é possível a determinação da quantidade de
  lugares ofertados (sentados e em pé) por faixa horária em cada sentido de circulação;
- Quantidade de Passageiros Embarcados (QP) Quantidade de passageiros embarcados por faixa horária e por sentido, em cada linha ou ramal operado pelas concessionárias;



Ainda sobre a taxa de ocupação, o valor final considerado leva em conta a ocupação nas chamadas "seções críticas" — isto é, trechos entre uma ou mais estações pertencentes as linhas ou ramais nas quais são verificados os maiores índices de ocupação das composições.

Dessa forma, a análise dos resultados levaria em conta informações mais conservadoras sobre a realidade das taxas de ocupação, buscando nivelar por cima todas as ações decorrentes para melhorar a operação aos olhos do passageiro e do Poder Concedente.

Vale ressaltar, finalmente, que as definições acima respeitaram a Nota Técnica de Estudo CATRA № NTE 009/2020, elaborado em conjunto com a Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro (Agetransp). Essa Nota Técnica teve como objetivo "estudar procedimento para acompanhar a taxa de ocupação das composições metroviárias e ferroviárias, para verificação do cumprimento da taxa de 50% (cinquenta por cento) prevista no Decreto Estadual nº 46.983/2020".

### Premissas de cálculo

Matriz Origem-Destino (OD)

O fluxo horário dos passageiros é obtido a partir dos dados de bilhetagem eletrônica, que apresentam de forma individualizada a passagem de cada passageiro pelas catracas no momento do embarque, para cada estação. Para fins de simplificação, o embarque é alocado na hora inteira da *timestamp* registrada no sistema para a <u>entrada</u> do passageiro na estação, independente da minutagem.



A quantidade de embarques por hora dos passageiros em cada estação deve ainda ser dividido em função do fluxo do deslocamento, a fim de entender se o desejo de viagem do passageiro se dá no sentido par (bairro-centro) ou no sentido ímpar (centro-bairro). No caso das estações multi-ramais — isto é, estações que atendem diferentes ramais do sistema —, é necessária ainda a divisão pelo ramal a ser utilizado (Figura 2).

Essa alocação de demanda horário por ramal/sentido é realizada por meio da utilização de matriz origem-destino. A obtenção destas matrizes se dá também a partir dos dados de bilhetagem eletrônica da RioCard. Como todos os cartões RioCard possuem um número identificador único, é possível identificar os cartões que tiveram duas validações registradas em um mesmo dia.

Assumindo a simetria dos deslocamentos, passamos a considerar que a primeira entrada no dia é a origem da viagem de ida, e a segunda entrada no dia é o destino da viagem de ida. Para a viagem de retorno, origem e destino são considerados de modo invertido, completando o ciclo de viagem diário do passageiro.

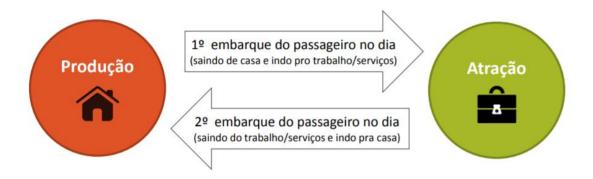


Figura 1 - Processo de obtenção da Matriz Origem-Destino por Simetria de Embarques



Em um dia útil, temos que em média 34% dos embarques (aproximadamente 100.000 cartões) são realizados utilizando cartões RioCard com no mínimo dois registros no dia, compondo uma base amostral bem significativa para a composição das matrizes OD.

Finalmente, cabe ressaltar que a base de bilhetagem eletrônica da RioCard não oferece a origem/destino dos embarques/desembarques em estações multi-ramais. Assim, como forma de detalhar melhor essa origem/destino e os transbordos entre os ramais para possibilitar a modelagem do trecho crítico, realiza-se uma pesquisa entre os passageiros chamada "Pesquisa Origem/Destino". Os resultados são incluídos na memória de cálculo da divisão dos embarques multi-ramais (Figura 2) e na modelagem do trecho crítico (Figura 4).

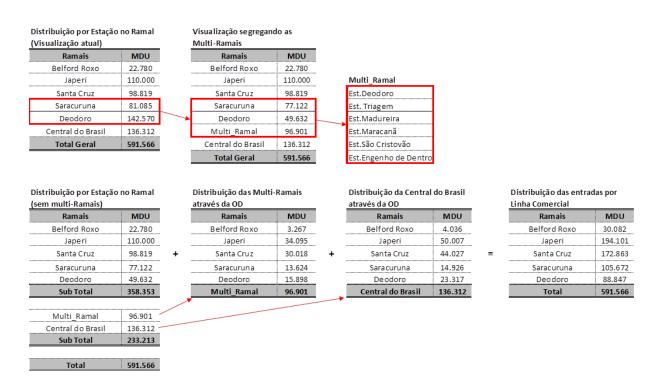
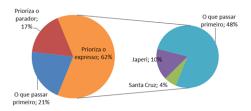


Figura 2 - Exemplo de memória de cálculo para alocação da demanda das estações multiramais por Ramal



#### 1. Trem de preferência dos passageiros com viagens entre estações que atendam mais de um ramal (Central, Maracanã, São Cristóvão, Madureira e Deodoro)

Pergunta ao entrevistado – Filtro: Para qual estação você vai? Caso for uma estação Multi-Ramal: Qual trem você prefere pegar para chegar ao seu destino?



#### 3. Estações de preferencia para baldeação dos passageiros com origem nos Ramais de Japeri e Santa Cruz e destino no Ramal de Deodoro

Pergunta ao entrevistado – Em qual estação você faz baldeação. Onde sai de um trem para pegar outro trem?



Figura 3 - Exemplo de resultados da pesquisa OD para divisão dos embarques/desembarques entre multi-ramais por ramal, sentido e faixa horária e modelagem do trecho crítico

### Índice de Renovação

O cálculo da ocupação máxima dos trens leva em consideração, ainda, o índice de renovação (IR), que é a relação entre o total de passageiros transportados durante toda uma viagem e a ocupação no seu trecho de maior carregamento (trecho crítico). Essas informações são fornecidas pelo *software* de modelagem para planejamento de transportes Emme 4.



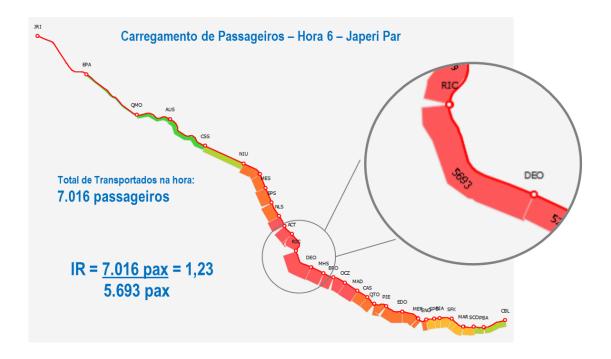


Figura 4 - Exemplo de Cálculo do Índice de Renovação (IR) do Ramal Japeri, na hora 6, com o trecho crítico do ramal em destaque

### Lugares Ofertados

De modo semelhante ao adotado para o fluxo horário de passageiros, a oferta também é alocada na hora inteira da *timestamp* registrada no sistema para a <u>partida</u> da viagem desde o terminal de origem, independente da minutagem.

Para o cálculo da taxa de ocupação, a única exceção se dá nos períodos contínuos em que há a persistência de intervalos que não são divisores inteiros de 60, que geram irregularidade de oferta entre horas adjacentes. Nestes casos, é adotado o número fracionário de viagens por hora como referência da oferta, a fim de homogeneizar os resultados obtidos.

A oferta de lugares adota como parâmetro máximo (100%) uma taxa de ocupação de 6 passageiros por m², que representa o limite superior para um nível de conforto B, de acordo



com a norma ABNT NBR 14183 "Trem metropolitano – Acomodação e capacidade de passageiros".

Nível de conforto	Área dis	Contato entre		
	m <sup>2</sup> /passageiro	passageiro/m <sup>2</sup>	passageiros em p	
Α	Acima de 0,25	ate 4,0	Confortável	
В	De 0,16 a 0,25	De 4,0 a 6,0	Contato inevitável	
С	Abaixo de 0,16	Acima de 6,0	Desconfortável	

Tabela 1 - Nível de conforto em serviço metropolitano, em função da disponibilidade média de área à acomodação de passageiro em pé (NBR 14183)

Aplicando esta taxa de ocupação estipulada à metragem de cada trem, passamos a ter capacidades que variam entre 252 e 313 passageiros por carro – conforme demonstrado na tabela abaixo –, a variar em função das dimensões e layout interno de cada série de trens. Como não há fidelização de frota que permita alocar uma série de trem específica a cada viagem, convencionou-se adotar o valor padrão médio de 300 passageiros por carro, o que representa uma capacidade de 2.400 passageiros para trens de 8 carros e de 1.200 passageiros para trens de 4 carros.



Série	Área interna (m²)		Capacidade 6 pax/m²		
	Motor	Reboque	Em pé	Sentado	Total
500	38,0	41,0	237	64	301
700	38,5	42,5	243	65	308
900	40,5	44,0	254	59	313
400	37,5	42,0	239	69	308
1000	36,0	40,5	230	66	296
3000	36,3	38,1	223	57	280
2005	38,0	41,5	239	57	296
8000	37,0	39,5	230	68	298
9000	37,0	39,5	230	68	298
4000	34,87	36,61	214	38	252
Média	37	40		300	

Tabela 2 - Total de passageiros por carro, estratificado por série

### Cálculo da Taxa de Ocupação

A partir das definições acima, faz-se a distribuição dos embarques em uma determinada hora por ramal e em função do sentido da origem/destino (fluxo ou contra-fluxo), chegando-se ao total de embarques nas estações do ramal/sentido desejado. Depois, repete-se o mesmo processo para as estações multi-ramais (Figura 5).



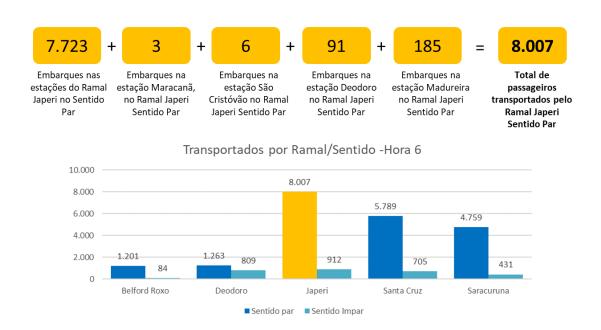


Figura 5 - Soma do Total de Passageiros Transportados pelo ramal, na hora e sentido estudados (ex.: Japeri Fluxo)

Feito o cálculo, aplica-se o índice de renovação característico do ramal a fim de encontrar a taxa de ocupação no trecho crítico, na hora e sentido analisados. Finalmente, divide-se o total de passageiros embarcados na seção crítica do ramal e do sentido pela oferta total de lugares nessas condições. Desse cálculo, surge a taxa de ocupação por dia, ramal, sentido e faixa horária.





Figura 6 – Cálculo final da taxa de ocupação para o exemplo com Japeri Fluxo, na hora 6



### **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Os cálculos de taxa de ocupação feitos por dia, para cada ramal, sentido e faixa horária são reunidos em um *dashboard* de atualização diária no formato Excel (Figura 7). Além de estar inserido no contexto de limitação da taxa de ocupação de acordo com os decretos estaduais para controle da pandemia de Covid-19, seu apoio ocorre desde os níveis estratégicos da empresa — como na recente implementação do projeto de Interligação de Ramais Deodoro-Santa Cruz — até os níveis táticos e operacionais, auxiliando a previsão de resiliência da grade horária (isto é, taxa de ocupação das composições) com possíveis mudanças de operação formuladas pela área de Planejamento de Operações.

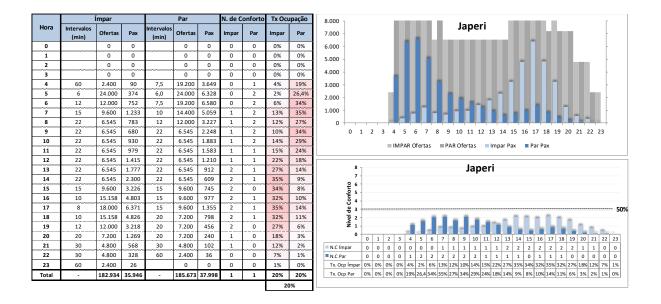


Figura 7 - Fragmento do dashbboard de acompanhamento diário da taxa de ocupação



### **CONCLUSÕES**

O avanço da pandemia do coronavírus desde março de 2020 no Estado trouxe diversos desafios para os operadores de transporte. Independente dos decretos estabelecidos pelo Poder Concedente, a SuperVia tem consciência da extrema importância de se diminuir os riscos sanitários enfrentados por seus clientes e tornar o ambiente do sistema de transportes seguro nesse sentido. Essa foi, sem dúvida, a principal motivação para construção de uma metodologia robusta e a mais precisa possível em termos de controle da taxa de ocupação das composições do sistema. Trabalho final esse reconhecido pela agência reguladora e pelos órgãos governamentais como diferenciado e de suma importância para maior conforto e menor risco de saúde aos nossos clientes.

Logicamente, a empresa entende que não se trata de um trabalho perfeito ou já finalizado. Estamos constantemente buscando formas de melhorar a metodologia apresentada e evoluir para, por exemplo, acompanhamento em tempo real ou quase real da taxa de ocupação, a fim de proporcionar ações rápidas e eficientes na busca por um serviço seguro aos passageiros do sistema SuperVia.