

O CONTROLE DO DESEMPENHO DO ATRIBUTO CONFORTO EM METRÔS

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

UFG – Universidade Federal de Goiás
FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

Márcio de Almeida D’Agosto

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

Alessandro de Santana Moreira de Souza

UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio
Tecnologia em Logística

RESUMO

Esse trabalho aborda o controle do desempenho da operação de sistemas metroviários, com foco no atributo conforto e sua importância para os usuários do transporte metroviário, fornecendo os subsídios necessários para a proposição de indicadores que permitam avaliar adequadamente em que grau as necessidades dos usuários estão sendo atendidas. São elaboradas duas propostas teóricas de implantações de indicadores em sistemas metroviários, que atendam o atributo conforto: percentual de passageiros viajando com conforto e taxa de lotação dos trens metroviários. A aplicação de um desses indicadores propostos ocorreu no Metrô do Rio de Janeiro - taxa de lotação dos trens metroviários. São apresentadas a metodologia de cálculo e os resultados desse indicador implantado, que permitiu a identificação das seções críticas ao longo das viagens e a implantação de ações de melhorias na operação metroviária do Rio de Janeiro.

1. INTRODUÇÃO

O atributo conforto é muito relevante na decisão da escolha do meio de transporte que o usuário irá utilizar e seu controle do desempenho se torna fundamental para a gestão do sistema metroviário, possibilitando formular estratégias para captar novos usuários que utilizam outros meios de transportes e realizar ações de melhoria contínua em seus processos.

O objetivo deste trabalho é analisar o controle do desempenho em sistemas metroviários sob a ótica do atributo conforto e apresentar o resultado da implantação de um indicador em um sistema metroviário brasileiro, o Metrô do Rio de Janeiro. A seção 1 constitui-se como uma introdução, onde houve uma breve contextualização do estudo em questão e foi definido o objetivo. A seção 2 analisa o controle de desempenho em sistemas metroviários, e, mais especificamente, o atributo conforto, sendo apresentadas duas propostas de implantações de indicadores que atendam o atributo conforto. A seção 3 apresenta a aplicação em um sistema metroviário brasileiro, o Metrô do Rio de Janeiro, de um dos indicadores propostos no referencial teórico desse trabalho, além de realizar a análise dos resultados desse indicador e das ações adotadas pela operadora para realizar o controle do desempenho do atributo conforto em sua operação de trens. A seção 4 apresenta as conclusões.

2. O CONTROLE DO DESEMPENHO EM SISTEMAS METROVIÁRIOS

Controle do desempenho é um termo abrangente, sendo usualmente realizado através de medições, com o uso de indicadores. Galvão (2002) define medição como sendo a maneira pela qual se determina a grandeza quantitativa ou qualitativa de cada atributo selecionado de um evento, objeto ou circunstância, por meio de um padrão estável tomado como unidade referencial. Esse padrão estável é, em geral, expresso por um indicador, índice, padrão ou por uma grandeza.

Vuchic (1981) relata que o desempenho de sistemas de transporte coletivo urbano consiste na comparação de um conjunto de elementos, referidos como atributos e obtidos da observação

da operação do sistema, com um conjunto de indicadores de referência, previamente estabelecidos. Esta abordagem está especificamente relacionada com a avaliação quantitativa do desempenho operacional de transportes urbanos.

Cysneiros (2004) propõe indicadores para gerenciamento da manutenção de um sistema metroviário, com aplicação no Metrô de Recife; Cardoso (2006) apresenta a Teoria dos Topoí e, com foco no usuário, a aplica para levantamento da qualidade percebida pelos usuários do Metrô do Rio de Janeiro; Pezerico (2002) apresenta um modelo global para sistemas sobre trilhos, aplicado na TRENURB (Cia.de trens urbanos de Porto Alegre) e Rodrigues (1990) propõe uma metodologia para avaliação de desempenho de sistemas ferroviários com foco na eficiência, eficácia e adequabilidade.

2.1. A programação da oferta da operação de sistemas metroviários

A prestação de um serviço metroviário que ofereça um bom nível de conforto aos usuários está relacionada com a especificação dos intervalos, horários e quantidades de carros na composição do trem, que fazem parte da “programação da oferta” da operação do sistema.

Segundo Ferraz e Torres (2004), para a programação da oferta na operação de sistemas de transportes é necessário conhecer a variação horária da demanda ao longo do dia, em princípio em todos os trechos, para poder identificar em cada período do dia o segmento de maior carregamento: a denominada seção crítica (trecho de maior carregamento). Para viabilizar o levantamento dessas informações, a gerência de planejamento e controle da operação de um sistema metroviário necessita de dados confiáveis e precisos sobre a lotação dos trens durante todos os trechos da viagem, desde a sua partida no terminal de origem até a sua chegada ao terminal de destino. Dessa forma é possível identificar qual a seção crítica da viagem completa do trem, ou seja, em quais interestações existem as maiores concentrações de usuários no interior dos trens e em que períodos do dia ocorrem. De posse desses dados precisos e confiáveis, o sistema metroviário consegue realizar ajustes de melhorias de forma mais assertiva na grade horário de trens, implantar estratégias de melhorias operacionais em determinados horários, e, inclusive, atuar na melhor distribuição dos usuários ao longo dos diferentes carros dos trens, com a ajuda de funcionários nas plataformas.

Ferraz e Torres (2004) afirmam ainda que as seções críticas se localizam geralmente nas proximidades dos grandes polos de atração de demanda. Isso ocorre porque, durante o pico da manhã, a lotação aumenta à medida que os veículos se aproximam desses locais, pois o número de embarques no trajeto é maior do que o número de desembarques. No sentido inverso (pico da tarde), sucede o contrário: os veículos partem cheios do polo gerador e a lotação vai diminuindo à medida que se afastam, pois o número de desembarques ao longo do trajeto é, geralmente, maior do que o de embarques.

2.2. A avaliação do atributo conforto em sistemas metroviários

Na literatura sobre transporte público podem ser encontrados diferentes termos para definir e conceituar esses atributos. Dentre a lista dos diversos atributos existentes na literatura, a norma específica para transporte público urbano de passageiros da União Europeia EN 13.816 “*Transportation. Logistics and services. Public passenger transport. Service quality definition, targeting and measurement*” seleciona oito atributos como sendo os mais relevantes aos usuários de sistemas de transporte público, um dos quais é o conforto (EN 13.816, 2002).

A norma EN 13.816 estabelece o seguinte conceito para o atributo conforto em sistemas de transporte público: representa o conforto físico obtido no uso das instalações e veículos. Boas condições ambientais: limpeza, iluminação, ausência de barulho. Conforto nos acessos: boa capacidade, escadas rolantes; nas estações: ventilação, bancos; nas bilheterias: fila pequena; nos trens: temperatura, sem superlotação, boa relação passageiros por metro quadrado e transferências: boa capacidade, ventilação. Facilidades ergonômicas, como facilidade de movimento e desenho dos assentos. Facilidades complementares como serviços comerciais, banheiros, etc.

Os atributos relacionam-se uns com os outros, e a alteração em um atributo pode provocar alterações em outros. Tabosa (1979) propôs um modelo para visualizar o inter-relacionamento entre o tempo de espera, o grau de lotação dos ônibus coletivo e o custo por passageiro-km. Nesse modelo, a fixação de dois parâmetros determina o terceiro. Esse inter-relacionamento implica em que os indicadores de desempenho do sistema devem ser analisados em conjunto, e uma alteração em um indicador pode causar alteração em outros. Percebe-se que, pela conclusão desse estudo de Tabosa (1979), aplicando para sistemas metroviários, o atributo conforto (grau de lotação do trem) também poderá causar impactos negativos em outros atributos “sentidos” pelos usuários, como: tempo e modicidade tarifária.

2.3. Sugestões de indicadores para realizar o controle do desempenho do atributo conforto em sistemas metroviários

Atendendo o conceito definido na norma EN 13.816 sobre o atributo conforto, serão apresentadas duas sugestões de indicadores possíveis de serem implantados em sistemas metroviários, com o objetivo de realizar uma medição de forma assertiva desse atributo. Esses indicadores podem ser aplicáveis a qualquer sistema metroviário, com maior ou menor grau de dificuldade, a depender da tecnologia adotada pelo sistema metroviário.

2.3.1. Percentual de passageiros viajando com conforto

A perspectiva do usuário, de um modo geral, é encontrar lugar para sentar ao embarcar. Se não for possível, encontrar lugar ao longo da viagem e, na pior situação, poder se acomodar em pé de maneira confortável.

Do outro lado, a operadora metroviária determina a quantidade máxima de passageiros (carga planejada) que um carro pode admitir para que o usuário seja atendido e realiza esforços para disponibilizar uma quantidade de carros que, combinada com a frequência de trens, consiga atender a demanda. A tabela 1 apresenta a sugestão do indicador percentual de passageiros viajando com conforto.

Tabela 1: Proposta do indicador percentual de passageiros viajando com conforto

$$\left(\frac{\text{Passageiros viajando com conforto}}{\text{Passageiros}} \right) * 100$$

Obs.: resultado expresso em porcentagem

Passageiros viajando com conforto = total de passageiros viajando em carros com até “n” passageiros por metro quadrado.

Passageiros = quantidade total de passageiros, incluindo gratuidades e pessoas que burlam o sistema.

Fonte: autor.

A carga planejada é a soma da quantidade de assentos com a lotação admitida de passageiros em pé. A carga de passageiros é geralmente associada a uma taxa de “n” passageiros por metro quadrado. Conforme a TCRP (2003), para sistemas de transporte de ônibus urbano, o desconforto é considerado a partir de 4 passageiros por m² por veículo. Em sistemas metroviários, costuma-se utilizar o parâmetro a partir de 6 passageiros por m² por carro para considerar o desconforto na viagem (MetrôRio, 2019).

Aplicada a um determinado período, por exemplo, a hora de pico, esse indicador vai informar a proporção entre a quantidade de passageiros que realizam viagens dentro do padrão programado de conforto e a quantidade total de passageiros.

2.3.2. Taxa de lotação dos trens metroviários

Além do atributo conforto, este indicador está também associado aos atributos segurança e tempo. A superlotação afeta a segurança, facilitando furtos e roubos no interior dos trens. Também afeta a sensação de segurança, pois o usuário se sentirá mais seguro num local com mais espaço à sua volta. A superlotação também acarreta atrasos nos tempos de percursos dos trens e nos tempos de esperas dos usuários nas plataformas, pois o embarque e desembarque nas estações pode levar um tempo superior ao tempo estabelecido na programação. A tabela 2 apresenta a sugestão do indicador taxa de lotação dos trens metroviários.

Tabela 2: Proposta do indicador taxa de lotação dos trens metroviários

(Passageiros viajando em pé / Área útil)

Obs.: resultado expresso em passageiros por m²

Passageiros viajando em pé = número de passageiros em pé, em cada carro do trem, nas interestações mais carregadas, no sentido de maior fluxo, no período de apuração.

Área útil = área útil a eles destinada, em cada carro do trem, nas interestações mais carregadas, no sentido de maior fluxo, no período de apuração.

Fonte: Castelo Branco (1998).

Este é um bom indicador para apurar se está havendo, em média, superlotação nos horários de pico. Apesar de ser um indicador de difícil apuração, considerando que, nas diversas estações, entram e saem passageiros, a importância desses dados reais é fundamental para a melhoria da programação da operação de um sistema metroviário, já que esse indicador consegue identificar as seções críticas do sistema metroviário.

3. APLICAÇÃO NO METRÔ DO RIO DE JANEIRO

Em 2013, houve o recebimento de 15 novos trens chineses do modelo CRC. Com a chegada desses novos trens, com melhor tecnologia do que os trens já existentes da ALSTON, foi possível iniciar a produção do cálculo do indicador taxa de lotação dos trens do Metrô do Rio de Janeiro, em cada uma das estações do sistema, já que eles vieram com um computador de bordo que registra o peso de cada um dos 6 carros do trem a cada décimo de segundo. Com a posse dessa informação do peso dos carros, a gerência de planejamento e controle da operação do Metrô do Rio de Janeiro conseguiu desenvolver uma “macro” Excel onde foi possível produzir o cálculo estimado da quantidade de usuários dentro de cada carro na partida de cada estação do sistema. E, de posse da área útil de cada carro, chegou-se aos resultados da taxa de

lotação dos carros e do trem, sendo considerado cada usuário como tendo 70 quilos (média mundial de peso por pessoa, independente do sexo).

Esse projeto envolveu funcionários de várias gerências da empresa. Como os dados não são descarregados automaticamente, a gerência de material rodante implantou um cronograma diário e regular de coleta desses dados no interior dos trens CRC, a fim de iniciar a produção dos resultados de taxa de lotação dos trens modelo CRC (MetrôRio, 2019).

A tabela 3 apresenta a média dos resultados mensais do ano de 2018 do indicador taxa de lotação dos trens modelo CRC, para os picos da manhã e da tarde, nos sentidos de maior fluxo da Linha 2 do Metrô do Rio de Janeiro, além da identificação das seções críticas do sistema, que são os mesmos nos picos da manhã e da tarde. No pico da manhã, a seção crítica corresponde ao trecho entre as estações TRG (Triagem) e MRC (Maracanã) - que corresponde à via 1 (sentido Sul) do MetrôRio; enquanto que no pico da tarde corresponde ao trecho entre MRC (Maracanã) e TRG (Triagem) - que corresponde à via 2 (sentido Norte) do MetrôRio.

Tabela 3: Média dos resultados mensais do ano 2018 do indicador taxa de lotação dos trens modelo CRC, para os picos da manhã e da tarde, nos sentidos de maior fluxo da Linha 2 do Metrô do Rio de Janeiro, além da identificação das seções críticas

Mês	Pico da Manhã		Mês	Pico da Tarde	
	Lotação no sentido de maior fluxo	Identificação da seção crítica		Lotação no sentido de maior fluxo	Identificação da seção crítica
jan/18	5,2 passageiros/m ²	TRG/MRC	jan/18	5,1 passageiros/m ²	MRC/TRG
fev/18	5,4 passageiros/m ²	TRG/MRC	fev/18	5,5 passageiros/m ²	MRC/TRG
mar/18	5,6 passageiros/m ²	TRG/MRC	mar/18	5,5 passageiros/m ²	MRC/TRG
abr/18	5,5 passageiros/m ²	TRG/MRC	abr/18	5,6 passageiros/m ²	MRC/TRG
mai/18	5,6 passageiros/m ²	TRG/MRC	mai/18	5,5 passageiros/m ²	MRC/TRG
jun/18	5,4 passageiros/m ²	TRG/MRC	jun/18	5,3 passageiros/m ²	MRC/TRG
jul/18	5,2 passageiros/m ²	TRG/MRC	jul/18	5,2 passageiros/m ²	MRC/TRG
ago/18	5,1 passageiros/m ²	TRG/MRC	ago/18	5,3 passageiros/m ²	MRC/TRG
set/18	5,5 passageiros/m ²	TRG/MRC	set/18	5,4 passageiros/m ²	MRC/TRG
out/18	5,6 passageiros/m ²	TRG/MRC	out/18	5,2 passageiros/m ²	MRC/TRG
nov/18	5,9 passageiros/m ²	TRG/MRC	nov/18	5,2 passageiros/m ²	MRC/TRG
dez/18	5,5 passageiros/m ²	TRG/MRC	dez/18	5,5 passageiros/m ²	MRC/TRG

Fonte: MetrôRio (2019).

A implantação desse indicador foi de fundamental importância para a gerência de planejamento e controle da operação do Metrô do Rio de Janeiro, que conseguiu obter dados mais precisos e assertivos sobre superlotação nos trens metroviários e identificar as seções críticas de demanda. Dessa forma foi possível planejar melhor as estratégias operacionais a serem adotadas nessas situações.

A figura 1 apresenta um exemplo de uma viagem completa, do terminal de origem ao terminal de destino da Linha 2, no horário de pico da manhã, com os resultados das taxas de lotações desse trem específico no momento da partida de cada uma das estações. Dessa forma, é

possível identificar as seções críticas e quais são as estações consideradas como polos geradores de viagens na operação do Metrô do Rio de Janeiro.

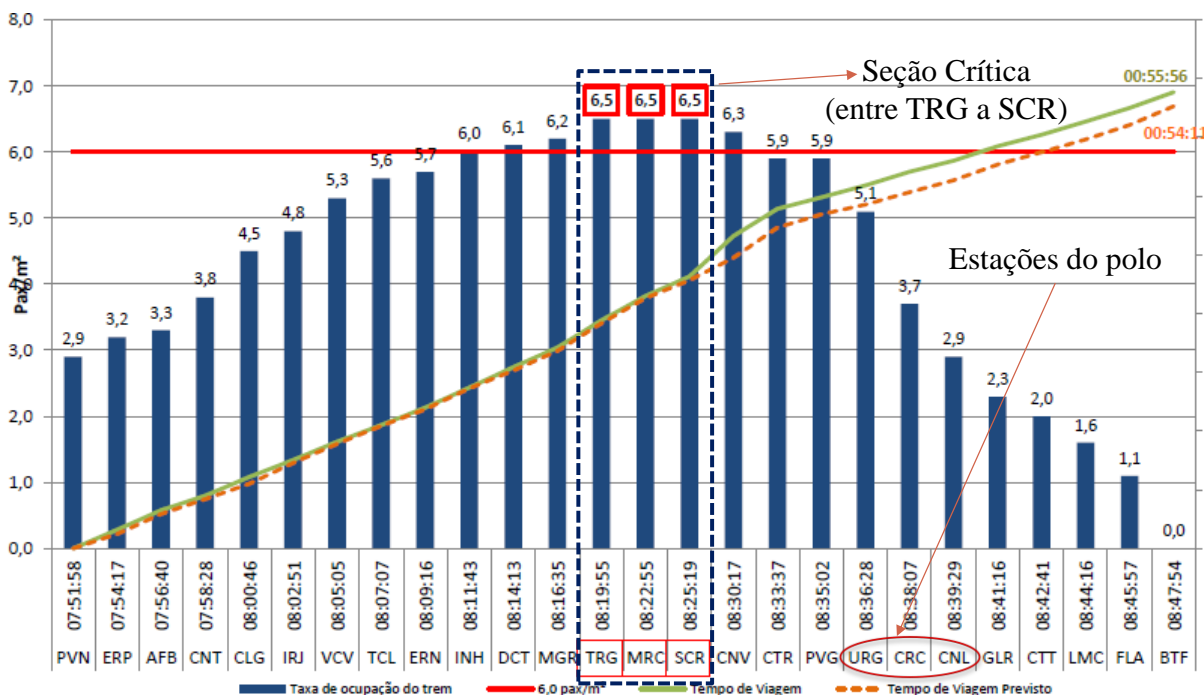


Figura 1: Exemplo de uma viagem completa, do terminal de origem ao terminal de destino da Linha 2, no pico da manhã, com os resultados das taxas de lotações desse trem específico no momento da partida de cada uma das estações (fonte: MetrôRio, 2019)

Conforme previsto pela teoria de Ferraz e Torres (2004), na figura 1 foi constatado que realmente as seções críticas da operação do Metrô do Rio de Janeiro se localizam nas proximidades dos grandes polos de atração de demanda. As estações URG (Uruguaiiana), CRC (Carioca) e CNL (Cinelândia) são consideradas como polos de atrações de viagens, e se localizam nas proximidades da seção crítica dessa viagem, no trecho de TRG (Triagem) até SCR (São Cristóvão). Outra vantagem que esse indicador permitiu foi a identificação dos carros mais lotados do trem (que é composto por 6 carros) na partida de cada estação.

O carro A Norte geralmente fica em local mais próximo às descidas das escadas das estações. Ou seja, muitos dos usuários descem as escadas para as plataformas e permanecem parados no 1º carro aguardando o embarque, ocorrendo esse acúmulo de usuários no carro de cabine de condução, que poderiam ser mais bem distribuídos entre os 6 carros da composição.

Esse indicador atende diretamente o atributo conforto, que consta na norma EN 13.816. Mais especificamente no desdobramento para o conforto no interior do trem, mantendo uma boa relação de passageiros por metro quadrado. A figura 2 apresenta um exemplo de uma viagem completa, do terminal de origem ao terminal de destino, com a identificação da lotação de cada um dos 6 carros ao longo do percurso, sendo possível constatar a diferença de lotação do carro A Norte (cabine de condução) com os demais carros da composição. Com essa identificação, foram implantadas estratégias de melhorias para orientar os usuários a embarcar nos carros menos cheios, ocorrendo uma melhor distribuição dos usuários ao longo dos 6 carros do trem.

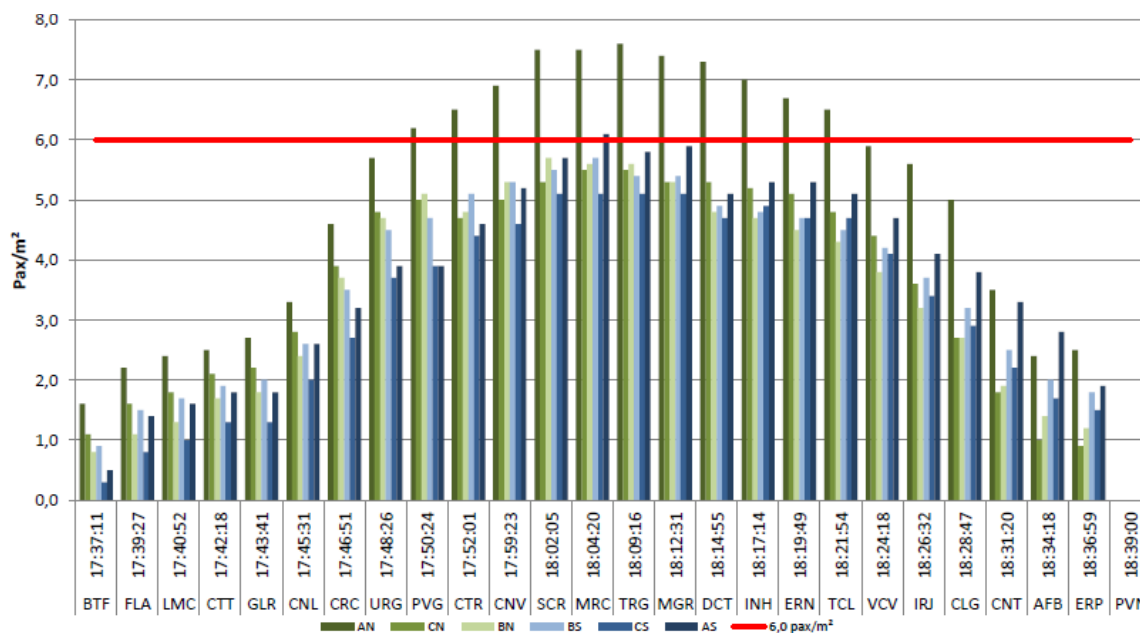


Figura 2: Exemplo de uma viagem completa, do terminal de origem ao terminal de destino da Linha 2, no pico da tarde, com os resultados das taxas de lotações dos 6 carros desse trem específico no momento da partida de cada uma das estações (fonte: MetrôRio, 2019)

4. CONCLUSÕES

É necessária uma análise criteriosa para a definição objetiva dos atributos que a operadora metroviária necessita medir e de seus indicadores. Se aquilo que está sendo medido é suficientemente representativo, e se realmente contém informações importantes para a avaliação de objetivos estratégicos da operadora metroviária. Os indicadores são utilizados nas etapas de monitoramento, avaliação e apresentação dos dados, para dar suporte aos gestores na tomada de decisões.

Este trabalho procurou se concentrar na eficácia do atendimento aos usuários, analisando o atributo conforto na prestação do serviço metroviário, medido através da sugestão da implantação de dois indicadores quantitativos em sistemas metroviários que atendam ao atributo conforto: a) percentual de passageiros viajando com conforto e b) taxa de lotação dos trens metroviários.

Para a identificação das necessidades dos usuários foi pesquisado o atributo conforto de um sistema metroviário; como os usuários percebem e valorizam esses atributos; como eles podem ser medidos de uma maneira que contemple a visão do usuário. Procurou-se sempre idealizar indicadores alinhados com a visão do usuário para o atributo conforto.

O compromisso com a qualidade e a implantação de indicadores que meçam objetivamente o cumprimento desse compromisso com o atributo conforto devem ser introduzidos paulatinamente nos sistemas metroviários, ainda que complementando os indicadores atualmente em uso pelas operadoras. Uma abordagem realista tem que ser adotada quanto à implantação, que vai depender da situação particular de cada sistema: se é empresa privada ou governamental, nível atual de tecnologia e conhecimento e outras variáveis. O importante é não perder o foco do objetivo final, aonde se quer chegar.

A aplicação de um dos dois indicadores propostos nesse trabalho foi realizada no Metrô do Rio de Janeiro, que foi o indicador de taxa de lotação dos trens modelo CRC, que circulam na Linha 2 do Metrô do Rio de Janeiro, através de metodologia própria desenvolvida pela operadora. Em consulta realizada pelo MetrôRio junto ao grupo CoMet/Nova (grupo de benchmarking com 32 sistemas metroviários do mundo, sendo o Metrô do Rio de Janeiro membro desse grupo), constatou-se que o Metrô do Rio de Janeiro é a única operadora metroviária do mundo pertencente ao grupo CoMet/Nova que realiza medições de taxa de lotação dos trens de uma forma tão detalhada e assertiva. Na maioria do grupo as operadoras metroviárias sequer possuem algum tipo de controle do desempenho para o atributo conforto. Alguns sistemas metroviários do grupo utilizam metodologias bem mais simplistas para obter esses dados de taxa de lotação dos trens, que não trazem a mesma assertividade nos resultados quando comparado à metodologia de cálculo do Metrô do Rio de Janeiro (MetrôRio, 2019).

Com a implantação desse novo indicador no Metrô do Rio de Janeiro, a operadora pôde realizar a melhoria contínua no atendimento do atributo conforto aos usuários, através da implantação de estratégias operacionais no Centro de Controle e nas estações metroviárias, e, conseqüentemente, aumentando a qualidade da prestação do serviço aos usuários do sistema.

A proposta de novos trabalhos se baseia em realizar estudos detalhados de outros atributos relevantes para os metrô, com a definição e implantação de novos indicadores, que atendam também outros atributos essenciais para a prestação de um serviço de qualidade aos usuários do transporte metroviário, como os atributos tempo e disponibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, B.C. (2006) Qualidade de serviço no setor de transportes sob a ótica dos Topo. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Castello Branco, J. E. S. (1998) *Indicadores da qualidade e desempenho de ferrovias (carga e passageiros)*. 1ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Associação Nacional dos Transportes Ferroviários-ANTF.
- Cysneiros, J.M.G. (2004) Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção numa empresa metroviária. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- EN 13.816 (2002) *Transportation. Logistics and services. Public passenger transport. Service quality definition, targeting and measurement*. Norma de qualidade em transporte público de passageiros, CEN 2002.
- Ferraz, A.C.P e Torres, I.G.E. (2004) *Transporte Público Urbano*. Editora Rima, São Carlos, São Paulo.
- Galvão, L. L. (2002) Medidas de desempenho organizacional em organizações públicas brasileiras. *VII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*. Lisboa, Portugal.
- MetrôRio (2019) Informações fornecidas por Daniel Habib, Diretor de Operações do Metrô do Rio de Janeiro.
- Pezerico, L. A. M. (2002) Sistema de avaliação de desempenho no transporte urbano: uma abordagem para o setor metroferroviário. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rodrigues, F. A. H. (1990) Uma proposta metodológica para a avaliação do desempenho de sistemas ferroviários urbanos. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tabosa, T.C.M. (1979) O inter-relacionamento entre atributos do sistema de transporte coletivo por ônibus. Dissertação de M.Sc., PUC, Rio de Janeiro.
- TCRP (2003) *Transit Capacity and Quality Manual*. Transit Cooperative Research Program.
- Vuchic, V. R. (1981) *Urban Public Transportation - Systems and Technology. Transit System Performance: Capacity, Productivity, Efficiency and Utilization*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.

Profº Carlos Eduardo Sanches de Andrade (carlos.sanches@ufg.br)
Graduação em Engenharia de Transportes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás.
Rua Mucuri, S/n, Área 3. Setor Conde dos Arcos. Aparecida de Goiânia – Goiás. CEP: 74968-755.

Profº Márcio de Almeida D'Agosto (dagosto@pet.coppe.ufrj.br)
Profº Alessandro de Santana Moreira de Souza (alessandro.santana@unigranrio.edu.br)
