



INDICADORES DE DESEMPENHO PARA O TRANSPORTE DE TRENS URBANOS: ESTUDO DE CASO NO TRENSURB

*Aline Oliveira Silveira De Moraes¹, Anelise Schmitz², Danielle de Souza Clerman Bruxel³,
Juliana De Azevedo Bernardes⁴, Viviane Gschwenter Lopes dos Santos⁵*

¹³⁴⁵Centro Universitário IPA Metodista, ²Universidade Federal do Paraná

*arq.alinemoraes@gmail.com¹, anelise.schmitz@ufpr.br², daniclerman@yahoo.com.br³,
juliana.bernardes@ipa.metodista.br⁴, viviane.santos1@ipa.metodista.br⁵*

RESUMO

Os indicadores de desempenho são imprescindíveis para que as organizações tenham conhecimento de como estão os processos e o comportamento dos seus sistemas. Atualmente a maioria dos países está severamente comprometida com a questão da mobilidade urbana das grandes cidades onde o transporte sobre trilhos é a melhor solução para o transporte em massa. Esta questão se torna mais relevante no Brasil, onde os investimentos são em grande parte para as rodovias, em detrimento das ferrovias. Neste sentido, este estudo trata da aplicação de indicadores de desempenho para o transporte de passageiros metroferroviário, com enfoque nos serviços que impactam diretamente os usuários. As análises foram realizadas com base em nove indicadores de qualidade e produtividade nos transportes, com aplicação na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre – TRENSURB. Para cada indicador foi realizada uma validação, a análise crítica e avaliados se estão ou não atendendo a qualidade almejada.

PALAVRAS-CHAVE: . Indicadores de Qualidade, Indicadores de Desempenho, Transporte, Passageiros, Metroferroviário

ABSTRACT (APENAS PARA ARTIGOS CIENTÍFICOS)

Performance indicators are essential for organizations to know how their systems and processes are being effective. Currently, most of the countries are highly engaged with the urban mobility agenda, especially in those cities where railways are considered the best solution for mass transportation. This matter becomes more relevant in Brazil, where investments are wider for roads rather than railways. This research aims to apply urban railway performance indicators, focusing on the services that affect the system users. The analyses were defined using nine quality and productivity transportation indicators, which were applied for the Porto Alegre Company of Urban Trains – TRENSURB. This work reviewed and analysed each indicator, assessing whether they are delivering the demanded quality.

KEYWORDS: *Quality Indicators, Performance, Transportation, Passengers, Urban Railways*

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de transporte possuem características básicas, que fazem com que funcionem corretamente. Eles podem ser integrados e afirmaram-se como uma solução para o atendimento da diversidade de viagens da população das cidades, fruto da descentralização das atividades econômicas, da mudança do perfil de emprego e da ampliação do número de estabelecimentos. Entre os sistemas de transporte, que são os mais utilizados para o

transporte coletivo, podem ser destacados os rodoviários e ferroviários. No Brasil, utiliza-se muito pouco o sistema ferroviário, se comparado com países desenvolvidos (FOGLIATTI; FILIPPO; GOUDARD, 2004; HOEL, GARBER, SADEK, 201; BRASIL, 2015, a).

A CNT (2016) destaca que o modal de transporte ferroviário, por seu caráter estruturante do território, confiabilidade e grande capacidade, pode contribuir para a melhoria da mobilidade, da qualidade de vida das populações e dos aglomerados urbanos onde se inserem. A matéria da mobilidade urbana tem ganhado espaço na demanda pública, à medida que se reconhece a sua grande importância econômica, social e ambiental (FOGLIATTI; FILIPPO; GOUDARD, 2004). Com o propósito de valorizar e contribuir para expansão de uma visão mais detalhada do transporte metroferroviário, neste estudo, são estudados alguns indicadores para medir a eficiência e eficácia dos serviços de transporte, focando na qualidade e na produtividade, baseados em Valente et al. (2008).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Comissão Metroferroviária da Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP classifica os operadores de transporte ferroviário brasileiros de acordo com cinco indicadores de desempenho: intervalos entre trens, passageiros transportados por ano, distância média entre estações, número de viagens realizadas por ano e passageiros transportados por quilômetro (BRASIL, 2015, b). A CNT (2016), afirma que o transporte de passageiros sobre trilhos em meio urbano abrange diversidade de modalidades, que se distinguem, principalmente, pela capacidade de transporte e níveis de direito de tráfego.

Yu (2008), Graham (2008), Kutlar, Kabasakal, Sarikaya (2012), Cantos, Pastor, Serrano (2012) e Pereira, Rosa, Lunkes (2015) avaliaram a eficiência de diferentes ferrovias de diversos países. Os indicadores variam desde a análise operacional, custos e à qualidade na oferta do serviço.

Na avaliação de desempenho são utilizados indicadores, obtidos pela medição direta do sistema (indicadores operacionais) ou obtidos com a participação do usuário (indicadores de qualidade) (ANDRADE, 2009). Para que as organizações possam gerenciar suas demandas, são necessárias informações sobre a operação, avaliando como estão os resultados, em relação ao que está sendo oferecido e se seus setores estão agindo simultaneamente (PEZERICO, 2002). Os indicadores permitem integrar subjetividade e



objetividade a partir de evidências empíricas, além de viabilizar comparações e avaliações que atendam às necessidades dos tomadores de decisões (BRASIL, 2015, b).

Conforme Valente et al. (2008), indicador é um instrumento adotado para demonstrar ou revelar, quantitativamente ou qualitativamente, a característica de uma parte de um conjunto observado. A nomenclatura de indicadores se mostra mais adequada para a análise das características do transporte metroferroviário de passageiros em relação a qualidade e produtividade. Já a norma europeia EN 13816 (CEN, 2002) tem como ponto central uma cadeia da qualidade baseada em critérios, ao invés de indicadores.

A Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana instituiu um grupo de trabalho para seleção de indicadores de efetividade da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU - Programa 2048). Foi definida uma lista preliminar de indicadores que devem ser monitorados a fim de avaliar a implantação da PNMU (BRASIL, 2016).

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso na TRENURB, com base nos indicadores para medir o desempenho operacional, com foco naqueles que impactam diretamente o usuário do transporte metroferroviário. O período de janeiro a dezembro de 2017 foi disponibilizado para estudo e os dados coletados foram referentes a toda extensão da linha da Trensurb (2017), com início em Porto Alegre (RS) até a cidade de Novo Hamburgo (RS) totalizando um trecho de 43,8 km. Foram calculados e analisados nove indicadores fundamentados por Valente et al. (2008), sendo eles:

- **conforto:** sensação de bem-estar do usuário durante o seu deslocamento (dentro do veículo ou utilizando equipamento de apoio). Calculado por meio da Taxa de Ocupação do Período – TOC_p (%) (Equação 1).

$$TOC_p = 100 \times \frac{PTRp}{NLOp} = 100 \times \frac{PTRp}{NVRp \times (AST+6 \times A)}$$

(1)

Em que: PTRp = número de passageiros transportados no período (passageiros);

NLOp = número de lugares oferecidos no período (passageiros);

NVRp = número de viagens realizadas no período (viagens);

AST = número de assentos do veículo-padrão (passageiros/viagem); e

A = área útil para o transporte de passageiros em pé (m²/viagem).

- **segurança:** condição de harmonia que o usuário pode usufruir no relacionamento com o ambiente criado para o seu deslocamento, tais como ausência de acidentes, de agressões físicas ou morais e de roubos e assaltos. Calculado a partir da Taxa de Gravidade de Acidentes com Passageiros no período – TGA_p (%) (Equação 2).

$$TGA_p = 100 \times \frac{NAC_{n,p}}{NA_p} \quad (2)$$

Em que: $NAC_{n,p}$ = número de acidentes (com passageiros) de gravidade n , no período; e

NA_p = número de acidentes (com passageiros) no período.

- **confiabilidade:** certeza que o usuário tem de que o seu deslocamento ocorrerá conforme espera: sem atrasos, sem interrupções, com continuidade e sem maus-tratos. Calculado pelo Intervalo Médio no período – IM_p [min/viagem], (Equação 3) e pelo Índice de Supressão de Viagens no período – ISV_p (Equação 4).

$$IM_p = \frac{D_p}{NVR_p} \quad (3)$$

Em que: D_p = duração do período (min);

NVR_p = número de viagens realizadas no período (viagens).

$$ISV_p = \frac{NVS_p}{NVR_p} \quad (4)$$

Em que: NVS_p = número de viagens suprimidas no período (viagens); e

NVR_p = número de viagens realizadas no período (viagens).

- **rapidez:** possibilidade que o usuário tem de efetuar seu deslocamento no menor tempo possível. Calculado pela Velocidade Média Comercial – VMC [km/h] (Equação 5) e Velocidade Média Operacional – VMO [km/h] (Equação 6).

$$VMC = 60 \times \frac{EXL}{TV_i} \quad (5)$$

Em que: EXL = extensão da linha (km/viagem);

TV_i = tempo médio de viagem, incluindo os tempos nos terminais e pontos de parada (min/viagem).

$$VMO = 60 \times \frac{EXL}{TVE} \quad (6)$$

Em que: EXL = extensão da linha (km/viagem); e

TVE = tempo médio de viagem efetiva, excluindo os tempos nos terminais e pontos de parada (min/viagem).

- **intensidade de utilização do serviço:** grau com que a capacidade ofertada de transporte é aproveitada. Calculada a partir da Utilização da Frota no Período – UF_rp [km/veículo] (Equação 7) e do Aproveitamento Médio da Frota no período – ApF_p [pass. /veículo] (Equação 8).

$$UF_r p = \frac{EXL \times NVR_p}{FR} \quad (7)$$



Em que: EXL = extensão da linha (km/viagem);

NVR_p = número de viagens realizadas no período (viagens); e

FR = frota total (veículos).

$$ApF_p = \frac{PTR_p}{FR} \quad (8)$$

Em que: PTR_p = número de passageiros transportados no período (passageiros); e

FR = frota total (veículos).

- **eficiência energética:** produção do transporte utilizando a menor quantidade possível de energia. Calculada pelo Índice de Eficiência Energética do período – IEEp [pass.km/kWh] (Equação 9).

$$IEE_p = \frac{PTR_p \times KMR_p}{CTE_p} \quad (9)$$

Em que: PTR_p = número de passageiros transportados no período (passageiros);

KMR_p = quilometragem total realizada no período (km); e

CTE_p = consumo total de energia pela frota no período (kWh).

- **racionalidade do tempo investido:** aproveitamento do tempo investido para produzir transporte. Calculado pelo Aproveitamento do tempo de operação do período – ATOp [km/h] (Equação 10).

$$ATO_p = \frac{EXL \times NVR_p}{HO_p} \quad (10)$$

Em que: EXL = extensão da linha (km/viagem);

NVR_p = número de viagens realizadas no período (viagens); e

HO_p = tempo total de operação da frota no período (horas).

- **realização do programado:** grau de cumprimento da oferta programada. Calculado pelo Índice de Cumprimento da Quilometragem no período – ICQp (Equação 11), Índice de Cumprimento das Viagens no período – ICVp (Equação 12) e o Índice de Cumprimento dos Horários no período – ICHp (Equação 13).

$$ICQ_p = \frac{KMR_p}{KMP_p} \quad (11)$$

Em que: KMR_p = quilometragem total realizada no período (km); e

KMP_p = quilometragem total programada para o período (km).

$$ICV_p = \frac{NVR_p}{NVP_p} \quad (12)$$

Em que: NVR_p = número de viagens realizadas no período; e

NVP_p = número de viagens programadas para o período.

$$ICH_p = \frac{NVA_p}{NVP_p} \quad (13)$$

Em que: NVA_p = número de viagens com atraso de até 3 min ou adiantamento de até 1 min, no período; e

NVP_p = número de viagens programadas para o período (viagens).

- **desempenho da manutenção:** reflexo do trabalho da manutenção na disponibilidade da frota. Medido pelo Índice de Confiabilidade da Frota no período – ICFp [km/falha] (Equação 14).

$$ICF_p = \frac{KMR_p}{NF_p} \quad (14)$$

Em que: KMR_p = quilometragem total realizada no período (km); e

NF_p = número de falhas no período (falhas).

Para análise dos resultados dos indicadores de desempenho foram utilizados os parâmetros de referência expostos por Valente et al. (2008) e a variação das médias mensais, pois na empresa em análise não existiam dados históricos que pudessem ser comparados com os indicadores supracitados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS INDICADORES

Os nove indicadores de desempenho apresentam-se de forma global resumidos na Tabela 1. O indicador conforto mediu a sensação de bem-estar do usuário durante o seu deslocamento, por meio da Taxa de Ocupação do Período (TOcp) (Equação 1), expressa em porcentagem, e também do Nível de Ruído no interior do veículo, medido em decibéis dB(A). O cálculo da TOcp foi realizado utilizando o número de passageiros transportados em cada mês, o número de viagens realizadas, o número de assentos oferecidos (no caso dos trens do tipo “Série 100” são 228 por cada composição de trem, formada por quatro carros), e a área útil para o transporte de passageiros em pé.

A TOcp foi de 50%, demonstrando que os trens estão ocupados com metade da sua capacidade. Essa média é mensal/anual e não revela a realidade diária dos horários de pico, que ocorrem nos dias de semana, das 6:30 às 8 h na parte da manhã, e das 17 às 19 h na parte da tarde, onde geralmente a ocupação é de 80% a 100% da capacidade. Os meses que tiveram maior taxa de ocupação foram agosto e novembro. Nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro, que são meses de férias escolares, a demanda caiu significativamente.



O Nível de Ruído no Interior do Veículo, em decibéis (dBA) correspondente a um Nível de Serviço (NS). Foi medido o nível de ruído interno dos trens “Série 100”. Para este indicador foram utilizados dados de Strauch (2016), no qual foram aferidos os níveis de ruído que os usuários do trem são submetidos durante uma viagem. Os resultados ficaram em torno de 85 dBA, que corresponde ao Nível de Serviço C (considerado regular). O tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído vai de 85 dBA por um período de 8 h a até 115 dBA por um período de 7 min.

Tabela 1 - Síntese dos indicadores de desempenho TRENSURB

Indicador	Índices de medição	Resultados
1. Conforto	Taxa de Ocupação do Período – TOcp	50%
	Ruído	Nível de serviço “C”
2. Segurança	Taxa de Gravidade de Acidentes com Passageiros no período – TGAp	54% com remoção 46% sem remoção
	Intervalo Médio no período – IMP	9,15 min/viagem
3. Confiabilidade	Índice de Supressão de Viagens no período – ISVp	1,20%
	Velocidade Média Comercial – VMC	50 km/h
4. Rapidez	Velocidade Média Operacional – VMO	63 km/h
	Utilização da Frota no Período – UFrp	11.248 km/veículo
5. Intensidade de Utilização do Serviço	Aproveitamento Médio da Frota no período – ApFp	166.337 pass./veículo
	Índice de Eficiência Energética do período – IEEp	381.836 pass.km/kwh
7. Racionalidade do Tempo Investido	Aproveitamento do tempo de operação do período – ATOp	575 km/h
	Índice de Cumprimento da Quilometragem no período – ICQp	98,81%
8. Realização do Programado	Índice de Cumprimento das Viagens no período – ICVp	98,81%
	Índice de Cumprimento dos Horários no período – ICHp	99,91%
	Índice de Confiabilidade da Frota no período – ICFp	3.033,87 km/falha
9. Manutenção		

Fonte: Os autores, com base nos dados fornecidos pela TRENSURB (2017)

O indicador segurança mediu o índice de segurança do usuário por meio da Taxa de Gravidade de Acidentes com Passageiros no período (TGAp), expressa em porcentagem (Equação 2). O cálculo foi realizado utilizando o número de acidentes com passageiros

transportados em cada mês, com e sem remoção, e o número total de acidentes no período. Dos acidentes ocorridos por mês, 46% necessitaram de remoção (SAMU), e 54% foram tratados dentro das dependências das estações, já que os funcionários das estações possuem treinamento para atender ocorrências de menor gravidade e kit de primeiros socorros. A maioria das causas de acidentes que ocorreram no sistema foram quedas nas escadas rolantes ou nas plataformas, com alguma torção nos membros e mal súbito.

O indicador confiabilidade mediu a certeza que o usuário teve de que o seu deslocamento ocorreu de forma esperada, ou seja, sem atrasos, sem interrupções, com continuidade e sem maus-tratos. Foi medido por meio do Intervalo Médio no período (IMp) (Equação 3), expresso em minutos/viagem, e o Índice de Supressão de Viagens no período (ISVp) (Equação 4), expresso em porcentagem. O IMp foi de 9,15 min/viagem. O cálculo foi realizado utilizando a duração do período em minutos, que é calculado levando em consideração 18 h/dia de operação, 30 dias no mês, 60 min, ida e volta no percurso (2 viagens), e o número total de viagens realizadas.

O intervalo médio entre viagens ficou em torno de 9 min. Deve-se levar em consideração que em horários de pico (das 6h30 às 8 h na parte da manhã, e das 17 às 19 h na parte da tarde) esse intervalo é menor, em torno de 4 min, devido a demanda maior, e em “horário de vale” (demais horários) e nos meses de férias escolares é maior, chegando a até 15 min, devido ao maior espaçamento entre viagens. A média anual do ISVp foi 1,20% foi calculada a partir do emprego do número total de viagens realizadas e de viagens perdidas. Ocorreram três picos acima da média normal, nos meses de abril (4,62%), junho (4,42%) e outubro (2,38%), devido à greve dos metroviários, via alagada e falha na rede de energia, respectivamente.

O indicador de rapidez revela ao usuário a velocidade padrão do sistema, para que este possa efetuar o seu deslocamento no menor tempo possível. Os parâmetros calculados são a Velocidade Média Comercial (VMC) (Equação 5) e a Velocidade Média Operacional (VMO), expressos em km/h (Equação 6). O cálculo da VMC resultou em 50 km/h e foi realizado utilizando a extensão total da linha e o tempo médio de viagem, incluindo os tempos de paradas nas estações, em média de 30 segundos. Já o cálculo da VMO resultou 63 km/h e foi realizado utilizando a extensão total da linha (43,80 m) e o tempo médio de



viagem efetiva, excluindo os tempos de paradas nas estações. Os indicadores de rapidez não sofreram grande variação. A velocidade dos trens “Série 100” pode variar de 40 a 90 km/h. Levou-se em consideração o tempo e velocidade média que o trem necessita para percorrer o maior percurso, da Estação Mercado de Porto Alegre até a estação Novo Hamburgo, que é de 53 min. Também levou-se em consideração esse mesmo tempo, descontando 30 segundos de parada em cada uma das 22 estações, o que resulta nos 42 min.

O indicador de intensidade de utilização do serviço mediu o grau com que a capacidade ofertada de transporte foi aproveitada, por meio da Utilização da Frota no período (UFrp), expressa em km/veículo (Equação 7), e o Aproveitamento Médio da Frota no período (ApFp), expresso em passageiro/veículo (Equação 8). A média anual da UFrp foi calculada utilizando a extensão total da linha de 43,80 km, o número total de viagens realizadas no período e a frota total de trens. A média anual resultou 11.248 km por veículo. Quanto às variações ocorridas na UFrp, podem-se destacar os meses de fevereiro e setembro como os de menor aproveitamento da frota, e os meses de maio e dezembro com maior aproveitamento. A média anual do ApFp foi calculada a partir do número total de passageiros transportados no período e a frota total de trens, resultando em 166.337 passageiros por veículo.

O indicador eficiência energética mediu a quantidade de energia utilizada para a produção do transporte metroferroviário, expresso em passageiro.km por quilowatt-hora (Equação 9). O IEEp foi 381.836 pass.km/kWh, realizado utilizando o número total de 4.588.122 passageiros no período, a quilometragem de 323.066 km e o consumo de energia de 3.881.941 kWh utilizada pela frota de trens. O IEEpp apresentou valores menores nos meses de férias escolares e em abril em decorrência da greve dos metroviários. Houve aumento em agosto, devido à ocorrência de uma feira na cidade de Esteio, o que faz com que mais usuários utilizem o sistema metroferroviário para o seu deslocamento. Ao se correlacionar os 3.881.941 kWh consumidos com os 4.588.122 passageiros transportados, tem-se o consumo médio por usuário de 0,85 kWh.

O indicador racionalidade do tempo investido mediu o tempo designado para a produção do transporte, por meio do Aproveitamento do Tempo de Operação do período (ATOp), expresso em km/h (Equação 10). O ATOp de 2017 foi realizado utilizando a

extensão total da linha de 43,80 km, a média do número de viagens realizadas no período, de 7083, e o tempo total de operação da frota de trens em horas, que foi calculado por meio da multiplicação de 18 horas de operação diária, pelos 30 dias do mês, resultando em 540 horas. Em média a frota de trens rodou 575 km por hora, com pequenas variações nos meses de férias e em abril em decorrência da greve dos metroviários.

O indicador realização do programado compreendeu: o Índice de Cumprimento da Quilometragem no período (ICQp) (Equação 11), o Índice de Cumprimento das Viagens no período (ICVp) (Equação 12) e o Índice de Cumprimento dos Horários no período (ICHp) (Equação 13), todos expressos em porcentagem. A média anual do ICQp foi de 98,81%. Esse cálculo foi realizado utilizando a quilometragem média total realizada de 310.250 km e a quilometragem média total programada para o período de 313.983 km. Destaca-se que na programação da quilometragem planejada pela Trensurb, conforme o ICQp, a maioria das viagens foi efetivamente realizada, com destaque para os menores índices nos meses de abril, junho e outubro, conforme os motivos já apresentados (greve dos metroviários, chuva, etc.). O cálculo do ICVp foi realizado utilizando a média de 7.883 viagens realizadas e da média de viagens programadas para o período, este índice é diretamente proporcional ao ICQp e seus resultados foram iguais (98,81%).

O ICHp foi de 99,91%; o cálculo foi realizado utilizando a média de 6,75 viagens com atraso e a média de 7.169 viagens programadas para o período. Corroborando para os resultados do ICHp, a maioria das viagens se manteve pontual e o índice de atrasos nas viagens de 2017 ficou em torno de 0,10%. Analisando todos os parâmetros deste indicador de realização do programado, percebe-se que os resultados foram de 99% a 100%, o que demonstra que este indicador é de um modo geral satisfatório.

O indicador desempenho da manutenção mediu o Índice de Confiabilidade da Frota no período (ICFp), expresso em km/falha (Equação 14). O cálculo deste indicador resultou a média de 3033,87 km/falha, realizado utilizando a quilometragem total de 323.360 km percorrida pela frota de trens no período e o número médio de 107 falhas no período. Este indicador em um primeiro momento pode dar a impressão de que quanto maior a quilometragem realizada, maior é o número de falhas, mas essa realidade pode estar distorcida, pois o número de falhas depende de diversos outros fatores, que nem sempre são



fáceis de detectar, devido a manutenção de: sistema de tração, sistema de freio, sistema de portas, etc. Alguns destes sistemas podem apresentar mais falhas, conforme o aumento da quilometragem, enquanto outros apresentam mais falhas se ficarem subutilizados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores analisados permitiram o conhecimento do desempenho da operação da Trensurb e podem auxiliar a estabelecer metas ou comparar os resultados com as metas pré-estabelecidas, com a possibilidade de identificar e mitigar falhas ou incoerências. Neste trabalho foram identificados os indicadores baseados na qualidade e produtividade do transporte metroferroviário, abordando o serviço que é ofertado ao usuário. Os indicadores da Trensurb puderam ser observados apenas levando em conta as médias mensais da maioria dos índices, pois não havia série histórica comparativa. Fica a sugestão pela busca incessante de padronização dos indicadores e também que seja realizada uma pesquisa de origem e destino, para atualizar dados importantes de percepção dos usuários.

As melhorias não foram abordadas neste trabalho, mas são de extrema importância e impactam diretamente nos indicadores, tais como a frota dos novos trens sendo disponibilizada para a operação, a modernização dos trens antigos, a climatização e, por fim, a ampliação da malha. Atualmente, a maioria dos países trata com um olhar especial a questão da mobilidade urbana, onde o transporte sobre trilhos é uma das soluções para os deslocamentos e para reduzir o congestionamento do trânsito, proporcionando melhor qualidade de vida à população. Esta questão se torna relevante no Brasil, que precisa repensar o transporte coletivo e expandir o sistema ferroviário.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. E S. de. **Avaliação do Desempenho de Sistemas Metroferroviários sob a Ótica da Qualidade dos Serviços Prestados aos Usuários: aplicação no metrô do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana - PLANMOB**. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana - SeMob. Brasília, DF. 2015, a. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Indicadores**. 2015, b. Disponível em: <<http://portaldaestrategia.transportes.gov.br/indicadores.html>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

BRASIL **PROGRAMA: 2048 - Mobilidade Urbana e Trânsito**. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana - SeMob. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <http://www.minhacasaminhavida.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/ArquivosPDF/indicadores_mobilidade_urbana_siop_monitoramento_espeelho.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

CANTOS, P.; PASTOR, J.M.; SERRANO, L. Evaluating European railway deregulation using different approaches. **Transport Policy**, v. 24, p. 67-72. 2012.

CEN EN 13816 - Transportation - Logistics and services - Public passenger transport - Service quality definition, targeting and measurement. **European Norms, European Committee for Standardization**. 2002.

CNT **Transporte metroferroviário de passageiros**. Confederação Nacional de Transporte, Brasília. 2016.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Interciência, Rio de Janeiro. 2004.

GRAHAM, D. J. Productivity and efficiency in urban railways: parametric and non-parametric estimates. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 44, n. 1, p. 84-99. 2008.

HOEL, L. A.; GARBER, N. J.; SADEK, A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. Cengage Learning, São Paulo. 2011.

KUTLAR, A.; KABASAKAL, A.; SARIKAYA, M. Determination of the efficiency of the world railway companies by method of DEA and comparison of their efficiency by Tobit analysis. **Quality & Quantity**, v. 47, n. 6, p. 3575-3602. 2013.

PEREIRA, M. A.; ROSA, F.S.; LUNKES, R. J. Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009 a 2013. **Transportes**. v. 23, n. 2 p.56-63. 2015.

PEZERICO, L. A. de M. **Sistemas de Avaliação de Desempenho no Transporte Urbano: uma abordagem para o setor metroferroviário**. Dissertação de Mestrado. UFRGS, Porto Alegre, RS. 2002.

STRAUCH, R. G. **Análise de ruído interno para avaliação de conforto dos passageiros do Trensurb e avaliação da dose de ruído a que o operador do trem está exposto**. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2016.

TRENSURB. **Relatórios Operacionais e de Manutenção**. Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre, RS. 2017.



VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; CRUZ, J. A.; CARVALHO, N. A.; MAYERLE, S.; SANTOS, S. dos. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. Cengage Learning, São Paulo. 2008.

YU, M. M. Assessing the technical efficiency, service effectiveness, and technical effectiveness of the world's railways through NDEA analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 42, n. 10, p. 1283-1294. 2008.