



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Social Network Analysis (SNA) do Sistema Metroferroviário Brasileiro e seus Atores e Tecnologias

Luiz Rodrigo Bonette

Tecnólogo em Logística – Faculdade Tecnologia de Bebedouro (FATEC)

Diego Fernandes Rodrigues

Tecnólogo em Logística – Faculdade Tecnologia de Bebedouro (FATEC)

Resumo: Este estudo analisa a rede do sistema metroviário disponível no Brasil. Considerando as características do sistema de transporte, atributos geográficos e modelos de veículos disponíveis por seus fornecedores. A análise do sistema metroviário brasileiro é explorada com a metodologia de análise de redes sociais utilizando o software Ucinet e Netdraw na Versão 6.701. Os resultados apontam medidas de entrada, saída e graus de centralidade e a descoberta de micro redes, entre os atores estudados no sistema metroviário do Brasil e sua localização geográfica. Identificando a concentração de modelos de veículos, e suas tecnologias na mobilidade inteligente do sistema metroferroviário como atrativo para os usuários. Conclui-se a formação do sistema metroviário é sustentada por modelos e fornecedores de tecnologias em metrô, dentre as cidades analisadas, doze possuem mais de 1.000.000 de habitantes no Brasil.

Palavras-chave: Metrô, Intelligent Transportation Systems, Tecnologias.

Social Network Analysis (SNA) of the Brazilian Subway System and its Actors and Technologies

Abstract: This study analyzes the subway system network available in Brazil. Considering its characteristics of the transport system, geographical attributes and models of vehicles available by its suppliers. The network analysis of the Brazilian subway system is explored with the social network analysis methodology using the Ucinet and Netdraw software in Version 6.701. The results indicate measures of entry, exit and degrees of centrality and the discovery of micro networks among the actors studied within the Brazilian subway system and its geographical location. Identifying the concentration of vehicle models, and thus technologies in intelligent mobility in the subway system as attractive to users. It concludes models support the formation of the subway system and technology suppliers in subways, among the cities analyzed, twelve have more than 1,000,000 inhabitants in Brazil.

Keywords Subway, Intelligent Transportation Systems, Technology

1. Introdução

No Brasil, cerca de 90% da população reside em áreas urbanas o que acaba gerando cerca de 214 milhões de viagens diariamente (QUINTELLA, 2018). Diante disso, Falleiros (2019) expõe que no ano de 2018, mais de 10,9 milhões de passageiros foram transportados por dia (útil) pelo setor metroferroviário brasileiro, representando um crescimento de 9,2% em relação a 2017. Segundo Alouche (2001) é importante ressaltar que o sistema metroferroviário sempre está em constante evolução tecnológica, o que torna cada vez mais atrativo aos usuários.

Para Latora (2002) uma análise mais aprimorada com foco na eficiência do transporte metroviário, pode se obter uma considerável melhora e posteriormente superar os problemas atuais, com as informações indispensáveis sobre as redes de transportes.

Por outro lado, Giffinger et al. (2007), explicam que as cidades enfrentam grande dificuldade em combinar desenvolvimento com mobilidade urbana, fazer essa ligação é um grande desafio, qualquer decisão irá impactar diretamente na vida da população.

Este estudo tem como objetivo destacar como o sistema metroferroviário é composto, através de análises de dados, dentre as 12 cidades com mais de 1.000.00 de habitante no Brasil. Existe uma limitação e problemática constante de entender a composição de um modo de transporte coletivo urbano e a falta de investimentos na mobilidade, o que por sua vez acaba gerando lacunas tecnológicas (GAPs tecnológicas). Para Gattas, (2008) analisar as GAPs é um método eficaz que auxilia na identificação de inconsistências que ocorre entre prestador de serviços, serviços e cliente. Já Facchini, (2006) ressaltar que com a essa identificação é possível sanar os problemas, afim de uma possível melhora nos serviços prestados.

A mobilidade eletrificada é uma das alternativas mais eficientes no transporte público, sistema como os metrô e trens acabam ganhando mais importância quando o assunto é mobilidade sustentável.

Cabe destacar que foi utilizado o método aplicado da Social Network Analysis (SNA) que acaba gerando discussão e comparação sobre os destinos e origens entre o fornecimento de modelos de veículos de metrô para cidades brasileiras.

2. Revisão da Literatura

2.1. Contexto Metroferroviário

Dalbem et al. (2010) destaca que o transporte sobre trilhos é fundamental para o deslocamento de pessoas nas grandes cidades, mesmo sendo um modal que demanda muito investimento, com sua implementação é notável ganhos sociais vinculados ao seu uso.

Zhang (2020) frisa que o metrô é economicamente positivo para o PIB, com uma taxa de crescimento significativa, cidades que estão conectadas através do metrô tendem a aumentar sua economia e expandir o Produto Interno Bruto (PIB) entre elas. Já Bollinger e Ihanfeldt (1997) ressaltam que a vantagem do sistema de trens metropolitanos é a integração que ocorre das regiões metropolitanas a regiões periféricas, o principal motivo para o deslocamento sobre trilhos é a grande oferta de trabalho nos grandes centros.

Segundo Sobral et al. (2014) o setor metroferroviário é o mais promissor quando falamos em mobilidade urbana, mas ainda existem lacunas no Brasil, devido a estar restrito a poucas capitais.

Quintella (2018) esclarece que o transporte metroferroviário vem desempenhando um grande papel em conseguir atender uma demanda cada vez mais crescente de passageiros. Segundo Alouche (2011) o sistema de metrô e ferrovias é influenciado direta

ou indiretamente por diversos fatores que podem ser vistos como atributos, sua segurança, qualidade e rapidez, são fatores decisivos na hora que a população tende a optar por esse meio de transporte.

Murata et. al. (2017) em sua pesquisa mexicana acaba destacando que o metrô acaba ficando com a terceira opção de transporte urbano, as pessoas optam por outras opções de locomoção, a população acaba levando em considerando a distância entre as estações, o que acaba gerando outros problemas na mobilidade urbana.

Falleiros (2019) expõe dados brasileiros que no ano de 2018 mais de 10,9 milhões de passageiros foram transportados por dia (útil) pelo setor metroferroviário brasileiro, o que representa um crescimento de 9,2% com relação a 2017, já por ano, foram 3,7 bilhões de passageiros, sendo 21% a mais do que no ano anterior.

2.2. Intelligent Transportation Systems (ITS) no contexto Metroferroviário

Os *Intelligent Transportation Systems* (ITS) integram programas que abrangem aplicações e interação no sistema de transporte a fim de operarem com mais eficiência (SILVA, 2000). Segundo Figueiredo (2005) os ITSs pretendem conciliar a cultura, indústria, economia, meio ambiente e a qualidade de vida. Para Dimitrakopoulos et al. (2020) com a utilização dos ITS como suporte para a tomada de decisão e auxílio a conectividade veículo a veículo (V2V) e veículo a infraestrutura (V2I) o que ira facilitar a troca de dados e informações, que são coletados e armazenadas de diferentes fontes e que envolva a populações nessa rede de comunicação.

Segundo Sussman (2005) a sigla ITS surgiu nos Estados Unidos no fim dos anos 80, com foco em proporcionar uma melhora no sistema de transporte do país. Os grandes congestionamentos, segurança, meio ambiente foram os principais temas a serem incluídos. De acordo com Barbosa (2017) no cenário de congestionamento, com a introdução dos ITS seria a melhor saída, tendo em vista à melhoria, eficiência e segurança nos transportes, o processamento de informação, seria para controle e inovações tecnológicas. Cunha et al. (2017) ressalta que o ITS não é apenas para a melhoria do tráfego, ele tem a intenção de melhorar o transporte e torná-lo mais seguro e sustentável.

Os ITSs podem ser divididos em seis setores do transporte, Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS), Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS), Sistemas Avançados de Informação ao Viajante (ATIS), Sistema de Operação de Veículos Comerciais (CVO), Sistema Avançado de Controle Veicular (AVCS) e o Sistema de Coleta Eletrônica de Pedágio (ETC) (SILVA, 2000).

Nasim e Kassler (2012) relatam que o ITS não é composto por apenas uma tecnologia específica e sim vários dispositivos tecnológicos, com objetivo de melhoria continua em todo o sistema de gerenciamento de tráfego. Conforme He et al. (2020) o autodesenvolvimento da economia e a grande exigência na mobilidade urbana, o metrô desempenha um papel indispensável no aprimoramento da acessibilidade da cidade, por sua alta eficiência. Por outro lado, alguns metrô sofrem com a alta demanda de viagens em horário de pico, saber utilizar métodos como o de controle de fluxo de passageiros, é uma maneira viável para sanar esse problema de maneira imediata e efetiva, tornando o metrô um meio de transporte público cada vez mais convidativo a uso.

Xiong (2017) descreve uma nova abordagem para modelar, analisar e controlar sistemas complexos que inicialmente aparentam ser impossíveis de serem modelados ou controlados pelos métodos tradicionais. Com base nisso, o Sistema de Controle e Gerenciamento de Transporte Paralelo para Metrô (*Parallel Transport Control and Management System* (PTMS) - *Subway*) é projetado e desenvolvido para resolver o gerenciamento e controle de sistemas complexos de metrô.

Alouche (2001) descreve que a tecnologia certa para o sistema metroferroviário pode ser a chave para se obter sucesso ou até mesmo o fracasso em sua implantação e operação. Ter um bom planejamento de médio e longo prazo com a tecnologia adequada para cada fase é imprescindível, visando novas linhas no futuro. Diante desse cenário deve-se escolher a melhor tecnologia, que acompanhe as *Smart Cities*.

Cabe destacar outras tecnologias importantes para os usuários, como o painel digital que transmite em tempo real a chegada dos trens, o sistema *driverless* que garante a segurança e diminui a chance de erros humanos quando o trem está em operação, tudo interligado podendo ser controlado remotamente (ANP TRILHOS, 2019).

Caiafa (2016) ressalta que o metrô de São Paulo tem o sistema denominado *Unattended Train Operation* (UTO), sistema que não utiliza o condutor humano a primeira linha totalmente automatizada da América Latina. Já Gomes (2017) destaca que o metrô de São Paulo utiliza ao longo de suas linhas, equipamentos conhecidos como bloco fixo, na qual é possível fazer a localização do trem por seções via blocos fixos, devido aos próprios trens comunicarem sua localização com a central de monitoramento.

Marchesi (2018) explica que não há solução melhor para a mobilidade urbana que o transporte sobre trilhos, esse tipo de transporte é o que possui a maior capacidade em transportar passageiros, seja o metrô, Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) ou trem, eles acabam sendo a melhor opção, oferecendo rapidez, segurança entre outros benefícios que vão além do transporte.

Contudo Lopes (2018) destaca que com investimentos no transporte de modo inteligente é uma maneira de investir não apenas na mobilidade, mas investir na população de modo em que se obtenha uma melhor qualidade de vida.

Nesse contexto Machado (2018) nos deixa claro que com as inovações tecnológicas os ITSs nos proporcionam, faz com que as exigências das pessoas em relação ao transporte seja elevado, investir no sistema metroferroviário é fundamental para a mobilidade inteligente, podendo interligar tudo.

Poder operar de forma totalmente automática as linhas de metrô, entre outras ferramentas que avançam ainda mais na prestação de serviço, garantindo de maneira eficaz o cumprimento de horários em que o passageiro deve embarcar, a fim de garantir pontualidade e praticidade em seus deslocamentos (CLARK, 2018).

Os ITSs foram inseridos nas cidades com o propósito de reduzir os congestionamentos, diminuir a poluição e melhorar a mobilidade inteligente, com a introdução de novos serviços no transporte, os usuários acabam mudando o seu comportamento, que começam a exigir mais do transporte público (SURDONJA, 2020).

4. Metodologia

O presente trabalho será realizado baseando em um levantamento e coleta de dados em websites sobre as variáveis dos sistemas de transporte público urbano de 12 cidades com população acima de 1.000.000 de habitantes.

Foi utilizado o método de redes sociais com o software Ucinet e Netdraw na versão 6.701.

As redes são simuladas por gráficos e tabelas pelas medidas de centralidade e grau de interação entre os atores trazendo resultados da configuração das redes geral e de micro redes e sua formação.

Dentro do contexto das cidades do sistema de trams analisado podemos apresentar os seguintes perfis e características urbanas:

Tabela 2 – Descrição das 12 cidades e sua composição do sistema de transporte urbano de massa

Cidade	População	Densidade	PIB (R\$) Per capita	IDH	Quantidade Modos	Modos Transportes	Abertura Metro
São Paulo	12.252.023	8.054,7	57.071,43	0,805	7	Ônibus diesel urbano, Ônibus diesel suburbano, Micro-ônibus, Trolleybus, Metrô, Trem Urbano, Trem Suburbano, Monotrilho; BRT	1974
Rio de Janeiro	6.718.903	5.597,9	50.690,82	0,799	9	Ônibus diesel urbano, Ônibus diesel suburbano, Micro-ônibus, Metrô, Trem Urbano, Trem Suburbano, Trams, Balsa; BRT	1979
Brasília	3.015.268	514,7	79.099,77	0,824	2	Metrô, Ônibus	2001
Salvador	2.872.347	4.145,9	21.231,48	0,759	3	Metrô, Trem e Ônibus	2014
Fortaleza	2.669.342	8.393,1	23.436,66	0,754	3	Ônibus, Trams e Metrô	2012
Belo Horizonte	2.512.070	7.548,5	35.122 01	0,810	2	Metrô, Ônibus	1986
Curitiba	1.933.105	4.443,6	44.239,20	0,823	1	Ônibus	-
Recife	1.645.727	7.534,2	31.743,72	0,772	2	Metrô, Ônibus	1985
Porto Alegre	1.483.771	2.987,4	46.122 79	0,805	2	Trem e Ônibus	1985
Guarulhos	1.379.182	4.295,1	40.367,54	0,763	1	Ônibus	-
Campinas	1.204.073	1.497,1	49.876,62	0,805	1	Ônibus	-
Maceió	1.018.948	1.986,8	20.853,41	0,735	2	Trem e Ônibus	1997

Fonte: Website das prefeituras, secretarias de transportes e Empresas Consorciadas (2020).

Tabela 3 - Banco de dados do transporte metroferroviário

Cidade	Km	Estações	Linhas	Pax dia	Pax ano	Modelo	Fornecedor
São Paulo	101	89	7	4.744.000	1.494.798.000	Série9500	Hyundai Rotem
						Série 8500	CAF (2014-2016)
						Série 9000	ALSTOM (2012-2013)
						Série 8000	CAF (2011-2012)

						Série 7500	CAF (2010)
						Série 2070	ALSTOM/BOMBAR DIER / CAF (2008)
						Série 3000	SIEMENS (2000)
						Série 2000	CAF / ADTRANZ / ALSTOM (1999)
						Série 2100	CAF (1974-1977)
						Série 5400	CCTU (1978)
Rio de Janeiro	56	41	3	842.933	253.000.00	Série 200 / 1000	Metropolitan Vickers/Cammel / FNV /Cobrasma / Santa Matilde / (1992) Marfesa
						Série 400	Santa Matilde / FNV / Cobrasma / General Eletric
						Série 500	Nippon Sharyo / Hitachi
						Série 700	Marfesa / Nippon Sharyo
						Série 800/8000	Santa Matilde / Vilares / GEC Traction / MAN
						Série 900/9000	Francorail / Cobrasma / M T E / Brown Boveri / Traction Cem Oerlikon / Jeumont Schneider
						Série 2005	Hyundai Rotem
						Série 3000	CNR
						Série 4000	Alston
						Série 5000	Alston
						Série 1000	Alston / Mafersa
Brasília	42,3	25	2	128.889	40.213.236	Série 2000	Alston
Salvador	12,2	22	2	370.000	90.000.000	Série 2000	Rotem-IESA
						Série 1000	Rotem
Fortaleza	43,6	30	3	36.000	12.200.000	TUE Elettrotreno ETR 200	Ansalo Breda
						TUDH BS Mobile 4	Bom Sinal
						TUDH BS Mobile 4	Bom Sinal
Belo Horizonte	28,1	19	1	198.400	54.400.000	Série1000	CAF / Alston
						Série 915 (900 2ªFase)	Adtranz / Alston
						Série 900	CCTU / Cobrasma / Francorail
Curitiba	0	0	0	0	0	0	0

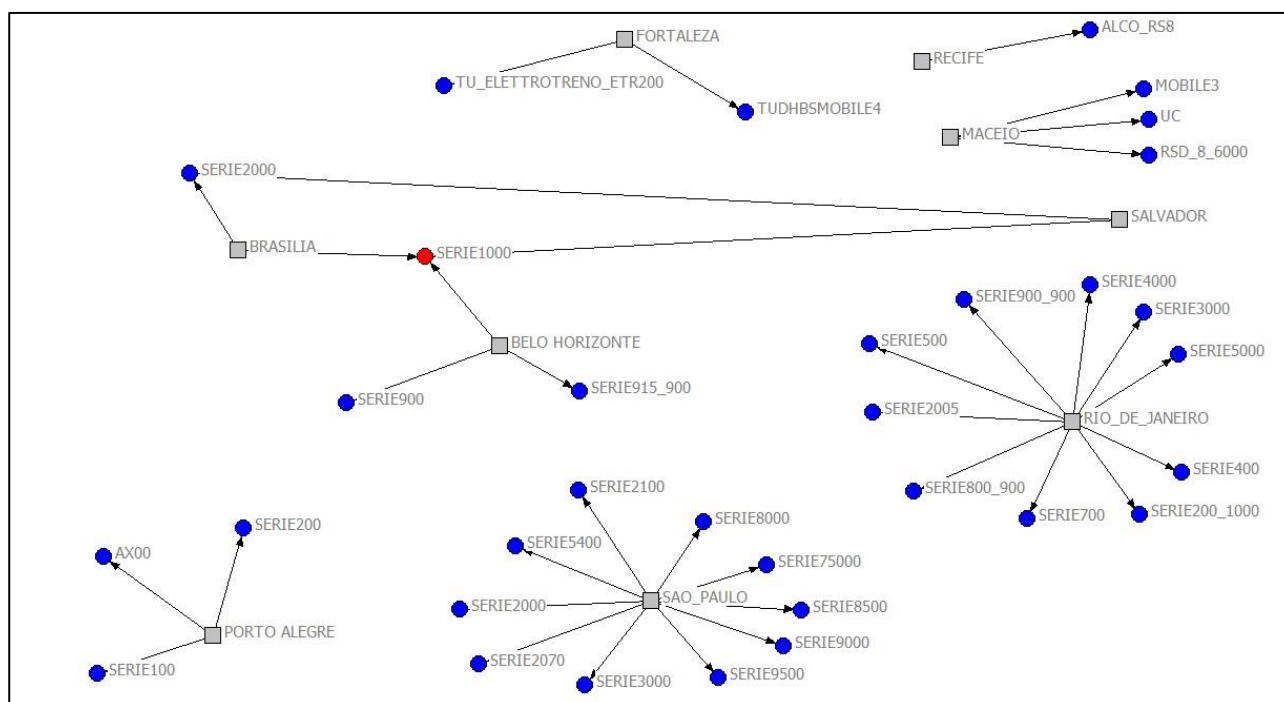
Recife	71	36	5	335.000	94.400.000	ALCO RS-8	American Locomotive Company
Porto Alegre	43,4	22	1	160.343	48 055.364	Série 100	Consórcio: Nippon Sharyo Seizo Kaisha, Hitachi e Kawasaki Heavy Ind.
						Série 200	Consórcio:FrotaPoa (Alstom e CAF)
						A-X00	T'Trans (veículos) e Aeromóvel Brasil S.A. (pacote tecnológico)
Guarulhos	0	0	0	0	0	0	0
Campinas	0	0	0	0	0	0	0
Maceió	34,4	16	1	11.000	2.700.000	Mobile 3	RFFSA
						RSD-8/6000	RFFSA
						UC	RFFSA

Fonte: METRÔ¹ (2019), VIA QUATRO¹ (2019), VIA QUATRO² (2019), METRÔ² (2019), AGETRANSF (2020), INVEPAR (2020), CTB (2020), CCR Metrô Bahia (2020), CBTU (2018), CBTU (2020), TRENSURB (2019), Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (2018), Metrofor (2020), Alves (2019).

4. Resultado e Discussão

É importante destacar que nove redes, das 12 cidades que foram coletados os dados que possuem o sistema de metrô foram analisados após a simulação. São observados aspectos através da figura 1 e das tabelas 4 e 5.

Figura 1 – Rede de modelos de metrô disponíveis nas nove cidades com o sistema metroviário.



Fonte: Autores (2020)

Tabela 4 - Grau de centralidade indegree (destinos)

MODELOS DE METRÔ	Indeg	nINde
SERIE1000	3.000	0.073
SERIE2000	2.000	0.049
SERIE9500	1.000	0.024
SERIE8500	1.000	0.024
SERIE9000	1.000	0.024
SERIE8000	1.000	0.024
SERIE75000	1.000	0.024
SERIE2070	1.000	0.024
SERIE3000	1.000	0.024
SERIE2000	1.000	0.024
SERIE2100	1.000	0.024
SERIE5400	1.000	0.024
SERIE200_1000	1.000	0.024
SERIE400	1.000	0.024
SERIE500	1.000	0.024
SERIE700	1.000	0.024
SERIE800_900	1.000	0.024
SERIE900_900	1.000	0.024
SERIE2005	1.000	0.024
SERIE3000	1.000	0.024
SERIE4000	1.000	0.024
SERIE5000	1.000	0.024
TU_ELETTROTRENO_ETR200	1.000	0.024
TUDHBSMOBILE4	1.000	0.024
SERIE915_900	1.000	0.024
SERIE900	1.000	0.024
ALCO_RS8	1.000	0.024
SERIE100	1.000	0.024
SERIE200	1.000	0.024
AX00	1.000	0.024
MOBILE3	1.000	0.024
RSD_8_6000	1.000	0.024
UC	1.000	0.024

Fonte: Autores (2020)

Tabela 5 - Grau de centralidade outdegree (origem)

CIDADES	Outde	Noutd
SÃO_PAULO	10.000	0.244
RIO_DE_JANEIRO	10.000	0.244
BELO_HORIZONTE	3.000	0.073
MACEIO	3.000	0.073
PORTO ALEGRE	3.000	0.073
RECIFE	3.000	0.073
BRASILIA	2.000	0.049
FORTALEZA	2.000	0.049
SALVADOR	2.000	0.049

Fonte: Autores (2020)

- O modelo da SERIE 1.000, atende três cidades e possuem 7,3% de centralidade da rede, enquanto o modelo SERIE 2000 atende duas cidades com o grau de centralidade de 4,9% (ver tabela 4);
- Existem nove micros redes, onde 6 tem a sua própria dinâmica de interação com o modelo e fornecedor dos veículos, enquanto três micros redes interagem tendo como eixo destas interações o modelo SERIE 1.000(ver figura 1);
- A cidades de São Paulo e Rio de Janeiro possuem 24,40% da centralidade de todos os modelos de veículos para metrô do sistema metroviário brasileiro (ver tabela 5).

5. Conclusão

A composição da rede do sistema metroviário brasileiro dispõe em sua formação de nove micros redes, as empresas de fornecimento são em sua maioria multinacionais estrangeiras que ofertam 33 modelos de veículos que compõe 26 empresas consorciadas que fazem a manutenção e oferta do sistema de veículos em operação.

É visível a concentração de empresas nacionais na região nordeste, enquanto existe em outras regiões a concentração de multinacionais estrangeiras.

Os modelos, SERIE 1.000 e SERIE 2.000 são consumidos por mais cidades, por outro lado, as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro concentram uma diversidade de modelos de veículos para suas demandas diárias.

É percebida a carência de uma alternativa a mobilidade eletrificada para as cidades de Campinas, Curitiba e Guarulhos que não fazem parte do sistema metroviário, mas tem mais de 1.000.000 de habitantes.

Para contribuições futuras é interessante analisar o plano de mobilidade urbana das 12 cidades levantadas e suas limitações ou expansão sobre o tema mobilidade eletrificada para cidades com mais de 1.000.000 habitantes.

Referências

AGETRANSP. **Relatório Anual, páginas 60 e 99**. Disponível em: <<http://www.agetransp.rj.gov.br/documents/10181/1711928/R.+Ativ.+2019-07.pdf/38f0b602-3e73-4d72-a5a3-6adb177952a7>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ALOUICHE. O desenvolvimento tecnológico em sistemas metro-ferroviários Caso: Plano Diretor de Tecnologia do Metrô de São Paulo. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo – SP, v. 93a, 2001.

ALVES, Pedro. **Transporte por meio de metrô e VLTs cresceu 26% em 2019**. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2020/01/14/transporte-por-meio-de-metro-e-vlts-cresceu-26-em-2019/>>. Acesso 20 jan. 2020.

ANP TRILHOS. **Caminho para uma cidade inteligente passa pela mobilidade urbana**. Disponível: <<https://anptrilhos.org.br/caminho-para-uma-cidade-inteligente-passa-pela-mobilidade-urbana/>> Acesso em 18 Abr. 2020

BARBOSA, Sérgio Antônio Alves. **i9ITS: uma proposta de armazenamento de dados abertos e integração de serviços para sistemas de transportes inteligentes**. São Cristóvão, SE., 90p. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Sergipe

BOLLINGER, Christopher R.; IHLANFELDT, Keith R. The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development. The Case of Atlanta's MARTA. **Journal of Urban Economics**, v. 42, Abr. 2020, p. 179-204.

CAIAFA. Automação, comunicação e vigilância no metrô de São Paulo. **Revista Galáxia**, São Paulo, v. 1, n 36, 2017.

CCR Metrô Bahia. **Estatísticas do Metrô: Movimento de Passageiros por Mês**. Disponível em: <<http://www.ctb.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=29>>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

CBTU. **Relatório Anual**. Disponível em: <<https://www.cbtu.gov.br/images/gaplo/administracaoanual/administracao2018.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2020.

CBTU. **CBTU transportou 157 milhões de passageiros em 2019**. Disponível em: <https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/?option=com_content&view=article&id=8300&Itemid=1322>. Acesso em: 05 fev. 2020.

CLARK **Mobilidade urbana sobre trilhos na ótica dos grandes formadores de opinião**. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wpcontent/uploads/2018/08/ANPTrilhos_livro_Formadores_Opiniao_web.pdf> Acesso em: 22 Jun. 2020.

CTB. **Notícias CTB**. Disponível em: <<http://www.ctb.ba.gov.br/2020/02/374/Metro-leva-baianos-e-turistas-do-Aeroporto-ao-centro-em-40-minutos-.html>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

Companhia do Metropolitano do Distrito Federal. **Características do sistema operacional I. Relatório da Administração**. Disponível em: <http://www.metro.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/balanco_metro_2018.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

DALBEM, Maria C. et al. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n1, p. 87-117, 2010.

DIMITRAKOPOULOS, G., Uden, L., & Varlamis, I. Intelligent transport systems and smart mobility. **Magazine The Future of Intelligent Transport Systems**, Amesterdã, p. 199–205, 2020.

FALLEIROS, Gustavo T. **Número de passageiros transportados por metrô cresce 21 % em um ano**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/numero-passageiros-transportados-metro-cresce-21-ano>>. Acesso em: 19 Abr. 2020.

FACCHINI, D. **Análise dos “GAPS” de percepção dos atores envolvidos no transport e urbano de carga em Porto Alegre**. Rio Grande do Sul, 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS

F. Cunha, G. Maia, C. Celes, D. Guidoni, F. de Souza, H. Ramos, and L. A. Villas, **“Sistemas de transporte inteligentes: Conceitos, aplicações e desafios,”** in Livro de Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC’17), 2017.

FIGUEIREDO, L.M.B., 2005. **Sistemas Inteligentes de Transporte**. Porto, 2005. (Doutorado em Engenharia Eletrônica e de Computadores). Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia, Portugal.

GIFFINGER, R.; Fertner, C.; Kramar, H.; Meijers, E. City-Ranking of European Medium-Sized cities; **Centre of Regional Science**: Vienna, Austria, 2008.

INVEPAR. **Metrô Rio**. Disponível em: <<http://metrorio.ri.invepar.com.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

LATORA, V., & Marchiori, M. Is the Boston subway a small-world network? **Magazine Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications**, Amsterdam, v 314, p.109–113, 2002.

LENNERT et al. **Smart Mobility and Services**. Disponível em <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6a1eda4b-fff0-11e7-b8f5-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-124725422>> Acesso em 15 Abr. 2020

LENZ, B., & Heinrichs, D. **What Can We Learn from Smart Urban Mobility Technologies?** IEEE Pervasive Computing, 2017, p. 84–86.

LOPES. **Mobilidade urbana sobre trilhos na ótica dos grandes formadores de opinião**. Disponível em:< https://anptrilhos.org.br/wpcontent/uploads/2018/08/ANPTrilhos_livro_Formadores_Opiniao_web.pdf> Acesso em: 22 Jun. 2020.

MACHADO. **Mobilidade urbana sobre trilhos na ótica dos grandes formadores de opinião**. Disponível em:< https://anptrilhos.org.br/wpcontent/uploads/2018/08/ANPTrilhos_livro_Formadores_Opiniao_web.pdf> Acesso em: 22 Jun. 2020.

MARCHESI. **Mobilidade urbana sobre trilhos na ótica dos grandes formadores de opinião**. Disponível em:< https://anptrilhos.org.br/wpcontent/uploads/2018/08/ANPTrilhos_livro_Formadores_Opiniao_web.pdf> Acesso em: 22 Jun. 2020.

METRÔ. **Portal da Governança Corporativa e Transparência. Passageiros Transportados por Linha Dezembro/2019**. Disponível em:<<https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/demanda/resource/7ad8b3b7-b15a-45ba-b8a4-6fd625d5f2fd>>. Acess 6 jan. 2020.

METRÔ. **Metrô. Portal da Governança Corporativa e Transparência. Passageiros Transportados por Linha, Dezembro/2019**. Disponível em:<<https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/demanda>>. Acess 8 jan. 2020.

METROFOR. Sistema Metroviário. Disponível em: <<https://www.metrofor.ce.gov.br/sistema-metroviario/>>. Acesso em: 20 març 2020.

MURATA, M., Delgado Campos, J., & Suárez Lastra. **¿Por qué la gente no usa el Metro? Efectos del transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Investigaciones Geográficas**. (2017).

NASIM, R.; KASSLER, A. **Distributed architectures for intelligent transport systems: A survey**. In: IEEE. Network Cloud Computing and Applications Second Symposium on, 2012. p. 130–136.

QUINTELLA, Marcus. **O transporte urbano sobre trilhos é sempre viável**. Disponível em <<https://anptrilhos.org.br/o-transporte-urbano-sobre-trilhos-e-sempre-viavel/>>. Acesso em: 03 Mar 2020

ORECCHINI F., Santiangeli A., Zuccari F., Pieroni A., Suppa T. Blockchain Technology in Smart City: **A New Opportunity for Smart Environment and Smart Mobility**. In: **Vasant P., Zelinka I., Weber GW. (eds) Intelligent Computing & Optimization. ICO 2018**. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 866. Springer, Cham, 2019.

SILVA, D.M. **Sistemas Inteligentes no Transporte Público Coletivo por Ônibus**. Porto Alegre, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUSSMAN, Joseph. A short history Perspectives on Intelligent Transportation Systems (ITS). **Magazine Perspectives on Intelligent Transportation Systems (ITS)**, Berlin, p.245, 2005.

SOBRAL et al. Diagnóstico, perspectivas de uso e expansão dos serviços de trens metropolitanos no Brasil. Revista Administração Pública, Rio de Janeiro, v.48, n. 2, 2020. TRENSURB. **48 milhões de passageiros transportados**. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_noticias_detalhes.php?codigo_sitemap=5486&codigo_sitemap_pai=96>. Acesso em: 30 jan. 2020.

VIA QUATRO. **Passageiros transportados**. Disponível em: <http://www.viaquatro.com.br/Media/ContentPage/Files/32d6dc9df90b4ae68f75e5f909917935_12-passageiros-transportados-site-dezembro2019.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2019.

XIONG, G., Shen, D., Dong, X., Hu, B., Fan, D., & Zhu, F. **Parallel Transportation Management and Control System for Subways**., 2017,p. 1974–1979.

ZHANG, H. Metro and urban growth: Evidence from China. **Journal of Transport Geography**, 16 jun. 2020.