

# Análise da Velocidade Operacional dos Ônibus durante os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016 baseados em dados de GPS

Alexandre Rojas<sup>1</sup>, Regina Serrão Lanzillotti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática e Ciência da Computação– UERJ

<sup>2</sup>Departamento de Estatística –UERJ

{rojas, reginalanzillotti}@ime.uerj.br

**Abstract.** *The operational speed of urban buses is a key factor in urban mobility. The monitoring of this was done from the data generated by the GPS. The objective is to analyze the pattern of operational speed in the city of Rio de Janeiro in four corridors before and during the Rio 2016 Olympic Games. Statistical treatment was performed to verify if there is diversity in the corridors. The records correspond to three periods: when part of the city works was in progress (06/2015), during the Pre-Olympics (06/2016) and Olympiad and Ending (08/2016). The result showed that the legacy of the Olympic Games provided the facilitation of goes and come, especially at times of likely traffic peaks and traffic jam.*

**Resumo.** *A velocidade operacional dos ônibus urbanos é fator chave na mobilidade urbana. A monitoração desta foi realizada a partir dos dados gerados pelo GPS. Objetiva-se analisar o padrão da velocidade operacional na cidade do Rio de Janeiro em quatro vias antes e durante a realização dos Jogos Olímpicos Rio-2016. O tratamento estatístico foi realizado para verificar se há diversidade nos corredores, tanto na via expressa quanto na via convencional. Os registros correspondem a três períodos: quando parte das obras viárias estavam em andamento (06/2015), durante a Pré-olimpíada(06/2016) e Olimpíada e Encerramento(08/2016). O resultado mostrou que o legado dos Jogos Olímpicos propiciou a facilitação do ir e vir, sobretudo nos horários de prováveis picos de tráfego e retenções.*

## 1. Introdução

A velocidade operacional dos ônibus é fundamental para os sistemas de transporte público, porque está relacionada tanto ao nível de serviço prestado quanto ao custo de operação. A velocidade operacional foi adotada pela velocidade média dos ônibus obtida segundo a distância entre os pontos de início e término de um trecho da via e o tempo decorrido com inclusão das paradas operacionais dos ônibus, controle semafórico e as inerentes ao padrão de fluxo de tráfego, que diferencia a velocidade operacional que é difere da Operating Speed (TRB Transportation Research Board, 2003). O controle da velocidade operacional pode se tornar difícil, mas a tecnologia GPS instalada nos ônibus do Rio de Janeiro permite superá-la por meio da análise adequada dos dados capturados por estes dispositivos.

Os Jogos Olímpicos realizados de 05 a 22 de agosto de 2016 que aconteceu na Cidade do Rio de Janeiro, propiciou a modernização urbana em função das inúmeras obras de infraestrutura, notadamente na área de mobilidade. Para fins logísticos, a

cidade foi dividida em 4 áreas principais (Barra, Copacabana, Maracanã e Deodoro) com grandes distâncias entre si, conforme mostra a Figura 1, a seguir. (CET-Rio, 2016)



**Figura 1 Mapa do Rio de Janeiro com as quatro zonas olímpicas**  
**Fonte (CET-Rio, 2016)**

Durante a realização dos Jogos, as autoridades responsáveis pelas atividades olímpicas influenciaram na adoção das “faixas olímpicas” e restrições de tráfego em diversas vias, ações que facilitaram o deslocamento das equipes. O objetivo deste estudo é analisar o padrão da velocidade operacional dos ônibus antes e durante os Jogos Olímpicos em quatro avenidas, sendo duas da Zona Copacabana, Av. Nossa Senhora de Copacabana e Av. Infante Dom Henrique outra na Zona Maracanã Av. Radial Oeste e na interligação entre estas zonas Av. Presidente Vargas.

A consecução desta meta ocorreu pela localização Automática do Veículo (AVL automatic vehicle location) obtida pelos dados disponibilizados pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro gerados pelo GPS instalados nos ônibus (IPLANRIO, 2016). A diversidade entre características das vias pode ser revelada pela análise estatística segundo os princípios da Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (KDD-knowledge-discovery in databases. (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996).

Este trabalho está organizado em três tópicos: Revisão de Literatura onde é apresentado uma breve síntese de estudos de tráfego e relação a qualidade de serviços e as oscilações viárias no desempenho de ônibus quanto a distância e tempos de embarque e desembarque de passageiros, no Desenvolvimento apresenta-se a método segundo a descoberta de conhecimento em bases de dados, os dados levantados a partir do GPS dos ônibus do Rio de Janeiro e análise estatísticas nos segmentos nas regiões da cidade e finalmente Conclusões que justifica as medidas de mobilidade adotadas no período olimpico.

## 2. Revisão da Literatura

Autoridades de Trânsito são instadas, permanentemente, em possibilitar serviços de qualidade para os usuários de ônibus (Diab & El-Geneidy, 2013) (Oña, Oña, Eboli, & Mazzulla, 2013). Segundo BERRY ET AL. (1990), a qualidade dos serviços agrega vários atributos associados interpretáveis quando da verbalização "os passageiros são os únicos juízes da qualidade do serviço". HENSHER ET AL (2003) indicam que os usuários estão preocupados com as oscilações diárias no desempenho do serviço de ônibus. A opção por este modal no dia a dia pode ser considerada mais confiável se houver redução de esforços de espera nas paradas e se tempo de viagem dia após dia é reduzido e constante ( El-Geneidy, Horning, & Krizek, 2011).

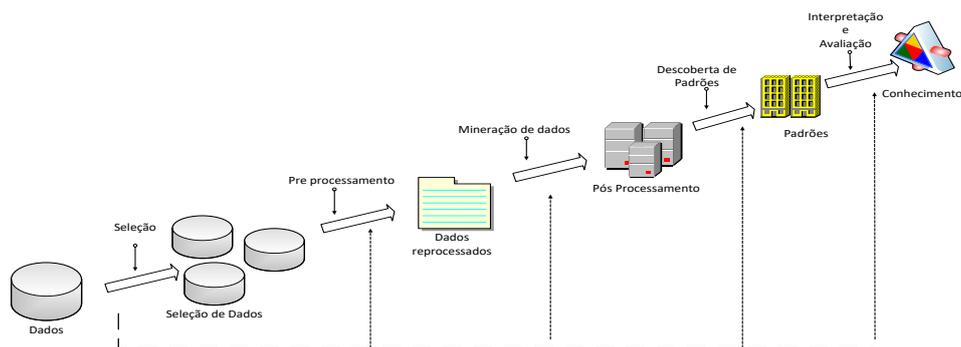
Dentre os fatores básicos que influenciam na velocidade operacional dos ônibus incluem a distância, embarques e desembarques de passageiros, frequência de cruzamentos semaforizados, engarrafamentos e interdições ( El-Geneidy, Horning, & Krizek, 2011)).

As faixas preferenciais de ônibus foram implantadas a partir de 2011 tendo em vista a Copa do Mundo da FIFA/ 2014 e dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos/2016. Agrega-se a prioridade e racionalização do transporte de ônibus na cidade, bem como difusão das informações aos usuários nas paradas deste modal. Nestes eventos caracteriza-se o sistema Serviço Rápido de Ônibus - BRS (Bus Rapid Service), além de diversas ações adicionais visando à mobilidade tanto dos participantes e quanto dos atletas, explicitadas pela implantação de corredores de transporte com ônibus articulados BRT (Bus Rapid Transit (CET-Rio, 2016), o cartão RioCard Jogos Rio 2016. Agrega-se uma melhor integração entre o metrô e o BRT tendo como destino o Parque Olímpico e as faixas exclusivas para o tráfego da "família olímpica".

DIAB E EL-GENEIDY (2013) e GILEN E LEVINSON (2006) têm investigado diferentes estratégias de monitoramento dos ônibus em tempo real, porém, menos atenção tem sido dada aos impactos dessas estratégias sobre a flutuação do serviço, fato de maior dificuldade de abordagem (Schramm, Watkins, & Rutherford, 2010). (Surprenant-Legault & El-Geneidy, 2011) tratam da melhoria no tempo de viagem com um reordenamento dos pontos de parada em sistemas tipo BRS.

## 3. Desenvolvimento

A metodologia adotada seguiu os passos da descoberta de conhecimento em bases de dados – KDD (do Inglês Knowledge Discovery in Databases), Figura 2, que foi abordado no 1º workshop em 1989, enfatiza que o conhecimento é o produto final da operacionalização de dados. O KDD refere-se a um processo de descoberta usual da compreensão de dados, enquanto a mineração de dados (datamining) corresponde a uma das etapas deste processo em que se aplica aos algoritmos específicos para extrair padrões. Objetiva o armazenamento e o acesso aos dados, como algoritmos podem ser realizar a interação homem-máquina corroborando com eficiência para a visualização e interpretação de resultados, mesmo que haja ruído nas informações tratadas segundo a Estatística que fornece a linguagem e a estrutura para quantificar a incerteza. (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996).



**Figura 2. Etapas do Processo de KDD**

Fonte: Adaptado de Fayyad et al. (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996)

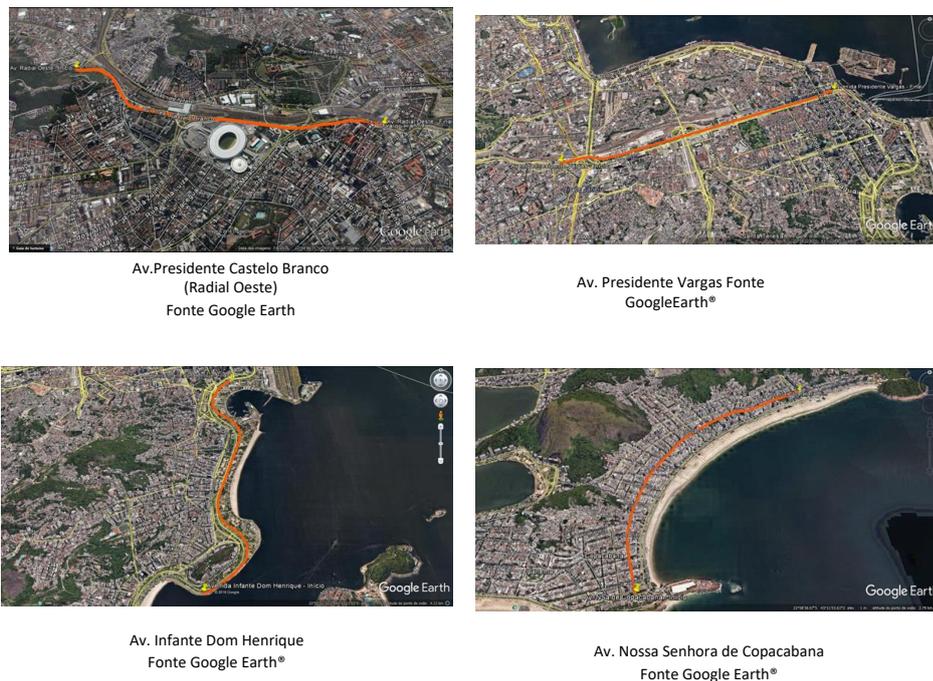
Na etapa “Dados”, reporta-se que estes foram coletados a partir de coordenadas GPS dos ônibus da Cidade do Rio de Janeiro disponibilizados no formato CSV através do Portal Data Rio (IPLANRIO, 2016) criado pela IPLANRIO (Empresa Municipal de Informática) e mantida pela FETRANSPOR (Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro). As informações são geradas a cada um minuto pelos equipamentos instalados nos ônibus e armazenadas em tempo real nos formatos: CSV e JSON, sendo que optou-se pelo CSV.

Segundo a Figura 2, parte-se para a “Seleção de Dados”, cuja a estrutura da Tabela GPS ônibus está discriminada no Quadro 1. Em função das características de rotas disponibilizadas para o acesso aos Jogos Olímpicos e a proximidade das vias foram selecionados dois corredores. O constituído pelas Av. Presidente Castelo Branco (Radial Oeste) e a Av. Presidente Vargas e o que recebe as avenidas Nossa Senhora de Copacabana e Infante Dom Henrique caracterizando um corredor turístico da Zona Norte passando pelo Maracanã e a Igreja Nossa Senhora da Candelária e o referente a Zona Sul, via Aterro do Flamengo e Copacabana, Figura 3.

O uso das ferramentas Google Maps e Google Earth permitiu traçar cada via sobre o mapa e obter distâncias e em função das coordenadas (Latitude e Longitude), informações indispensáveis para identificar a extensão percorrida pelo ônibus, Tabela 1. Os pares ordenados, latitude e longitude, dos pontos de origem e destino plotados no plano cartesiano permite construir um triângulo retângulo de lados latitude e longitude e a hipotenusa possibilita avaliar a distância entre os pontos origem/destino pelo Teorema de Pitágoras.

**Tabela 1: Características das avenidas**

Avenidas	Extensão (Km)	Coordenadas			
		Início		Fim	
Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	3,1	- 22,903324°	- 43,215113°	- 22,911733°	-43.245423°
Presidente Vargas	3,9	- 22,900075°	- 43,176881°	- 22,911974°	-43,215207°.
Infante Dom Henrique	4,6	- 22,910462°	- 43,168313°	- 22,942777°	-43,178978°
Nossa Senhora de Copacabana	2,9	- 22,963647°	- 43,174126°	- 22,986760°	-43,191148°



**Figura 3: Mapas das avenidas**

**Fonte: Ferramentas Google Maps e Google Earth**

A Av. Presidente Castelo Branco (Radial Oeste) conecta a Zona Norte ao Centro e trata-se de uma via de fluxo intenso, apresentando picos de tráfego, manhã e tarde, sendo que não possui muitos cruzamentos. A Av. Presidente Vargas agrega pistas centrais e laterais com tráfego de 200 e 255 linhas no sentido Zona Norte e Candelária, respectivamente, comportando uma frota de aproximadamente 2250 ônibus. O BRS desta avenida foi implantado com duas pistas de 3 km cada, uma central e outra lateral em março/2012. A demanda é de 545.100 viagens dia em ambas direções com 65.400 na hora de pico (FETRANSPOR, 2016) Esta via recebe os veículos vindos da Av. Presidente Castelo Branco (Radial Oeste) onde se encontram o Maracanã, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro e as estações metroviária e ferroviária. A ligação da Zona Sul para o Centro é realizada no corredor da Av. Nossa Senhora ao bairro do Flamengo pela Av. Infante Dom Henrique, via expressa de tráfego rápido preferencialmente utilizada por carros e ônibus executivos.

O Serviço Rápido de Ônibus – BRS da Av. Nossa Senhora de Copacabana começou a operar em abril/2011 com 3,5 km de extensão em mão única, sendo que segundo a FETRANSPOR a velocidade média passou de 12 para 24 km/h depois desta implantação, reduzindo pela metade o tempo de viagem ao longo da avenida, o que impactou positivamente em mais de 235.000 viagens/ dia. Passam por esta via 91 linhas de ônibus com frota operante de cerca de 1000 ônibus (FETRANSPOR, 2016).

A descrição da Estrutura dos dados da Tabela GPS ônibus (IPLANRIO, 2016) encontra-se no Quadro 1 com os conteúdos, o tipo, o tamanho e o formato. A latitude, longitude e velocidade do ônibus foram aferidas no instante da coleta.

**Quadro 1. Estrutura dos dados da Tabela GPS ônibus**  
**Fonte Portal Data Rio**

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Formato</b>
<b>DataHora</b>	Data e hora	DATETIME	23	MM-DD-YYYY HH:MM:SS
<b>Ordem</b>	Identificação alfanumérica encontrada na lateral dos ônibus	VARCHAR	7	A99999 (Alfanumérico seguido de 5 numéricos)
<b>Linha</b>	Linha do ônibus		7	9999.9 ou AAA9999
<b>Latitude</b>	Latitude do ônibus (GPS, WGS84)	NUMERIC	11	-99.999999 (Números negativos ou positivos de 2 dígitos, ponto e mais 6 dígitos.
<b>Longitude</b>	Longitude do ônibus (GPS, WGS84)		11	-99.999999 (Números negativos ou positivos de 2 dígitos, ponto e mais 6 dígitos.
<b>Velocidade</b>	Velocidade		6	999.99 (km/h até 3 dígitos, ponto e mais 2 dígitos)

Na avaliação da velocidade operacional nestas avenidas contou com nove linhas de ônibus discriminadas no Quadro 2, seleção julgada pelas suas rotas. Na cidade do Rio de Janeiro a velocidade de ônibus não deve ultrapassar a 50 km/h, sendo que em vias de trânsito rápido estes veículos poderão superar esse limite, desde que não venha prejudicar as regras de segurança no trânsito, Das quatro avenidas tratadas neste estudo, apenas na Av. Infante Dom Henrique é possível ultrapassar esta velocidade.. (Blog Ponto de Ônibus, 2011)

**Quadro 2: Linhas de ônibus e respectivos trajetos pelas avenidas (continua)**

<b>Linha</b>	<b>Especificação</b>		<b>Avenidas</b>			
121	Copacabana x Central	Circular	Presidente Vargas	Infante Dom Henrique	Nossa Senhora de Copacabana	-
123	Jardim de Alah x Praça Mauá	-	Presidente Vargas	Nossa Senhora de Copacabana	Nossa Senhora de Copacabana	-
232	Lins x Castelo	-	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	-	-

**Quadro 2: Linhas de ônibus e respectivos trajetos pelas avenidas (conclui)**

247	Camarista Meier x Passeio	Circular	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	-	-
249	Água Santa x Carioca	Circular	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	-	-
363	Vila Valqueire x Praça XV	-	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas		-
415	Usina x Leblon	Circular	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	Infante Dom Henrique	Nossa Senhora de Copacabana
2251	Engenho de Dentro x Castelo	-	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	-	-
SP249	Água Santa x Candelária	Circular	Presidente Castelo Branco (Radial Oeste)	Presidente Vargas	-	-

Os períodos que subsidiaram a velocidade operacional dos ônibus foram de junho a agosto e de julho a setembro, sendo que o primeiro intervalo compreende ao período pós copa do mundo e obras em andamento para os jogos olímpicos e o segundo, pré olimpíadas, olimpíadas e encerramento dos jogos, tendo totalização de 938.094 e 5.316.663 registros.

No pré-processamento, crítica aos dados, foram realizadas as etapas de remoção das linhas vazias e duplicadas. Na Tabela Portal Data Rio, o campo “DATAHORA” foi separado em dois, “DATA” e “HORA”; sendo que o campo “DATA” foi transformado do formato original YYYY-MM-DD e para DD/MM/YYYY e a retirada da parte decimal do campo “LINHA”.

A etapa seguinte reportou a criação de um banco de dados com as vias e algumas linhas de ônibus julgadas de relevância percorrendo as avenidas Radial Oeste e Av. Presidente Vargas no sentido o Centro e da Av. Nossa Senhora de Copacabana e Av. Infante Dom Henrique tendo o mesmo destino As velocidades foram registradas de uma em uma hora no período entre as 6:00h e as 22:00h para os marcos: Andamento das obras (30/07/2015 - quinta-feira; Pré-olimpíadas (20/07/2016 - quarta-feira); Olimpíadas (10/08/2016 - quarta-feira; Encerramento (24/08/2016, quarta-feira), dias da semana que possuem padrão de tráfego mais similar.

Foi considerado o período compreendido entre 6:00h e 22:00h e os registros que apresentaram velocidade maior ou igual a 100km/h foram excluídos. A participação percentual dos registros selecionados em relação aos validados, Tabela 2 que mostraram variação entre 26,62% e 33,59%, aproximadamente a terça parte.

**Tabela 2. Registros em análise**

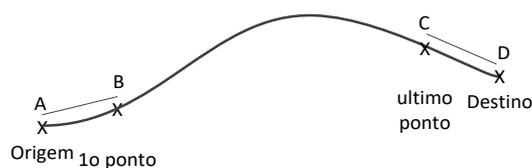
Vias	Registros		Selecionados/Validados (%)
	Validados	Selecionados	
Av. Presidente Vargas	1.101.692	293.318	26,62
Av. Radial Oeste	1.445.396	337.730	23,37
Av. Nossa Senhora de Copacabana	118.447	39.790	33,59
Av. Inf. Dom Henrique	152.891	44.619	29,18

Acrescentaram-se os atributos: “LOCAL” e “SENTIDO”, utilizados para identificar o trecho e o sentido do ônibus na via, conforme a Tabela 3 e esta nova estrutura de dados oram agregados os campos ordem, linha, latitude, longitude e velocidade. Ainda foram usados os campos local e identificação, que norteou a rota e o registro das linhas.

**Tabela 3. Nova Estrutura dos dados**

Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
Data	Data da coleta do dado	DATE	10
Hora	Hora da coleta do dado	VARCHAR	8
Ordem	Identificação alfanumérica encontrada na lateral dos ônibus	VARCHAR	7
Linha	Linha do ônibus	VARCHAR	7
Latitude	Latitude do ônibus na coleta (GPS, WGS84)	NUMERIC	11
Longitude	Longitude do ônibus na coleta (GPS, WGS84)	NUMERIC	11
Velocidade	Velocidade do ônibus na hora da coleta do dado	NUMERIC	6
Local	Identificação da Via	VARCHAR	100
Sentido	Identificação do Sentido	VARCHAR	100

Constatou-se que os registros obtidos pelo GPS dos ônibus nem sempre são disponibilizados para todos os intervalos horários do dia e apresentam defasagens por vezes longas, prejudicando avaliar a velocidade. O cálculo da velocidade operacional para cada percurso de origem e de destino, definindo-se como viagem, distância percorrida no intervalo de uma hora.

**Figura 4. Correção da distância**

A distância percorrida foi corrigida pela subtração do seguimento entre a origem e o primeiro ponto da distância, igualmente subtraiu-se a distância entre o destino e o último ponto, Figura 4. O tempo foi calculado pela diferença entre o horário da origem e do destino e a velocidade média foi calculada da seguinte forma:

$$V_m = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}}$$

Em função das defasagens nos registros do GPS dos ônibus, optou-se em adotar a mediana das velocidades operacionais nas avenidas em intervalos horários de uma hora no período entre as 6:00h e as 22:00h, sendo que as quartas feiras foram os dias correspondentes aos marcos Pré olimpíadas, Olimpíadas e Encerramento e a quinta-feira, andamento das Obras.

Um dos corredores proposto para análise foi a Av. Radial Oeste, seguindo pela Presidente Vargas em percurso de 310m e 390m, respectivamente. Na Tabela 4 encontram-se as velocidades operacionais desta avenida durante o período horário considerado, valores mínimos e máximos, observados ao longo do dia. As velocidades medianas mínimas no período de “Andamento das obras” variaram entre 11,02 km/h a 19,79km/h durante a manhã e 16,42 km/h a 20,90 km/h, enquanto as medianas máximas de 16,42 km/h a 20,9 km/h durante a noite. No marco Pré-olimpíadas a variação das medianas mínimas durante o dia correspondeu a 6,82 km/h a 13,24 km/h na manhã e a tarde e as medianas máximas, de 16,86 km/h a 22,72 km/h a noite. Nas Olimpíadas, 9,22 km/h a 30,86 km/h a noite e a tarde para as medianas mínimas e para as máximas, 14,66 km/h a 30,86 km/h. A linha 415 - Usina x Leblon apresentou melhores condições para o deslocamento nesta via, pois no andamento das obras desenvolvia velocidade operacional 19,79 km/h e passou para 30,86 km/h nas Olimpíadas.

**Tabela 4. Velocidade Operacional na Av. Radial Oeste (continua)**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora	
	(Mediana)	
	Mínimo	Máximo
<b>Andamento das obras</b>		
247 Camarista Meier x Passeio	<b>11,02</b> 09:00 - 10:00	<b>16,42</b> 19:00 - 20:00
249 Água Santa x Carioca	12,41 09:00 - 10:00	<b>20,90</b> 21:00 - 22:00
415 Usina x Leblon	<b>19,79</b> 09:00 - 10:00	19,79 09:00 - 10:00
<b>Pré-olimpíadas</b>		
232 Lins x Castelo	11,23 17:00 - 18:00	<b>16,86</b> 21:00 - 22:00
247 Camarista Meier x Passeio	11,85 08:00 - 09:00	19,09 21:00 - 22:00
249 Água Santa x Carioca	11,12 17:00 - 18:00	20,31 21:00 - 22:00

**Tabela 4. Velocidade Operacional na Av. Radial Oeste (conclui)**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora	
	(Mediana)	
	Mínimo	Máximo
363 Vila Valqueire x Praça XV	<b>13,24</b> 07:00 - 08:00	20,68 21:00 - 22:00
2251 Engenho de Dentro x Castelo	12,27 07:00 - 08:00	21,05 21:00 - 22:00
SP249 Água Santa x Candelária	<b>6,82</b> 15:00 - 16:00	<b>22,72</b> 19:00 - 20:00
<b>Olimpíadas</b>		
232 Lins x Castelo	<b>9,22</b> 17:00 - 18:00	15,92 13:00 - 14:00
247 Camarista Meier x Passeio	9,65 15:00 - 16:00	<b>14,66</b> 10:00 - 11:00
249 Água Santa x Carioca	9,39 15:00 - 16:00	16,14 06:00 - 07:00
363 Vila Valqueire x Praça XV	9,39 15:00 - 16:00	18,44 06:00 - 07:00
2251 Engenho de Dentro x Castelo (1)	10,87 15:00 - 16:00	18,80 06:00 - 07:00
415 Usina x Leblon	<b>30,86</b> 13:00 - 14:00	<b>30,86</b> 13:00 - 14:00
SP249 Água Santa x Candelária	10,87 15:00 - 16:00	20,9 14:00 - 15:00

**Nota:** 13:00h – 14:00h, única observação do dia

Similarmente ao procedimento adotado para a Av Radial Oeste, foi dada continuidade a análise da velocidade operacional na Av Presidente Vargas delimitada por um trecho de 390m, Tabela 5. As velocidades medianas mínimas no período de “Andamento das obras” variaram entre 5,06 km/h a 7,98 km/h durante a noite e a manhã. No marco “Pré-olimpíadas”, km/h a 20,90 km/h, enquanto as medianas máximas de 16,42 km/h a 20,9 km/h durante a noite. No marco “Pré-olimpíadas” a variação foi de 7,64 km/h a 12,79km/h entre 9:00 has 10:00h. Nas “Olimpíadas”, de 8,71 km/h a 23,05 km/h no final da tarde e pela manhã. O “Encerramento” apresentou tráfego entre 5,10 km/h e 11,25 km/h, à tardinha e pela manhã. As medianas máximas no período das obras, de 9,21 km/h a 22,12 km/h no final da manhã e a noite. No período “Pré-olímpico”, de 13,09 km/h a 23,53 km/h, no início da tarde e noite. Durante o evento, de 11,34 km/h a 28,32 km/h no horário de almoço e início da noite, sendo que ao encerá-lo, de 18,08 km/h a 31,43 km/h durante a noite e no início da tarde.

A linha 247 - Camarista Meier x Passeio, a linha 2251 - Engenho de Dentro x Castelo, a linha circular SP249 - Água Santa x Candelária , 249- Água Santa x Carioca tiveram oportunidades de melhores condições de trafegar, sobretudo a linha SP249.

**Tabela 5. Velocidade Operacional na Av. Presidente Vargas (continua)**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora	
	Mínimo	Máximo
<b>Andamento das obras</b>		
121 Copacabana x Central	<b>5,06</b> 18:00 - 19:00	9,86 06:00 - 07:00
123 Jardim de Alah x Praça Mauá	5,06 10:00 - 11:00	<b>9,21</b> 11:00 - 12:00
247 Camarista Meier x Passeio	<b>7,98</b> 08:00 - 09:00	19,27 20:00 - 21:00
249 Água Santa x Carioca	6,03 18:00 - 19:00	<b>22,12</b> 19:00 - 20:00
415 Usina x Leblon	6,09 08:00 - 09:00	12,47 15:00 - 16:00
<b>Pré-olimpíadas</b>		
232 Lins x Castelo	12,58 09:00 - 10:00	19,95 06:00 - 07:00
247 Camarista Meier x Passeio	11,52 18:00 - 19:00	<b>23,53</b> 21:00 - 22:00
249 Água Santa x Carioca	8,49 17:00 - 18:00	19,15 06:00 - 07:00
363 Vila Valqueire x Praça XV	8,16 16:00 - 17:00	18,23 06:00 - 07:00
415 Usina x Leblon	<b>7,64</b> 09:00 - 10:00	16,52 21:00 - 22:00
2251 Engenho de DetroxCastelo	<b>12,79</b> 09:00 - 10:00	23,01 06:00 - 07:00
SP249 Água Santa x Candelária	12,42 08:00 - 09:00	<b>13,09</b> 12:00 - 13:00
<b>Olimpíadas</b>		
232 Lins x Castelo	13,31 13:00 - 14:00	27,23 18:00 - 19:00
247 Camarista Meier x Passeio	15,20 17:00 - 18:00	22,13 18:00 - 19:00
249 Água Santa x Carioca	10,91 15:00 - 16:00	<b>28,32</b> 18:00 - 19:00
363 Vila Valqueire x Praça XV	<b>8,71</b> 17:00 - 18:00	23,08 10:00 - 11:00
415 Usina x Leblon	9,64 07:00 - 08:00	<b>11,34</b> 12:00 - 13:00
2251 Engenho de DetroxCastelo	13,64 08:00 - 09:00	25,78 18:00 - 19:00

**Tabela 5. Velocidade Operacional na Av. Presidente Vargas (conclui)**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora	
	Mínimo	Máximo
SP249 Água Santa x Candelária	<b>23,05</b> 09:00 - 10:00	23,05 09:00 - 10:00
<b>Encerramento</b>		
232 Lins x Castelo	8,56 15:00 - 16:00	21,47 20:00 - 21:00
247 Camarista Meier x Passeio	<b>11,25</b> 10:00 - 11:00	22,55 20:00 - 21:00
249 Água Santa x Carioca	8,99 15:00 - 16:00	19,22 06:00 - 07:00
363 Vila Valqueire x Praça XV	9,17 09:00 - 10:00	22,33 16:00 - 17:00
415 Usina x Leblon	7,04 17:00 - 18:00	<b>18,08</b> 20:00 - 21:00
2251 Engenho de DentroxCastelo	10,89 10:00 - 11:00	20,12 14:00 - 15:00
SP249 Água Santa x Candelária	<b>5,10</b> 17:00 - 18:00	<b>31,43</b> 12:00 - 13:00

Na Av. Nossa Senhora de Copacabana, via de 290m, Tabela 6, para os valores mínimos das medianas durante o dia, apresentaram velocidades medianas mínimas no intervalo de 6,64 km/h (noite) a 11,82 km/h (tarde) durante as obras que antecederam as Olimpíadas. Na “Pré olimpíadas”, os ônibus trafegam entre 6,11 km/h e 9,38 km/h no intervalo horário de 16:00 a 17:00h, sendo que nas “Olimpíadas” de 6,98km/h a 7,22 km/h entre 16:00h e 19:00h. Na fase de “Encerramento”, de 7,08 (final da tarde) a 9,45 km/h (tarde). As velocidades medianas máximas atingiram intervalos de 15,72 km/h (manhã) a 23,78km/h (tarde), 18,64 km/h (manhã) a 18,79 km/h (tarde) e de 12,71 km/h a 19,04 km/h durante a parte da manhã e, de 22,82km/h a 23,86 km/h no horário da manhã nas etapas de “Andamento das obras”, “Pré olimpíadas”, “Olimpíadas” e “Encerramento”, respectivamente. As linhas 415 -Usina x Leblon, 123 - Jardim de Alah x Praça Mauá, 121 - Copacabana x Central e 247 - Lins x Castelo foram as que apresentaram melhor desempenho neste trajeto.

**Tabela 6. Velocidade Operacional na Av. Nossa Senhora de Copacabana**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora	
	Mínimo	Máximo
<b>Andamento das obras</b>		
121	<b>6,64</b>	<b>15,72</b>
Copacabana x Central	18:00 - 19:00	06:00 - 07:00
123	8,85	<b>23,78</b>
Jardim de Alah x Praça Mauá	15:00 - 16:00	14:00 - 15:00
247	9,63	19,64
Lins x Castelo	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00
415	<b>11,82</b>	18,78
Usina x Leblon	15:00 - 16:00	07:00 - 08:00
<b>Pré olimpíadas</b>		
121	<b>6,11</b>	<b>18,79</b>
Copacabana x Central	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00
415	<b>9,38</b>	<b>18,64</b>
Usina x Leblon	16:00 - 17:00	06:00 - 07:00
<b>Olimpíadas</b>		
247	<b>6,98</b>	<b>12,71</b>
Lins x Castelo	16:00 - 17:00	07:00 - 08:00
415	<b>7,22</b>	<b>19,04</b>
Usina x Leblon	18:00 - 19:00	06:00 - 07:00
<b>Encerramento</b>		
247	<b>7,08</b>	<b>22,82</b>
Lins x Castelo	17:00 - 18:00	10:00 - 11:00
415	<b>9,45</b>	<b>23,86</b>
Usina x Leblon	13:00 - 14:00	06:00 - 07:00

Na via expressa Av. Infante Dom Henrique, Tabela 7, percurso de 460m, para os valores mínimos das velocidades medianas ao longo do dia, no período de “Andamento das obras”, os ônibus trafegaram com velocidades operacionais entre 12,44 km/h (noite) atingindo até 37,95 km/h (início da noite). Na fase da “Pré olimpíadas”, 6,25 km/h (tarde) e 14,88 km/h (manhã), nas “Olimpíadas”, entre 9,66 km/h e 40,44 km/h no período da tarde, e “no fase de “Encerramento”, 8,65 km/h (tarde) e 37,56 km/h (noite). Nesta mesma avenida, tratando dos valores máximos das medianas no dia, no período de “Andamento das obras”, os ônibus operavam com velocidades operacionais entre 61,40 km/h (noite) e 67,69 km/h (manhã), na fase da “Pré olimpíadas”, 18,59

km/h e 61,58 km/h na manhã ), nas “Olimpíadas”, entre 17,83 km/h (manhã) e 62,03 km/h (tarde) e no “Encerramento”, entre 17,57 km/h no horário do almoço e 62,64 km/h (manhã). A linha 415 - Usina x Leblon, a linha 416 - Usina x Leblon, a linha 417 - Usina x Leblon e a linha 418 - Usina x Leblon foram as que puderam desenvolver maiores velocidades no aterro do Flamengo.

**Tabela 7-. Velocidade Operacional na Av. Infante Dom Henrique**

LINHA	Velocidade Operacional/ Hora (Mediana)	
	Mínimo	Máximo
<b>Andamento das obras</b>		
121 Copacabana x Central	28,59 16:00 – 17:00	64,37 10:00 – 11:00
123 Jardim de Alah x Praça Mauá	<b>12,44</b> 20:00 – 21:00	<b>67,69</b> 06:00 – 07:00
247 Camarista Meier x Passeio	12,44 20:00 – 21:00	<b>67,69</b> 06:00 – 07:00
415 Usina x Leblon	<b>37,95</b> 17:00 - 18:00	<b>61,40</b> 19:00 - 20:00
<b>Pré olimpíadas</b>		
248 Camarista Meier x Passeio	<b>6,25</b> 15:00 - 16:00	<b>18,59</b> 11:00 - 12:00
416 Usina x Leblon	<b>14,88</b> 09:00 - 10:00	<b>61,58</b> 12:00 - 13:00
<b>Olimpíadas</b>		
249 Camarista Meier x Passeio	<b>9,66</b> 13:00 - 14:00	<b>17,83</b> 08:00 - 09:00
417 Usina x Leblon	<b>40,44</b> 16:00 - 17:00	<b>62,03</b> 15:00 - 16:00
<b>Encerramento</b>		
250 Camarista Meier x Passeio	<b>8,65</b> 15:00 - 16:00	<b>17,57</b> 12:00 - 13:00
418 Usina x Leblon	<b>37,56</b> 18:00 - 19:00	<b>62,64</b> 10:00 - 11:00

## 7. Conclusões

Considera-se a relevância da velocidade operacional, avaliada em função da pertinência da captura de atributos advindos de um aplicativo de trânsito que facilita ao usuário se localizar. Destaca-se a fase de pré-processamento do KDD, que avaliou os ruídos inerentes ao uso da ferramenta na etapa de levantamento das informações e a mineração dos dados, que buscou a técnica de análise estatística julgada mais adequada.

A metodologia KDD permitiu avaliar o potencial de impacto do legado deixado pelas Olimpíadas, apesar da carência de informações advinda do sistema GPS implantada nos ônibus. A medida central de posição denominada “Mediana” (Percentil 50) propiciou uma solução alternativa para analisar as velocidades operacionais observadas em períodos horários do dia em dois corredores deste modal, Zona Norte – Centro e Zona Sul- Centro.

A adoção dos valores mínimos e máximos desta medida estabeleceu um suporte organizacional no tocante a variabilidade de velocidades implantadas pelos ônibus em seus trajetos, permitindo inferir na seleção das linhas que puderam se beneficiar deste evento no que tange ao desempenho da fluidez no tráfego.

Ressalta-se que a adoção dos mínimos e máximos da mediana permitiu utilizar o termo padrão para designar um padrão encontrado nos dados, como também como uma regra para verificar se ocorreu a melhora na fluidez dos ônibus.

## Referências

- El-Geneidy, A. M., Horning, J., & Krizek, K. (2011). Analyzing transit service reliability using detailed data from automatic vehicular locator systems. *Journal of Advanced Transportation*, pp. 66-79.
- Rohani, M. M., Wijeyesekera, C. D., & Karim, A. T. (2013). Bus Operation, Quality Service and The Role of Bus Provider and Driver. *World Transit Research*, pp. 167-178.
- Berry, L. L., Zeithaml, V. A., & Parasuramam, A. (1990). Five imperatives for improving service quality. *Sloan Management Review*, pp. 9-38.
- Blog Ponto de Onibus. (02 de 07 de 2011). *Diario do Transporte*. Acesso em 11 de 01 de 2017, disponível em VELOCIDADE MÁXIMA: No Rio de Janeiro é de 50 km/h: <https://diariodotransporte.com.br/2011/07/02/velocidade-maxima-no-rio-de-janeiro-e-de-50-kmh/>
- Cabral, R., Teixeira, E. H., Borges, M. S., Paula, M. A., Souza, P. S., & Brizon, L. C. (s.d.). Transporte público no Rio de Janeiro: encontrando soluções para uma mobilidade sustentável. Acesso em 16 de 09 de 2016, disponível em FETRANSPOR: <http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/17TransportepublicoRio.pdf>
- CET-Rio. (2016). GESTÃO DO TRÁFEGO NOS JOGOS OLÍMPICOS E PARALÍMPICOS. Acesso em 12 de 12 de 2016, disponível em [www.rio.rj.gov.br/web/smttr/cet-rio](http://www.rio.rj.gov.br/web/smttr/cet-rio)
- Diab, E. I., & El-Geneidy, A. M. (14 de Fevereiro de 2013). Variation in bus transit service: understanding the impacts of various improvement strategies on transit service reliability. *Public Transportation*, pp. 209-241.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (11 de 1996). The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*, 39, pp. 27-34.
- FETRANSPOR. (2016). BRS. Acesso em 11 de 01 de 2017, disponível em <http://www.rjbr.org/r/rio-de-janeiro/transportes/brs/>

- Gillen, D., & Levinson, D. (2006). *Assessing the Benefits and Costs of ITS: Making the Business Case for ITS Investments*. New York, Boston, Dordrecht London, Moscow,: Kluwer Academic Publishers.
- Hensher, D. A., Stopher, P., & Bullock, P. (2003). Service Quality -developing a service quaiity index in the provision of commercial bus contracts. *Transportation research part A, Policy Practice*, pp. 499-517.
- IPLANRIO. (2016). Acesso em 2016, disponível em <http://data.rio/dataset/gps-de-onibus>
- Martins Branco, S. (2013). *Estudo e Aplicaçãode Sitemas BRT Bus Rapid Transit(Dissertação)*. Porto, Portugal.
- Oña, J. d., Oña, R. d., Eboli, L., & Mazzulla, G. (7 de Agosto de 2013). Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach. *Transport Policy*, pp. 219-226.
- Oña, J., Oña, R., & López, G. (09 de 2016). Transit service quality analysis using cluster analysis and decision trees: a step forward to personalized marketing in public transportation. *Transportation*(43), pp. 725–747.
- Schramm, L., Watkins, K., & Rutherford, S. (2010). Features that affect variability of travel time on bus rapid transit systems.
- Surprenant-Legault, J., & El-Geneidy, A. (2011). Introduction of Reserved Bus Lane - Impact on Bus Running Time and On-Time Performance. *Transportation Research Record*, pp. 10-18.
- TRB Transportation Research Board. (July de 2003). NCHRP Report 504. Acesso em 14 de 09 de 2016, disponível em [Design Speed, Operating Speed,and Posted Speed Practices: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_504.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_504.pdf)
- Watkins, K. E., Ferris, B., Borning, A., Rutherford, S. G., & Layton, D. (31 de 11 de 2011). Where Is My Bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of