

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328293127>

COMPARAÇÃO DE DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS NA WEB E OBTIDOS POR SENSORES FIXOS

Conference Paper · November 2017

CITATIONS

0

READS

37

2 authors, including:



[André Luiz Cunha](#)

University of São Paulo

53 PUBLICATIONS 115 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Modal Choice [View project](#)



Traffic Data Analysis [View project](#)



COMPARAÇÃO DE DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS NA WEB E OBTIDOS POR SENSORES FIXOS

Mariana Marçal Thebit

André Luiz Cunha

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

O presente artigo propõe a utilização de dados provenientes de um serviço de mapas via web como fonte de dados para estudos de tráfego. Para tal, é apresentada a comparação entre as velocidades obtidas do *Here traffic* e as obtidas por meio de sensores do tipo *loop*, em um trecho específico da Rodovia Presidente Dutra – BR 116. Os resultados obtidos indicam que os dados provenientes do *Here traffic* apresentam maior dispersão e valores um pouco inferiores aos obtidos pelos sensores. As análises aqui apresentadas fazem parte de um estudo mais amplo que tem por objetivo a reconstrução de matrizes OD sintéticas a partir de dados de tráfego de celular disponibilizados livremente em APIs existentes na *Web*.

ABSTRACT

This article proposes the use of data obtained a *Web* map service in traffic study's. To do so, it is shown a comparison between the velocities given by the *Here traffic* and by loop sensors, in a specific part of the Rodovia Presidente Dutra – BR 116. The results indicated that the data collected from *Here traffic* have higher distribution and lower values. The analysis shown in this paper are part of a broader research that aims to reconstruct OD matrices through the use of traffic data collected by cellphones and accessible by APIs existents in the *Web*.

1. INTRODUÇÃO

A popularização de aparelhos celulares e demais dispositivos do tipo *smart*, bem como das aplicações desenvolvidas para os mesmos, tem permitido o armazenamento de grande quantidade de informações, inclusive dados relacionados ao tráfego. O uso dessas fontes de dados tem se tornado cada vez mais atrativo devido ao caráter pouco oneroso da extração e ao fato de permitir a obtenção de grande quantidade de informações em tempo real.

É nesse contexto que tem emergido uma nova frente de pesquisa na área de transportes, a “*social transportation*”. Essa linha de pesquisa busca realizar previsões e análises do tráfego a partir dos denominados “dados sociais”, os quais são provenientes de *smartphones*, aparelhos móveis usáveis, como *smartbands* e *smartwatches*, e mídias sociais. (Wang *et al.* 2014).

Parte das informações coletadas por esses dispositivos estão disponíveis na internet por meio de Interfaces de Programação de Aplicativos, do inglês, *Application Programming Interface* (API). As APIs consistem em um conjunto de protocolos, regras, funções e procedimentos que determinam como deve ocorrer a interação entre pacotes e componentes de softwares distintos. As APIs permitem que novas aplicações sejam criadas e informações sejam extraídas a partir de ferramentas e banco de dados de softwares existentes.

O presente estudo busca avaliar a relação entre os dados de velocidade extraídos por meio da plataforma *Here Traffic*, a partir de sua API específica, e os dados extraídos por sensores instalados em uma rodovia no estado de São Paulo. Esta análise faz parte de uma pesquisa mais ampla, que busca utilizar os dados provenientes de API na reconstrução de matrizes Origem-Destino sintéticas, atualmente em desenvolvimento em uma dissertação de mestrado. Os resultados obtidos mostram que os dados provenientes da API apresentem maior dispersão e valores um pouco abaixo dos obtidos pelos sensores, o que fez com que quase todas as amostras avaliadas não passassem nos testes estatísticos propostos. No entanto, este estudo tem por



objetivo não apenas avaliar tais diferenças como também questionar o fato das informações extraídas por sensores serem interpretadas como verdades absolutas sendo que esse método também possui erros implícitos.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Conforme exposto, o “*social transportation*” é uma nova frente de pesquisa na área de transporte que se encontra em ampla expansão. Em comparação com algumas linhas de pesquisa mais tradicionais, essa nova linha se caracteriza por enfatizar o uso de técnicas de computação e aplicativos embarcados para a obtenção e tratamento, em tempo real, de dados *on-lines* e interativos no estudo de problemas de transporte (Zheng *et al.* 2016).

Os dados provenientes do “*social transportation*” podem fornecer diversos tipos de informações como o tempo, coordenadas de GPS, velocidade, aceleração, endereços, textos, vídeos, entre outros. Cada tipo de dado fornecido apresenta vantagens, limitações e escopos de aplicação, os quais são definidos pelas características, estruturas, resolução e precisão do tipo de dado em questão. Ou seja, abordagens distintas de análise do sistema de transporte exigirão diferentes tipos de dados (Zheng *et al.* 2016).

Comumente o monitoramento do tráfego é feito com base em detectores fixos que fornecem volume, ocupação da via, e, muitas vezes, velocidade. Infelizmente os elevados custos de instalação e manutenção desses equipamentos impedem sua ampla implantação, principalmente em países em desenvolvimento (Amin *et al.* 2008).

Nesse contexto, a utilização de aparelhos celulares como fonte de dados se mostra como uma alternativa atrativa, ainda mais se considerado que em muitos países o nível de penetração dos celulares atingiu praticamente 100% já em 2006 (Kenepper 2016). No Brasil o número de celulares ativos já é superior ao número de habitantes. A elevada cobertura espacial, a grande quantidade de informações armazenadas e transmitidas por seus sistemas e o baixo custo de obtenção dos dados torna os telefones celulares uma valiosa fonte de informações.

Alguns dos primeiros estudos nessa área focaram na utilização dos dados provenientes dos GPS instalados nos telefones celulares. Desenvolvido por Pesquisadores da Universidade Berkeley na Califórnia. O projeto *Mobile Century* buscou validar o conceito de monitoramento do tráfego por meio de dados provenientes de telefones celulares. A proposta consistiu em rastrear alguns veículos por meio do GPS do telefone celular em seus interiores. Os resultados obtidos foram comparados com os provenientes de sensores fixos (*loop*).

No entanto, é importante destacar que o estudo não considerou os dados provenientes do sensor como verdade absoluta. Para avaliar a adequação de ambas as fontes de dados o projeto *Mobile Century* optou por extrair a velocidade no trecho em estudo por meio de câmeras de alta definição com sistema de reconhecimento de placas. O tempo de viagem obtido por meio de cada uma das fontes de dados foi analisado, sendo observada uma subestimação do tempo de viagem por parte da fonte de dados *loop*, o que indicou também uma superestimação da velocidade em questão. Por fim, o estudo mostrou que com uma penetração de aparelhos celulares com GPS inferior a 5% é possível obter, de maneira precisa, a velocidade do fluxo de tráfego (Amin *et al.* 2008).

Com base nos dados de GPS proveniente dos táxis de Beijing, Wang *et al.* (2014) modelaram

o tempo de viagem de diversos motoristas, em diferentes segmentos de vias e diferentes intervalos de tempo, e propuseram um modelo para estimar o tempo de viagem em qualquer caminho. Pan *et al.* (2013) utilizaram dados de GPS de táxi, referentes a um período de três meses, juntamente com um banco de dados de *tweets* coletados pelo *WeiBo* para elaborar um sistema de sensoriamento coletivo das anomalias do tráfego. As anomalias eram identificadas com base no comportamento dos taxistas em relação a escolha de rotas.

Os dados provenientes de GPS de aparelhos celulares também são importante fonte de dados para a elaboração de softwares aplicados ao trânsito. Por exemplo, os softwares de chamada de táxi amplamente utilizados atualmente como *Uber*, *99Taxi* e *Easy Taxi*, foram todos elaborados com base em dados reais oriundos de GPS dos telefones de taxistas.

Atualmente parte dos dados armazenados por dispositivos móveis e seus aplicativos pode ser extraído por meio de Interfaces de Programação de Aplicativos, algumas das quais disponíveis gratuitamente. No caso específico de dados de tráfego, existem no mercado diversas APIs que permitem a obtenção de informações referentes a situação do trânsito naquele instante, tais como: *GoogleMaps*, *MapQuast*, *Here* e *TomTom*.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Rede viária

Para desenvolvimento do estudo foi selecionado o trecho entre os km 168 e 181 da Rodovia Presidente Dutra (BR-116). Esse trecho está localizado entre os municípios de Santa Isabel e Jacareí, no estado de São Paulo. As informações da corrente de tráfego foram obtidas a partir de quatro *links* da API *HereMaps* e cinco sensores (AT) da concessionária CCR – Nova Dutra. A rede em estudo foi subdividida em três trechos de análise, como ilustra a Figura 1.



Figura 1: Rede viária em estudo

3.1.1. Dados extraídos pela API

A plataforma *Here* fornece 24 APIs para diferentes objetivos, linguagens e sistemas operacionais. O presente estudo se concentrou no uso exclusivo da ferramenta *Traffic API*, versão 6.0.27.0, a qual é completamente baseada em REST – *Representational State Transfer* (ou Transferência de Estado Representacional) e fornece informações e mapas sobre o fluxo de veículos na corrente de tráfego.

A *Here Traffic API* fornece 4 tipos de informações: dados de incidentes, mapas de tráfego,



disponibilidade de informações de tráfego e dados de fluxo de veículos. Este estudo tem como foco apenas a utilização dos dados de fluxo de veículos, mais especificamente na variável identificada pela API como “velocidade média não limitada pela legislação”.

Os dados fornecidos pela API são atualizados a cada 60 segundos. Dessa forma, este estudo realizou a extração de dados do tráfego a cada minuto do dia 24 de novembro de 2016. Os dados aqui apresentados são referentes a ambos os sentidos de direção da BR-116. Embora o código utilizado também tenha fornecido as informações referentes aos demais dias da semana em que a coleta foi realizada, foi adotada a estratégia de analisar apenas um dia útil devido a brevidade requerida pelo presente tipo de publicação.

Como exposto na Figura 1, os dados extraídos pela API, são referentes a um *link* e não pontuais. As informações coletadas são obtidas por meio de dispositivos, infraestruturas veículos, entre outras fontes (Here, 2016). No caso específico dos dados extraídos a partir de veículos, esses podem ser obtidos de usuários dos aplicativos da empresa, como o *Here WeGo*, de aplicativos construídos a partir das APIs da *Here* ou mesmo de veículos com tecnologias embarcadas. Nesse último caso, a *Here* se destaca como empresa líder no fornecimento de mapas para veículos, sendo responsável, por exemplo, pelos mapas de diversas linhas da Volvo.

3.1.2. Dados fornecidos pela concessionária

A concessionária CCR – NovaDutra forneceu as informações proveniente dos sensores instalados no trecho viário em estudo para o mesmo período analisado (24/11/2016). Os dados obtidos nos sensores foram o volume, a taxa de ocupação e a velocidade, os quais foram disponibilizadas considerando a corrente de tráfego como um todo e de forma segregada em função do tipo de veículo. As informações em questão se encontravam agrupadas em intervalos de 6 minutos.

Os detectores do tipo *loop* indutivo representam uma tecnologia amadurecida. A confiabilidade desse tipo de coleta tem aumentado ao longo do tempo devido a técnicas de instalações e acondicionamentos mais adequadas. No entanto, esses sistemas de detecção ainda sofrem devido à pouca confiabilidade. Entre os fatores que contribuem para tal, estão as más conexões feitas nas caixas de pressão, falhas nos pares de fio de torção e o uso de selante defeituoso. Tais problemas são agravados quando os *loops* são instalados em pavimentos ruins (Klein, 2001).

3.1.3. Compatibilização dos bancos de dados

Conforme exposto, as duas fontes de dados utilizadas apresentavam distinções quanto ao trecho físico considerado (pontual no caso do sensor e *link* no caso da API) e do intervalo de tempo (atualizações a cada 1 minuto no caso da API e agrupados em blocos de 6 minutos no caso dos sensores). Por essa razão, foi necessário compatibilizar os bancos de dados de modo a permitir as comparações desejadas.

Para ajuste da diferença nos intervalos de tempo considerados foi adotada a estratégia de agregar os dados da API compatibilizando para os dados de sensor em seis minutos. Dessa forma, foram obtidas 239 observações referentes a fonte de dados e ao sentido de circulação. Com relação a localização foram utilizados tratamentos específicos para cada situação.

Os trechos 1 e 3 apresentam composição similar em que um *link* da API engloba dois sensores. No caso, o trecho 1 é composto pelo *link* 7657 e os sensores AT-168,4 e AT-170,4, e o trecho 3 pelo *link* 7660 e os sensores AT-178,4 e AT-180,3. Nesses casos, os valores de velocidade



utilizado na comparação como referente ao sensor foram obtidos por meio da média dos valores referentes a cada sensor.

O trecho 2 apresenta configuração distinta dos anteriores pois compreende dois *links* da API e um sensor (173,9) disposto na região de encontro entre esses. Não foi possível determinar em qual *link* exatamente o sensor se encontrava, porém como não foram observadas grandes distinções entre os dados provenientes dos *links* 7658 e 7659, foi selecionado apenas os dados provenientes ao *Link* 7658 para a análise.

3.2. Procedimento e Resultados

As avaliações entre a amostra de velocidades obtidas por meio da API e por meio de sensores foram realizadas por estatística descritiva, distribuição de frequências de cada amostra, gráficos de dispersão e pelos testes Qui-quadrado e Kolmogorov Smirnov. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas obtidas para cada amostra considerando os três trechos da rodovia em estudo e o sentido de circulação.

Tabela 1: Medidas estatísticas das amostras coletadas

	Pista norte					
	Trecho 1		Trecho 2		Trecho 3	
	Média sensores km 168,4 km 170,4	<i>Link</i> 7657	Sensor km 173,9	<i>Link</i> 7658	Média sensores km 178,5 km 180,3	<i>Link</i> 7660
Média (km/h)	93,59	83,78	64,36	88,74	91,11	85,36
Mediana (km/h)	94,28	84,41	64,55	89,06	91,73	85,92
Erro padrão (km/h)	0,19	0,48	0,22	0,48	0,25	0,47
Desvio padrão(km/h)	3,01	7,45	3,41	7,38	3,87	7,34
Variância (km/h) ²	9,07	55,45	11,65	54,48	14,95	53,87
	Pista sul					
	Média sensores km 168,4 km 170,4	<i>Link</i> 7657	Sensor km 173,9	<i>Link</i> 7658	Média sensores km 178,5 km 180,3	<i>Link</i> 7660
Média (km/h)	94,56	88,24	62,92	85,35	84,78	82,42
Mediana (km/h)	94,84	88,27	63,04	85,44	85,04	82,58
Erro padrão (km/h)	0,23	0,48	0,20	0,50	0,27	0,45
Desvio padrão(km/h)	3,57	7,35	3,11	7,75	4,13	7,00
Variância (Km/h) ²	12,77	53,99	9,69	60,01	17,06	48,99

Como pode ser observado, o desvio padrão e a variância obtidos pelas amostras da API indicam que esses dados são mais dispersos dos que os provenientes dos sensores, os quais apresentaram valores significativamente mais baixos para essas medidas. As Figuras 2 a 13 mostram os histogramas obtidos para os dados extraídos por meio do uso da API (gráficos a esquerda) e pelos sensores da concessionária (gráficos a direita) para os três trechos da rodovia.

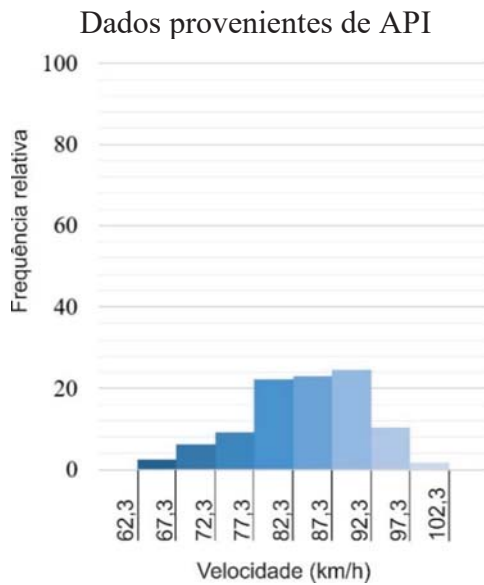


Figura 2: Histograma dados Trecho 1 - Norte

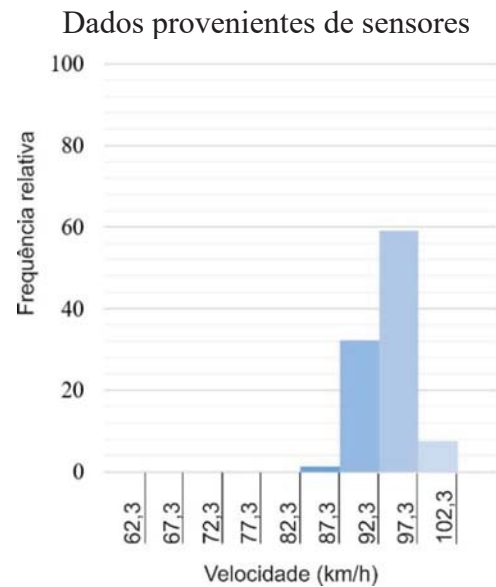


Figura 3: Histograma dados Trecho 1 - Norte

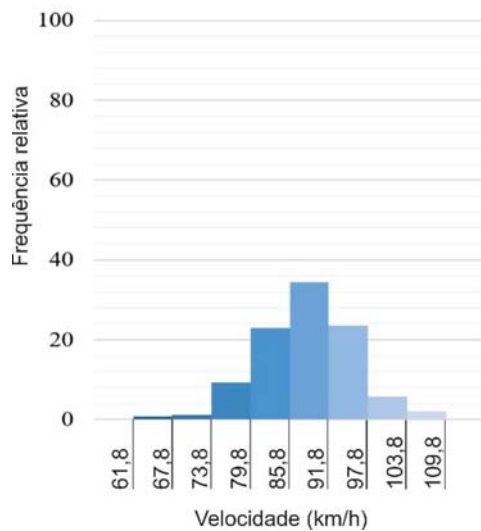


Figura 4: Histograma dados Trecho 1 - Sul

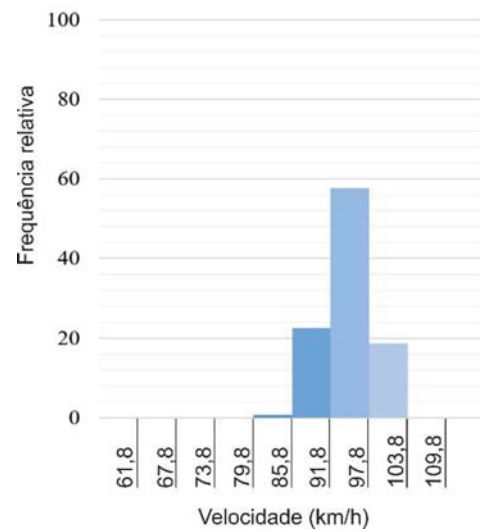


Figura 5: Histograma dados Trecho 1 - Sul

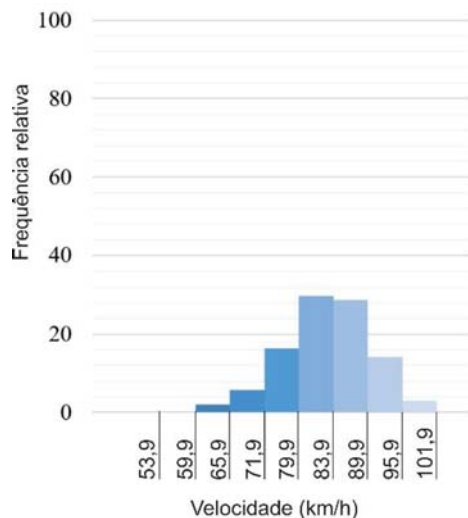


Figura 6: Histograma dados Trecho 2 - norte

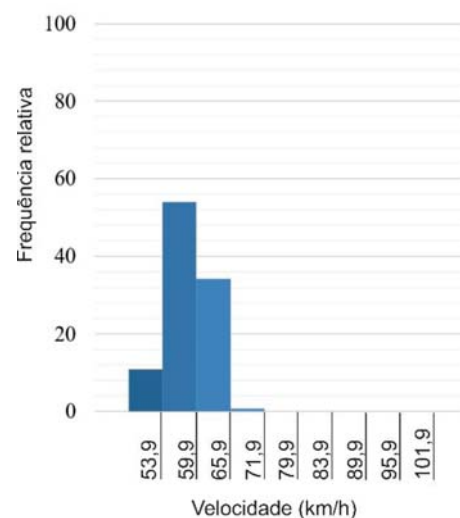


Figura 7: Histograma dados Trecho 2 - norte

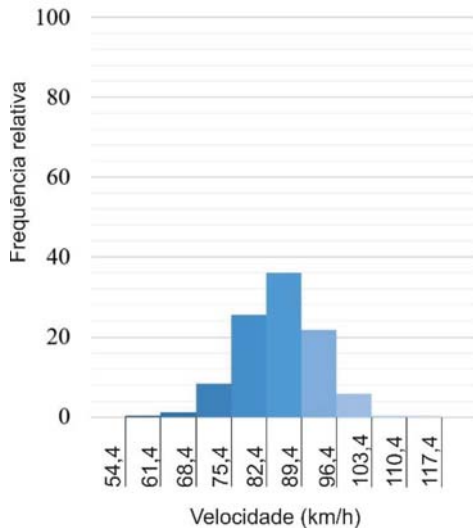


Figura 8: Histograma dados Trecho 2- Sul

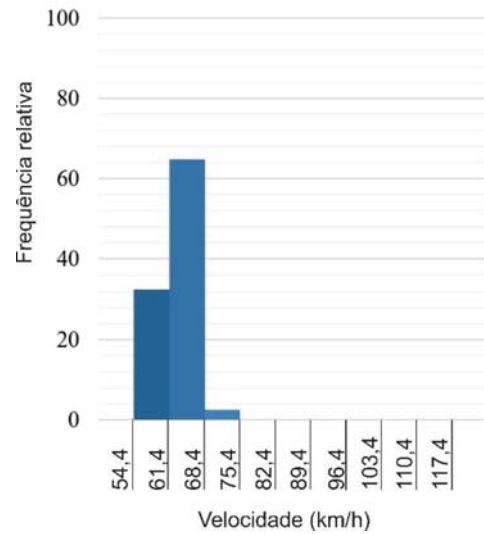


Figura 9: Histograma dados Trecho 2- Sul

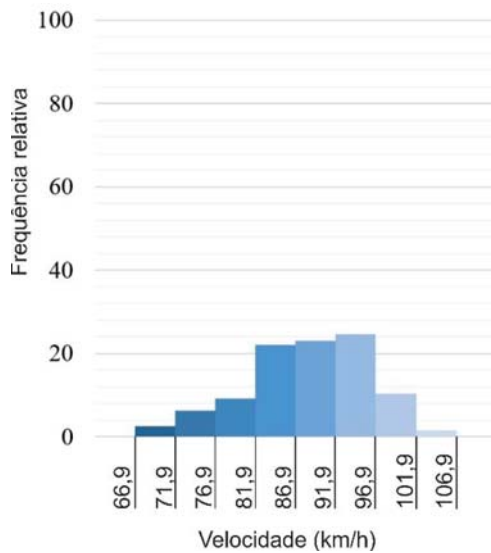


Figura 10: Histograma dados Trecho 3 - Norte

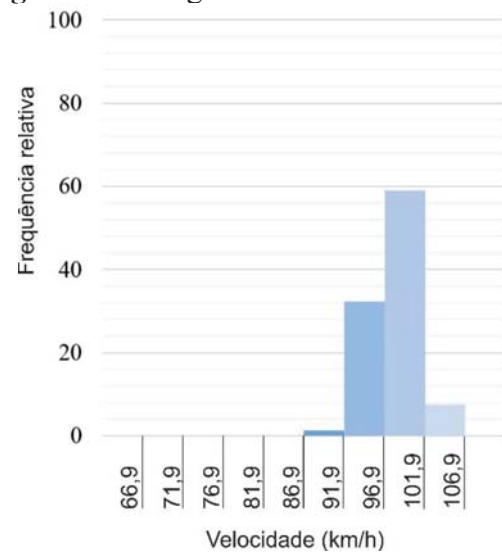


Figura 11: Histograma dados Trecho 3- Norte

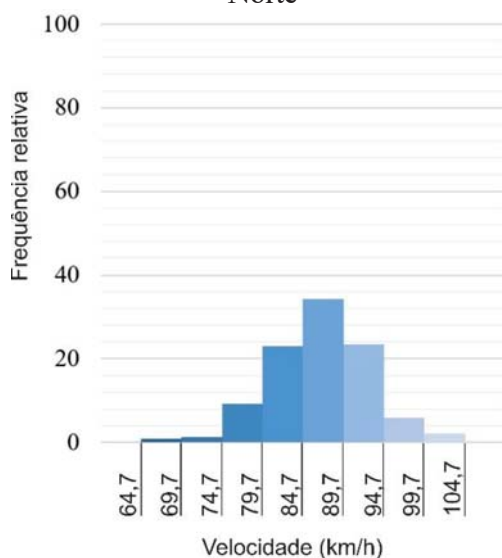


Figura 12: Histograma dados Trecho 3 - Sul

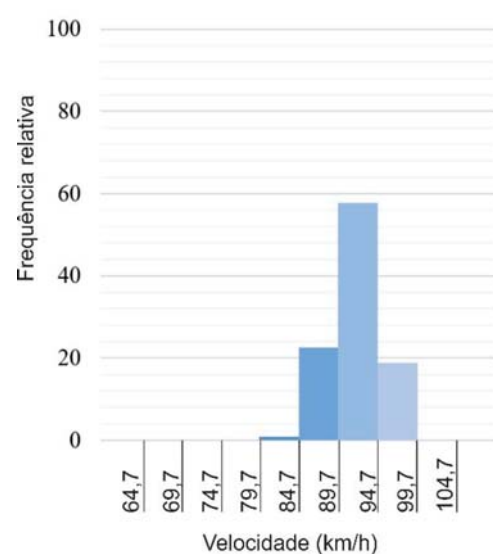


Figura 13: Histograma dados Trecho 3- Sul



Os histogramas também evidenciam a maior distribuição dos dados provenientes da API. Os dados referentes aos trechos 1 e 3, expõem que tanto a os dados provenientes da API quanto do sensor apresentam maior ocorrência nas faixas mais elevadas de velocidade, embora essas ocorrências sejam mais pronunciadas na amostra referente aos sensores.

O histograma referente aos dados do sensor no trecho 2 evidencia uma diferença de comportamento desses dados em relação aos demais. Nesse caso, os dados da concessionária apresentaram maior ocorrência em faixas de velocidades mais baixas, estando essas faixas fora das em que se encontram os dados obtidos pela API, para o mesmo trecho. Em seguida são apresentados os gráficos de dispersão das amostras obtidas pelas duas fontes de dados em cada um dos três trechos estudados.

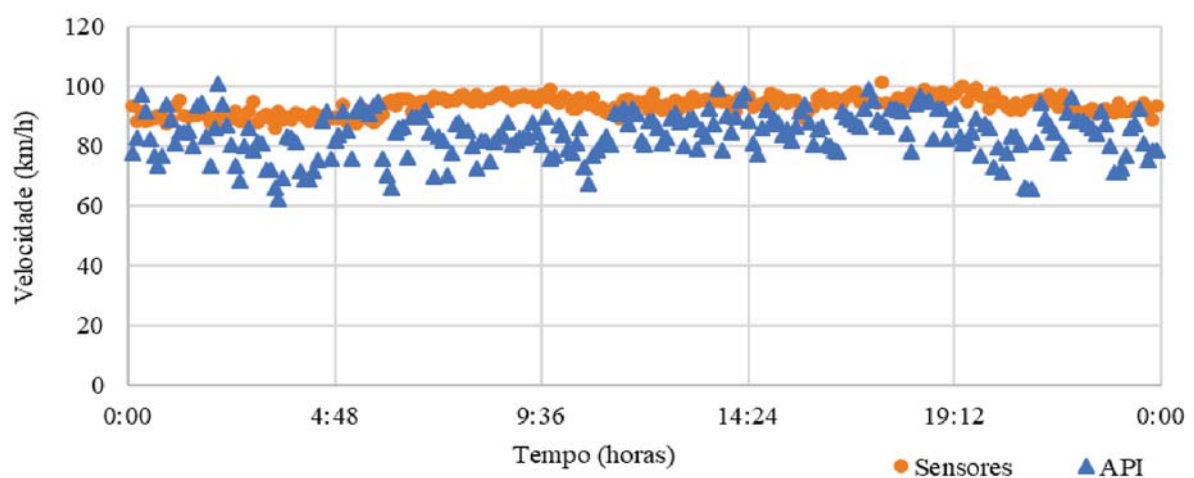


Figura 14: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 1, pista norte

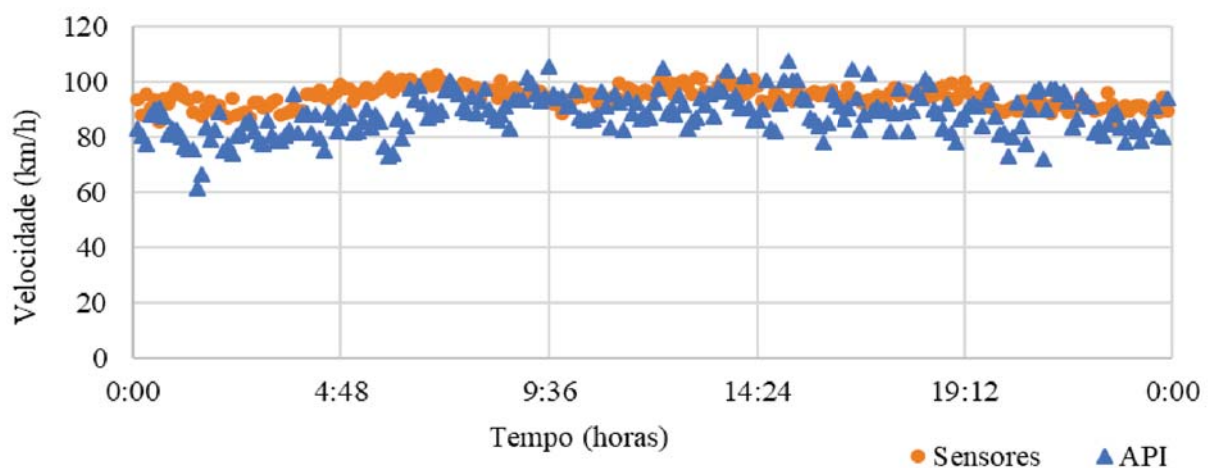


Figura 15: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 1, pista sul

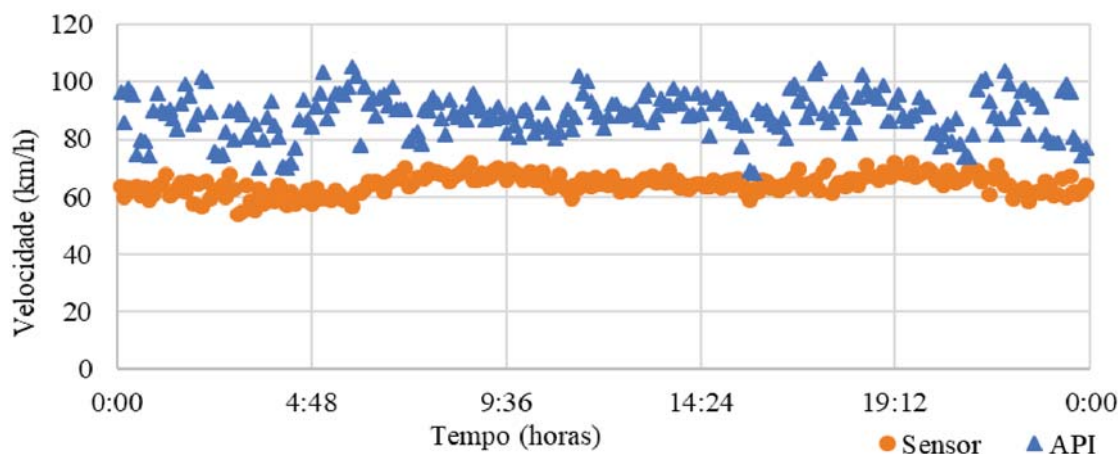


Figura 16: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 2, pista norte

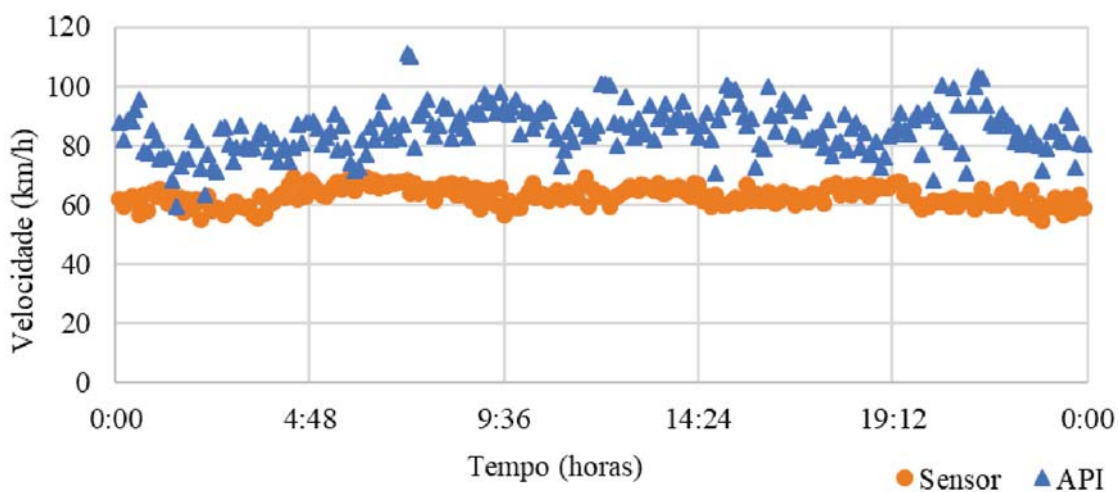


Figura 17: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 2, pista sul

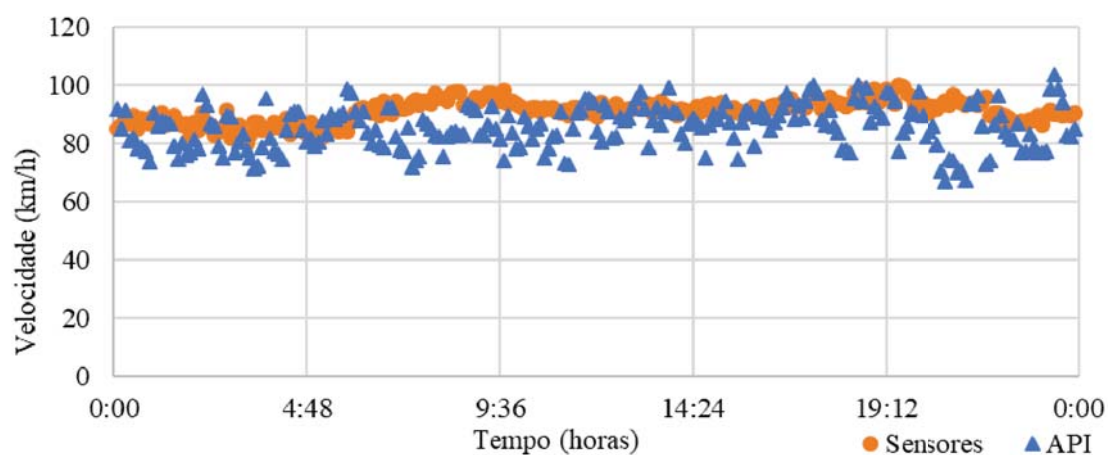


Figura 18: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 3, pista norte

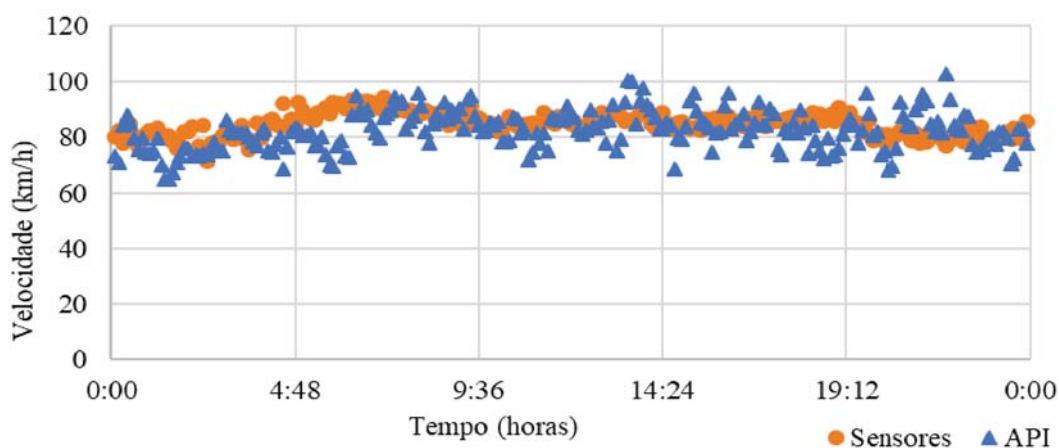


Figura 19: Gráfico de dispersão dos dados referentes ao trecho 3, pista sul

Os gráficos de dispersão expõem um comportamento aproximado entre os dados do sensor e da API nos trechos em estudo, com exceção do trecho 2. É importante ressaltar que os dados obtidos pelo sensor para o trecho 2 apresentam comportamento distinto ao observado nos outros 4 sensores analisados. Essa distinção se deve, provavelmente, a questões como existência de lombada, radar ou outro tipo de redutor de velocidade no local, ou a problemas na acurácia do sensor, entre outras possibilidades externas a presente análise.

Por fim, foram realizados os testes não paramétricos Qui-quadrado (χ^2) e Kolmogorov-Smirnov, para avaliar a aderência entre as duas distribuições das amostras obtidas para cada trecho de estudo. Os valores provenientes dos sensores se concentraram em algumas classes de frequência de modo que as demais não apresentaram ocorrências. Por essa razão, não foi possível utilizar essa fonte de dados como sendo referente aos valores esperados, uma vez que, isso acarretaria em divisor nulo o que não é viável matematicamente. Desse modo, foi adotado como valor esperado os dados provenientes da API e como observado os coletados por sensor. Os valores obtidos para o teste em cada trecho são apresentados a seguir.

Tabela 2: Testes de hipótese realizados

	Testes estatísticos					
	Trecho 1		Trecho 2		Trecho 3	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
χ^2	308,74	117,71	4600,35	5796,71	108,41	49,06
χ^2 crítico	77,93	77,93	77,93	77,93	77,93	77,93
Kolmogorov Smirnov	0,62	0,45	0,97	0,96	0,39	0,19
Kolmogorov Smirnov crítico	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

A hipótese nula (H_0) considerada consistia na independência das amostras e em uma boa concordância entre as distribuições de frequência. Foi considerado alfa igual a 5%. Para que a hipótese nula não seja refutada é necessário que os valores obtidos pelos testes sejam similares ou inferiores aos valores críticos determinados em função do número de observações (239).



Conforme exposto na tabela 2 a hipótese nula não foi refutada apenas para os dados referentes ao trecho 3, Pista Sul. Os demais trechos avaliados não passaram nos testes propostos apresentando valor significativamente superior ao crítico, com destaque para o trecho 2 em que essa discrepância foi ainda mais pronunciada.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

A ampla penetração dos *smartphones* e seus aplicativos nas cidades atuais tem oferecido uma nova fonte de dados para o estudo do tráfego e dos padrões de mobilidade. Os principais atrativos dessas novas fontes estão na ampla área de cobertura, elevado volume de informações e baixo investimento financeiro. Os diferentes tipos de dados que podem ser extraídos apresentam características, estruturas, resoluções e precisões específicas, sendo necessário, por essa razão, avaliar qual o dado mais indicado para a análise que se deseja realizar.

Embora o uso de dados provenientes de GPS de *smartphones* tenha se mostrado cada vez mais frequente na área de transporte, esses dados ainda se mostram mais restritos a equipamentos instalados em veículos ou utilizados por grupos específicos, como no caso dos estudos de Pan *et al.* (2013) e Wang *et al.* (2014). Também tem sido bastante utilizado os dados coletados a partir de informações de telefonia celular em que a triangulação das antenas permite estimar a posição dos veículos.

O uso de APIs no estudo de transporte está mais relacionado a utilização da estrutura base de softwares existentes no desenvolvimento de novas aplicações, como no estudo de Binu e Viswaraj (2016) em que é proposto um aplicativo de *carpooling* a partir da utilização da API do *GoogleMaps*.

Parte dos dados coletados pelos *smartphones* e seus aplicativos são disponibilizados de maneira praticamente livre na *Web* por meio das Interfaces de Programação de Aplicativos. O presente estudo utilizou a plataforma da *Here Traffic API* para extrair dados de velocidade em trechos específicos da Rodovia Presidente Dutra BR-116 e os comparou com as informações coletadas por meio de sensores fixos na rodovia.

Foi observada que os dados provenientes da API apresentaram maior dispersão e valores um pouco abaixo dos obtidos pelos sensores. Esse resultado se mostra convergente com as considerações feitas por estudos anteriores como o projeto *Mobile Century*. Nessa ocasião, os pesquisadores optaram por questionar o caráter de verdade absoluta atribuído aos dados coletados por sensores, por meio da comparação dos tempos de viagens obtidos a partir das velocidades coletadas por sensores, por GPS de *smartphones* e câmeras de alta definição juntamente com identificadores de placas. A conclusão obtida pelo estudo foi de que os sensores tendiam a superestimar as velocidades (Amin *et al.* 2008).

São diversos os fatores que podem ser apontados como responsáveis pelas diferenças existentes entre os dados extraídos por meio de sensores e da API, entre esses podemos citar o fato de que enquanto a API fornece dados obtidos a partir de uma parcela do fluxo que utiliza determinado aparelho ou aplicativo, e se encontra em determinado trecho da via, o sensor fixo coleta, teoricamente, as informações referentes a todos os veículos que cruzam determinado ponto. O modo como a velocidade é aferida também é distinto, enquanto o *loop* estabelece a velocidade a partir do tempo de viagem entre dois pontos, a API extrai a velocidade computada pelo GPS embarcado no *smartphone*.



Embora a nova fonte de dados avaliada não tenha obtido bons resultados em todos os testes estatísticos propostos, não se deve determinar uma inadequação de seu uso. Conforme exposto ao longo deste artigo, a utilização dessas informações é uma realidade nos dias atuais estando presente nos aplicativos de rotas, de avaliação do desempenho de tráfego, entre tantos outros utilizado todos os dias por muitos.

O presente estudo teve por objetivo não apenas avaliar esta nova fonte de dados, mas também questionar a utilização dos sensores fixos como verdade absoluta no que diz respeito a dados de tráfego. Estudos anteriores, como o projeto *Mobile Century*, já indicaram a necessidade de questionar essa confiança extrema nos dados provenientes de sensores fixos.

Por fim é necessário ressaltar as inúmeras possibilidades de estudos e aplicações a serem realizados a partir da nova fonte de dados aqui apresentada. Além dos já citados, é possível aplicar os dados extraídos por APIs na reconstrução de matrizes OD sintéticas, em análise de comportamento do tráfego, em estudos de mobilidade, dentre tantos outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 99TAXI (2017) <http://www.99taxi.com>.
- AMIN S. et al (2008) - Mobile Century Using GPS Mobile Phones as Traffic Sensors: A Field Experiment. *15th World Congress on Intelligent Transportation Systems*, p. 8–11, 2008.
- BINU P K, VISWARAJ V S (2016) - Android Based Application for Efficient Carpooling with User Tracking Facility. *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 2016.
- EASY TAXI (2017) www.easytaxi.com.
- HERE (2016) www.here.com
- HERE (201-) *Traffic API – Developer’s Guide*. Version 6.0.27.0. 88 f.
- HERE (2014) *TrafficML 3.1 Real-time Flow Feed Specification - HERE Implementation*. Version 1.8. 26 f. 2014.
- KNEPPER, S. C. J. (2016) *Mobile Phone Data Validation - A validation framework for Mobile Phone Data for Transport Planning*. 59 f. Master Thesis. TuDelft - Delft University of Technology, Delft, Holanda, 2016.
- KLEIN, L. A. (2001). *Sensor Technologies and Data Requirements for ITS*. Boston: Artech House. 550 p. ISBN: 1-58053-077-x.
- PAN, B. et al. (2013) - Crowd Sensing of Traffic Anomalies based on Human Mobility and Social Media. *SIGSPATIAL GIS’13 – 13th International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, Orlando, Florida, USA.
- UBER TECHNOLOGIES (2017) www.uber.com.
- WANG, F. Y. (2014) – Scanning the issue and beyond: Real-time social transportation with online social signals. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 15, p. 909–914, 2014.
- WANG, Y.; ZHENG, Y.; XUE, Y. (2014) - Travel time estimation of a path using sparse trajectories. *Proceedings of the 20th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (KDD ’14)*, n. 5, p. 25–34, 2014.
- ZHENG, X. et al. (2016) - Big Data for Social Transportation. *IEEE Transactions on intelligent Transportation Systems*. Vol. 17, n 3, 2016.

Mariana Marçal Thebit (marianastt@usp.br)
André Luiz Barbosa Nunes da Cunha (alcunha@usp.br)
Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador São-carlense, 400. São Carlos, SP. Brasil