



Ivanildo Barbosa

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
NO TRÁFEGO DE VIAS URBANAS A PARTIR DE VALORES
DE VELOCIDADE**

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Informática da PUC-Rio como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em Informática.

Orientador: Prof. Marco Antonio Casanova

Rio de Janeiro
Março de 2015



Ivanildo Barbosa

Avaliação do impacto de acidentes de trânsito no tráfego de vias urbanas a partir de valores de velocidade

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marco Antonio Casanova

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Antonio Luz Furtado

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Helio Côrtes Vieira Lopes

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. José Antonio Fernandes de Macêdo

Departamento de Ciência da Computação – UFC

Profa. Marta Lima de Queirós Mattoso

Programa de Engenharia de Sistemas/COPPE – UFRJ

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 27 de março de 2015

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Ivanildo Barbosa

Graduou-se em Engenharia Cartográfica pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 2001. Trabalha com Sistemas de Informações Geográficas desde 2002. Professor do Instituto Militar de Engenharia (IME) desde 2007. Concluiu o Mestrado em Engenharia Cartográfica na área de Modelagem e Representação Terrestres pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 2006.

Ficha Catalográfica

Barbosa, Ivanildo

Avaliação do impacto de acidentes de trânsito no tráfego de vias urbanas a partir de valores de velocidade / Ivanildo Barbosa; orientador: Marco Antonio Casanova. – 2015.

175 f.; 30 cm

Tese (Doutorado em Informática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Informática – Teses. 2. Sistemas de transporte inteligentes. 3. Modelagem de tráfego. 4. Série temporais. 5. Propagação espacial de fenômenos. I. Casanova, Marco Antonio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

A Deus, pelas oportunidades, e à minha esposa,
Sarah Queiroz de Moraes Barbosa,
pelo grande apoio, incentivo e carinho.

Agradecimentos

A Deus, que criou as oportunidades quando, aos olhos humanos, parecia improvável.

À minha esposa, Sarah, pela paciência, pelo incentivo e pelo companheirismo.

Aos meus pais, pelo incentivo durante toda a minha vida.

Aos meus companheiros da Seção de Engenharia Cartográfica pela motivação, em especial, ao Dr. Leonardo, que se empenhou de forma excepcional para que o curso acontecesse.

Ao meu orientador prof. Marco Antonio Casanova, pela dedicação, estímulo e paciência. Sou especialmente grato por acreditar em mim mesmo quando nem eu mesmo acreditava, mostrando sempre um horizonte que me motivava a seguir em frente. Sua conduta me fez refletir sobre meu papel como professor e orientador, sendo um aprendizado à parte para a vida.

Aos colegas que fiz durante as aulas, pelo incentivo constante.

Aos professores que lecionaram durante esse período, me mostrando um mundo desconhecido que me inspirou e que continuará me inspirando por muitos e muitos anos.

A gli amici da CNR per farmi imparare italiano ed anche conoscere meglio il KDD, il SQL/PostGIS (grazie, Lorenzo) e la Gelateria De' Coltelli. Chiara Renso, grazie per l'attenzione ed per farmi sentire bene lontano mi cità. Sei una bella ispirazione professionale per me.

A todos os funcionários do Departamento de Informática da PUC-Rio, pela presteza e pela cordialidade no atendimento às demandas solicitadas.

A todos os amigos dentro e fora da PUC que, de uma forma ou de outra, me estimularam ou me ajudaram.

Resumo

Barbosa, Ivanildo; Casanova, Marco Antonio (Orientador). **Avaliação do impacto de acidentes de trânsito no tráfego de vias urbanas a partir de valores de velocidade.** Rio de Janeiro, 2015. 175p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Uma das preocupações das grandes cidades é a minimização dos efeitos do aumento da quantidade de veículos em circulação e dos acidentes que, conseqüentemente, tendem a ocorrer com maior frequência. Com a popularização e a miniaturização dos receptores GPS, a disponibilidade de valores de velocidade observados nas vias urbanas e a publicação de ocorrências de trânsito georreferenciadas em redes sociais, é agora possível avaliar as condições do trânsito quanto às reduções de velocidade. Contudo, é necessário filtrar os dados de tal forma a minimizar incertezas temáticas, espaciais e temporais. Esta tese propõe uma metodologia para a avaliação do impacto de acidentes de trânsito, empregando valores de velocidade. Para tanto, considera metodologias auxiliares para: (1) processamento de rotas rastreadas com GPS para identificar vias com maior circulação, calcular estatísticas das velocidades observadas e estimar o tráfego em vias de mão dupla, pela análise das direções do movimento; (2) representação do comportamento do tráfego a partir dos valores de velocidade registrados nas vias; (3) extração e seleção dos dados sobre acidentes extraídos do Twitter para identificar os possíveis efeitos desses acidentes nos valores de velocidade. As contribuições desta tese são: (1) avaliação do tráfego, em condições normais e após a ocorrência de acidentes, com base em valores de velocidade, de aquisição mais simples do que os valores de fluxo e concentração de tráfego; (2) emprego de publicações de eventos em redes sociais, permitindo rápido acesso à informação; (3) aplicação das avaliações em vias urbanas, em lugar de rodovias, o que implica em levar em consideração as interferências no tráfego inerentes às interseções, sinais de trânsito e fluxo de pedestres; e (4) uma metodologia para extração de estatísticas de velocidade a partir de dados GPS, enfatizando as possíveis fontes de erro existentes nos processos de *map matching* e classificação temporal.

Palavras-chave

Sistemas de Transporte Inteligentes; Modelagem de Tráfego; Séries Temporais; Propagação espacial de fenômenos; Twitter.

Abstract

Barbosa, Ivanildo; Casanova, Marco Antonio (Advisor). **Assessment of the impact of traffic accidents on the flow of urban roads based on speed values.** Rio de Janeiro, 2015. 175p. D.Sc. Thesis - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A major concern in large cities is to minimize the effects of the increasing quantity of vehicles in circulation and, consequently, of the accidents that tend to occur more frequently. Due to the popularization and miniaturization of GPS receivers, the availability of large volumes of data about vehicle speed in urban roads and the large number of traffic-related messages published in social networks, it is now possible to collect enough input data to model traffic conditions based on the observed reduction in speed values. However, it is necessary to filter the data to minimize thematic, spatial and temporal uncertainties. This thesis proposes a methodology to assess the impact of traffic accidents by analyzing speed values. To achieve this goal, it also proposes auxiliary methodologies, aiming at: (1) processing GPS-tracked routes to compute speed statistics and estimate traffic in two-way streets, by performing direction analysis; (2) representing traffic behavior based on the observed speed values; (3) extracting and selecting accident-related data by mining Twitter posts for later identification of the likely effects on speed values. The main contributions of this thesis are: (1) the assessment of traffic conditions based on speed values, which are easier to acquire than data about traffic volume and concentration; (2) the use of posts from social networks, which provide timely access to traffic events; (3) the assessment of urban roads instead of freeways or roads, which require modeling intersections, traffic lights and pedestrian flow; and (4) a methodology designed to extract speed statistics from raw GPS data, which handles likely error sources related to both map matching process and temporal classification.

Keywords

Intelligent Transportation Systems; Traffic Modelling; Temporal series; Spatial propagation; Twitter.

*"Nenhum vento sopra a favor de quem não sabe para onde ir."
Sêneca (04 a.C. - 65)*

Sumário

1	Introdução	17
1.1.	Motivação	17
1.2.	Objetivo	18
1.3.	Trabalhos Relacionados	19
1.4.	Organização da Tese	21
2	Descrição do Tráfego	23
2.1.	Variáveis Macroscópicas do Tráfego	24
2.2.	Formação de Congestionamentos	28
2.3.	Classificação hierárquica das vias	29
2.3.1.	Vias de trânsito rápido	30
2.3.2.	Vias arteriais	32
2.3.3.	Vias coletoras	34
2.4.	Conclusões	35
3	Dados de Trânsito Publicados na Web	37
3.1.	Portais Oficiais	37
3.2.	Dados publicados pelo Maplink	39
3.3.	Dados publicados pelo Google	41
3.4.	Dados publicados pelo Twitter	42
3.5.	Conclusão	43
4	Qualidade da Informação Geoespacial Relativa a Trânsito	44
4.1.	Acurácia Temática	44
4.2.	Acurácia Espacial	45
4.3.	Acurácia Temporal	47
4.4.	Métricas de confiabilidade dos dados	48

4.5. Avaliação da Qualidade de Dados de Trânsito	49
4.5.1. Acurácia Temática	49
4.5.2. Acurácia Espacial	50
4.5.3. Acurácia Temporal	52
4.5.4. Confiabilidade dos dados	52
4.6. Conclusões	53
5 Estimação de estatísticas de velocidade de uma malha viária com base em rotas rastreadas com GPS	54
5.1. Introdução	54
5.2. Cenário	55
5.3. Metodologia	57
5.3.1. Map Matching	58
5.3.2. Classificação temporal	62
5.3.3. Cálculo das Estatísticas	63
5.4. Experimentos	63
5.4.1. Aplicação com dados reais	63
5.4.2. Estimação de tempo de viagem	67
5.5. Trabalhos relacionados	68
5.6. Conclusão	69
6 Descrição do tráfego com base na velocidade	72
6.1. Modelo de Dados Empregado nas Análises	72
6.1.1. Malha viária da cidade do Rio de Janeiro	72
6.1.2. Medições de velocidade	73
6.2. Revisão conceitual	74
6.2.1. Detecção de outliers	75
6.2.2. Detecção de agrupamentos de valores	77
6.2.3. Métricas de similaridade entre distribuições de valores	79
6.3. Metodologia para análise de amostras de velocidade	81
6.3.1. Detecção de outliers	82

6.3.2. Detecção de agrupamentos de valores	84
6.3.3. Métricas de similaridade entre distribuições de valores	84
6.4. Conclusão	86
7 Avaliação das variações das velocidades após acidentes	89
7.1. Metodologia	89
7.1.1. Seleção de Dados	89
7.1.2. Ordenação dos pontos	92
7.1.3. Avaliação dos valores de velocidade	92
7.1.4. Identificação de propagação do congestionamento	93
7.2. Experimentos Realizados	94
7.3. Conclusão	101
8 Conclusões	104
8.1. Resumo	104
8.2. Contribuições	105
8.3. Limitações	106
8.4. Trabalhos Futuros	107
9 Referências Bibliográficas	109
Apêndice 1: Dicionário de Dados	115
Apêndice 2: Tweets Analisados	120
Apêndice 3: Descrição dos Pontos de Medição de Velocidade	147

Lista de figuras

Figura 1 - Gráficos relacionando variáveis macroscópicas do tráfego. Extraído de da Silva (2007)	25
Figura 2 - Exemplo de diagrama Fluxo-Concentração	27
Figura 3 - Exemplo de diagrama Fluxo-Velocidade	27
Figura 4 - Exemplo de diagrama Concentração-Velocidade	28
Figura 5 - Trecho de uma via classificada como expressa. Extraído de <i>Google Street View</i> .	32
Figura 7 - Trecho de uma via classificada como arterial secundária. Extraído de <i>Google Street View</i> .	34
Figura 8 – Trecho de uma via classificada como coletora. Extraído de <i>Google Street View</i> .	34
Figura 9 - Registro de acidente feito por usuário do aplicativo Olhos da Cidade.	39
Figura 10 - Distribuição dos pontos de medição de velocidade da empresa Maplink pela cidade do Rio de Janeiro (base cartográfica <i>Open Street Maps</i>).	40
Figura 11 - Conteúdo do <i>Google Maps</i> gerado por usuários do aplicativo <i>Waze</i> .	42
Figura 12 - Postagem com <i>link</i> para página com maior detalhamento da ocorrência.	43
Figura 13 - Exemplos de generalização cartográfica. Extraído de IBGE (2004).	46
Figura 14 - Exemplo de discrepância entre o local de registro da postagem e o conteúdo da mensagem.	51
Figura 15 – Etapas de processamento propostas para agregar estatísticas de velocidade à malha viária.	58
Figura 16 - Distribuição de valores de azimutes de pontos orientados.	60
Figura 17 – Exemplos de pontos contidos em mais de uma zona de vizinhança.	62

Figura 18– Exemplo da distribuição de pontos GPS ao longo das vias da cidade.	64
Figura 19 – Exemplos de estatísticas de velocidade ao longo da semana.	66
Figura 20 – Opções de rotas propostos pelo <i>Google Maps</i> .	68
Figura 21 - Extrato da página da empresa Maplink com informações sobre o tráfego no corredor Linha Amarela.	74
Figura 22 - Gráficos com valores de velocidade obtidos entre 7h e 8h de (a) segundas-feiras e (b) terças-feiras.	76
Figura 23 - Histogramas referentes aos valores de velocidade obtidos às (a) segundas-feiras e (b) terças-feiras.	77
Figura 24 - Observações de velocidade às segundas feiras entre 10h e 11h: (a) distribuição dos valores e (b) Histograma com intervalos de 5 km/h.	79
Figura 25 - Limites superior e inferior de outliers observados nos pontos 2354 e 2355 em função da hora do dia, em diferentes dias da semana.	83
Figura 26 - Quantidade de agrupamentos detectados em função da hora do dia.	84
Figura 27 - Valores de similaridade entre as distribuições de velocidade, em função da hora do dia, nos pontos 2354 e 2355.	85
Figura 28 - Valores de similaridade entre as distribuições de velocidade, em função da hora do dia, nos pontos 2356 e 2357	86
Figura 29 - Localização e posicionamento relativo entre os pontos 2356 e 2357.	87
Figura 30 – Distribuição geográfica das ocorrências por palavra-chave (base cartográfica Open Street Maps).	96
Figura 31 – Distribuição das ocorrências por palavra-chave e por hora do dia.	96
Figura 32 – Distribuição total das ocorrências por hora do dia.	97
Figura 33 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao local de ocorrência do tweet #539728870866300929.	97
Figura 34 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao	

local de ocorrência do tweet #539728870866300929.	97
Figura 35 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos PMV (a) #1272 e (b) #1309.	98
Figura 36 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos trechos definidos pelos PMV (a) #1273 – #1272 – #1271 e (b) #1312 – #1311 – #1310 – #1309.	100
Figura 37 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao local de ocorrência do tweet #534379856176246784.	100
Figura 38 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos trechos definidos pelos PMV # 1486, #1485 e #1484.	101

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Capacidades das vias arteriais e coletoras. Extraído de Rio de Janeiro (2005).	36
Tabela 2 – Dados sobre os resultados de processamento.	65
Tabela 3 - Dados adicionais sobre os resultados de processamento.	65
Tabela 4 – Tempos de viagem estimados com base nos valores de velocidade média calculados previamente	68
Tabela 5 - Valores de similaridade e distância entre os valores de velocidade observados	81
Tabela 6 – Exemplo de frequências relativas das velocidades observadas em PMV	93

1 Introdução

Este capítulo apresenta a motivação para a tese, os objetivos do trabalho e como a tese está organizada.

1.1. Motivação

Um dos maiores desafios dos gestores das cidades é a diminuição do tempo gasto diariamente pela população no transporte urbano. Cidades como o Rio de Janeiro tem investido para fornecer à população novas opções de transporte de massa para, conseqüentemente, diminuir a quantidade de carros nas ruas. São expansões das linhas de metrô, investimentos nos trens urbanos que integram a região metropolitana, corredores expressos de ônibus e veículos leves sobre trilhos, entre outras iniciativas. Contudo, automóveis pessoais ainda são a escolha de muitas pessoas pelo conforto e pela flexibilidade dos deslocamentos.

Os tempos de deslocamento nos percursos urbanos são naturalmente consequência das velocidades desenvolvidas pelos veículos ao longo das vias e das distâncias percorridas. A velocidade de um veículo em uma rodovia depende, além da habilidade do motorista e da qualidade do veículo, de cinco condições: características técnicas da rodovia, atrito lateral, volume e composição do tráfego, condições do tempo e limitações legais, frequentemente impostas por dispositivos de controle de tráfego. O efeito desses fatores geralmente é interrelacionado, embora alguns deles possam ser dominantes (DNIT, 2009).

Com a miniaturização e a popularização dos rastreadores GPS, juntamente com a crescente oferta de Internet móvel, a quantidade de dados de velocidade gerada por estes sensores permite a construção de uma ampla base de dados. Serviços disponibilizados por empresas como o Google e a Maplink já usam dados de velocidade produzidos por seus usuários para diagnosticar as condições do tráfego em tempo real.

Por outro lado, a proposta de inclusão de conteúdo na Web, produzido pelos seus usuários, deu origem a iniciativas, cada vez mais presentes na vida cotidiana,

como os *blogs*, e serviços como *Wikipedia*, *Youtube*, *Flickr*, e o *Waze*¹, entre outros. Exemplos adicionais de iniciativas colaborativas no mapeamento viário incluem o *OpenStreetMap*² e o *TrackSource*³, oferecendo dinamismo na produção e na atualização das bases cartográficas com precisão compatível à visualização em navegadores. Aplicativos como o próprio *Waze* e o *Olhos da Cidade*⁴, disponibilizado pela Prefeitura do Rio de Janeiro, permitem ao usuário inserir dados sobre ocorrências de trânsito e acompanhar o estado do trânsito em tempo real. A integração dos serviços do *Google Maps* com os dados produzidos pelos usuários do aplicativo *Waze* demonstra o valor das iniciativas colaborativas.

A publicação de dados em perfis de redes sociais fornece insumos para análises em diversas áreas do conhecimento. A mineração de dados a partir de postagens do *Twitter*, por exemplo, é empregada em iniciativas como o Observatório da Web⁵ e em trabalhos como os publicados por McGee *et al* (2011), Alonso (2014), MacEachren (2011), Sakaki *et al* (2010), Albuquerque (2012), Redlich (2013), entre outros.

Apesar de as publicações referentes a condições do tráfego poderem conter informações de caráter técnico, produzidas por instituições especializadas, existem aquelas que contém comentários e desabafos sobre ocorrências vividas por usuários leigos. Alguns trabalhos relacionados à mineração de dados de trânsito publicados no *Twitter* serão citados no capítulo 4.

Portanto, a abundância da oferta de dados contendo valores de velocidade pode ser um importante recurso para avaliar o comportamento do tráfego a fim de identificar tendências, padrões e relacionamentos. Em conjunto com uma base de dados que contenha registros de ocorrências de trânsito, é possível avaliar a influência de tais ocorrências no tráfego urbano cotidiano.

1.2. Objetivo

O objetivo desta tese é extrair conhecimento a partir da análise de velocidade em vias urbanas, utilizando rotas rastreadas com GPS, dados obtidos por sensores

¹ <https://www.waze.com/>

² <https://www.openstreetmap.org>

³ <http://tracksource.org.br/>

⁴ <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=4997234>

⁵ <http://observatorio.inweb.org.br/>

fixos e dados sobre acidentes ocorridos no período, extraídos de postagens no *Twitter*.

Espera-se, mais especificamente, responder às seguintes perguntas:

- Quais as precauções necessárias para utilizar rotas rastreadas com GPS, dados obtidos de sensores fixos e dados extraídos do *Twitter* como fontes de dados de trânsito?
- Como os valores de velocidade se distribuem ao longo das vias e ao longo de períodos de tempo (ao longo de um dia, ao longo de uma semana, etc)?
- Como os efeitos dos acidentes podem ser percebidos ao longo de uma via e nas vias próximas, especialmente no que se refere a valores de velocidade?

1.3. Trabalhos Relacionados

Antes de enumerar as contribuições, é necessário mencionar alguns trabalhos publicados sobre a descoberta de conhecimento relacionado ao comportamento do tráfego de veículos em vias urbanas. Estes trabalhos poderão voltar a ser mencionados nos capítulos relacionados aos temas abordados, juntamente com outros trabalhos relacionados aos temas específicos de cada capítulo.

É possível distinguir diferentes abordagens sobre o assunto. A primeira consiste na avaliação da qualidade da rede viária, seja no tocante à capacidade das vias, à sua conformação geométrica ou à conectividade existente entre elas. Como exemplo de trabalho baseado nessa abordagem pode ser mencionado Demšar *et al.* (2008), que apresenta uma metodologia de identificação vulnerabilidades em redes espaciais, isto é, o potencial dos danos causados à conectividade da rede com a eliminação de um componente. Outro trabalho que pode ser mencionado sobre o assunto é Wu *et al.* (2009), onde a análise da rede de tráfego visa a identificar potenciais de congestionamento, empregando árvores geradoras mínimas (AGM) a partir da rede viária para identificar cruzamentos com menor capacidade de fluxo. A principal vantagem desta abordagem é a independência de medições de variáveis do tráfego, com grande importância em simulações. Contudo, a avaliação de valores reais das variáveis de tráfego permite elaborar diagnósticos mais realísticos.

A segunda abordagem está relacionada à identificação de demanda de tráfego a partir da análise de rotas coletadas por receptores GPS (*Global Positioning System*) instalados em frotas. Um exemplo é Rinzivillo *et al* (2012), onde as rotas rastreadas são processadas a fim de identificar os limites da mobilidade urbana entre cidades, comparando esses limites com os limites administrativos municipais. Furtado *et al* (2012) também emprega rotas rastreadas com GPS, porém com o intuito de identificar pontos de interesse que possuem maior atratividade em uma região, ou seja, onde a demanda de tráfego aumenta devido ao acesso a esses pontos. O emprego de rotas obtidas por rastreamento com GPS para obtenção de velocidades pode ser exemplificado em Wang *et al* (2013). Foram utilizadas rotas de taxi da cidade de Beijing para extrair valores de velocidade, associadas às vias pelo processo de *map matching*. Os valores são organizados em função do tempo e são codificados por cores em função da velocidade média registrada em cada via. A vantagem desta abordagem é a possibilidade de aumentar a base de dados à medida que os receptores GPS tendem a fornecer dados cada vez mais precisos por quantias mais acessíveis. Uma das principais desvantagens dessa abordagem é que os valores de velocidade são calculados a partir de coordenadas de pontos consecutivos, de modo que esse resultado nem sempre coincide com o valor registrado no velocímetro. Outra desvantagem é que o tamanho da amostragem depende da quantidade de usuários que possui o equipamento e que disponibiliza os dados rastreados.

A terceira abordagem se caracteriza pela extração de conhecimento a partir de contadores de *loop* (*loop detectors*) fixados em locais pré-definidos. Alguns desses equipamentos permitem quantificar fluxo, densidade e velocidade (ver capítulo 2) enquanto outros medem apenas fluxo e densidade. Cabe salientar que o *Highway Capacity Manual* (TRB, 2000), principal referência no que tange a estudos de tráfego no Brasil, apresenta a velocidade de fluxo, a densidade do fluxo e o atraso (ou *delay*) como medidas de desempenho para rodovias. O atraso descrito no HCM se refere ao tempo perdido em função do controle de tráfego em interseções. Knoop (2009), Chung e Recker (2012) e Medeiros *et al* (2010) são exemplos de trabalhos baseados nas observações contadores de *loop*.

Knoop (2009) propôs um método para quantificar a quantidade de motoristas que mudam de estrada ao se deparar com um congestionamento provocado por um acidente. Nos experimentos descritos, as estradas avaliadas

foram equipadas com contadores a cada 500 metros, armazenando a cada 1 minuto, em um banco de dados, a velocidade e a quantidade de carros. A métrica usada é baseada na variação dos valores de fluxo em cada via analisada em comparação com os fluxos medidos nas vias consideradas alternativas.

Chung e Recker (2012) apresenta uma metodologia para estimar as extensões espacial e temporal dos atrasos ocasionados por acidentes ocorridos em vias expressas. Neste trabalho, a via é segmentada em seções delimitadas por sensores de tráfego⁶ e o tempo é dividido em subintervalos de 5 minutos ao longo de um ano. São observadas as velocidades médias em cada trecho e em cada intervalo de tempo, de modo que seja possível distinguir os valores observados após a ocorrência de um acidente daqueles medidos em situações normais.

Medeiros *et al* (2010) emprega dados de fluxo e densidade medidos por contadores posicionados ao longo da malha viária durante 3 anos, armazenados a cada 3 minutos. Assim, o diagnóstico de congestionamento não é baseado em valores de velocidade. Também são empregados no trabalho grafos de propagação, grafos direcionados onde os nós representam os sensores, os arcos representam a propagação de comportamentos atípicos e os pesos dos arcos representam a probabilidade de propagação. A vantagem desta abordagem é a possibilidade de analisar fluxo, densidade e, dependendo do equipamento, velocidade do número total de veículos que passa por ele, de modo que os resultados obtidos com esses equipamentos não são baseados em amostras, mas em todo o conjunto de objetos. A desvantagem dessa abordagem é que o custo de instalação impede que tais equipamentos estejam disponíveis em toda a rede viária.

1.4. Organização da Tese

A tese é composta pelos seguintes capítulos.

Os Capítulos 2, 3 e 4 tratam de aspectos gerais de dados sobre trânsito. O Capítulo 2 apresenta conceitos relacionados à descrição do tráfego, à formação de congestionamentos e descreve as características das vias existentes, com base em especificações oficiais, citando a legislação brasileira inerente ao assunto. O

⁶ Os equipamentos empregados neste trabalho apenas medem fluxo e densidade, de modo que os valores de velocidade são computados posteriormente.

Capítulo 3 cita fontes de dados e serviços Web destinados a fornecer informações relevantes ao tráfego tais como valores de velocidade, dados sobre acidentes ocorridos recentemente, roteamento, entre outros. O Capítulo 4 descreve os elementos da qualidade geoespacial, de acordo com o padrão internacional ISO 19157 (ISO, 2013), e coerentemente com os conceitos propostos por Barbosa e Casanova (2011). Os dados obtidos das fontes citadas no capítulo 3 são avaliados de maneira simplificada segundo essa classificação. Estes capítulos ilustram os conceitos com dados da Cidade do Rio de Janeiro.

O Capítulo 5 descreve uma metodologia para processar um conjunto de rotas rastreadas com GPS para calcular estatísticas das velocidades observadas e estimar o tráfego em vias de mão dupla pela análise das direções do movimento. Este capítulo distingue-se dos demais por utilizar rotas rastreadas com GPS na região da cidade de Pisa, Itália.

O Capítulo 6 aborda o comportamento do tráfego a partir da avaliação das variações das velocidades. São abordados conceitos para identificação de valores anormais (*outliers*), de padrões de distribuição de valores ao longo do tempo, assim como a avaliação da variação da velocidade entre pontos pertencentes a uma mesma via pela comparação das distribuições de velocidade.

O capítulo 7 propõe uma metodologia para avaliação dos valores de velocidade após a ocorrência de acidentes de trânsito, visando à identificação dos possíveis efeitos desses acidentes nos valores de velocidade. Os dados sobre acidentes são extraídos do *Twitter* e avaliados conforme os conceitos apresentados no Capítulo 4. Os Capítulos 6 e 7 voltam a utilizar dados da Cidade do Rio de Janeiro como estudo de caso.

Por fim, o capítulo 8 resume os resultados obtidos na tese e apresenta trabalhos futuros visando à continuidade das pesquisas apresentadas.

2 Descrição do Tráfego

Tráfego, segundo a ABNT (1983), é “*o estudo da passagem de pedestres, animais e veículos, de qualquer natureza, por vias terrestres, aquáticas e aéreas, abertas ao trânsito público*”. Trânsito, segundo o Código Nacional de Trânsito (Brasil, 2004), é “*a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga*”. Portanto, nesta tese será empregada a terminologia Trânsito para denotar a movimentação dos veículos nas vias de uma cidade enquanto a terminologia Tráfego será empregada para descrever analiticamente as regras inerentes ao trânsito. Neste capítulo, por exemplo, serão abordados conceitos próprios para descrever como os veículos se movimentam pelas vias. No capítulo 3, entretanto, serão abordados dados e serviços relacionados a fatos ocorridos no trânsito em vias urbanas.

Existem diferentes formas de abordar o comportamento do tráfego, adotadas conforme a necessidade específica que se deseja atender: a macroscópica, que descreve as correntes de tráfego; a microscópica, que analisa as interações entre veículos consecutivos em uma corrente de tráfego; e a mesoscópica, que avalia o comportamento de grupamentos de veículos formados ao longo da malha viária (da Silva, 2007).

No contexto deste trabalho, entende-se que, ao tentar modelar a expansão de congestionamentos em uma rede viária, a abordagem mais apropriada seja a macroscópica, uma vez que os impactos serão refletidos como alterações na corrente de tráfego sem avaliar as variações instantâneas dos veículos individualmente. Portanto, serão apresentadas as variáveis macroscópicas do tráfego e a relação matemática entre eles.

Serão também abordadas as condições para a formação de congestionamentos em vias urbanas, seguidas dos critérios de classificação hierárquica dessas vias de acordo com especificações técnicas e na legislação de trânsito brasileira em vigor. Como exemplos das classificações hierárquicas, serão indicadas vias localizadas na cidade do Rio de Janeiro.

2.1. Variáveis Macroscópicas do Tráfego

Para compreender a abordagem macroscópica para análise do comportamento do tráfego, é necessário conhecer algumas definições (da Silva, 2007):

- a) **Demanda** (D): quantidade de veículos que devem passar por uma determinada seção da via. Compreende tanto os veículos que conseguem passar pelas vias disponíveis quanto aqueles que formam filas aguardando a oportunidade de passar;
- b) **Fluxo** (ou Volume, q): variável temporal que representa a quantidade de veículos que passa pela seção de uma via em um intervalo de tempo Δt (por exemplo, *veículos/hora*).
- c) **Capacidade** (C): fluxo máximo que pode normalmente atravessar uma seção em condições existentes de tráfego, geometria e controle, num dado período.
- d) **Concentração** (ou densidade, k): grandeza espacial que representa a quantidade de veículos presentes ao longo de uma determinada seção de uma via em um instante t (por exemplo, *veículos/km*).
- e) **Velocidade** (v): representa a velocidade que os veículos podem desenvolver ao trafegar pela via. Numa situação em que não há alteração nos valores das variáveis q e k , a velocidade v , comum a todos os veículos ao longo da via e ao longo do tempo, é simplesmente dada pela razão entre fluxo e densidade;
- f) **Velocidade de fluxo livre** (v_f): corresponde à média das velocidades desejadas pelos motoristas dos veículos numa corrente de tráfego. Neste trabalho, será adotado o valor da velocidade nominal máxima permitida para a via em questão (ver Seção 2.3 sobre hierarquia de vias);
- g) **Concentração máxima** (k_J): correspondente à situação de completo congestionamento (*jam*, em inglês);
- h) **Velocidade 'ótima'** (v_0): correspondente ao ponto em que a capacidade da via é alcançada;
- i) **Concentração 'ótima'** (k_0): correspondente ao ponto em que a capacidade da via é alcançada.

Existem modelos que relacionam essas grandezas, entre os quais se destacam os modelos logarítmicos de velocidade-concentração e fluxo-concentração (Underwood, de 1961 e Greenberg, de 1959), além dos modelos parabólicos de fluxo-concentração e de fluxo-velocidade (Greenshields, de 1935). O modelo de Greenberg demonstra boa aderência para fluxos congestionados, mas não é satisfatório para baixas concentrações. Por outro lado, o modelo de Underwood apresenta boa aderência para baixas concentrações, mas não para altas.

A Fig. 1a apresenta o gráfico de um modelo logarítmico fluxo-concentração enquanto o gráfico da Fig. 1b refere-se a um modelo parabólico fluxo-velocidade.

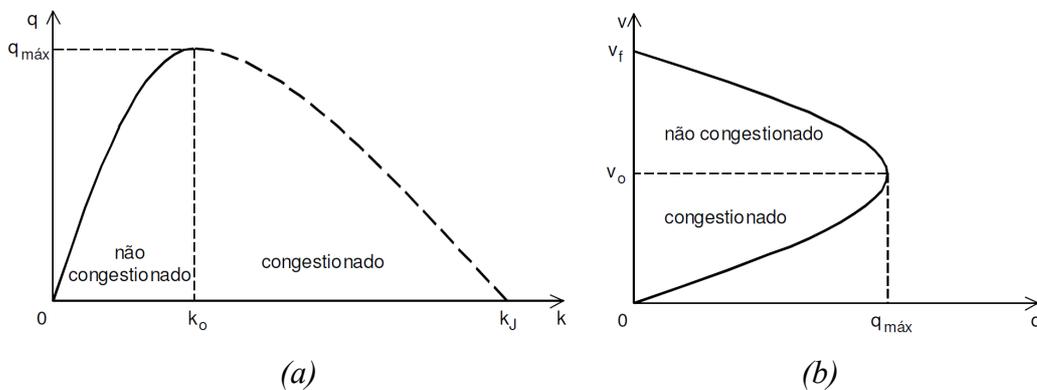


Figura 1 - Gráficos relacionando variáveis macroscópicas do tráfego. Extraído de da Silva (2007)

Em casos de tráfego denso e ininterrupto, aplica-se ao tráfego formulação análoga à do escoamento de um fluido em um duto (eq. 1) de modo que x é a distância considerada em relação a uma dada origem e c é uma constante, chamada de parâmetro da via.

$$\frac{dq}{dt} = -\frac{c^2}{k} \frac{\partial k}{\partial x} \tag{eq. (1)}$$

A partir de Eq. 1, deduz-se a *equação geral do tráfego*, que indica o fluxo q em tráfego ininterrupto em função da densidade (eq. 2).

$$q = ck \ln \frac{k_J}{k} \tag{eq. (2)}$$

Como o processo de contagem de veículos não é viável na maioria das vezes, os valores de c , k e k_J não estão disponíveis para uma rede de tráfego.

Contudo, a partir de algumas premissas, é possível especificar tais valores a fim de completar a modelagem da rede viária:

- o comprimento médio l_v dos veículos, em metros, que trafegam pela via;
- a concentração k_J , dada pela divisão de 1.000 (mil) metros pelo comprimento médio multiplicado por uma margem de segurança;
- a velocidade ótima, tomada como a velocidade máxima permitida na via;

A Eq. 3 é obtida a partir da Eq. 2, isolando o valor da concentração em função dos valores da velocidade observada e da concentração máxima. Resta, porém, obter o parâmetro da via.

$$\begin{aligned}
 v &= c \ln\left(\frac{k_J}{k}\right) \\
 \frac{v}{c} &= \ln\left(\frac{k_J}{k}\right) \\
 \frac{k_J}{k} &= e^{v/c} \\
 k &= \frac{k_J}{e^{v/c}} = k_J e^{-v/c}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Considerando a situação em que a capacidade da via foi atingida, é possível identificar o valor da concentração ótima k_0 pela derivação da Eq. 2 em função da concentração k . Comparando este valor com aquele obtido pela Eq. 3, conclui-se que o parâmetro da via é numericamente igual a v_0 , especificado inicialmente. Consequentemente é possível calcular a equação do fluxo em função da velocidade observada (Eq. 4).

No caso de baixas concentrações de tráfego, essas 4 equações, baseadas no modelo de Greenberg, não apresentam boa aderência com a realidade observada.

$$\begin{aligned}
 q_{máx} &= máx \left[kc \ln\left(\frac{k_J}{k_0}\right) \right] \\
 \frac{\partial q}{\partial k} &= c \left[\ln\left(\frac{k_J}{k_0}\right) - k_0 \frac{k_0}{k_J} \left(\frac{-k_J}{k_0^2}\right) \right] = 0 \\
 k_0 &= \frac{k_J}{e} = k_J e^{-v_0/c} \\
 e^{-1} &= e^{-v_0/c} \\
 c &= v_0 \\
 q &= vk_J e^{-v/v_0}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

O modelo de Underwood, mais indicado nestes casos, preconiza que a velocidade é obtida em função da velocidade de fluxo e dos valores de concentração ótima e observada (Eq. 5). Consequentemente, o fluxo é calculado como o produto da concentração pela respectiva velocidade observada.

$$v = v_f e^{-k/k_0} \tag{5}$$

A fim de adequar os modelos apresentados à realidade geral das vias, optou-se por empregar um modelo misto, empregando o modelo de Greenberg para altas concentrações e o modelo de Underwood para baixas concentrações. A transição se dá na concentração ótima segundo o modelo de Greenberg, onde a velocidade observada é a velocidade nominal da via.

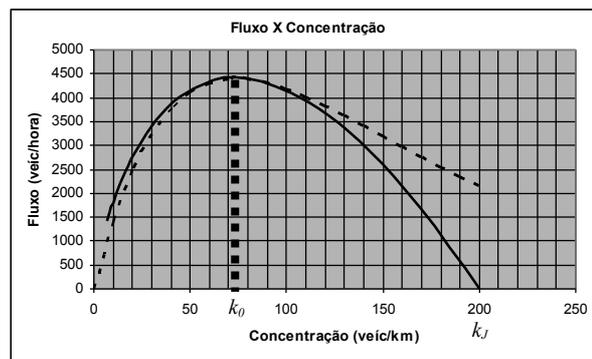


Figura 2 - Exemplo de diagrama Fluxo-Concentração

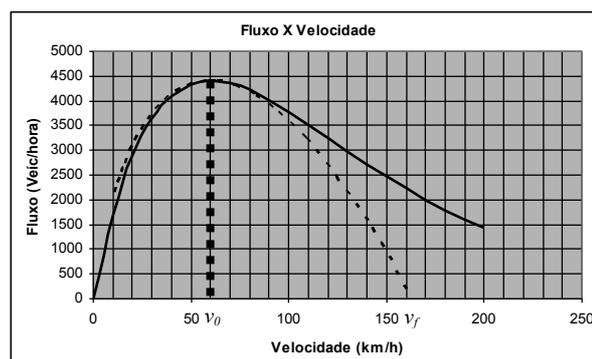


Figura 3 - Exemplo de diagrama Fluxo-Velocidade

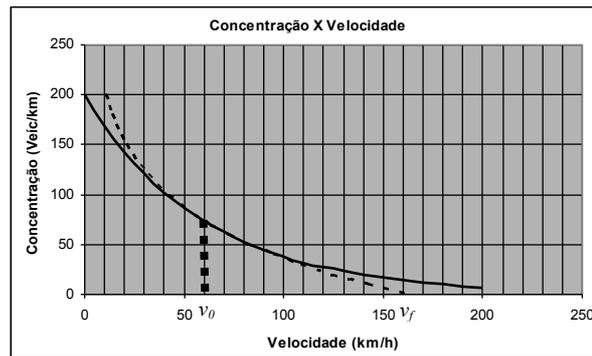


Figura 4 - Exemplo de diagrama Concentração-Velocidade

Os gráficos ilustrados nas Fig. 2, 3 e 4 referem-se, respectivamente, aos diagramas de fluxo-concentração, fluxo-velocidade e de velocidade-concentração, considerando $v_0 = 60$ km/h e $l_v = 5$ m. As linhas contínuas representam os valores calculados pelo modelo de Greenberg, enquanto as linhas tracejadas representam os valores calculados pelo modelo de Underwood.

2.2. Formação de Congestionamentos

Conforme visto na seção 2.1.1, a capacidade de uma via é expressa como o número máximo horário de veículos que se estima poder passar por uma dada seção ou trecho homogêneo de uma rodovia, durante certo período de tempo, segundo determinadas condições existentes da rodovia e do tráfego (Brasil, 2009) ou, de acordo com o *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000), é a taxa horária máxima na qual se espera, de forma razoável, que pessoas ou veículos possam atravessar um ponto ou uma seção uniforme de uma faixa ou pista de tráfego durante um determinado tempo em condições normais de via, tráfego e controle.

Congestionamentos representam restrições ou interferências no fluxo normal do tráfego. À medida que o fluxo se aproxima da capacidade, pequenos distúrbios provocam paradas sucessivas na corrente de tráfego e consequente redução do fluxo. Congestionamentos também podem ser causados por reduções temporárias da capacidade da via, seja pela interdição de uma faixa de rolamento para manutenção ou pela ocorrência de um acidente.

Knoop (2009) apresenta estatísticas sobre a redução da capacidade das vias expressas americanas e holandesas em consequência de interdições parciais de vias. A redução da capacidade do tráfego com a indisponibilidade de uma de três

faixas varia de 47 a 65% enquanto varia de 73 a 83% quando duas de três faixas são bloqueadas. Os valores foram obtidos de estudos e manuais americanos e holandeses, em períodos entre 1971 e 2007, indicando maior redução nos documentos recentes. Apesar da melhoria da tecnologia empregada na construção das estradas, dos traçados mais velozes, o comportamento dos motoristas influencia diretamente o fluxo de veículos. Não foram encontrados valores de referência em estradas brasileiras, muito menos em áreas urbanas.

Tanto a redução de capacidade quanto o aumento do fluxo pioram o nível de serviço ao ponto de aumentar a concentração do tráfego e reduzir a velocidade dos veículos. Persistindo o desequilíbrio entre o volume e a capacidade, formam-se as filas, ou seja, outros trechos alcançam a concentração crítica e a velocidade também é reduzida.

É possível identificar as vias candidatas ao congestionamento pela análise da rede viária, que nada mais é que um grafo direcionado, empregando o caminhamento em largura. Porém, nem todas as vias possuem a mesma probabilidade de serem afetadas, uma vez que o tráfego que passa por elas é inferior ao de vias de maiores capacidades, de hierarquia superior (ver Seção 2.3). Outro aspecto importante é a ocorrência de acidentes em locais habitualmente congestionados, de modo que não é possível observar o aumento da concentração k pois já possui um valor elevado. O reflexo pode acontecer no aumento da fila, a menos que avisos e desvios no tráfego possam mitigar esse efeito.

Em resumo, a redução dos valores de velocidade ao longo da via está intimamente relacionada à redução de capacidade provocada por um distúrbio no trânsito.

2.3. Classificação hierárquica das vias

A análise do comportamento do tráfego está diretamente associada aos fluxos de veículos que entram e que saem da via, assim como de sua capacidade nominal. Como foi visto anteriormente, a mensuração do fluxo em todas as vias demanda custos que podem não compensar, em virtude das características das vias. Em contrapartida, é possível modelar uma relação entre o fluxo de veículos e a velocidade média desenvolvida em um trecho de via.

Segundo Brasil (2009), a velocidade de um veículo em uma rodovia depende, além da habilidade do motorista e da qualidade do veículo, de cinco condições: características técnicas da rodovia, atrito lateral, volume e composição do tráfego, condições do tempo, limitações legais e as impostas pelos dispositivos de controle de tráfego. As características técnicas das rodovias são especificadas em projeto e visam a atender finalidades específicas, principalmente no que diz respeito à velocidade diretriz da via, ou seja, *a maior velocidade com que pode ser percorrido um trecho viário com segurança e em condições aceitáveis de conforto, mesmo com pavimento molhado, quando o veículo estiver submetido apenas às limitações impostas pelas características geométricas, sem influência do tráfego* (Brasil, 2009). Nesta tese, estão sendo equiparados os termos velocidade diretriz e velocidade de fluxo livre (seção 2.1.1).

O inciso I do art. 60 do Código Brasileiro de Trânsito classifica as vias urbanas em *vias de trânsito rápido, arteriais, coletoras e locais* (Brasil, 2004). A classificação apresentada em Brasil (2009) é mais detalhada, acrescentando aspectos técnicos como largura da via, quantidade de faixas, nível de acesso, entre outros. O Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro classifica as vias da cidade como *Expressas, Arteriais Principais, Arteriais Secundárias, Coletoras e Locais* (Rio de Janeiro, 2005).

As vias locais atendem, principalmente, a viagens mais curtas, tendo como principal função o acesso às propriedades. Não necessitam de grande mobilidade e elevados níveis de serviço e, por isso, essas vias não serão consideradas nas análises descritas nesta tese. Espera-se, com isso, simplificar as análises, eliminando trechos com baixa probabilidade de escolha por parte dos motoristas. Nas seções seguintes serão apresentados detalhes dos outros tipos de via.

2.3.1. Vias de trânsito rápido

O Código Brasileiro de Trânsito descreve as *Vias de trânsito rápido* como aquelas caracterizadas por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros⁷ e sem travessia de pedestres em nível.

⁷ Lotes lindeiros são aqueles situados ao longo das vias urbanas ou rurais e que com elas se limita.

As especificações contidas em Brasil (2009) apresentam o conceito de vias expressas em duas categorias: as primárias, de elevada capacidade e altas velocidades, com duas pistas separadas por canteiro central, com pelo menos duas faixas de tráfego em cada sentido, com controle total de acesso e interseções em desnível; e as secundárias, e capacidade e velocidade algo restritas, por ação de eventuais interseções em nível e permissão de acesso a determinados tipos de uso do solo.

As vias expressas primárias possuem as mesmas características e funções das chamadas *freeways* americanas, com controle total de acesso e todas as interseções em desnível, destinando-se a atender grandes fluxos de tráfego. Proporcionam continuidade às principais rodovias interurbanas, quer atravessando ou contornando as áreas urbanas. Porém, de modo geral, elas não proporcionam conexões diretas com os principais geradores de tráfego ou com o centro da cidade, uma vez que a distribuição do tráfego se faz através de outras vias componentes dos sistemas arteriais que se conectam com as vias expressas.

Já as vias expressas secundárias possuem características e funções semelhantes às *expressways* americanas. Podem ter interseções em nível com algumas vias transversais e apresentar critérios operacionais e de projeto ligeiramente inferiores às vias expressas primárias. De um modo geral, não proporcionam acesso às propriedades adjacentes.

Como visam a atender ao maior número de veículos por quilômetro e às maiores distâncias relativas de viagem na área urbana, a velocidade diretriz básica recomendada para o projeto geométrico de vias expressas primárias (e de vias expressas secundárias que possam vir a ter a função de primárias em tempo previsível) é de 110 km/h. Nos trechos de transição para uma via de padrão inferior, a velocidade diretriz poderá descer até 80 km/h. Se não houver perspectiva de transformação de vias expressas secundárias em primárias, em consequência das condições locais, devem ser adotadas velocidades diretrizes inferiores, de preferência 90 km/h ou, como mínimo absoluto, 60 km/h.

O tráfego em vias expressas é objeto de contínua pesquisa, devido à baixa influência do tráfego de pedestres, do uso do solo adjacente e de vias de tráfego com velocidade muito inferior. Além disso, a análise do comportamento do tráfego torna-se linear, restrita a uma única via, em um único sentido, minimizando a demanda pela instalação de equipamentos de medição de

velocidade. Como exemplo de trabalho desenvolvido em vias dessa natureza, podem ser citados Knoop (2009) e Chung e Recker (2012).

No Rio de Janeiro, são exemplos de vias expressas a Avenida Governador Carlos Lacerda (Linha Amarela), Avenida Brasil (pista central) e Túnel Rebouças. A Figura 5 ilustra uma seção de uma via expressa, um trecho da Linha Amarela.



Figura 5 - Trecho de uma via classificada como expressa. Extraído de Google Street View.

2.3.2. Vias arteriais

As *vias arteriais* são caracterizadas no Código Brasileiro de Trânsito por interseções em nível, geralmente controladas por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

As especificações contidas em pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, o DNIT (Brasil, 2009), classifica as vias arteriais como primárias e secundárias. As vias arteriais primárias possuem capacidade e velocidade menores que as vias expressas, com traçado sensivelmente contínuo e interseções predominantemente em nível, atendendo principalmente à mobilidade do tráfego, podendo, contudo, ser permitido o acesso a propriedades adjacentes. Essas vias redistribuem o tráfego das vias expressas para os seus destinos, até o nível das arteriais secundárias. Estas, por sua vez, complementam e interconectam as vias do sistema arterial principal, com menor nível de mobilidade que as vias arteriais primárias.

Vias arteriais primárias atendem principalmente ao tráfego direto, geralmente em percurso contínuo, mas a maioria das interseções é em nível e as restrições de acesso às propriedades adjacentes não são absolutas. Isso significa

que essas vias estão mais sujeitas às interferências mútuas com as áreas urbanizadas da cidade. As velocidades diretrizes recomendadas para essas vias depende do nível de desenvolvimento da região onde se encontra, caracterizado pela interferência de pedestres e do uso do solo adjacente.

As vias arteriais secundárias se interconectam com o Sistema Arterial Principal e o suplementa, atendendo aos percursos de viagens com extensões intermediárias, em níveis de serviço inferiores àqueles que são típicos das vias arteriais primárias. Atende às viagens com grau de mobilidade um pouco inferior ao do Sistema Arterial Principal e distribui o tráfego por áreas menores do que as atendidas pelo sistema principal.

Em ambos os casos, recomenda-se a velocidade diretriz de 80 km/h para arteriais em áreas urbanas pouco desenvolvidas, de 60 km/h para áreas de interferência intermediária e 50 km/h, em áreas de desenvolvimento intenso.

Na Cidade do Rio de Janeiro, o Plano Diretor de Transporte adota nomenclatura diferente para as vias arteriais: principais e secundárias. São exemplos de vias arteriais principais a Avenidas Presidente Vargas (Figura 6), a Avenida Brasil (pista lateral) e a Avenida Borges de Medeiros, enquanto são exemplos de vias arteriais secundárias a Avenida Armando Lombardi, a Avenida Geremário Dantas (Figura 7) e Estrada do Galeão.



Figura 6 — Trecho de uma via classificada como arterial primária. Extraído de *Google Street View*.



Figura 7 - Trecho de uma via classificada como arterial secundária. Extraído de *Google Street View*.

2.3.3. Vias coletoras

Vias coletoras são destinadas a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade. Em outras palavras, conecta as vias arteriais às vias locais e vice-versa. Ao contrário das vias arteriais, vias coletoras podem penetrar nas vizinhanças residenciais, distribuindo o tráfego das vias arteriais, através da área, até seus destinos finais. Os eventuais cruzamentos com outras vias coletoras ou vias locais devem ser controlados por semáforos ou sinais de parada obrigatória na via local que interceptar ou, no caso de interseção com outra coletora, na via de menor tráfego.

Não há referências explícitas à velocidade diretriz, dado que sua função implica a redução da velocidade desenvolvida nessas vias. Portanto, espera-se menor fluxo de veículos. São exemplos de vias coletoras a Avenida Padre Leonel Franca (Figura 8), a Avenida Ministro Ivan Lins e a Autoestrada Lagoa-Barra.



Figura 8 – Trecho de uma via classificada como coletora. Extraído de *Google Street View*.

2.4. Conclusões

Congestionamentos representam restrições ou interferências no fluxo normal do tráfego. À medida que o fluxo se aproxima da capacidade, pequenos distúrbios provocam paradas sucessivas na corrente de tráfego e conseqüente redução do fluxo.

A metodologia de medição da capacidade indicada pelo HCM foi empregada para obter os dados da Tabela 1 (Rio de Janeiro, 2005). Ou seja, é possível quantificar a capacidade nominal das vias de acordo com suas especificações técnicas. Contudo, os valores de fluxo não podem ser medidos em todas as vias.

Sabendo que há relação matemática entre os valores de velocidade e de fluxo, a estimação do fluxo a partir de valores médios de velocidade permitirá avaliar o equilíbrio no tráfego. Outra possibilidade é a avaliação das condições do tráfego diretamente a partir dos valores de velocidade.

Tabela 1 - Capacidades das vias arteriais e coletoras. Extraído de Rio de Janeiro (2005).

Característica da Ligação	Capacidade Teórica Horária Por Sentido (veq / htv)	Capacidade Prática Horária Por Sentido – Via Urbana Exceto Expressa (veq / htv)	Capacidade Prática Horária Por Sentido - Rodovias (veq / htv)
Uma faixa em um único sentido	900	540	900
Uma faixa em cada sentido (via com duas faixas)	900	540	900
Duas faixas em um único sentido	1800	1080	1800
Duas faixas em um único sentido com estacionamento (uma faixa útil)	900	540	n.a.
Duas faixas em cada sentido (via com quatro faixas)	1800	1080	1800
Duas faixas em cada sentido com estacionamento (duas faixas úteis sendo uma em cada sentido)	900	540	n.a.
Três faixas em um único sentido	2700	1620	2700
Três faixas em um único sentido com estacionamento em duas faixas (uma faixa útil)	900	540	n.a.
Três faixas em um único sentido com estacionamento em uma faixa (duas faixas úteis)	1800	1080	n.a.
Três faixas em cada sentido (via com seis faixas)	2700	1620	2700
Três faixas em cada sentido com estacionamento em uma faixa (quatro faixas úteis sendo duas em cada sentido)	2700	1620	n.a.
Quatro faixas em um único sentido	3600	2160	3600
Quatro faixas em um único sentido com estacionamento em duas faixas (duas faixas úteis)	1800	1080	1800
Quatro faixas em um único sentido com estacionamento em uma faixa (três faixas úteis)	2700	1620	2700
Quatro faixas em cada sentido (via com oito faixas)	3600	2160	3600
Cinco faixas em um único sentido	4500	2700	4500
Cinco faixas em um único sentido com estacionamento em duas faixas (três faixas úteis)	2700	1620	2700
Cinco faixas em um único sentido com estacionamento em uma faixa (quatro faixas úteis)	3600	2160	3600
Cinco faixas em cada sentido (via com dez faixas)	4500	2700	4500
Seis faixas em um único sentido com estacionamento em duas faixas (quatro faixas úteis)	3600	2160	3600
Oito faixas em um único sentido	7200	4320	7200
Calçada (trecho sem circulação de veículos)	0	0	0
Faixa reversível	900	540	900
Pista em leito natural – uma faixa em cada sentido	450	270	450

3 Dados de Trânsito Publicados na Web

Este capítulo descreve as bases de dados disponibilizadas na Web e que servirão como subsídio para análises do comportamento do tráfego. Não estão sendo consideradas bases de dados de aplicativos de tráfego que não podem ser descarregadas, interpretadas e nem mesmo acessadas por APIs com documentação aberta para os usuários. São dados de interesse a velocidade média dos veículos nos trechos, alguma indicação qualitativa do tráfego (*intenso, congestionado* ou *livre*), assim como eventos que possam causar alterações no tráfego, tais como acidentes, colisões e veículos enguiçados.

Embora os exemplos refiram-se aos dados usados nos experimentos na Cidade do Rio de Janeiro, descritos em detalhe na Seção 6.1, as observações aplicam-se a cenários urbanos típicos de uma grande cidade.

3.1. Portais Oficiais

Em virtude das crescentes demandas por transparência nas ações governamentais e diante das possibilidades de aplicação dos dados produzidos pelo Poder Público, alguns gestores públicos têm aberto seus dados de modo a permitir ao cidadão que assim o desejar usufruir dos dados produzidos pelos governos e até avaliar o desempenho dos serviços públicos. Iniciativas governamentais como a Lei de Acesso à Informação (Brasil, 2011) e a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (Brasil, 2008) explicitam essa promoção da publicidade dos dados públicos.

Por outro lado, a crescente onda de grandes eventos realizados na Cidade do Rio de Janeiro nos últimos anos e a expectativa por mais eventos fez a cidade aderir às tecnologias de cidades inteligentes (*smart cities*), permitindo a disseminação de dados para o desenvolvimento de soluções para cidadãos e turistas.

Neste contexto, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro disponibilizou um portal de dados abertos, destinado a desenvolvedores de aplicativos para benefício

dos cidadãos, empresários e turistas. Segundo consta no portal, tal iniciativa “proporciona ao cidadão um melhor entendimento do governo municipal, no acesso aos serviços públicos, no controle das contas públicas e na participação no planejamento, desenvolvimento das políticas públicas e melhor conhecimento da cidade” (Rio de Janeiro, 2014). O W3C Brasil considera como dados abertos aqueles que “podem ser livremente usados, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa - sujeitos, no máximo, à exigência de atribuição da fonte e compartilhamento pelas mesmas regras.” (Open Knowledge Foundation, 2014).

Os dados disponibilizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro referentes a transporte e mobilidade incluem pontos de parada e de percurso de barcas, trens, metrô e ônibus. Além disso, o portal disponibiliza pontos rastreados por GPS instalados em ônibus que circulam na cidade (em tempo real) e um histórico das ocorrências de trânsito registradas.

Além do Portal de Dados Abertos, a Prefeitura do Rio de Janeiro – Instituto Pereira Passos mantém um geoportal, onde são disponibilizados dados como a malha viária da cidade, hidrografia, limites administrativos e localização de instituições públicas como delegacias e unidades de saúde municipais. Esta aplicação permite ao usuário a extração de bases de dados geográficas em diferentes formatos. Enquanto os dados abertos são disponibilizados em formato CSV (*Comma Separated Values*), os dados do Geoportal são disponibilizados em formatos próprios para aplicativos de geoprocessamento, dentre os quais destaca-se o formato *shapefile* para arquivos vetoriais, suportado pela maioria dos aplicativos de geoprocessamento e de documentação aberta (ESRI, 1998).

Outra iniciativa da Prefeitura do Rio de Janeiro de interesse para a geração e disponibilização de dados sobre trânsito é o aplicativo *Olhos da Cidade*, mencionado na Seção 1.1. A Figura 9 ilustra um acidente registrado no aplicativo pelo usuário *Anonymous* com uma sucinta descrição do ocorrido e a suposta localização da colisão. Devido ao caráter meramente informativo do aplicativo (para o usuário), são representados poucos detalhes na tela.

Para fins de análise de trânsito, podem ser aproveitados os dados sobre ônibus, as ocorrências de trânsito e a malha viária. Contudo, nesta tese, esses dados não foram empregados pelos seguintes motivos:

- Os ônibus possuem mobilidade reduzida devido às necessidades de parada, às suas dimensões e às restrições legais quanto à velocidade máxima permitida.

Por outro lado, a adoção de corredores expressos para ônibus permite que desenvolvam maior velocidade em alguns horários e trechos, descaracterizando o comportamento do tráfego em geral;

- As ocorrências de trânsito disponíveis referem-se a um período anterior à extração de valores de velocidade, o que inviabiliza a comparação dos efeitos das ocorrências no trânsito;
- A malha viária disponibilizada não se encontra estruturada no formato de rede, o que inviabiliza as tarefas de roteamento, úteis para a análise. Além disso, os arquivos referem-se à malha viária da cidade em 2006, ou seja, obsoleta face às alterações ocorridas na última década.

Os dados que não puderam ser obtidos dos órgãos públicos podem ser recuperados a partir de iniciativas de empresas especializadas em serviços baseados na geolocalização, tais como a Maplink e o Google.

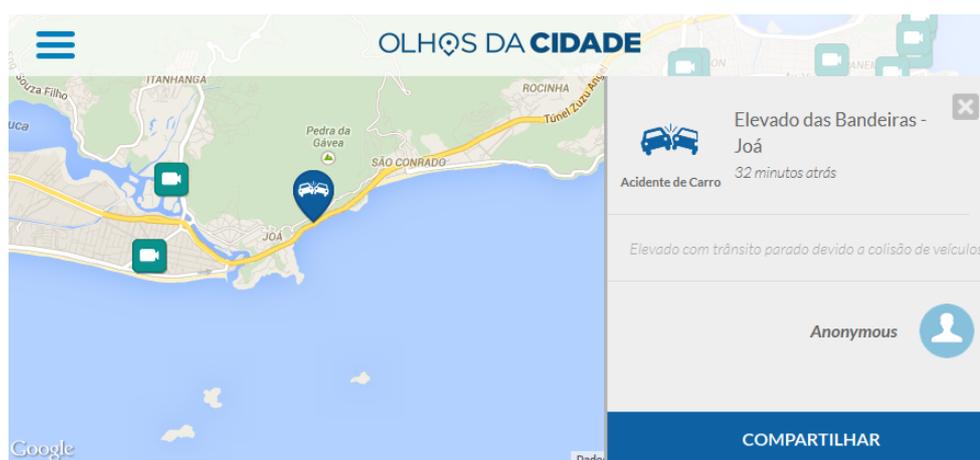


Figura 9 - Registro de acidente feito por usuário do aplicativo Olhos da Cidade.

3.2. Dados publicados pelo Maplink

Maplink é uma empresa direcionada a soluções de geolocalização, informações de trânsito, apoio ao controle de frotas, entre outras atividades. A empresa disponibiliza serviços Web para acesso aos dados produzidos. Os serviços são acessíveis através do protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e as mensagens trocadas entre o requisitante e o serviço adotam o padrão de formato de mensagens em XML (*Extensible Markup Language*). O acesso aos dados é permitido mediante a indicação de um *token* fornecido pela empresa aos seus

clientes, sendo que os não clientes podem solicitar um *token* temporário para acesso por até 15 dias (Maplink, 2015b).

A página na Web, entretanto, fornece dados sobre os principais corredores das cidades abrangidas pela empresa, atualizados a cada 15 minutos. No caso da Cidade do Rio de Janeiro, são indicadas vias expressas e outras consideradas importantes, devido à quantidade de fluxo que passa por elas ou à sua relação com vias importantes. No total, são 101 corredores e, em cada um deles, são distribuídos pontos de medição de velocidade (PMV), normalmente em cruzamentos relevantes, totalizando 602 valores de velocidade distribuídos pelas principais vias da Cidade do Rio de Janeiro (Figura 10). Os critérios de classificação da importância dos corredores e do posicionamento dos PMV não foram encontrados documentação fornecida pela empresa em sua página Web. Detalhes sobre a localização de PMV são apresentados no Anexo 3.



Figura 10 - Distribuição dos pontos de medição de velocidade da empresa Maplink pela cidade do Rio de Janeiro (base cartográfica *Open Street Maps*).

Segundo a empresa, as informações de trânsito apresentadas são calculadas a partir das posições anônimas de veículos, resultando em dados como latitude, longitude, velocidade e azimuth. Posteriormente, são computadas as velocidades médias de deslocamento desses veículos dentro da base cartográfica (Maplink, 2015a).

Observando o código fonte da página que contém as informações dos corredores, é possível identificar os dados cada PMV: coordenadas geográficas⁸, velocidade média observada (em km/h) e tempo estimado para passar pelo ponto (em minutos). Portanto, a interpretação do código fonte permite extrair dados de velocidade instantâneos, processo que pode ser automatizado para posterior armazenamento dos valores em um banco de dados.

3.3. Dados publicados pelo Google

Um dos ramos de atuação da empresa Google é a disponibilização de serviços baseados em localização, tais como geocodificação (transformação de endereço em coordenadas geográficas e vice-versa), roteamento e renderização de mapas estáticos. O Google disponibilizou, também, diversas API para esses serviços (Google, 2013a), de modo que desenvolvedores possam explorar parte das funcionalidades com algumas restrições, como a quantidade de solicitações diárias ou as dimensões máximas de um mapa renderizado. Os mapas do Google podem ser renderizados como uma camada em um aplicativo de geoprocessamento, exibido em páginas Web como um *bitmap* ou salvos em arquivos como uma imagem simples, sem georreferenciamento. Cada modificação na visualização (mover ou variação de escala) implica uma nova requisição e um novo mapa estático é carregado.

Uma funcionalidade bastante útil, disponibilizada pela empresa, é a indicação qualitativa do tráfego em diversas vias: normal, intenso, lento e parado. Segundo a empresa, os dados são coletados a partir de informações anônimas transmitidas por usuários de aplicativos da empresa que concordaram em compartilhar suas localizações (Google, 2009). Contudo, não há forma de recuperar os dados usados na renderização do mapa, disponibilizado como um *bitmap* simples, sem estruturação ou georreferenciamento. Além do mais, não ficou claro se é possível distinguir dados de usuários em ônibus (vários registros em um único veículo), andando ou parado na calçada (dados de pedestres ao invés de dados de veículos).

⁸ Apesar de não haver indicação do sistema de referência espacial, presume-se que seja WGS84, original do GPS e indicado pelo IETF (2010).

Com a aquisição da empresa desenvolvedora do aplicativo Waze (Google, 2013b), foram incorporados aos mapas os registros de ocorrências criados pelo usuário do aplicativo (Figura 11). Até o presente momento, não foi disponibilizada uma API para recuperar essa nova camada de informação senão na forma de mapa estático.

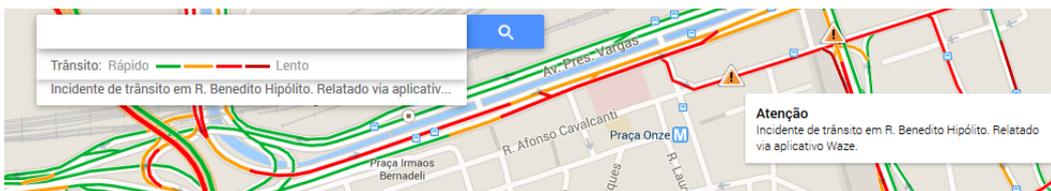


Figura 11 - Conteúdo do *Google Maps* gerado por usuários do aplicativo *Waze*.

3.4. Dados publicados pelo Twitter

Cada publicação no *Twitter* permite o registro de informações como a identificação (ID) da mensagem, usuário, texto, idioma, local (cidade), coordenadas e hora da criação (*timestamp* baseado no horário universal – *UTC*), entre outras. Todos esses elementos podem ser empregados como parâmetros de seleção de mensagens conforme a API REST disponibilizada para desenvolvedores. O acesso é limitado a 180 consultas a cada 15 minutos por usuário, identificado por *tokens* fornecidos pela empresa mediante cadastro (Twitter, 2014).

A consulta pela localização geográfica ainda é restritiva, uma vez que essa informação não é obrigatória para publicação da mensagem. Portanto, a consulta combinada por palavras-chave no texto e por usuários de alta reputação é uma alternativa apropriada para a seleção de postagens relevantes à análise desejada.

No contexto de trânsito, o emprego de palavras-chave como *colisão*, (veículo) *enguiçado* e *retenções* fornecerão boa aproximação ao contexto, ao contrário de termos abrangentes como *acidente*, que remete a acidentes passados, gestações indesejadas, incidentes domésticos, entre outros contextos.

Quanto à reputação dos usuários, é comum encontrar perfis corporativos de entidades públicas e privadas especializadas na operação e na divulgação de informações referentes ao tráfego nas cidades. No Rio de Janeiro, destaca-se o usuário *@OperacoesRio*, do Centro de Operações da cidade, que divulga dados relevantes sobre ocorrências de trânsito. Também é possível obter dados

confiáveis por meio da imprensa, muitas vezes acompanhada de uma reportagem detalhada do evento e de possíveis implicações no tráfego à volta.

Um recurso empregado pelos usuários corporativos é a indicação de um *hyperlink* resumido, apontando para uma página com uma reportagem ou um relatório relacionado ao incidente (Figura 12).

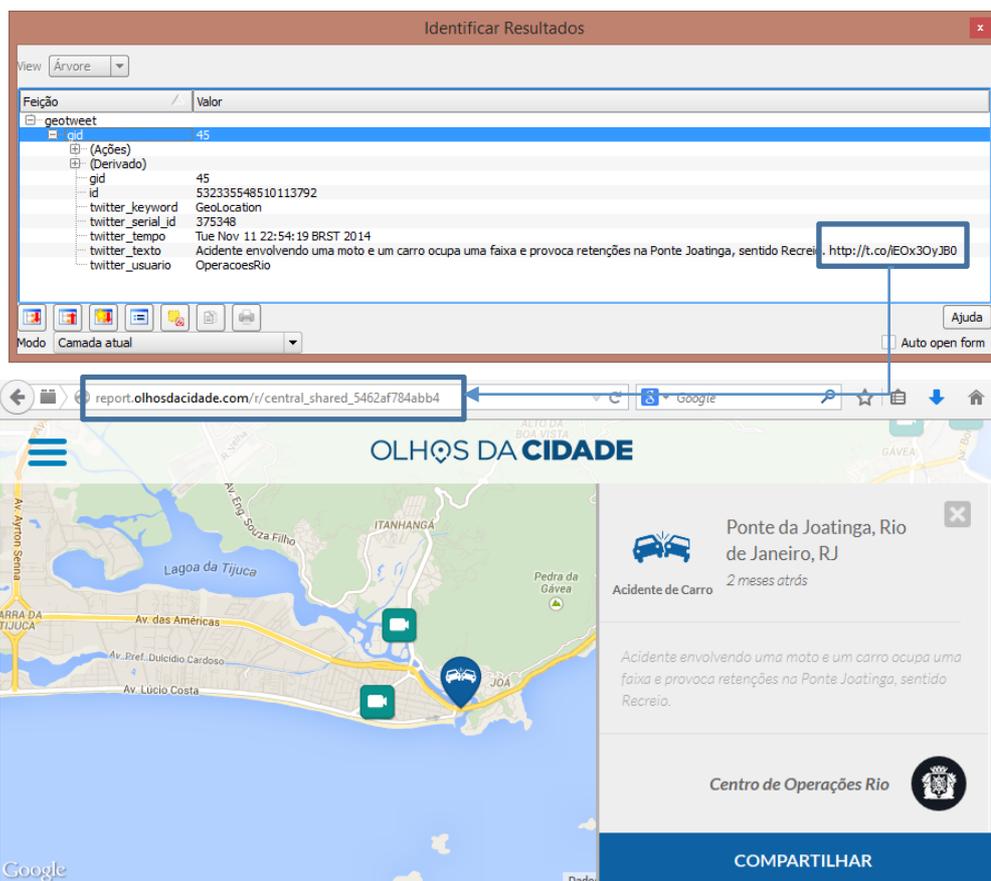


Figura 12 - Postagem com *link* para página com maior detalhamento da ocorrência.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

3.5. Conclusão

Ao longo deste capítulo foram citadas diversas, mas não todas, modalidades de fontes de dados relacionados às condições de tráfego, sem detalhar aquelas que não permitem a recuperação das bases de dados pelo usuário. Os dados referentes ao trânsito da cidade do Rio de Janeiro, obtidos a partir das fontes enumeradas neste Capítulo, serão empregados nos Capítulos 6 e 7.

A aplicação dos dados extraídos dependerá, contudo, da avaliação prévia da qualidade dos dados, sob os pontos de vista temático, espacial e temporal, a fim de incrementar a confiabilidade das análises especificadas nesta tese.

4 Qualidade da Informação Geoespacial Relativa a Trânsito

De acordo com a ISO 19157 (2013), são cinco os elementos de qualidade de dados espaciais: Completude, Consistência Lógica, Acurácias Posicional, Temporal e Temática. A quantificação desses elementos visa a orientar os usuários quanto à escolha dos dados que mais se adequam às suas necessidades e indicar o grau de incerteza inerente aos dados.

No contexto de tráfego, o foco desta tese, considera-se como premissa o fato de que as bases empregadas estejam completas e, de igual maneira, será considerada satisfatória a avaliação quanto à consistência lógica dos dados. As seções seguintes abordarão os aspectos referentes às acurácias temática, espacial e temporal, utilizando para os exemplos os conjuntos de dados da Cidade do Rio de Janeiro já citados no Capítulo 3.

4.1. Acurácia Temática

O conceito de *acurácia temática* refere-se à exatidão dos atributos quantitativos e à correteza dos atributos não quantitativos e das classificações das feições e seus relacionamentos (ISO, 2013). Trata-se da avaliação da correteza dos atributos qualitativos, como um nome de rua ou sua classificação hierárquica, e da acurácia dos atributos quantitativos, como o valor da velocidade medida em um determinado horário. Em ambos os casos, não estão sendo consideradas nem a localização nem a indicação de tempo.

É possível abordar este assunto sob as seguintes vertentes: o conteúdo registrado deve ser compatível com o evento correspondente e é possível recuperar referências espaciais implícitas.

Exemplos do primeiro caso são comuns no caso de classificação de imagens, onde os números digitais registrados são associados a fenômenos como uso do solo. Metodologias de classificação supervisionada fornecem amostras de imagens de um local conhecido e buscam na imagem padrões semelhantes.

Contudo, ainda é possível que algumas regiões da imagem sejam atribuídas a classes equivocadas, na maioria das vezes por influência dos pixels vizinhos.

No segundo caso, pode-se dar como exemplo a geocodificação, processo que atribui coordenadas de locais a partir de seus endereços postais, em geral, logradouro e número. Ruas de mesmo nome podem indicar locais distantes milhares de quilômetros entre si. Além disso, a denominação dos logradouros, oficial ou alternativas, e o seu tipo (estrada, avenida, rua, *etc.*) podem não estar registrados com exatidão: variações como abreviaturas e nomes parciais podem ser encontradas, assim como nomes antigos e denominações populares, sem que deixem de representar a mesma via.

Nos casos em que as coordenadas não estão disponíveis, a referência vaga (como *próximo a, na altura de, no quilômetro tal, esquina com,* entre outras) permite maior acurácia do que simples referências ao nome da via. Albuquerque *et al* (2012a) propõem uma solução baseada em Inteligência Artificial usando técnicas de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina para extrair os fatos de interesse e seus respectivos locais de ocorrência a partir de postagens no *Twitter*. O texto da mensagem foi estruturado para identificar os eventos e as referências viárias. Em Albuquerque (2012b) foi apresentada uma metodologia para inferir de forma mais acurada a localização de eventos ocorridos no trânsito pela análise de dados recuperados de fontes dinâmicas na Web. A estruturação das mensagens postadas no *Twitter* por usuários especializados, empregando um dicionário de termos correlatos, permitiu incrementar o processo de geocodificação.

Redlich (2013) apresenta um modelo de dados sobre notícias de trânsito que padronize os dados publicados na internet (em especial, no *Twitter*) com atributos relevantes para a análise dos mesmos. Esse modelo se propõe a processar notícias publicadas pelos mais diversos veículos e usuários diferentes, em linguagem natural, de tal maneira que possam ser pesquisados eventos acontecidos no trânsito e as consequências que estes acarretaram em cada localidade.

4.2. Acurácia Espacial

O conceito de *acurácia espacial* está relacionado à proximidade de um valor observado com um valor de referência, aceito como verdadeiro. Errar um metro

no posicionamento de um veículo enguiçado em uma estrada pode não fazer diferença para o socorro, pois o próprio veículo possui dimensões maiores. Entretanto, errar um metro ao estacionar o veículo em uma vaga de garagem pode acarretar prejuízos ao motorista e a terceiros.

O processo de representação cartográfica já descarta detalhes de dimensões menores que o limite da percepção humana: 0,25mm na escala de representação, de acordo com a *Swiss Society of Cartography* (João, 1998). Além disso, os princípios de generalização cartográfica suprimem camadas de informação que dificultam a legibilidade do documento. A Figura 13 ilustra o processo de generalização cartográfica aplicado na representação de uma cidade. Pode-se observar que o arruamento é representado de maneira simplificada nas escalas maiores (1:50.000 e 1:100.000) e suprimido nas escalas menores. Na escala de 1:1.000.000, toda a cidade passa a ser representada apenas por um ponto.

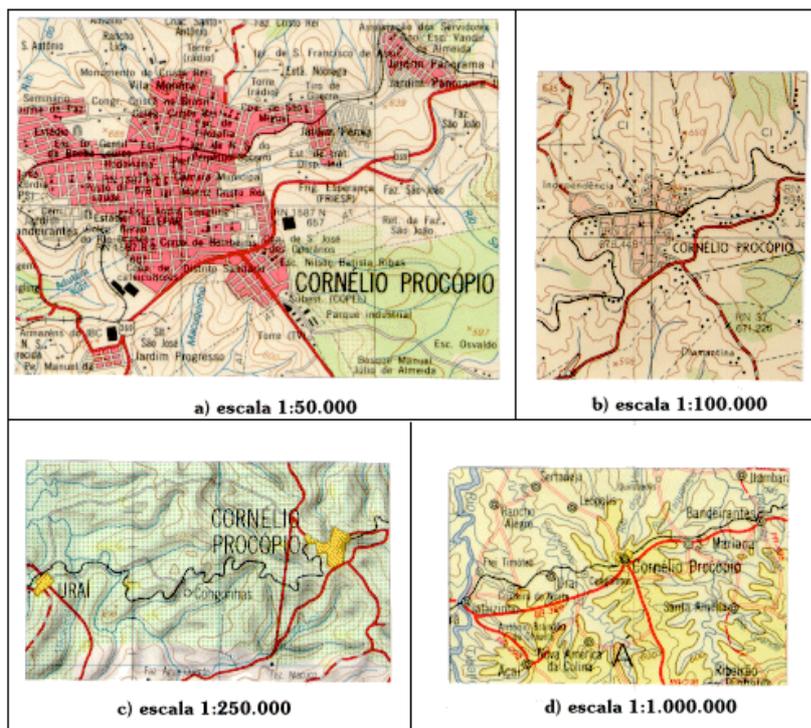


Figura 13 - Exemplos de generalização cartográfica. Extraído de IBGE (2004).

Outro fator que prejudica a acurácia de um conjunto de dados é a transformação de sistemas de referência geodésica (WGS84, SIRGAS 2000, SAD69, por exemplo) e de sistemas de coordenadas (geográficas ou projetadas: UTM, pseudoMercator, policônica, por exemplo). Tal fator é mais explícito

quando é necessário integrar bases de dados de diferentes sistemas e é necessário representá-los em um mesmo sistema. Cada transformação é uma função matemática aplicada aos valores das coordenadas, implicando distorções nas dimensões e na posição dos objetos representados (IBGE, 2004).

O conhecimento desses conceitos é necessário para que o emprego de conjuntos de dados cartográficos de diferentes origens não prejudique a análise conjunta. Em especial, quando se trata de documentos em escalas detalhadas, onde os erros relacionados a transformações de coordenadas possuem a mesma ordem de grandeza dos fenômenos analisados.

Entretanto, estas não são a única fonte de inconsistências nas referências espaciais. A forma de aquisição dos dados também pode embutir erros de posicionamento na informação registrada. Um exemplo é o emprego de receptores GPS (*Global Positioning System*) em veículos ou mesmo em aparelhos celulares, que fornecem a posição com precisão da ordem de 10 metros. As posições obtidas a partir das informações das antenas de telefonia celular possuem precisões da ordem de centenas de metros. O capítulo 5 aborda com mais detalhes as incertezas existentes nas coordenadas obtidas com GPS.

4.3. Acurácia Temporal

De acordo com a ISO 19157, a *acurácia temporal* quantifica três fatores: a acurácia de uma medida de tempo (corretude da referência temporal de um item), a consistência temporal (corretude do ordenamento de eventos, ou seja, o correto sequenciamento de eventos) e a validade temporal (validade do dado referente ao tempo). No contexto avaliado nesta tese, destaca-se o primeiro valor.

De acordo com a classificação apresentada por Dias *et al* (2005), um Sistema Gerenciador de Bancos de Dados (SGBD) por *tempo de transação* registra o instante da inserção de dados no banco. Neste caso, o registro não permite determinar o instante em que ocorreu o evento. Um exemplo a ser dado são as postagens do Twitter. Conseqüentemente, os efeitos de uma determinada ocorrência podem ser observados antes do instante da publicação.

Além disso, o reflexo de um fenômeno registrado em um banco de dados tende a ser observado mais rapidamente em locais mais próximos. Isso significa que os efeitos de uma determinada ocorrência podem ser observados após o

instante do registro da transação, de acordo com o tempo decorrido entre a ocorrência e a sua publicação e com a distância entre os locais avaliados.

4.4. Métricas de confiabilidade dos dados

Embora haja especificações para avaliar a qualidade, os resultados obtidos não são suficientes para assegurar a confiabilidade dos dados. Esta seção propõe critérios complementares para avaliar a confiabilidade de um conjunto de dados geoespaciais em um contexto especificado, como o planejamento de atividades em um determinado local (publicados originalmente em Barbosa e Casanova, 2011).

O primeiro critério indicado foi a cobertura espacial, que compara a extensão espacial do conjunto de dados com a área de aplicação. A interseção parcial ou inexistente implica a inexistência parcial ou total de dados, respectivamente, o que se traduz em incertezas nos resultados das análises em que o conjunto de dados é empregado. Além da extensão geográfica, são avaliados a completude (conforme especificado pela ISO 19157) e a escala equivalente, que indica o nível de generalização cartográfica com que os dados foram produzidos. A escala equivalente é um fator relevante pois, conforme abordado na seção 3.2, a generalização cartográfica indica o menor nível de detalhamento na representação dos objetos, a alteração da simbologia e até a supressão de camadas de informação que possam atrapalhar a representação e a legibilidade dos mapas.

O segundo critério sugerido pelos autores foi a completude dos dados, relacionados à integridade temática da representação dos objetos. Este critério busca quantificar os campos não preenchidos ou preenchidos com o valor padrão (quando especificado), visando às consultas que empregam esses dados. Nesses casos, existe o risco de rejeitar resultados que atendam às condições especificadas ou aceitar resultados não confiáveis.

O terceiro critério indicado foi a proveniência dos dados, enfatizando fatores como a *expertise* e a aderência a especificações técnicas. Em suma, espera-se maior confiabilidade em dados produzidos por instituições de mapeamento do que em dados produzidos por usuários leigos, empregando equipamentos de precisão incompatível com a aplicação desejada. Afinal, existem aplicações que não poderão contar com dados produzidos por instituições governamentais e grandes

empresas, mas que contam com a iniciativa colaborativa de usuários na produção e na disponibilização de dados geográficos, como o projeto *Tracksource*⁹.

O quarto critério indicado é o tempo de vida útil do conjunto de dados. Dias *et al* (2005) define vida como o conjunto das mudanças de características de um geo-objeto durante sua existência, caracterizada pela sua identidade. A noção de utilidade está associada semanticamente ao contexto de aplicação do dado, ou seja, a identidade pode permanecer, mas a validade do conteúdo pode deixar de ser relevante para o contexto aplicação. Em outras palavras, o dado é considerado válido enquanto forem observadas conjuntamente as acurácias temporal e temática. Dados geográficos relacionados a feições naturais (relevo e hidrografia, por exemplo) tendem a ser mais duráveis do que feições sujeitas à atuação humana (geometria das redes de transporte, acidentes de trânsito e edificações, por exemplo). O dado não precisa ser destruído por ter chegado ao término da vida útil, mas pode ser considerado válido para outras aplicações.

4.5. Avaliação da Qualidade de Dados de Trânsito

No contexto dos problemas de trânsito urbano tratados nesta tese, são empregados três conjuntos principais de dados: a malha viária da cidade; registros de velocidade; e registros de ocorrências que possam influenciar o trânsito. As seções seguintes visam a avaliar esses conjuntos de dados à luz dos conceitos enunciados neste capítulo.

Novamente, os exemplos referem-se aos dados usados nos experimentos na Cidade do Rio de Janeiro: o *Google Maps* fornece a malha viária; os registros de velocidade são extraídos da página da empresa *Maplink*; e os registros de ocorrências são extraídos do *Twitter*.

4.5.1. Acurácia Temática

No tocante à malha urbana, são atributos relevantes os sentidos permitidos em cada trecho. A troca de sentido implica falsos positivos ou ignorar trechos de interesse para a análise. A denominação das vias, oficiais e alternativas, e o tipo (estrada, avenida, rua, *etc.*) também são atributos que devem estar registrados com

⁹ <http://tracksource.org.br/sobre-o-projeto/>

exatidão. Variações como abreviaturas e nomes parciais podem ser encontradas, principalmente em *tweets* de usuários não corporativos, por exemplo.

No tocante aos pontos de medição de velocidade, é importante explicitar que trata-se de uma estatística computada sobre uma amostragem que está sujeita a flutuações estocásticas naturais do tráfego. A empresa alerta os usuários desses dados que “*não pode garantir a qualidade, exatidão, completude, adequação, efetividade, confiabilidade ou utilidade dos mapas, endereços, estabelecimentos, pedágios, câmeras e radares de trânsito, vias públicas, pontos públicos e rotas, imagens, notícias, informações a eles relacionados ou de qualquer outro conteúdo do serviço*” (Maplink, 2010). Portanto, será considerado como premissa o fato de que os valores de velocidade fornecidos são reais.

No que diz respeito aos *tweets* sobre ocorrências de trânsito, o principal atributo a ser avaliado é o próprio conteúdo da mensagem, dado que os demais itens são preenchidos automaticamente. A análise semântica do corpo da mensagem é importante, principalmente quando o usuário não é especialista no assunto e a palavra-chave empregada na consulta pode ser empregada em outros contextos diversos. Como exemplo, usar a palavra *acidente* na busca por mensagens que mencionem acidentes de trânsito retorna postagens referentes a acidentes de trânsito passados, acidentes aéreos, acidentes domésticos e pessoais. Usando a palavra *colisão*, as postagens encontradas apresentam maior correlação com eventos relacionados a trânsito.

4.5.2. Acurácia Espacial

Os fatores apresentados na Seção 1.2 acarretam algum nível de incerteza na posição em que os objetos são representados, sendo considerados como sistemáticos, dado que são inerentes do processo de representação dos dados e estarão contidos em todos dados de mesma origem. Ajustes nas configurações dos sistemas de coordenadas e de projeção podem minimizar boa parte dos deslocamentos e distorções na representação dos conjuntos de dados. Os erros que mais preocupam são os chamados erros grosseiros, onde os dados são inseridos ou representados enganosamente.

Usando o exemplo das postagens do *Twitter* que armazenam a localização do dispositivo no momento da publicação, observa-se a inconsistência entre o

local da publicação e o local da ocorrência do evento relatado no texto por diversas razões: o usuário, no trânsito, publica a mensagem antes ou depois do local da ocorrência ou comenta o ocorrido após chegar em casa, ou republica uma mensagem lida, entre outras. A Figura 14 ilustra um caso em que a referência empregada encontra-se a aproximadamente 450 metros do local onde foi publicada a mensagem. Dependendo do contexto da via, tal diferença não interfere em uma análise qualitativa (a situação do trânsito é a mesma nos dois pontos e não há referências relevantes mais próximas), mas se as quantidades são relevantes na análise, recomenda-se avaliar tais discrepâncias.

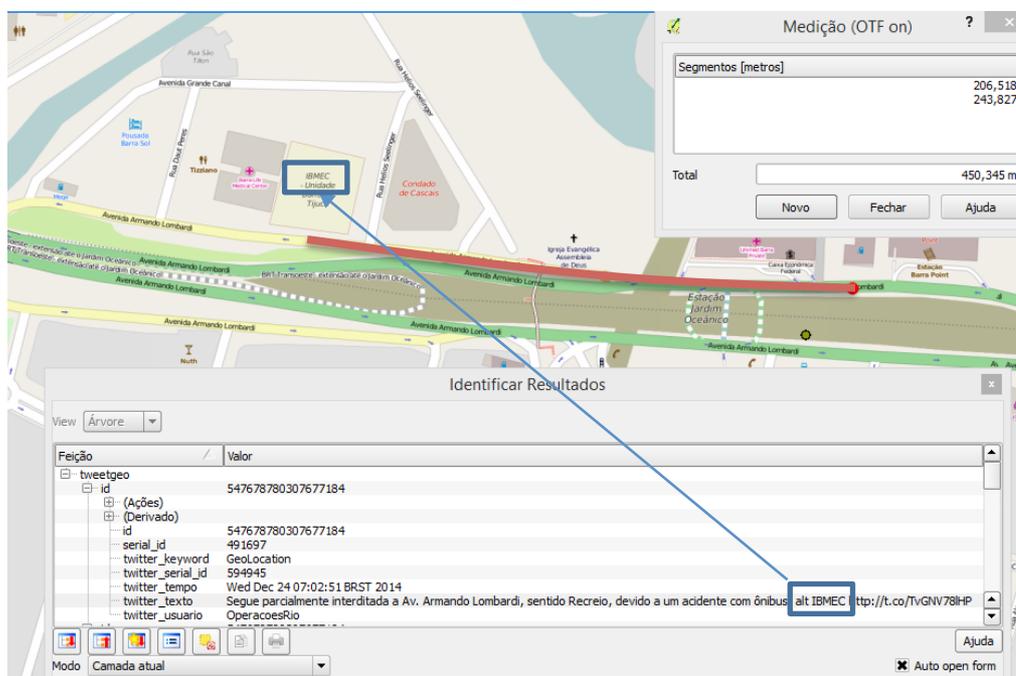


Figura 14 - Exemplo de discrepância entre o local de registro da postagem e o conteúdo da mensagem.

Nos casos em que as coordenadas não estão disponíveis, a referência vaga (como *próximo a*, *na altura de*, *no quilômetro tal*, *esquina com*, entre outras) permite maior acurácia do que simples referências ao nome da via. Entretanto, tais referências ainda são insuficientes para o posicionamento acurado da ocorrência. Se um evento ocorre antes ou depois de um cruzamento, por exemplo, os efeitos no tráfego podem se estender a outras regiões. *Tweets* nessas condições devem ser analisados com cautela.

4.5.3. Acurácia Temporal

No que tange aos conjuntos de dados oriundos da empresa Maplink, assume-se como premissa que os dados temporais de velocidade disponibilizados estejam compatíveis com a real condição do tráfego no intervalo considerado no momento da extração. Considera-se também como premissa a acurácia temporal dos dados empregados pelos serviços do Google. Os dados do Twitter estão sujeitos às incertezas inerentes a um banco de dados por tempo de transação (seção 4.3).

4.5.4. Confiabilidade dos dados

Considerando como exemplo os dados sobre tráfego na Cidade do Rio de Janeiro, o critério de cobertura espacial pode ser considerado atendido. Quanto à escala equivalente, considera-se como premissa que a precisão das posições obtidas pelo GPS é compatível com as dimensões das vias urbanas da Cidade do Rio de Janeiro.

Quanto à completude dos dados, pode-se considerar como premissa que as bases de dados utilizadas pelo *Google* estejam completas. Quanto aos dados oriundos da empresa *Maplink*, podem faltar dados de alguns PMV em alguns horários em virtude de falhas durante o processo de extração, indisponibilidade temporária do serviço ou devido à descontinuidade do serviço em vias fechadas pelo Poder Público. Os metadados dos *tweets* empregados foram extraídos com sucesso, exceto aqueles relacionados à geolocalização, publicados por usuários que não habilitaram suas posições. Como são considerados atributos temáticos, pode-se considerar que os dados extraídos do *Twitter* estão completos.

No que diz respeito à proveniência dos dados, a reputação dos serviços de roteamento e de renderização de mapas do *Google Maps* é alta em grandes cidades. Entretanto, alguma cautela é necessária em cidades como o Rio de Janeiro devido a alterações temporárias do trânsito como interdições, faixas reversíveis, e mudanças de sentido em algumas vias. Como já foi exposto, os dados extraídos da página da empresa Maplink podem “*não retratar fielmente a situação real em que se encontrem ou a sua efetiva condição de uso ou funcionamento*”. Quanto aos usuários do *Twitter*, existe distinção entre a confiabilidade das postagens publicadas pelo Centro de Operações da Prefeitura e de usuários domésticos. Usuários relacionados à imprensa podem ser uma boa

referência, contudo não é possível generalizar esse conceito. Foram utilizados os *tweets* publicados pelos usuários *@OperacoesRio* e *@odia24horas*, com boa reputação na publicação de informações sobre o trânsito na cidade do Rio de Janeiro (Albuquerque *et al.*, 2012a).

Quanto ao critério de vida útil, os dados do *Twitter* e do *MapLink* não precisam ser descartados uma vez que a aplicação em questão se trata de uma análise retrospectiva. Como são premissas as acurácias temática e temporal da base de dados do *Google Maps*, pode-se considerar que essa base confiável segundo o critério da vida útil.

4.6. Conclusões

Ao longo deste capítulo foram apresentados critérios de acurácia (temática, temporal e espacial) e de confiabilidade (cobertura, completude, proveniência e vida útil) de dados relacionados ao estado do tráfego, disponibilizados pelas fontes de dados mencionadas no Capítulo 3. Tais critérios podem ser empregados na avaliação de quaisquer conjuntos de dados georreferenciados, removendo os registros em que foram detectadas incorreções e que, conseqüentemente, influenciarão os resultados de consultas e análises sobre essa base de dados.

Entre os problemas que podem ser encontrados na avaliação da qualidade dos dados empregados é a incerteza embutida nas referências espaciais e temporais quando esses dados são extraídos de textos em linguagem natural ou quando faltam valores para atributos temáticos, espaciais ou temporais.

5 Estimação de estatísticas de velocidade de uma malha viária com base em rotas rastreadas com GPS

5.1.Introdução

As grandes cidades se deparam atualmente com o desequilíbrio entre a demanda de tráfego e a capacidade atual de suas redes viárias. Como foi abordado na seção 2.2, sempre que essa demanda excede a capacidade da via, formam-se filas, as velocidades médias diminuem, caracterizando-se o congestionamento, que implica viagens mais demoradas, um aspecto relevante a considerar.

Conhecer as condições de tráfego é um fator relevante no planejamento de rotas para otimização no emprego dos recursos disponíveis. Ao escolher o caminho mais curto, presume-se que as velocidades de deslocamento sejam as mesmas em todas as vias da rede. Porém, diferentes demandas de tráfego, normalmente dependentes do tempo, levam a flutuações no valor da velocidade média esperada para cada via. Isso significa que o menor caminho nem sempre é a opção mais rápida.

O tempo de viagem pode ser estimado a partir da velocidade média e do comprimento das vias, sendo esse valor empregado em aplicações com prazos predefinidos para deslocamentos como referência para monitoramento de veículos: baixos valores de velocidade podem indicar que é necessário refazer o planejamento ou que aconteceu algum tipo de emergência que precisa ser sanada (Albuquerque *et al.*, 2012c).

Valores de velocidade podem ser calculados a partir das coordenadas de dois locais consecutivos em uma mesma trajetória rastreada por um receptor GPS independente ou instalado em um telefone celular. Dados provenientes de telefones celulares devem ser filtrados com cautela, uma vez que tais dispositivos podem estar no interior de edifícios, parados ou andando devagar pelas calçadas em vez de considerar apenas os usuários que estão, de fato, no trânsito. Além disso, dentro de um único ônibus podem estar vários usuários, o que atribui peso maior à velocidade desse ônibus no cálculo da média. A alternativa do receptor GPS individual facilita, em princípio, a coleta de dados em qualquer ponto da rede

viária com baixo custo. Além disso, um receptor GPS instalado em um veículo em movimento permite rastrear sua trajetória. A principal desvantagem desse método é o tamanho da amostra necessário para modelar as condições reais de tráfego, o que pode ser resolvido aumentando seja taxa de rastreamento, espacial (um ponto a cada n metros) ou temporal (um ponto a cada n segundos) seja o número de veículos dotados de receptores, aptos a fornecer dados.

Este capítulo propõe uma metodologia para incrementar a base de dados de uma malha viária com estatísticas de velocidade a partir da análise das trajetórias adquiridas por veículos que circulam em uma cidade. As estatísticas calculadas consistem de média e desvio-padrão de velocidade, além do tamanho das amostras empregadas nos cálculos, organizadas por via e intervalos de tempo. A média das velocidades podem ser empregadas na estimação dos tempos de viagem para veículos ao longo de opções de rotas a fim de avaliá-las quanto à rapidez. As oscilações dos valores ao longo do tempo também são consideradas.

Para atingir o objetivo proposto, a metodologia prevê três principais fases: (1) *map-matching*, (2) classificação temporal dos pontos GPS e (3) cálculo de estatísticas e incremento da base de dados.

Após esta introdução, a Seção 5.2 descreve o problema proposto e o modelo empregado na solução desse cenário. A Seção 5.3 descreve a metodologia adotada para extração das estatísticas a partir dos conjuntos de dados utilizados. A Seção 5.4 apresenta os resultados experimentais de uma aplicação com dados reais da região de Pisa, Itália. A Seção 5.5 apresenta trabalhos relacionados. Por fim, a Seção 5.6 contém as conclusões e observações finais.

5.2. Cenário

A abordagem empregada neste capítulo considera o seguinte cenário. Um veículo equipado com rastreador GPS parte de um local denominado *origem* e se move ao longo de um conjunto de vias em direção a outro local denominado *destino*, onde se encerra o deslocamento. As vias que compõem o caminho são representadas por polilinhas e as vias consecutivas de um caminho são conectadas, isto é, a interseção entre elas é apenas um dos seus extremos (ponto inicial ou ponto final). O critério adotado para a escolha do caminho pode ser o comprimento mínimo ou

o tempo de viagem estimado com base nas velocidades médias que os veículos podem desenvolver em cada via do caminho.

Os dados de entrada, obtidos a partir dos dados oriundos dos receptores, são representados como uma tupla

$$\mathcal{P} = \langle i, p, t, v, s \rangle$$

onde:

- i é a referência ao usuário (conforme políticas de privacidade);
- p é a geometria referente ao local rastreado, representado no sistema de referência espacial WGS-84;
- t é a referência temporal (*timestamp* com fuso horário) no momento do rastreamento do ponto;
- v é o valor da velocidade instantânea;
- s indica o estado do ponto na trajetória: 0 indica o ponto inicial, 2 indica o ponto final e 1 nos demais casos. Se o veículo estiver desligado, nenhum dado é registrado, mesmo que esteja estacionado ao longo de uma das vias.

Um segmento de via corresponde a um elemento geométrico usado para representar um trecho da via entre dois cruzamentos consecutivos. Cada segmento de via é representado como uma tupla

$$\mathcal{R} = \langle w, l, n, o \rangle$$

onde:

- w é um identificador único do segmento da via;
- l é a geometria do segmento de via;
- n é o nome da via;
- o é um indicador das direções permitidas de tráfego (*mão única* ou *mão dupla*).

O problema a ser solucionado consiste em, dado um conjunto de rotas rastreadas com GPS e a malha viária de uma localidade, calcular velocidade média, desvio-padrão e a quantidade de pontos usada para tais cálculos para cada segmento de via. Esses valores são então acrescentados à base de dados original referente à malha viária.

O resultado esperado é um conjunto de tuplas

$$S = \langle w, l, n, o, k, h, a, d, c \rangle$$

onde os quatro primeiros elementos se referem ao segmento de via $\mathcal{R}_i = \langle w, l, n, o \rangle$ correspondente, enquanto:

- k é o dia da semana (de '0' para domingo até '6', sábado);
- h é o intervalo de tempo (por exemplo, de '0' a '23' para intervalos de 1 hora
 - hora do dia;
- a é a velocidade média;
- d é o desvio-padrão;
- c é o número de pontos utilizados no cálculo.

5.3. Metodologia

A Figura 15 ilustra o processo de cálculo de estatísticas das vias a partir dos conjuntos de dados descritos na seção 5.2. O objetivo da primeira fase é estabelecer a correta associação entre pontos GPS e as geometrias das vias (*map matching*). Essa fase é necessária devido a: (1) imprecisões nas geometrias das vias (ver seção 4.2) e a falta de informações sobre a largura das vias (ver seção 4.4); (2) imprecisões inerentes à aquisição de dados GPS. Combinadas, essas duas fontes de imprecisões implicam o posicionamento dos pontos fora das vias. Por outro lado, alguns desses pontos devem ser desconsiderados pois foram realmente obtidos fora das vias (por exemplo, em estacionamentos, condomínios ou vias não mapeadas). Esta fase inclui ainda a análise de direções para incrementar os resultados obtidos.

A segunda fase é classificação temporal dos pontos GPS. Os critérios de partição devem modelar as flutuações nos valores de velocidade para gerar estatísticas consistentes, baseadas em quantidades representativas de dados. Quanto maior for a amostra, mais representativos serão os resultados. O equilíbrio entre o número de intervalos de tempo e o tamanho das amostras é um fator relevante a ser discutido.

A última etapa refere-se ao cálculo de estatísticas a partir das partições resultantes da fase anterior e ao armazenamento desses valores na base de dados original da malha viária.

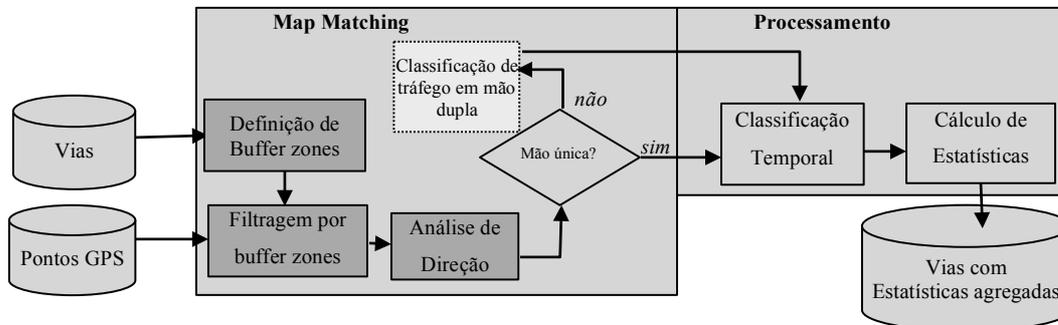


Figura 15 – Etapas de processamento propostas para agregar estatísticas de velocidade à malha viária.

5.3.1. Map Matching

Presume-se que, se os pontos são rastreados ao longo das trajetórias dos veículos, eles devem estar associados a algum segmento de via. Este problema é conhecido na literatura como *map matching* onde são propostos diversos algoritmos para estabelecer essa associação de forma acurada. Qualquer um desses algoritmos pode ser empregado nesta fase, assim como outros publicados posteriormente.

A metodologia de *map matching* empregada nesta fase foi dividida em duas fases: a primeira consiste na definição dos pontos contidos na vizinhança de cada uma das vias da malha viária, enquanto a segunda tem por objetivo analisar a direção do deslocamento dos veículos a cada ponto.

A motivação para propor a primeira fase é a identificação e posterior descarte de pontos rastreados fora das vias, devido à influência que podem causar nas estatísticas. Portanto, é necessário selecionar apenas os pontos que, supostamente, se movem ao longo das vias, descartando os demais. Considerando que há imprecisões nos valores de coordenadas obtidas com GPS e que as vias são representadas por polilinhas, na maioria das vezes sem largura diretamente atribuída, a solução adotada para filtrar os pontos mais prováveis de estarem associados a cada segmento de reta consiste na definição de zonas de vizinhança (*buffer zones*) Z_i em torno das vias. Desta maneira, são descartados pontos referentes a deslocamentos fora das vias e pontos de baixa precisão.

O principal problema relacionado é a definição da largura das zonas de vizinhança: zonas estreitas significam o potencial descarte de pontos úteis para o cálculo das estatísticas; zonas largas significam a seleção de pontos fora dos limites da via, como veículos em vias próximas ou parados em acostamentos. A largura a ser adotada para as zonas deve ser compatível com a largura real da via, caso esse valor seja conhecido. Em virtude da indisponibilidade desse valor na base de dados empregada nos experimentos, foram analisados os resultados considerando zonas de 3, 5 e 8 metros de largura.

O risco de erro é maior em regiões de interseção das zonas de vizinhança. Visando a minimizar tais incorreções nos casos de veículos que se deslocam no sentido oposto do tráfego, propõe-se analisar a direção do deslocamento.

As direções são calculadas como o azimute da linha definida por pares de pontos consecutivos $O_i = \langle P_i, P_{i+1} \rangle$ pertencentes à mesma rota e ordenados pelos seus *timesteps*. O pareamento de pontos consecutivos permite indicar a direção de movimento de um determinado veículo, razão pela qual esses pontos serão doravante chamados pontos orientados, devido à orientação denotada pelo valor do azimute.

De acordo com o modelo apresentado na seção 5.2, cada segmento de via possui informação sobre a direção do trânsito: mão simples ou mão dupla. A análise de direção considera três casos:

- a) **Vias de mão única em uma tupla \mathcal{R}** : todos os veículos se movem na mesma direção da via, indicada por AZ_R , e a distribuição desses valores coincide com as geometrias das vias;
- b) **Vias de mão dupla em uma tupla \mathcal{R}** : os valores de direção observados são agrupados em torno de AZ_R , o azimute da via, e $AZ_R \pm 180^\circ$, a direção oposta.
- c) **Vias de mão dupla em duas tuplas \mathcal{R}** : os valores de direção são agrupados em torno do valor da direção da via AZ_R . Porém, devido à proximidade entre as geometrias das vias, podem ser observados alguns valores próximos a $AZ_R \pm 180^\circ$, provavelmente referentes à zona de vizinhança referente ao segmento de via da direção oposta.

O gráfico da figura 16a ilustra a distribuição de valores de azimute ao longo da *Via Lungarno Gambacorti* (ver mapa da figura 16a), localizada na

cidade de Pisa, que é um exemplo de via que se enquadra no primeiro caso. A distribuição contínua de valores indica que todos os veículos seguem na mesma direção, mesmo em trechos curvilíneos.

O gráfico da figura 16b ilustra a distribuição de valores de azimute ao longo da *Via Fratelli Rosselli*, de mão dupla, mas representada por uma única tupla de \mathcal{R} (ver mapa da figura 16b). É possível identificar dois grupos de valores próximos a Az_R e a $Az_R + 180^\circ$, devido ao tráfego nas duas direções. É possível também identificar a proporção de veículos que trafegam em cada direção. Ao computar estatísticas representativas para cada via, é necessário distinguir o fluxo em cada direção.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

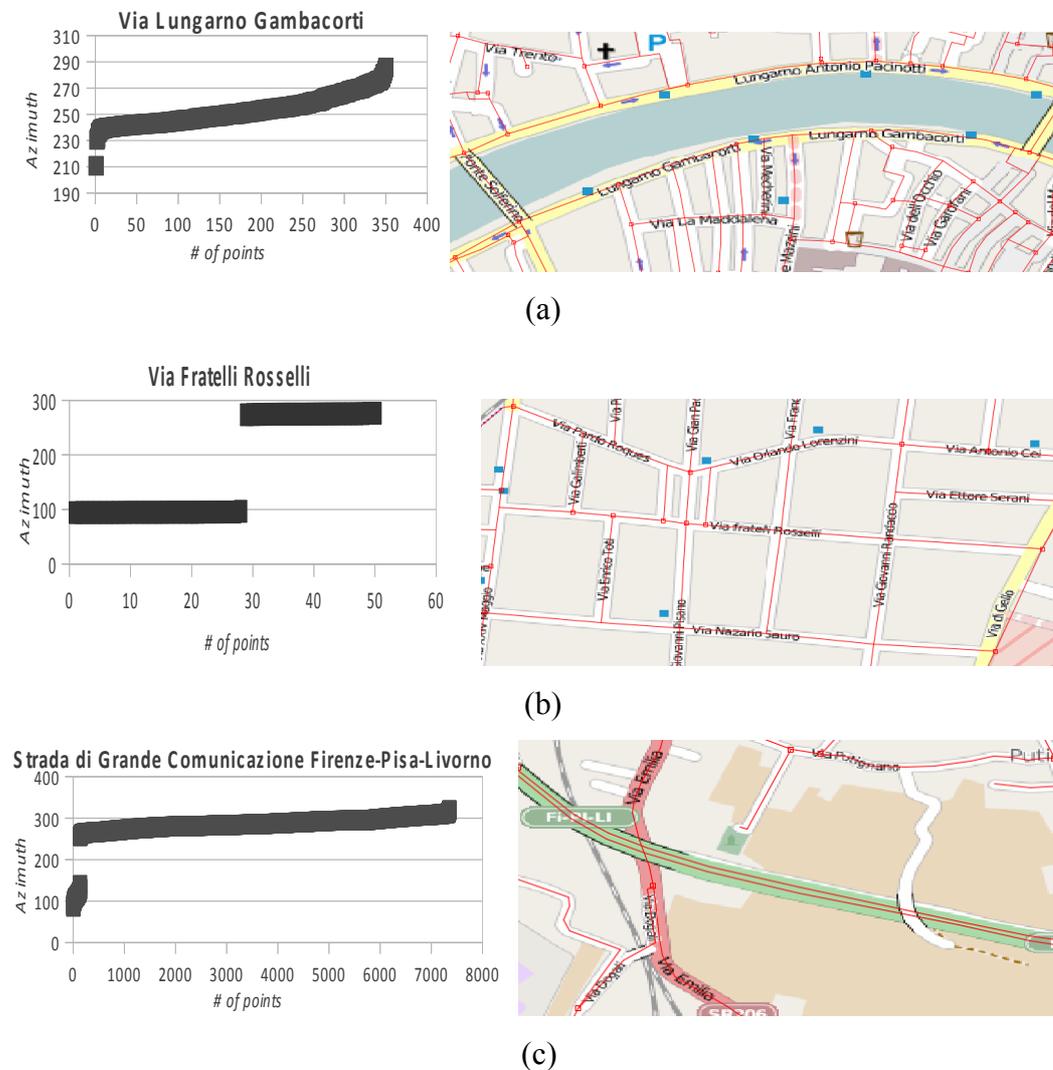


Figura 16 – Distribuição de valores de azimutes de pontos orientados.

A *Strada di Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno* é um exemplo de via de mão dupla representadas por tuplas distintas, ou seja, cada direção é representada individualmente. As representações dessas vias, uma em cada direção, são geralmente próximas, o que leva ao risco de erros na associação entre via e ponto. A distribuição ilustrada na figura 16c se refere aos pontos supostamente rastreados ao longo da Strada. Podem ser identificados dois grupos apesar da premissa do fluxo em apenas uma direção: observa-se um pequeno conjunto de observações anormais (*outliers*) que, descartadas, permitem o cálculo de estatísticas mais representativas do real comportamento do tráfego na via.

Como as direções são supostamente opostas, o método propõe agrupar os pontos orientados de acordo com os valores de azimute: o primeiro grupo com valores próximos ao valor médio de azimute (A), e o segundo grupo, contendo os *outliers*, em torno de A mais (ou menos) 180° , considerando a natureza cíclica dos valores de azimute por ser uma grandeza angular. No cálculo das estatísticas, são considerados apenas os valores no agrupamento próximo a A .

Entretanto, esta regra não se aplica às tuplas \mathcal{R} referentes a vias de mão dupla (figura 16b) porque não se sabe a correta proporção entre os fluxos de veículos em cada direção. Uma solução seria o uso de algoritmos de clusterização para agrupar os valores de azimute em torno de 2 valores, o que permitiria distinguir os pontos que serão associados a cada via. Esta funcionalidade não foi implementada nos testes realizados.

Cabe lembrar que os pontos orientados \mathcal{O} são obtidos a partir de pontos consecutivos e que, ao arbitrar que cada par de pontos pertença à mesma zona de vizinhança \mathcal{Z}_i , mais pontos orientados podem ser descartados, reduzindo a quantidade de pontos considerados nos cálculos das estatísticas. Se pontos consecutivos encontram-se em outras vias, o valor de azimute tende a ser diferente do azimute da via, o que afeta a análise de direções. Esta questão realça a necessidade de correto dimensionamento da taxa de rastreamento (um ponto a cada n segundos ou a cada s metros).

Outro aspecto a ser resolvido é a sobreposição de vizinhanças, quando um ponto está próximo a duas ou mais vias, podendo ser associado a qualquer uma delas. A Figura 5.3 ilustra um exemplo onde pontos GPS (na cor azul) estão contidos nas zonas de tonalidades mais densas (na cor verde), próximas às interseções das vias, representadas na cor vermelha.

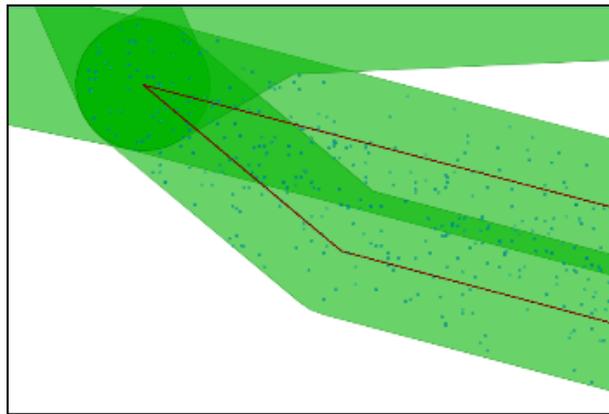


Figura 17 – Exemplos de pontos contidos em mais de uma zona de vizinhança.

Se \mathcal{P}_{i+1} está localizado na região definida pela interseção das zonas \mathcal{Z}_A e \mathcal{Z}_B , ele pode ser associado aos respectivos trechos de via \mathcal{R}_A e \mathcal{R}_B . Se \mathcal{P}_i estiver associado à via \mathcal{R}_A , uma consulta simples irá descartar \mathcal{O}_i , se \mathcal{P}_{i+1} for associado à via \mathcal{R}_B . Para fins de análise de direção, esse descarte é desejável, razão pela qual, nos testes realizados, foram considerados os pontos orientados referentes aos pares de pontos consecutivos pertencentes à mesma vizinhança \mathcal{Z}_i mesmo que reduza a quantidade de pontos orientados empregados no cálculo das estatísticas das vias de mão dupla representados por uma única tupla \mathcal{R}_i .

5.3.2. Classificação temporal

Uma contribuição específica desta tese é o incremento da base de dados de segmentos de vias com informações dependentes do tempo. Isso significa que a velocidade média associada a cada segmento de via é calculada para diferentes intervalos de tempo, a fim de representar os diferentes estados do trânsito ao longo do tempo. Esta informação fornece importante subsídio ao planejamento de deslocamentos entre dois locais (origem e destino) considerando a dinâmica do tráfego ao longo do dia (e ao longo da semana). O principal parâmetro desta etapa é o tamanho do intervalo de tempo considerado na classificação: menores intervalos descrevem a dinâmica do tráfego de forma mais detalhada apesar da redução do tamanho de cada amostra; por outro lado, intervalos maiores empregarão maiores quantidades de pontos nos cálculos das estatísticas mas a dinâmica do trânsito está sujeita a maiores oscilações.

No caso de análise macroscópica do tráfego, as variáveis introduzidas no capítulo 2 são normalmente representadas considerando intervalos de uma hora, razão pela qual este mesmo intervalo foi adotado nos experimentos descritos neste capítulo. Outro conceito introduzido no capítulo 2 que pode ser adotado neste contexto é adotar intervalos conforme a hierarquia de cada via, caso este dado esteja disponível.

5.3.3. Cálculo das Estatísticas

Nesta etapa, os pontos rastreados com GPS já associados às respectivas vias e divididos conforme os intervalos de tempo adotados (por exemplo, dias da semana e horas do dia). Para cada subconjunto são calculados a média e o desvio-padrão da velocidade, assim como a quantidade de pontos empregados no cálculo dessas estatísticas. A média indica o valor esperado para a tupla \mathcal{R} no intervalo de tempo considerado; o desvio padrão indica o grau de dispersão dos valores em torno da média, servindo como indicador de anomalias no comportamento do tráfego; o número de pontos empregados nos cálculos indica a representatividade dos valores calculados ao mesmo tempo em que podem ser empregados para a definição de intervalos de confiança.

Por fim, os resultados são armazenados como novos atributos de \mathcal{R} para compor as instâncias $\mathcal{S}_{i,t}$, como especificado na seção 5.2.

5.4. Experimentos

5.4.1. Aplicação com dados reais

Os conjuntos de dados utilizados nos experimentos são: (1) pontos rastreados com receptores GPS instalados em 8575 veículos, na região de Pisa, Itália, entre os dias 1º e 31 de maio de 2011; (2) vias da região analisada extraídas do repositório do *Open Street Map*.

O conjunto de dados referente aos pontos GPS contém 163.278.486 registros. Esse número é reduzido a 1.020.909 quando são excluídos os pontos

fora da extensão espacial da base de dados referente às vias¹⁰. Após combinar pontos consecutivos, foram obtidos 783.622 pontos orientados. A rede viária possui 1.555 registros, dos quais 1.057 possuem nome (vias sem nome são ciclovias ou vias apenas para pedestres). Destas, 309 são vias de mão única. O mapa da Figura 18 ilustra a distribuição de pontos GPS ao longo das vias em uma região da cidade.

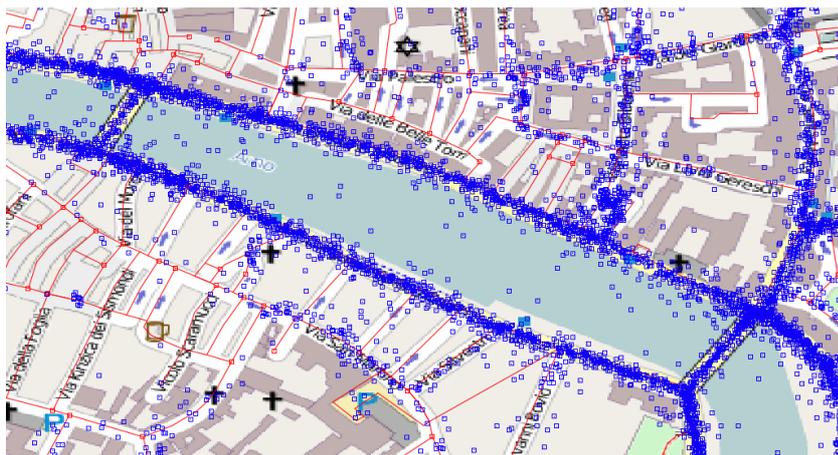


Figura 18– Exemplo da distribuição de pontos GPS ao longo das vias da cidade.

A Tabela 2 apresenta alguns resultados obtidos após a seleção dos pontos GPS com diferentes larguras de vizinhança. A primeira coluna contém os valores das larguras consideradas nos processamentos. A segunda coluna indica o número de pontos contidos nas respectivas vizinhanças, assim como a razão entre o valor indicado e a quantidade total de pontos disponíveis. De maneira análoga, a terceira coluna indica a quantidade de pontos orientados estão contidos nas respectivas vizinhanças e a razão entre esses valores e o total de pontos orientados formados a partir da base de dados original. Os valores da quarta coluna se referem às vias cujas estatísticas de velocidade foram calculadas em todo o processo, trazendo também a respectiva proporção em relação ao total de vias contidas na base de dados.

Como seria de se esperar, o número de pontos empregados nas estatísticas aumenta quando a largura das zonas de vizinhança aumenta. Porém esse crescimento não é uniforme, apresentando ganhos percentuais cada vez menores

¹⁰ A extensão espacial é definida pelos valores máximo e mínimo tanto de latitude (extensão norte-sul) quanto de longitude (extensão leste-oeste) dentre os registros da base de dados referente às vias.

conforme cresce a largura. Isso significa que os pontos estão mais concentrados nas primeiras vizinhanças e os ganhos obtidos aumentando a largura tendem a diminuir.

Tabela 2 – Dados sobre os resultados de processamento.

Largura (m)	Pontos GPS %	Pontos Orientados %	Vias com estatísticas %
3	352.221 34,5%	23.997 3,06%	249 23,6%
5	557.555 54,6%	55.574 7,09%	329 31,1%
8	792.639 77,6%	97.871 12,5%	415 39,3%

A Tabela 3 apresenta novos valores. A primeira e a segunda colunas correspondem, respectivamente, à primeira e à terceira coluna da Tabela 1. A terceira coluna apresenta a quantidade de vias de mão única que receberam estatísticas de velocidade: a proporção indicada é em relação ao número de vias de mão única existentes na rede viária. A quarta coluna apresenta o número de erros no processo de *map matching* (ou seja, dos pontos com direção oposta ao fluxo de veículos na via), assim como a proporção relativa ao número de pontos orientados. Os pontos que apresentaram tais erros não foram utilizados nos cálculos das estatísticas.

Tabela 3 - Dados adicionais sobre os resultados de processamento.

Largura (m)	Pontos Orientados %	Vias de mão única %	Erros de <i>map matching</i> %
3	23.997 3,06%	88 28,5%	205 0,85%
5	55.574 7,09%	113 36,6%	602 1,08%
8	97.871 12,5%	143 46,3%	2263 2,31%

Na etapa de classificação temporal, os dados remanescentes das etapas anteriores foram divididos em intervalos de uma hora, com base nos timestamps contidos nos registros. Para avaliar as variações ao longo da semana, os dados

também foram classificados de acordo com os dias da semana, também extraído a partir dos *timesteps*.

Após a distribuição dos valores, é possível calcular as estatísticas de \mathcal{R} para compor $\mathcal{S}_{i,t}$. Contudo, é bom ressaltar que cada subconjunto de pontos pode conter valores anormais, ocasionados por influências externas. Algumas dessas observações podem ser pontuais e, dependendo do tamanho da amostra, também podem influenciar as estatísticas da via analisada.

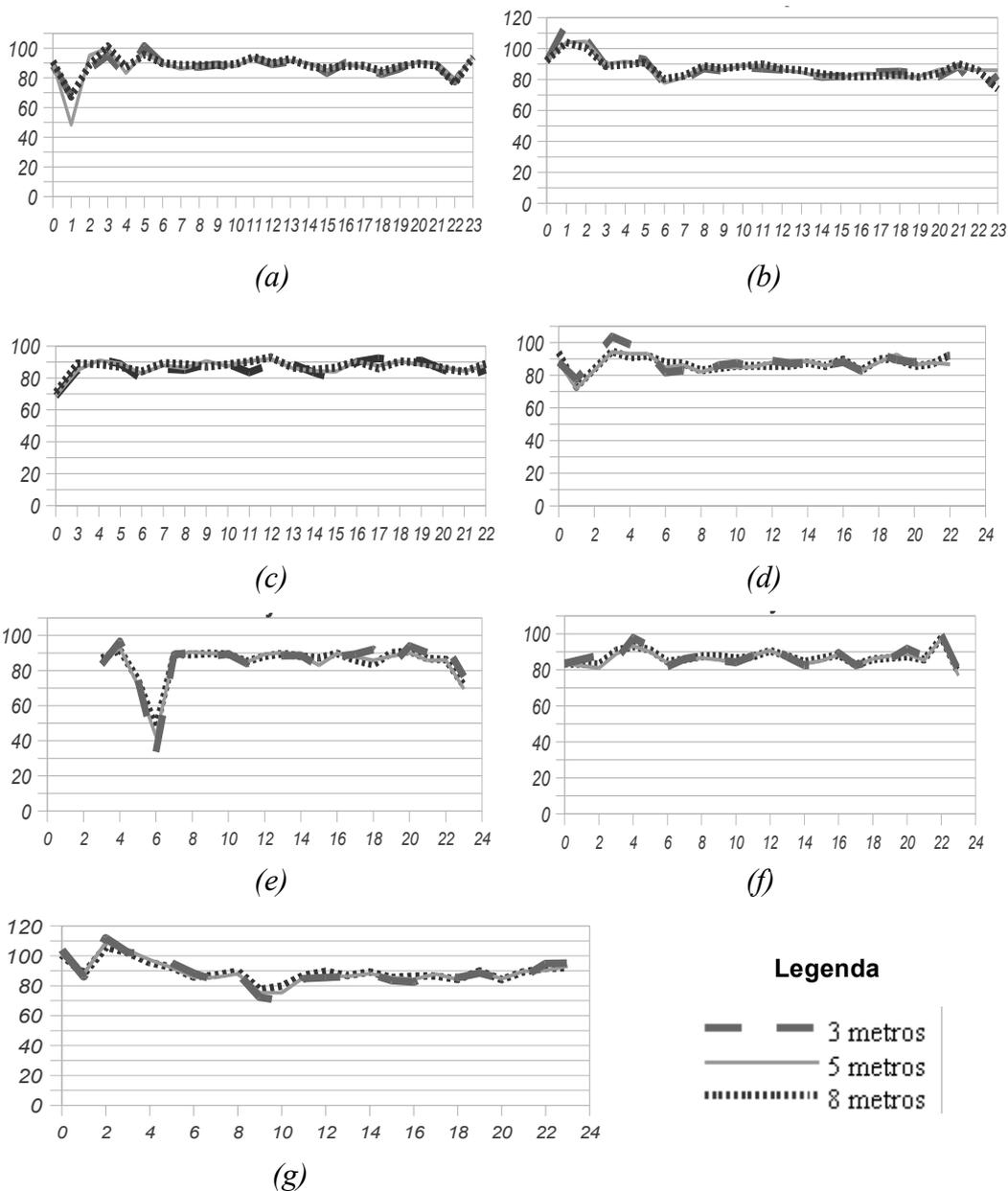


Figura 19 – Exemplos de estatísticas de velocidade ao longo da semana.

A Figura 19 apresenta os gráficos referentes à distribuição temporal das velocidades médias referentes a uma das vias da *Strada di Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno* comparando os resultados obtidos com diferentes larguras de vizinhança no domingo (a), na segunda-feira (b), na terça-feira (c), na quarta-feira (d), na quinta-feira (e), na sexta-feira (f) e no sábado (g). Em todos os gráficos, as abcissas representam as horas do dia e as ordenadas representam a velocidade média calculada (em *km/h*). É possível identificar um comportamento anômalo na amostra de dados obtidos entre 5h e 6h de quinta-feira, provocado por um acidente ocorrido em uma das quatro quintas-feiras do período observado. Retirando os pontos obtidos no dia do acidente, a média das velocidades passa a ser 83.3 *km/h*, valor compatível com as velocidades observadas nos outros dias da semana no mesmo horário.

Para algumas vias, não houve pontos GPS rastreados ou todos foram descartados por não atenderem aos critérios espaciais e temporais estabelecidos ao longo deste capítulo. Conseqüentemente, não foram calculadas estatísticas para essas vias. Caso essas vias precisem ser empregadas em alguma rota, sugere-se adotar uma das estratégias a seguir para estimar a velocidade nessas vias: (1) atribuir a velocidade nominal, ou de projeto – não há tráfego suficiente para causar valores inferiores; (2) interpolar os valores a partir dos intervalos próximos – no caso de ausência pontual de valores entre os intervalos analisados; (3) atribuir zero ao valor da velocidade – o tempo de viagem é considerado alto demais devido à incerteza nos valores de velocidade.

5.4.2. Estimação de tempo de viagem

Um exemplo de aplicação dos valores calculados e acrescentados às vias é a estimação do tempo de viagem baseada nos valores médios de velocidade calculados previamente. Foram escolhidos para este exemplo, dois locais situados na área urbana de Pisa. Foram propostas três opções pelo serviço de roteamento do *Google Maps*, representadas pelos nomes das vias e seus respectivos comprimentos (Figura 20). Os tempos de viagem em cada uma das três rotas foram calculados pela soma dos tempos obtidos pela divisão do comprimento pela velocidade média da via. Os resultados obtidos para os roteamentos realizados entre 16h e 17h de uma quinta-feira estão apresentados na Tabela 4.

Comparando as rotas #1 and #2, cabe ressaltar que o caminho mais curto não é o caminho mais rápido. Embora a rota #3 seja a mais longa, a velocidade média de deslocamento é a maior, se comparada com as demais. Os resultados fornecidos pelo serviço do *Google Maps* indicam os mesmos fatos, apesar de indicarem menores valores de tempo de deslocamento.

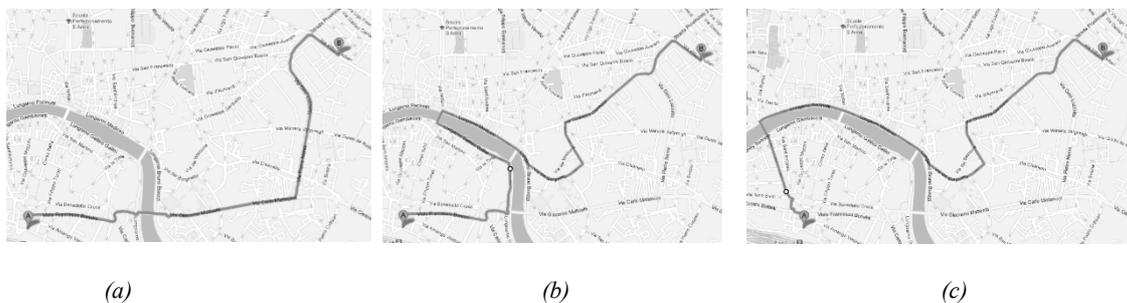


Figura 20 – Opções de rotas propostos pelo *Google Maps*.

Tabela 4 – Tempos de viagem estimados com base nos valores de velocidade média calculados previamente

Rota	Comprimento (m)	Tempo de viagem			
		Buffer 3m	Buffer 5m	Buffer 8m	Google Maps
1	3402	13' 48"	13' 5"	13' 48"	8'
2	3308	15' 13"	14' 32"	15' 11"	11"
3	4015	15' 35"	14' 44"	15' 14"	11"

5.5. Trabalhos relacionados

Algumas das aplicações que empregam dados rastreados com GPS são as frotas particulares (taxis, caminhões e ônibus, por exemplo). Masiero *et al.* (2011) apresenta uma metodologia baseada na regressão de valores de suporte (*Support Vector Regression – SVR*) para prever o tempo de viagem de caminhões de entrega, com base em trajetórias rastreadas em ocasiões anteriores.

Sinn *et al.* (2012) descreve outra aplicação de predição de tempo de viagem a partir de dados obtidos com receptores GPS. Eles ainda apresentam um método para extrair automaticamente rotas de ônibus, paradas e horários. Em todos os casos, a análise considera trajetórias fixas (paradas e movimentos) e velocidades controladas. Outra metodologia de estimação do tempo de viagem foi

proposta por Pang *et al* (2011) utilizando dados de GPS rastreados em ônibus. Contudo, foram empregados *smartphones* para reunir os dados para análise, o que torna questionável a validade dos dados para agregar uma malha viária.

O método proposto por Min and Wynter (2011) baseia-se em matrizes de correlação especial e as velocidades médias são obtidas a partir de dados históricos de algumas categorias de vias e fornece previsões de velocidade e fluxo em intervalos que podem variar de 5 minutos até 1 hora.

A análise apresentada por Yuan *et al.* (2011) baseia-se em dados GPS referentes às trajetórias rastreadas durante três meses por 33.000 taxis em Beijing a fim de identificar anomalias no comportamento do tráfego. Embora as trajetórias dos taxis sejam supostamente mais flexíveis, elas são influenciadas pela existência de pontos de interesse públicos ou privados, como pontos turísticos, aeroportos, hotéis e centros de convenções.

Em contrapartida, em Biagioni *et al.* (2011), a inteligência dos motoristas de taxi para escolher rotas mais rápidas é modelada a partir das trajetórias que eles percorrem usualmente. Neste caso, em vez de empregar os valores de velocidade, são utilizadas as frequências com que eles passam pelas ruas da cidade. Assim, esse método classifica as ruas a partir das experiências e preferências dos motoristas.

A contribuição da metodologia proposta neste capítulo é a geração de estatísticas mais representativas para a malha viária de uma região a partir de trajetórias rastreadas com GPS sem o viés de grupos específicos de motoristas (taxistas, motoristas de ônibus ou caminhões, por exemplo) de ou tipos específicos de vias (como rodovias expressas). Além disso, a análise de direção permite incrementar a confiabilidade das estatísticas pela eliminação de valores de velocidade atribuídos incorretamente à via durante o processo de *map matching*.

5.6. Conclusão

Neste capítulo foi proposta uma metodologia para agregar a um conjunto de dados referente à malha viária de uma cidade estatísticas de velocidade calculadas a partir de trajetórias rastreadas, ao longo de um mês, com receptores GPS instalados em veículos. Os resultados obtidos descrevem o comportamento do tráfego ao longo dos dias da semana e das horas – embora a metodologia permita

analisar diferentes intervalos de tempo. Com isso, é possível estimar tempos de viagem em rotas e basear os critérios de planejamento no tempo de viagem ao invés de escolher apenas a menor distância. É possível, também, identificar anomalias ocorridas no tráfego, pela comparação com a série histórica de valores de velocidade.

O método proposto é empregado em três fases: (1) *map-matching*, (2) classificação temporal dos pontos GPS e (3) cálculo das estatísticas e agregação dos valores calculados à malha viária original. Devido às imprecisões inerentes ao rastreamento com GPS e à existência de pontos rastreados afastados das vias, a análise ficou restrita aos pontos posicionados nas zonas de vizinhança em torno das vias, cujas dimensões devem ser compatíveis com os reais comprimentos das respectivas vias.

A contribuição da metodologia proposta neste capítulo é a geração de estatísticas mais representativas para a malha viária de uma região a partir de trajetórias rastreadas com GPS sem o viés de grupos específicos de motoristas ou tipos específicos de vias. Os valores obtidos permitem apoiar os planejamentos de deslocamentos baseados no tempo de viagem e detectar comportamentos anômalos no tráfego. Os dados considerados anormais, se forem caracterizados como eventuais, devem ser desconsiderados a fim de manter os valores das estatísticas representativos.

A análise combinada das Tabelas 5.1 e 5.2 mostram que o aumento da largura das zonas de vizinhança o aumento na quantidade de pontos implica em aumento na quantidade de pontos orientados, utilizados na análise de direção. Contudo, o ganho não é uniforme, mas decai ao mesmo tempo que permite a associação de pontos pertencentes a outras vias (*outliers*). A análise de direções, entretanto, permite identificar e eliminar as associações equivocadas. Mesmo com a possibilidade de erros, cresce o número de vias de mão única que recebem estatísticas porque a maioria dos erros no processo de map matching ocorreram em um número reduzido de vias.

Deve-se enfatizar que muitos dos valores foram calculados sobre amostras com poucos pontos em cada intervalo de tempo. Os experimentos que adotaram vizinhanças de 3 metros de largura, 82% dos registros foram calculados com base em amostras com menos de 10 pontos. Com zonas de 5 e 7 metros de largura, essa proporção é de 79% e 76% respectivamente, o que não pode ser considerado um

ganho expressivo, dado que aumenta o risco de ocorrência de *outliers*, como já foi abordado. Essa proporção pode aumentar de forma mais confiável se a taxa de aquisição de dados aumentar ou se forem considerados pontos rastreados por períodos maiores de tempo (não apenas um mês).

Em trabalhos futuros, sugere-se combinar a análise apresentada por Biagioni *et al.* (2011), baseada nas frequências, com a distribuição espaço-temporal dos pontos rastreados. Outra abordagem que pode ser empregada é o emprego do algoritmo apresentado por Lou *et al.* (2009) para propor caminhos ao longo de trajetórias GPS com baixas taxas de registro.

Outra possibilidade de melhoria é classificação temporal adaptativa com o objetivo de detalhar melhor o comportamento do tráfego em vias com muitos pontos (intervalos de 15 minutos em vez de 1 hora) e agrupar intervalos de tempo contíguos no caso de amostras com poucos pontos (manhã – tarde – noite em vez de 1 hora). A falta de dados para essas vias significa que os usuários não costumam incluí-las nas suas viagens devido à baixa velocidade que é possível desenvolver ou à sua má conservação, por exemplo.

Outra aplicação possível é a combinação dos resultados obtidos por esta metodologia com valores obtidos com outras metodologias (como detectores de indução ou telefones celulares) visando a obter amostras maiores.

Por fim, os procedimentos empregados neste capítulo podem fornecer estatísticas de velocidades a pontos em locais estratégicos da malha viária, criando pontos de medição de velocidade (PMV) virtuais, completando a base de dados descrita na seção 3.2.

6 Descrição do tráfego com base na velocidade

Este capítulo apresenta uma abordagem para descrever estatisticamente o comportamento do tráfego. Conhecido o comportamento geral do tráfego observado em um ponto de monitoramento, é possível avaliar as possíveis variações decorrentes de ocorrências de trânsito pela comparação dos valores observados com os valores considerados normais.

A discussão neste capítulo baseia em experimentos que utilizam valores de velocidade medidos em vias públicas da Cidade do Rio de Janeiro, conforme antecipado nos Capítulos 3 e 4.

6.1. Modelo de Dados Empregado nas Análises

Face ao exposto nos Capítulos 3 e 4, foram empregados três conjuntos de dados na análise: malha viária da cidade do Rio de Janeiro, medições de velocidade e postagens do *Twitter* relacionadas ao tráfego na cidade. Cada um dos conjuntos de dados será descrito nas próximas seções.

6.1.1. Malha viária da cidade do Rio de Janeiro

Foi empregada a base de dados disponibilizada pelos serviços relacionados ao *Google Maps* para fins de roteamento e renderização de mapas de referência. A preferência pela escolha dessa base baseia-se na constante atualização dos dados cartográficos e na disponibilidade de uma API que permite customizar os parâmetros e interpretar os resultados de maneira inequívoca.

Dados da base da Prefeitura do Rio de Janeiro – Instituto Pereira Passos são usados para extrair dados complementares das vias, como a sua classificação hierárquica. Entretanto, em virtude da data de produção (2006), tal análise deve ser realizada com cautela.

6.1.2. Medições de velocidade

Os valores de velocidade apresentados na página da empresa *Maplink*, conforme descritos na seção 3.2, estão organizados por vias, chamadas de *corredores* e classificadas conforme critérios da empresa. Para fins de orientação dos usuários, cada ponto de medição de velocidade (PMV) é indicado pelos cruzamentos com outras vias. A Figura 21 ilustra um exemplo referente à via expressa Linha Amarela, onde os PMV são indicados com as referências aos cruzamentos com a R. Edgard Werneck e com a Av. Geremário Dantas, entre outras.

Cada PMV é uma tupla

$$\mathcal{P} = \langle o, c, r, g \rangle$$

onde (ver dicionário de dados no Anexo 1):

- o é um número atribuído automaticamente aos pontos, em função da ordem em que foram extraídos da página da empresa e armazenados no banco de dados.
- c é o corredor analisado;
- r é a referência ao corredor;
- g é o ponto formado pelas coordenadas do ponto, extraídas da página.

A extração dos valores de velocidade foi programada para ser automática, a cada 20 minutos, sendo o programa reiniciado algumas vezes em horários diferentes, visando à maior distribuição das observações ao longo do tempo. Foram extraídos 6.142.589 valores de velocidade fornecidos pela empresa Maplink em sua página Web entre 12/06/2014 e 31/12/2014, referente a 602 pontos distribuídos nas vias de maior movimentação da cidade.

Cada registro é uma tupla

$$\mathcal{V} = \langle r, t, v, g \rangle$$

onde (ver dicionário de dados no Anexo 1):

- r é a referência ao corredor;
- t é a hora da observação;
- v é o valor da velocidade observado em t ;
- g é o ponto formado pelas coordenadas do ponto, extraídas da página.

Veja as condições de trânsito ao vivo em Ln Amarela, trecho a trecho

Trânsito no sentido Vd de Manguinhos

TRÂNSITO AGORA

O trecho tem no momento **0km de filas** e está levando **9min** para percorrer.

SEM TRÂNSITO

Esse trecho tem **11km de extensão** e leva **9min** para percorrer.



- Trânsito livre no cruzamento da R Edgard Werneck
- Trânsito livre no cruzamento da Av Geremário Dantas
- Trânsito livre no cruzamento da Estr do Pau Ferro
- Trânsito livre no cruzamento da R Agrolândia
- Trânsito fluído no cruzamento da R Borja Reis

Figura 21 - Extrato da página da empresa Maplink com informações sobre o tráfego no corredor Linha Amarela.

6.2.Revisão conceitual

Para realizar a análise exploratória dos valores coletados, é necessário abordar conceitos como a detecção de *outliers*, classificação por clusterização e métricas de similaridade entre conjuntos de dados, abordados detalhadamente nas próximas seções.

6.2.1. Detecção de *outliers*

Os valores associados a variáveis aleatórias apresentam variações em torno de um valor mais provável, de acordo com a dispersão observada. Variações anormais (*outliers*) também podem ser observadas, devido tanto a erros de medição ou registro do valor quanto a condições incomuns ocorridas no contexto da medição. No caso de valores unidimensionais, a detecção de *outliers* pode ser baseada em indicadores estatísticos como a média ou a mediana associados ao desvio-padrão ou ao intervalo interquartilico (Braga, 2005), minimizando as ocorrências de valores menos prováveis.

Há divergências quanto ao emprego ou eliminação desses valores em análises estatísticas devido à anormalidade intrínseca das observações ao mesmo tempo em que pode indicar possibilidades críticas de ocorrência de um determinado fenômeno. Quando a quantidade de valores ditos anormais é relevante, a abordagem mais indicada pode ser um caso de clusterização, indicando diferentes tendências de comportamento possíveis.

Para os fins desta tese, os valores de *outliers* serão eliminados na análise global do comportamento do tráfego desde que não excedam 10% das amostras analisadas (Inicialmente, esse valor é arbitrário e pode variar de acordo com o tamanho da amostra). Entretanto, esses registros podem indicar a influência de algum acidente e podem ser aproveitados em outras análises. Caso esse limite seja excedido, os dados serão agrupados em duas classes, referentes ao tráfego normal e ao tráfego congestionado.

Para exemplificar os conceitos desta seção, serão empregados dois conjuntos de valores de velocidade medidos entre as 7h e as 8h: o primeiro contém valores registrados em um local às segundas-feiras, enquanto o segundo contém valores registrados no mesmo local às terças-feiras. A figura 22a ilustra a distribuição dos 84 valores da velocidade (em km/h) *versus* horário do registro, todos obtidos às segundas-feiras. A figura 22b ilustra a distribuição dos valores de velocidade obtidos às terças.

A distinção visual dos *outliers* é relativamente intuitiva, confirmando com os indicadores estatísticos apresentados. O histograma da figura 23a apresenta um valor destacado dos demais valores. Na figura 23b não são observados tais

valores. Empregando a regra dos intervalos interquartílicos¹¹ aos valores observados às segundas-feiras, são considerados *outliers* os valores de velocidade acima de 79,5 km/h e abaixo de 59,5 km/h. Outra possibilidade é o emprego dos intervalos de confiança para variáveis aleatórias de distribuição normal. Considerando o tamanho da amostra, os valores de média e desvio-padrão da amostra empregada, e o nível de significância de 99%, são considerados anormais os valores acima de 71,4 km/h e abaixo de 67,4 km/h.

O primeiro critério baseia-se nos valores do primeiro e do terceiro quartis das amostras avaliadas. Desta forma, os valores considerados anormais, não influenciam os valores dos limites estabelecidos. O segundo critério considera a distribuição normal dos valores da amostra, dependendo dos valores de média e desvio-padrão. Tais valores são calculados a partir de toda a amostra, sendo influenciados pelos valores considerados anormais. Por essa razão, Braga (2005) recomenda o emprego do primeiro critério, mesmo que a amplitude do intervalo seja normalmente maior.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

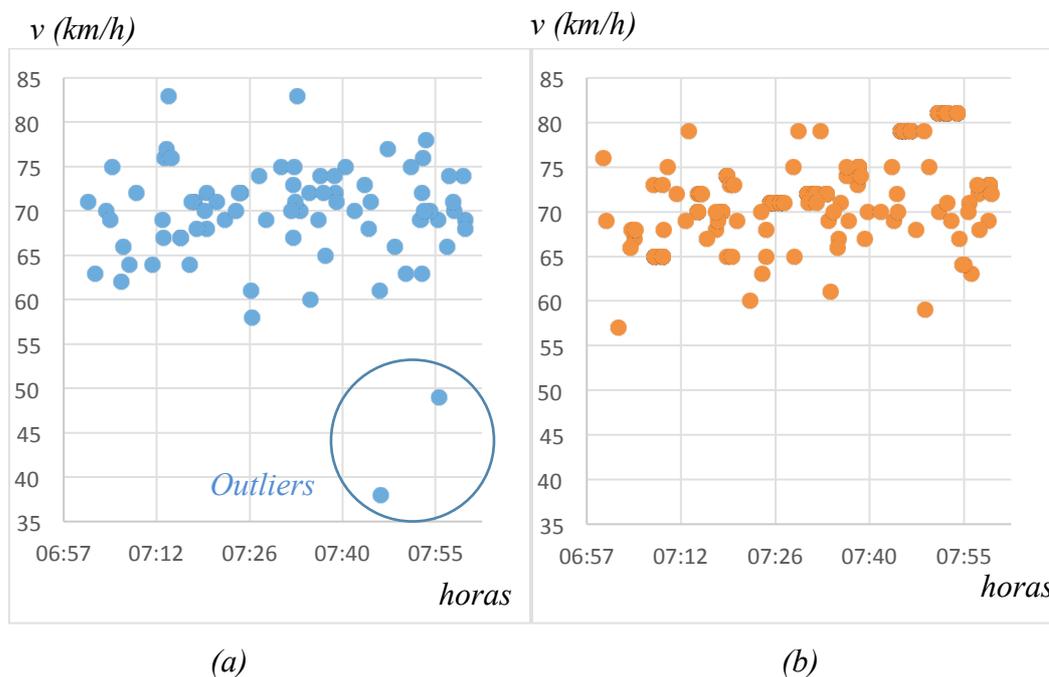


Figura 22 - Gráficos com valores de velocidade obtidos entre 7h e 8h de (a) segundas-feiras e (b) terças-feiras.

¹¹ O intervalo interquartílico é definido pela diferença entre o primeiro e o terceiro quartil de uma amostra. São considerados como *outliers* os valores superiores à soma do terceiro quartil com 1,5 vezes o intervalo interquartílico, assim como os valores inferiores ao resto do primeiro quartil com 1,5 vezes o intervalo interquartílico.

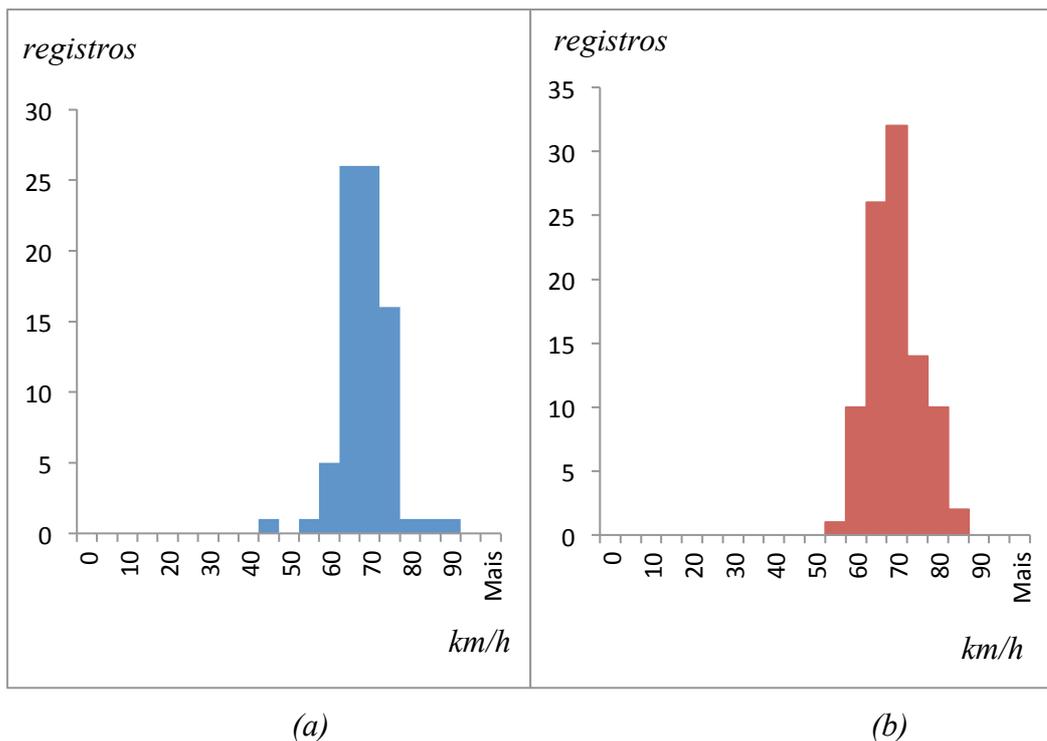


Figura 23 - Histogramas referentes aos valores de velocidade obtidos às (a) segundas-feiras e (b) terças-feiras.

6.2.2. Detecção de agrupamentos de valores

A detecção de valores anormais pode indicar uma ocorrência pontual de trânsito, razão pela qual esses valores serão avaliados individualmente, em conjunto com suas referências temporais. O agrupamento desses valores pode indicar a persistência de um fator que alterou o tráfego por algum período, razão pela qual os grupamentos devem ser avaliados em conjunto com suas referências temporais.

Os algoritmos de clusterização tem por objetivo agrupar as amostras segundo uma métrica de similaridade, que é maximizada entre os elementos do *cluster* e é minimizada entre os conjuntos de *cluster*. Este conceito é aplicado na classificação de amostras de acordo com classes específicas, definidas por algum nível de similaridade, assim como se aplica à identificação de padrões em amostras multidimensionais.

A distância entre as classes pode ser medida pela menor distância observada entre elementos das classes (*nearest neighbour* ou *single-linkage*), pela maior distância (*furthest neighbour* ou *complete-linkage*), pela média das distâncias (*group average* ou *average linkage*) ou pela distância entre os respectivos centros de gravidade ou outros pontos representativos das classes (centroides). A

especificação de uma distância mínima entre classes pode servir como critério para a criação de mais classes ou para a fusão de classes (método hierárquico).

Considerando como fixo o número de classes, os valores são particionados em função apenas da similaridade com os valores dos *clusters* existentes. O algoritmo *k-means* emprega este conceito de particionamento em função da distância ao centroide de cada *cluster*. O processo pode ser repetido, estabelecendo uma estrutura hierárquica de clusters (*k-means* divisivo).

Para a finalidade desta tese, interessa avaliar a ocorrência de agrupamentos entre os valores de velocidade, indicando variações rotineiras de comportamento do trânsito, não perceptíveis pelos critérios de detecção de *outliers*. A primeira abordagem possível de ser empregada é a elaboração de um histograma baseado em intervalos de velocidade pré-definidos (por exemplo, 5 km/h). Intervalos sem (ou com poucos) valores observados são indícios de clusterização. *Clusters* com poucos valores observados são indícios de *outliers*. Portanto, estabelecer previamente tais parâmetros pode indicar valores residuais que podem facilitar a análise dos dados observados.

Por exemplo, analisando o histograma ilustrado na Figura 23, é possível identificar a descontinuidade nos intervalos de 45 e 55 km/h, assim como é possível identificar que esses *clusters*, possuem apenas um ponto, caracterizando *outliers*. Esses mesmos *outliers* foram identificados pelos critérios apresentados na seção 6.2.1 e, se tivessem sido eliminados antes da elaboração do histograma, haveria apenas um grupo de valores.

Observando o conjunto de dados de velocidade obtidos às segundas-feiras, porém no intervalo entre 10h e 11h, é possível observar um grande número de *outliers* com baixa velocidade (Figura 24a). O método IIQ classifica como anormais as velocidades inferiores a 44,5 km/h (12 valores) e superiores a 88 km/h. A análise do respectivo histograma (Figura 24b) indica a existência de dois grupamentos de valores, muito embora não haja descontinuidades nas faixas de valores. A aplicação do algoritmo *k-means* gerou dois conjuntos de valores: um com velocidades superiores (52 valores) e outro com valores inferiores (13 valores) a 47 km/h. Apenas um valor do grupamento inferior não foi considerado anormal pelo método dos intervalos interquartílicos.

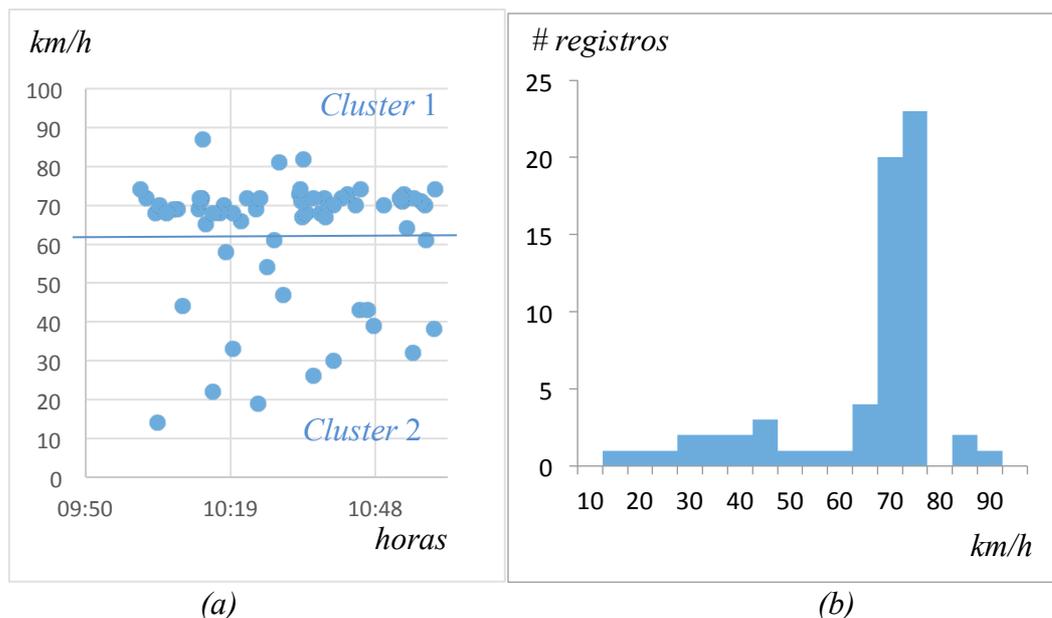


Figura 24 - Observações de velocidade às segundas feiras entre 10h e 11h: (a) distribuição dos valores e (b) Histograma com intervalos de 5 km/h.

O agrupamento identificado na região de altas velocidades consiste de 3 valores que podem ser desprezados se forem definidos tamanhos mínimos para os grupamentos, mesmo que não tenham sido eliminados pelo método IIQ.

6.2.3. Métricas de similaridade entre distribuições de valores

Ao observar os valores uma variável aleatória qualquer, pode-se calcular indicadores que descrevam tal amostra. Conceitos como média, mediana, moda, variância e desvio-padrão são amplamente empregados quando o objetivo é descrever a acurácia e a precisão das observações realizadas. O conceito de covariância quantifica o grau de associação entre duas variáveis aleatórias, enquanto o coeficiente de correlação quantifica a dependência linear entre tais variáveis (Hines *et al*, 2006). Em alguns casos, a associação linear pode ser observada após a transformação dos valores de uma das amostras (por exemplo, o logaritmo dos valores).

A identificação da relação entre os valores apresentados por duas variáveis aleatórias pode indicar a relação entre os fenômenos medidos. Os indicadores estatísticos já mencionados fornecem uma descrição geral da amostra, o que pode impedir comparações mais detalhadas e a observação de padrões ou tendências.

Cha (2007) associa o conceito de similaridade ao de distância: quanto maior a distância entre dois objetos, maior a divergência, ou seja, menor a similaridade. Ele lista diversas métricas para similaridade e distância, classificando-as em famílias e indicando os óbices de implementação (como divisão por zero e logaritmo de zero). Outra métrica relacionada à medição de similaridade entre amostras é a distância de Levenshtein, dada pelo número mínimo de operações (inserções, deleções e substituições) necessárias para transformar uma *string* em outra.

Dentre as métricas de similaridade e as distâncias apresentadas por Cha (2007), observa-se que os valores das frequências relativas são analisados em pares dentro da ordem estabelecida dentro de cada amostra (primeiro com primeiro, segundo com segundo, e assim sucessivamente).

Observando as distribuições de velocidade usadas como exemplo, percebe-se que as amostras possuem tamanhos diferentes. As frequências absolutas ilustradas nos histogramas da Figura 23 não permitem comparação direta. São calculadas, então, as frequências relativas, dividindo as frequências observadas em cada intervalo pela quantidade de elementos existentes em toda a amostra. Sendo assim, os valores de distância e similaridade podem ser calculados independentemente do tamanho de cada amostra.

O valor da correlação de Pearson indica a alta dependência linear entre as duas amostras. Os coeficientes de similaridade dados pela função cosseno, pela fórmula de *Jaccard* e pela média harmônica são obtidos a partir do produto escalar dos vetores formados pelos valores das frequências relativas. O coeficiente de fidelidade é obtido pela soma das médias geométricas dos pares de valores comparados e está relacionado à distância de *Bhattacharyya* que, para dados normalmente distribuídos, fornece um limite superior para o erro de Bayes. A distância de *Sørensen* baseia-se na soma dos módulos das diferenças observadas entre os pares de valores comparados, muito semelhante à chamada distância de Manhattan.

Por exemplo, a Tabela 5 sintetiza os valores calculados com base nos conceitos apresentados nesta seção e nos conjuntos de valores representados pelos histogramas das figuras 23. Em todos os cálculos, não foram descartados os valores considerados anormais. Pode-se observar a relação entre os altos valores de similaridade e os baixos valores de distância.

Como métrica de similaridade entre duas distribuições de frequências relativas p_1 e p_2 , será adotada nesta tese a fórmula do cosseno (equação 6), baseada no produto interno das distribuições dividido pelo produto de suas normas. A razão dessa escolha é a simplicidade dos cálculos, sem a possibilidade de ocorrer divisões por zero, logaritmos de valores nulos, entre outras inconsistências computacionais.

$$s = \frac{(p_1 \cdot p_2)}{|p_1| |p_2|} \quad \text{eq. (6)}$$

Tabela 5 - Valores de similaridade e distância entre os valores de velocidade observados

Fórmula	Similaridade	Distância
Pearson	0,961348	
Cosseno	0,972041	
Média Harmônica	0,9596702	
<i>Jaccard</i>	0,945230	
Fidelidade	0,972651	
<i>Sørensen</i>		0,137002
<i>Bhattacharyya</i>		0,02773
Euclidiana		0,124705

6.3. Metodologia para análise de amostras de velocidade

As análises descritas nas seções anteriores serão aplicadas aos conjuntos de pontos de cada via, separadamente, conforme a seguinte sequência de operações:

1. Os valores de velocidade foram agrupados por dia da semana (de segunda a sexta) e hora (de 5 às 23);
2. Em cada grupo foram excluídos possíveis *outliers*, empregando os limites computados com base nos primeiro e terceiro quartis da amostra;
3. Nos casos em que a proporção de observações anormais ultrapassou 10% das amostras observadas¹², a amostra foi clusterizada em dois grupos, sendo

¹² O valor de 10% foi arbitrado.

considerado nas análises somente o grupo com os maiores valores de velocidade;

4. Foram construídos histogramas com base nas amostras restantes, classificadas por dia da semana e hora do dia, em intervalos de 5 km/h;
5. Foram computadas as frequências relativas dos valores de velocidade a partir dos histogramas produzidos na operação 4 e dos tamanhos das amostras consideradas;
6. Foram calculadas as similaridades entre as distribuições de velocidades observadas em pontos consecutivos, nos mesmos dia e horário.

Os resultados obtidos após a realização dessas operações nas bases de dados empregadas estão descritos nas seções seguintes.

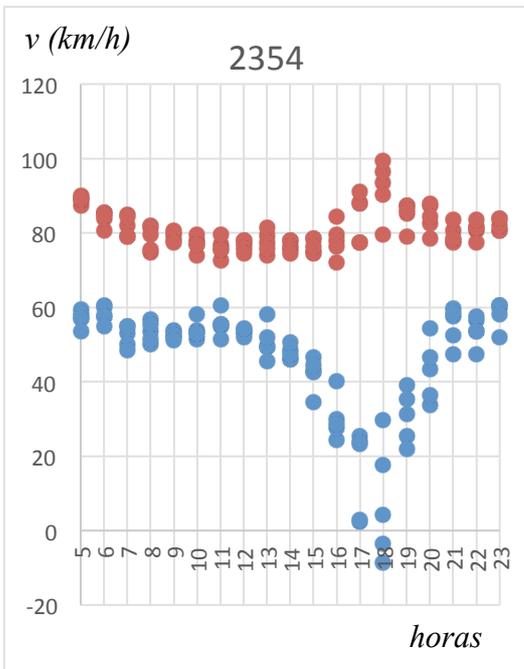
6.3.1. Detecção de *outliers*

Após analisar os valores abaixo dos quais as velocidades seriam consideradas anormais, os limites superior e inferior dos *outliers*, empregados no segundo passo, são mais distantes entre si nos horários considerados de pico, enquanto em horários de tráfego mais regular, os limites são mais próximos. Isso indica variação de velocidade, havendo dias com grande congestionamento e dias com fluxo livre. Valores negativos não implicam velocidades negativas, e sim uma consequência da grande dispersão de valores de velocidade presentes na amostra.

Como exemplo, considere dados referentes aos pontos de número 2354 e 2355, localizados na pista central da Avenida Brasil, sentido zona Oeste, no Bairro do Caju. Esses pontos estão distantes 585 metros entre si. O gráfico ilustrado na figura 25 mostra os valores de velocidade (km/h) X hora do dia. Os pontos registrados na mesma hora referem-se a diferentes dias da semana. Observa-se maior movimento na parte da manhã, reduzindo no meio do dia, aumentando na parte da tarde e tornando a reduzir até que se normalize após as 20h.

Ao considerarmos as amostras como uma série temporal, é possível analisar os dados em busca de padrões de tendência, variações cíclicas, sazonalidade, além de variações irregulares (Reis, 2014). É possível perceber, analisando o mesmo gráfico, o comportamento cíclico na distribuição de valores de velocidade, caracterizado pelo agrupamento de valores de velocidade em diferentes dias de

semana, nos mesmos horários. Observa-se, no entanto, maior dispersão nos horários de pico. Nos PMV onde é observado esse comportamento cíclico, é possível enriquecer as estatísticas, classificando as observações apenas em função da hora do dia, eliminando a variável dia da semana.



v (km/h)

horas

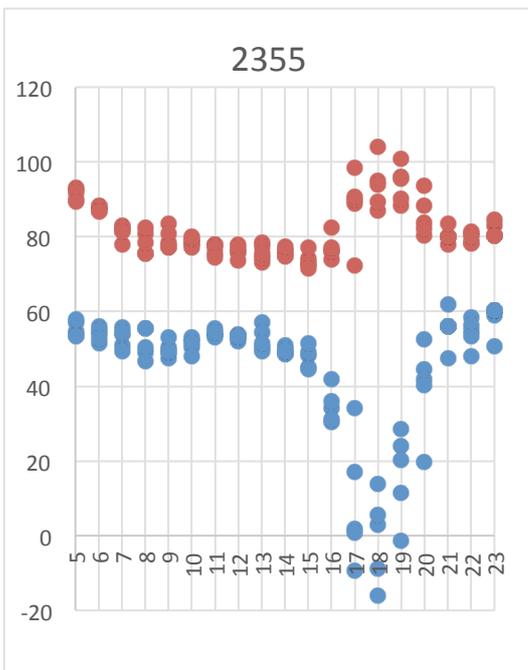


Figura 25 - Limites superior e inferior de *outliers* observados nos pontos 2354 e 2355 em função da hora do dia, em diferentes dias da semana.

6.3.2. Detecção de agrupamentos de valores

Foram submetidas ao processo de clusterização as amostras onde a quantidade de valores de velocidade considerados anormais excedeu 10% do total da amostra. O gráfico da Figura 26 indica que a ocorrência desses casos é maior entre 12h e 16h, decrescendo nos horários considerados de pico. A explicação para esse fato é a maior variação de valores de velocidade nesses horários.

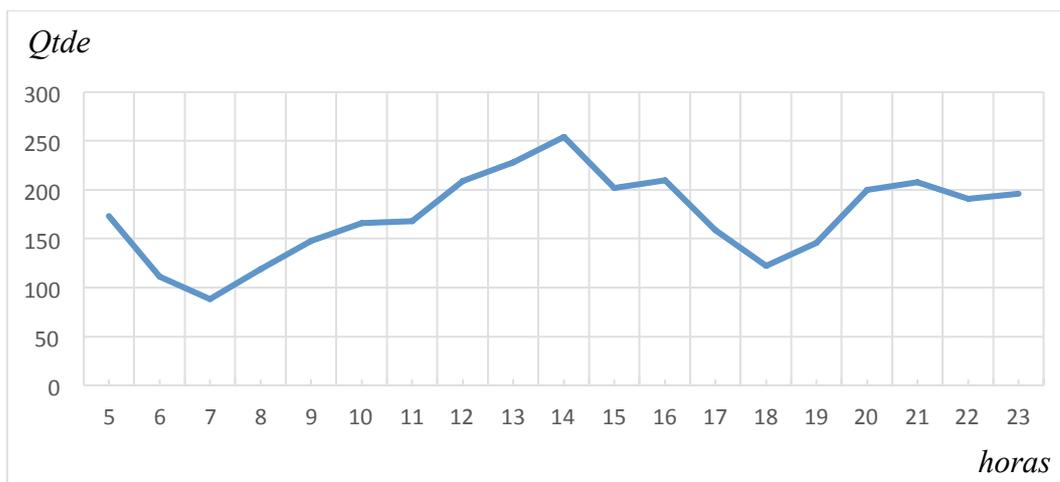


Figura 26 - Quantidade de agrupamentos detectados em função da hora do dia.

Do total de casos de formação de agrupamentos, 62% ocorreram nas vias expressas Avenida Brasil (pista central), Linha Amarela e Linha Vermelha, o que explica a ocorrência de um grupo com altos valores de velocidade se alternando com um grupo considerável de registros de baixos valores. Considerando o total de amostras registradas essas vias apresentam percentuais dentre os maiores (respectivamente, 0.10%, 0.14% e 0.34%, sendo este último o maior percentual observado). Contudo, foram observados percentuais relativamente elevados (0.09% dos registros) em outras vias como o Túnel André Rebouças (outra via expressa), Estrada do Galeão (via arterial secundária) e Autoestrada Lagoa-Barra (via coletora). Os demais valores apresentados foram inferiores a 0.05%.

6.3.3. Métricas de similaridade entre distribuições de valores

Considerando que as condições do trânsito se propagam pela via ao longo do tempo, é esperado algum nível de correlação entre dois pontos monitorados consecutivos. A figura 27 ilustra os valores de similaridade observados entre os

pontos 2354 e 2355. Para fins de realçar as diferenças encontradas, o eixo vertical apresenta apenas valores acima de 75%. Observa-se que, após as 15h, a similaridade entre as distribuições diminui, chegando a cerca de 80% em alguns dias. Contudo, nos horários de fluxo normal, a similaridade ultrapassa 90%. Em termos práticos, os valores maiores de similaridade revelam que ocorrem grandes variações na distribuição de velocidade.

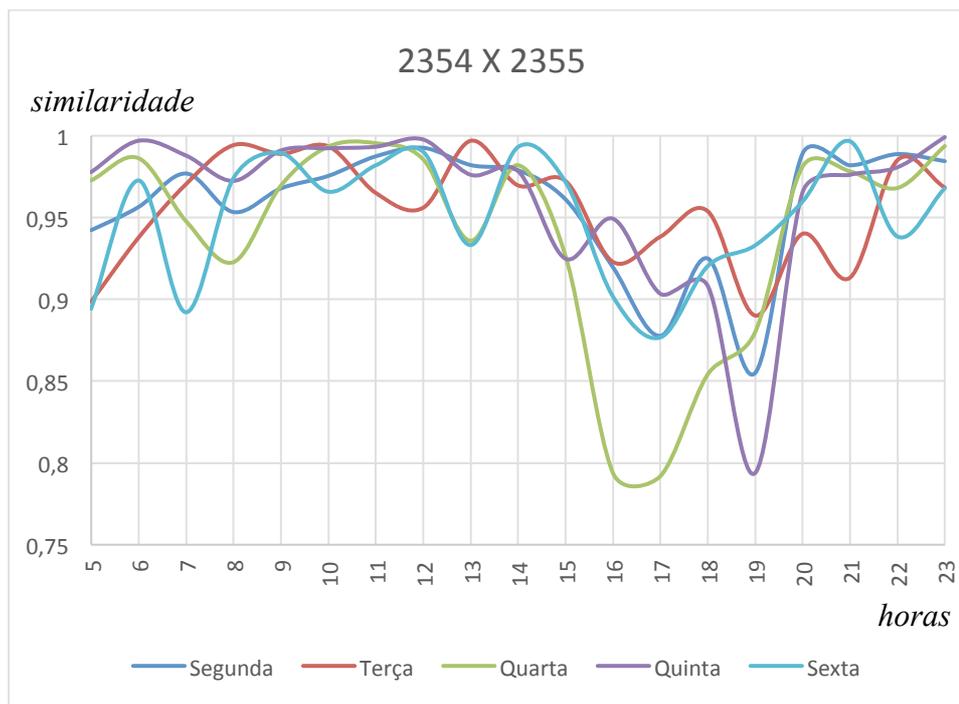


Figura 27 - Valores de similaridade entre as distribuições de velocidade, em função da hora do dia, nos pontos 2354 e 2355.

Porém, outros pares de pontos, mesmo pertencendo à mesma via, podem apresentar pouca similaridade entre as distribuições de valores de velocidade em virtude da distância entre eles, da influência de entradas e saídas de veículos entre esses locais, entre outros fatores. Como exemplo, os valores de similaridade observados entre os pontos 2356 e 2357 são representados no gráfico da Figura 28. Ao longo dos 1100 metros existentes entre esses dois locais, existe uma entrada para veículos da pista lateral e sinalização alertando quanto à fiscalização eletrônica de velocidade (detalhe da Figura 29).

6.4. Conclusão

Neste capítulo, foram analisados os dados de velocidade extraídos da página da empresa Maplink referentes à cidade do Rio de Janeiro, classificados de acordo com o dia da semana e com a hora do dia do registro. Dados similares estão disponíveis para outras cidades do país, o que permite a reprodução da metodologia proposta neste capítulo nessas cidades. Nas cidades onde não há disponibilidade desses dados, podem também ser empregadas estatísticas de velocidade obtidas com o emprego da metodologia proposta no Capítulo 5, considerando pontos ao longo da malha viária, ou por meio de contadores de *loop* (*loop detectors*), instalados ao longo da malha viária.

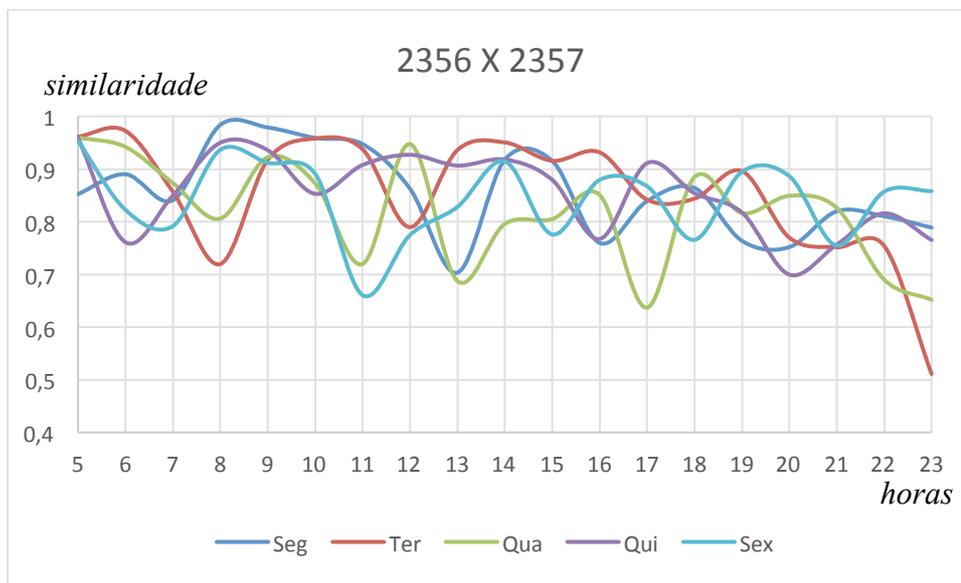


Figura 28 - Valores de similaridade entre as distribuições de velocidade, em função da hora do dia, nos pontos 2356 e 2357

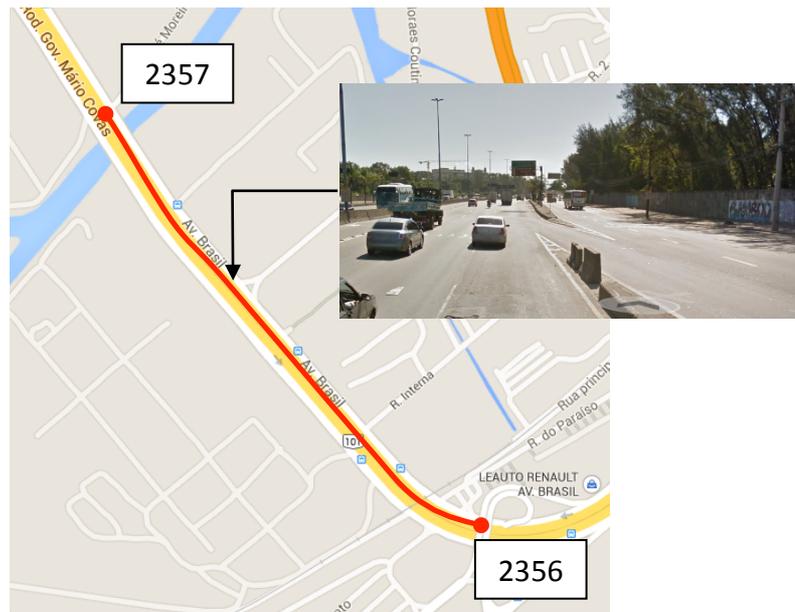


Figura 29 - Localização e posicionamento relativo entre os pontos 2356 e 2357.

O primeiro processo consiste na identificação dos valores considerados anormais, empregando o critério dos intervalos interquartílicos, e eliminação de tais valores. Em alguns dos casos, as observações anormais podem ser uma parcela representativa da amostra total, caracterizando a formação de agrupamentos isolados de valores de velocidade. Nos experimentos realizados foi empregado o agrupamento com maior quantidade de observações.

O segundo processo consiste na classificação das amostras de velocidade referentes a cada PMV por dia da semana e por hora do dia. Analisando essas bases de dados, foi observado que:

- Em alguns PMV, a distribuição das velocidades nos dias úteis, ao longo do dia, é cíclica, o que permite desconsiderar a influência do dia da semana em tais pontos.
- ocorre grande variação de velocidade nos horários considerados de pico, refletindo nos limites dos quartis e, conseqüentemente, nos limites para classificação de *outliers*.
- Podem ser formados agrupamentos (*clusters*) entre os valores de velocidade, indicando dois estados distintos no fluxo: altas velocidades ou congestionamento, predominando o primeiro grupo. Tal comportamento foi observado predominantemente em PMV localizados em vias expressas.

- a similaridade entre as distribuições de velocidade pode ser empregada na identificação de interferência no tráfego entre dois PMV. Altos valores de similaridade indicam alta correlação entre os perfis de velocidades comparados, enquanto baixos valores de similaridade indicam que a distribuição de valores de velocidade varia mais conforme se aproxima de zero. Tais variações são consequências da interferência do trânsito em virtude da entrada e saída de veículos de outras vias, sinais de trânsito, pedestres, entre outros fatores.

7 Avaliação das variações das velocidades após acidentes

Já foi mencionado na seção 2.2 que congestionamentos são alterações no equilíbrio entre capacidade e fluxo de veículos. Também foi mencionado que os acidentes reduzem as capacidades do trânsito dado que faixas são interditadas e os motoristas precisam se adequar ao espaço disponível para trafegar. Foi visto no capítulo 6 que há horários em que o tráfego flui sem resistência, em que a capacidade da via é superior ao fluxo de veículos que passa por ela. Nesses casos, a ocorrência de um acidente pode não alterar as velocidades, uma vez que os valores de fluxo e densidade se ajustam. Há, entretanto, horários em que o congestionamento se reflete na redução de velocidade, conforme foi abordado no Capítulo 6.

7.1. Metodologia

Este capítulo descreve como avaliar as variações de velocidade observadas nos PMV próximos a locais onde ocorreram acidentes de trânsito. A avaliação ocorre em três passos, detalhados nas próximas seções: (a) seleção dos dados, considerados os critérios de qualidade apresentados no capítulo 4; (b) ordenação dos pontos de monitoramento a serem avaliados; (c) avaliação dos valores de velocidade; e (d) identificação de propagação do congestionamento.

Novamente, a discussão neste capítulo baseia em experimentos que utilizam valores de velocidade medidos em vias públicas da Cidade do Rio de Janeiro.

7.1.1. Seleção de Dados

Além dos dados descritos na seção 6.1, foram empregados neste capítulo ocorrências selecionadas entre publicações no *Twitter* relacionadas às palavras-chave *acidente*, *colisão* e *enguiçado* e localizadas na Cidade do Rio de Janeiro. Estas palavras-chaves são apresentadas por Redlich (2013) como parte de uma ontologia de fatos relacionados ao trânsito, que também inclui interdições (*interdição* e *fechada*), engarrafamentos (*retenção*, *congestionamento* e *lentidão*) e

eventos climáticos (*chuva, chuva forte, alagamento, bolsão d'água*). O resultado da seleção dos *tweets* está detalhado no anexo 2.

Na seção 3.4, foi visto que a cada *tweet* estão associados diversos metadados. O processo de extração registrou apenas alguns deles, considerados úteis para esta aplicação. Assim, cada *tweet* é uma tupla

$$T = \langle i, x, u, t, k, g \rangle$$

onde (ver dicionário de dados no Anexo 1):

- *i* é identificador atribuído ao *tweet*.
- *x* é o conteúdo da mensagem do *tweet*;
- *u* é o nome do usuário que publicou o *tweet*;
- *t* é o timestamp que contém data e hora da publicação;
- *k* é a palavra-chave usada para extrair o *tweet*;
- *g* é o ponto formado pelas coordenadas do ponto, extraídas da página.

Cada publicação selecionada possui uma área de abrangência espacial, ou seja, as vias existentes nas redondezas estão potencialmente sujeitas aos efeitos de redução de velocidade como consequência dessas ocorrências. Portanto, ao selecionar os pontos de medição de velocidade (PMV) posicionados próximos ao local associado a cada *tweet*, é selecionado também um conjunto de valores de velocidade, extraídos conforme explicado na seção 3.1.2 e modelados na seção 6.1.2.

Afirmar que dois locais são próximos dependerá do conceito mais adequado de distância em relação à aplicação. A distância pode ser interpretada como o comprimento da linha geodésica¹³ que une dois pontos. Esta distância pode ser calculada pela extensão PostGIS do SGBD PostgreSQL, conforme as especificações de (OGC, 2010b). Contudo, a distância de Manhattan (ou do taxista) é dada pela soma dos comprimentos dos segmentos percorridos entre aqueles dois pontos. Essa distância pode ser obtida com soluções de roteamento, desde que a rede viária esteja configurada corretamente.

Nos testes realizados, foram selecionados inicialmente PMV distantes até dois quilômetros do local associado a cada *tweet*. Essa seleção é necessária devido à restrição de solicitações diárias realizadas pela API de roteamento do *Google*

¹³ Menor curva que une dois pontos, medida sobre a superfície de referência.

Maps. Com esta API, dados um ponto de origem (neste caso, um PMV) e um de destino (neste caso, o local indicado no *tweet*), pe possível extrair os pontos que definem a rota, instruções de deslocamento, comprimento de cada trecho e o comprimento total da mesma. Para o modelo de dados empregado nesta tese, cada rota é uma tupla

$$\mathcal{R} = \langle t, o, l \rangle$$

onde (ver dicionário de dados no Anexo 1):

- t é uma instância de \mathcal{T} (seção 7.1);
- o é uma instância de $\mathcal{P} = \langle o, c, r, g \rangle$;
- l é o comprimento da rota fornecido pelo serviço do *Google Maps*.

São selecionados os pontos cujas respectivas rotas até o local do *tweet* não excedam três quilômetros. Tanto a distância geodésica quanto o comprimento máximo da rota foram arbitrados, levando em consideração a ordem de grandeza do comprimento das vias da cidade e as distâncias entre os pontos de medição de velocidade. Além desses fatores, a densidade de vias e a conformação topológica da malha viária são fatores que influenciarão essa escolha. O gráfico (b) não permite afirmar o horário em ocorreu o *tweet*, mas se for seguido o mesmo critério da análise do gráfico (a), a transição do quarto para o terceiro sextil se inicia por volta das 7:30h. Como se tratam de vias de hierarquias diferentes, permanece a questão quanto ao padrão de classificação do tráfego em função da distribuição das velocidades: o mesmo padrão se aplicaria a vias de hierarquias diferentes?

Após o filtro espacial, são selecionadas as amostras de velocidade registradas antes e depois do horário da publicação. Nos testes realizados, o intervalo de tempo considerou os registros realizados até duas horas antes e até duas horas depois. Cada amostra de velocidade é uma instância de \mathcal{V} (seção 6.1.2), selecionada pelos critérios mencionados.

Como a extração ocorre a cada 20 minutos, cada amostra possui, normalmente, 12 valores de velocidade. São descartadas as amostras onde faltam valores.

7.1.2. Ordenação dos pontos

O objetivo desta fase é ordenar os pontos quanto à distância ao local da publicação. Em muitos casos, a rota obtida para um PMV contém as rotas de outros PMV como uma única rota com vários pontos intermediários.

Outro fator a ser considerado é a existência de outras rotas que convergem no local do *tweet* mas chegam por direções diferentes. Os PMV devem ser agrupados de acordo com as rotas a fim de facilitar a análise da propagação dos efeitos.

7.1.3. Avaliação dos valores de velocidade

Mediante a ocorrência de um acidente em uma determinada via, são possíveis os seguintes cenários:

- O trânsito é normalmente congestionado, de modo que a redução de velocidade não é percebida;
- O trânsito reflete a redução de capacidade da via pela redução de velocidade;
- Havendo indícios de congestionamento, os motoristas optam por vias alternativas (Knoop, 2009), minimizando a influência do acidente principalmente em locais mais afastados.

Nota-se que as velocidades apresentam pequenas variações tanto antes quanto depois da ocorrência do fato.

Para detectar se o valor de velocidade observado é considerado normal, propõe-se empregar um indicador baseado na probabilidade de observar valores inferiores a ele, observados no mesmo dia da semana e no mesmo intervalo. Esse indicador, doravante chamado de *frequências relativas cumulativas* (FRC), é numericamente igual à soma das frequências relativas, calculadas na seção 6.3, nas faixas de velocidade inferiores. Com isso, baixos valores de velocidade poderão ser identificados como normais ao invés de ser classificado como reflexos do acidente.

Para exemplificar, considere os dados da Tabela 6, onde estão dispostas as distribuições relativas das velocidades do PMV #1273 às quartas-feiras entre as 7h e as 10h. A primeira coluna indica a hora do dia, enquanto as demais colunas

representam as frequências relativas dos valores contidos nas faixas de velocidade representadas (em km/h).

Tabela 6 – Exemplo de frequências relativas das velocidades observadas em PMV

Hora	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 -25	25 - 30	30 - 35
7	0	0.013514	0.013514	0.054054	0.054054	0.067568	0.067568
8	0	0.010753	0.053763	0.032258	0.086022	0.053763	0.043011
9	0	0.013158	0	0.026316	0.065789	0.184211	0.065789
10	0	0	0	0.015152	0.030303	0.060606	0.090909

A célula realçada na tabela 6 indica que cerca de 5,4% das velocidades observadas nesse PMV entre 7h e 7:59h apresentaram valores de velocidade entre 15 e 20 km/h. Se o valor de velocidade observado for de 17 km/h, o indicador proposto será composto pelas somas das frequências relativas referentes às faixas de velocidade inferiores e à faixa que contém o valor, neste exemplo, as de 0-5 km/h, de 5 - 10 km/h, a de 10 - 15 km/h e a de 15 - 20 km/h. Ou seja, a chance de ocorrer velocidades menores ou iguais a 17 km/h neste ponto e neste horário é de $(0 + 0.013514 + 0.013514 + 0.054054)$, ou seja, aproximadamente, de 13,5%.

Outra forma de interpretar esse indicador é dividir o intervalo entre 0 e 1 em quantis. Se, por exemplo, a soma de frequências relativas for igual a 0,25 o valor de velocidade considerado, dentre 100 valores de velocidade ordenados de forma crescente, ele ocuparia a 25ª posição.

7.1.4. Identificação de propagação do congestionamento

Visando a incrementar a análise dos dados de velocidade, os *tweets* foram divididos de acordo com a hierarquia da via onde foi registrado. O valor da hierarquia da via foi obtido a partir da base de ruas obtida a partir do Geoportal da Prefeitura do Rio de Janeiro.

A análise da propagação remonta ao ordenamento dos pontos em grupos, de acordo com a interseção das rotas que levam ao local indicado pelo *tweet*. Emprega-se as FRC (seção 7.1.3) como parâmetro para avaliação das reduções e reunindo os valores observados nos PMV pertencentes a uma mesma rota. Então é composto o gráfico de propagação em que, no eixo horizontal estão representados os horários de observação e no eixo vertical estão indicados os PMV ordenados de baixo para cima, na ordem crescente do comprimento da rota que parte dele até o

local do *tweet*. Os valores intermediários são interpolados e classificados conforme as faixas de valores de FRC predefinidas. Apesar de não haver padrão para classificar a gravidade do congestionamento com base na probabilidade, os intervalos empregados no gráfico dão a noção da redução real da velocidade.

A interpretação dos gráficos de propagação podem seguir duas vertentes: a análise horizontal considera a variação das FRC em um mesmo PMV ao longo do tempo, como indicado na Seção 7.3; a análise vertical considera a variação das FRC observadas ao longo de uma rota no horário indicado (de baixo para cima, à medida que se afasta do local indicado no *tweet*).

A transição de cores indica a mudança do quantil¹⁴ em que se encontra a velocidade observada. Se, por exemplo, com o passar do tempo (análise horizontal), ocorrer a transição da região que representa o terceiro sextil para aquela que representa o segundo sextil, presume-se que houve redução real de velocidade e, conseqüentemente, de capacidade da via. A transição da região referente ao segundo sextil para a região que representa o primeiro sextil destaca o agravamento das reduções. Se, ao longo da rota (análise vertical), ocorre a transição da região que representa o segundo sextil para aquela que representa o terceiro sextil, significa que os baixos valores de FRC ocorreram nos locais mais próximos ao local indicado no *tweet* mas não no PMV seguinte (dentro da mesma rota). O mesmo raciocínio se aplica às transições entre diferentes quantis, representados pelas outras cores.

7.2. Experimentos Realizados

Com base nos dados selecionados do Twitter, foi elaborado o gráfico da Figura 30, que ilustra a distribuição geográfica das ocorrências. Já o gráfico representado na Figura 31 apresenta a distribuição das ocorrências ao longo das horas do dia, discriminadas por palavra-chave. É possível destacar o grande número de ocorrências publicadas às 7h, às 19h e às 20h e o baixo número de registros publicados às 18h.

¹⁴ Nos exemplos desta seção foi empregado o sextil, mas tanto a quantidade de classes como os seus limites podem ser customizados.

O gráfico representado na Figura 32 soma as ocorrências, de modo que se observam dois períodos de redução mais acentuada, às 11h e às 18h, assim como os picos observados às 7h, às 19h e às 20h.

O gráfico ilustrado na Figura 33 ilustra a distribuição de valores de velocidade (em km/h) em função do horário, referente a PMV descritos na legenda, vizinhos ao local indicado pelo *tweet* #539728870866300929, e dispostos em ordem crescente do comprimento da respectiva rota. O eixo vertical está posicionado no horário de publicação do *tweet*, para fins de referência temporal.

Observa-se no mapa da Figura 34 que os PMV numerados entre 1309 e 1312 estão posicionados sobre a mesma via, unidos pela linha vermelha, enquanto os PMV #1272 e #1273 encontram-se em outra via, unidos pela linha de cor amarela. Após a interseção das linhas, ambas as rotas seguem o traçado da linha de cor vermelha. Voltando ao gráfico da Figura 33, é possível identificar a uniformidade dos valores observados nos conjuntos de pontos pertencentes à mesma rota. Ainda é possível observar que antes das 8h, os valores de velocidades das duas rotas são bem próximos. Depois, os valores do primeiro conjunto permanecem constantes, enquanto o segundo grupo apresenta reduções sucessivas durante cerca de uma hora e volta a subir.



Figura 30 – Distribuição geográfica das ocorrências por palavra-chave (base cartográfica *Open Street Maps*).

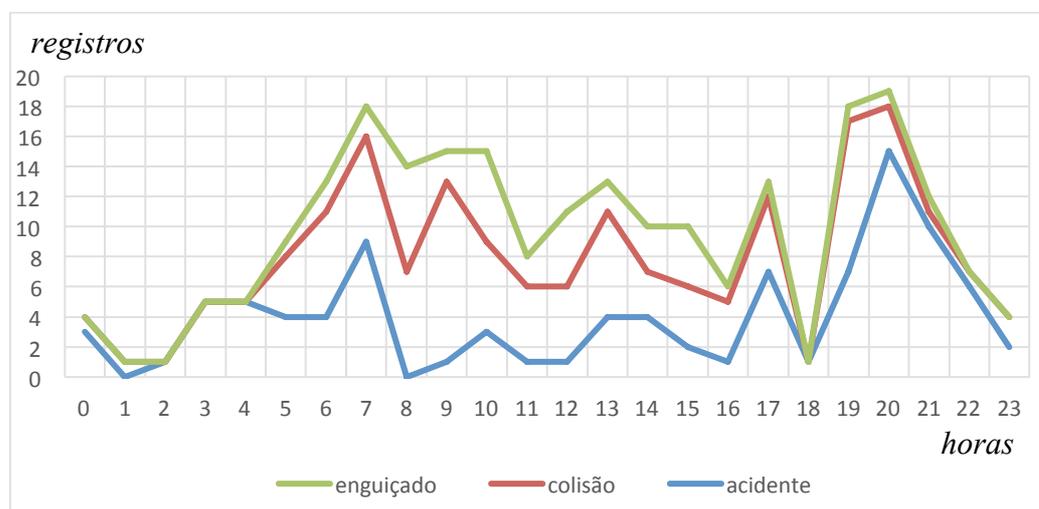


Figura 31 – Distribuição das ocorrências por palavra-chave e por hora do dia.

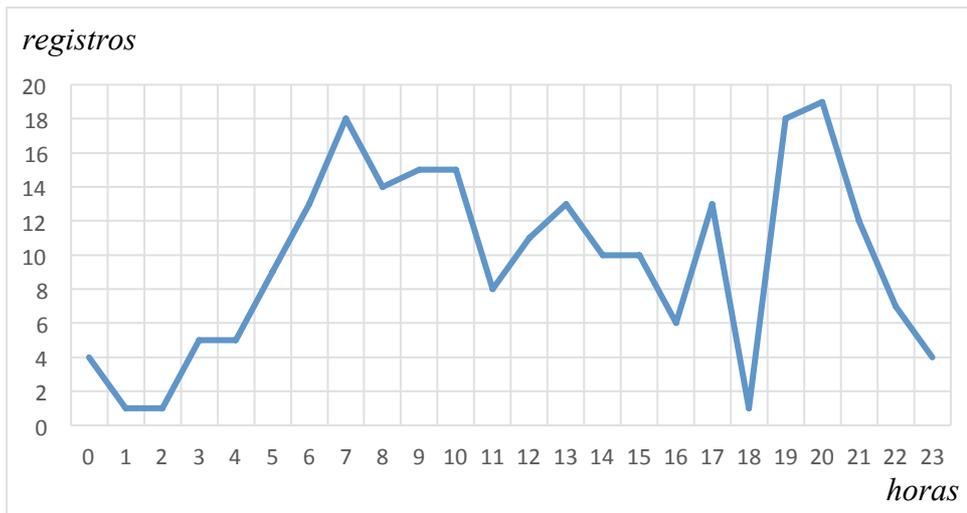


Figura 32 – Distribuição total das ocorrências por hora do dia.

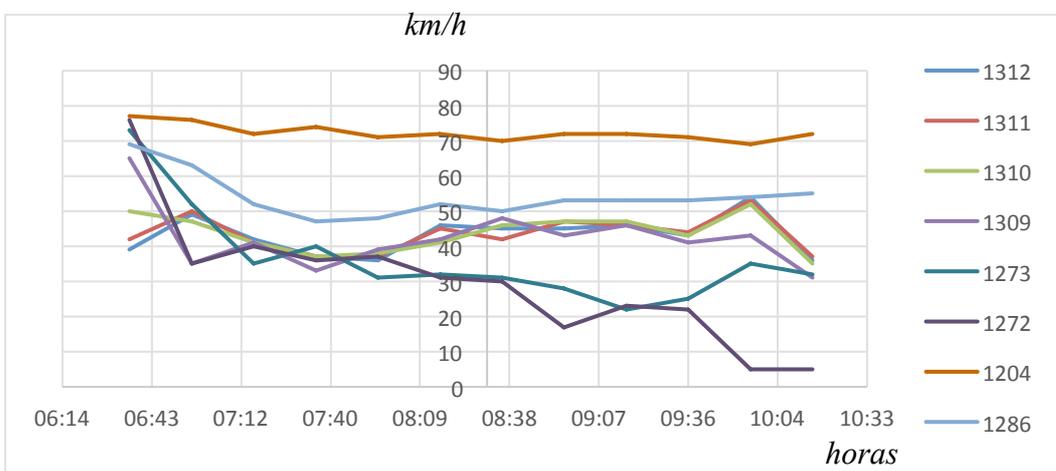


Figura 33 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao local de ocorrência do tweet #539728870866300929.

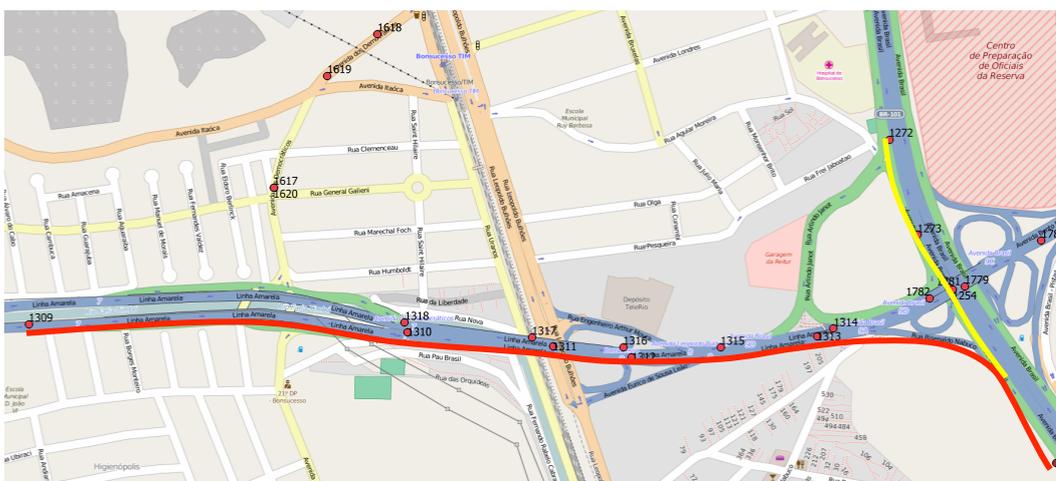


Figura 34 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao local de ocorrência do tweet #539728870866300929.

Observando novamente a Figura 33, é possível identificar duas outras linhas com valores de velocidade referentes aos PMV #1204 e #1286. Esses pontos atendem aos mesmos critérios estipulados para os demais pontos. Contudo, o comprimento da rota que parte desses pontos até o local indicado no *tweet* é de 2776m. Além disso, eles estão localizados no contrafluxo do local da ocorrência.

A Figura 35 apresenta os gráficos que representam a variação do indicador proposto (eixo vertical) ao longo do tempo (eixo horizontal) nos PMV (a) #1272 e (b) #1309. É possível identificar reduções bruscas nas probabilidades observadas no PMV #1309, mesmo quando as velocidades observadas no gráfico da Figura 33 são crescentes. Isso significa que, mesmo que o valor absoluto da velocidade cresça, se o valor de FRC for baixo, esse valor é considerado baixo na comparação com os valores de velocidades observados naquele PMV no mesmo dia da semana e intervalo horário. A mesma dedução serve para interpretar um baixo valor absoluto de velocidade, comparando-o com outros valores obtidos nas mesmas condições: se o trânsito é sempre intenso e as velocidades são baixas, é possível observar altos valores de FRC.

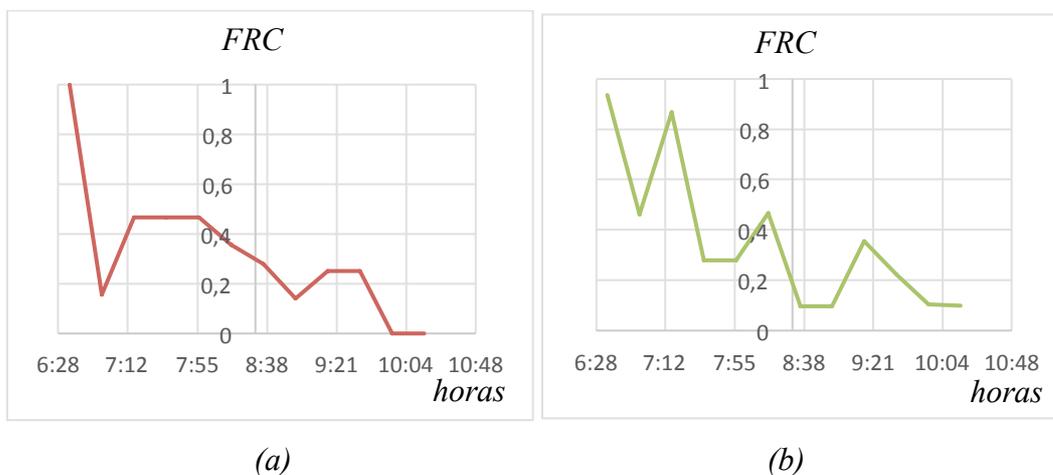
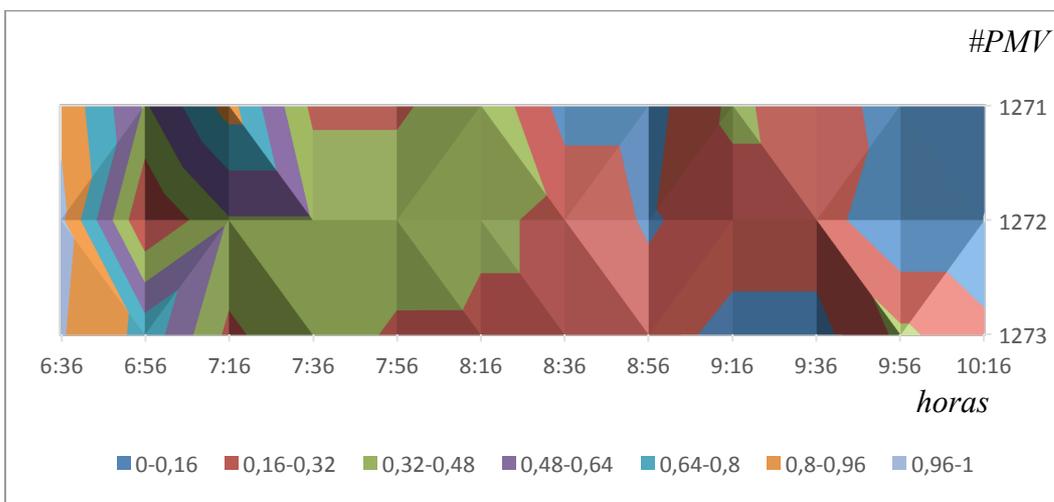


Figura 35 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos PMV (a) #1272 e (b) #1309.

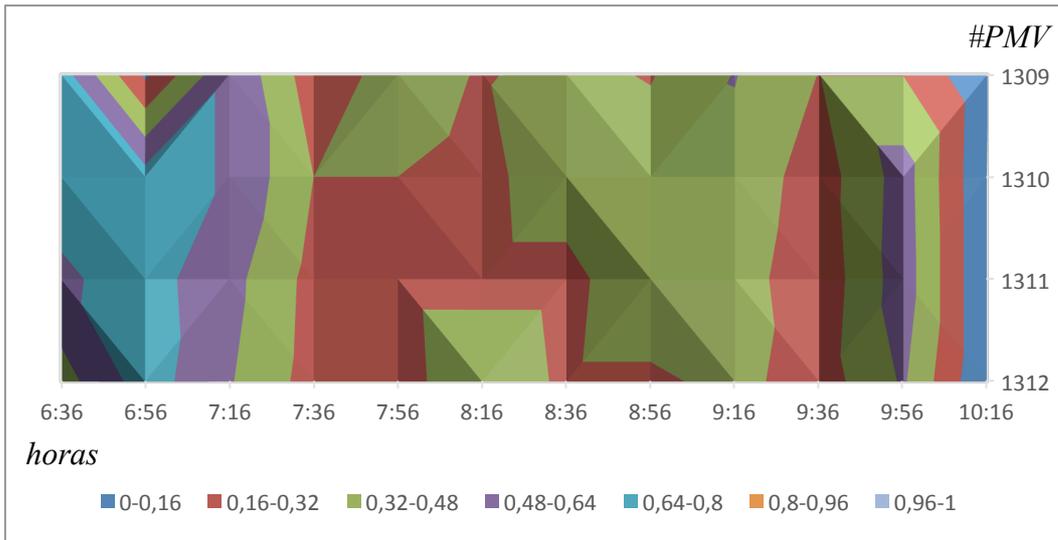
O trecho a que se refere o gráfico da Figura 36a encontra-se em uma via arterial primária enquanto o gráfico da Figura 36b refere-se a um trecho localizado em uma via expressa. Observa-se que a região referente ao segundo sextil é maior na base do gráfico, indicando que as maiores reduções ocorrem no PMV mais próximo ao local indicado no *tweet* e que a redução demora a se propagar até o ponto mais afastado.

Outra constatação que pode ser extraída da análise do gráfico é a propagação total do congestionamento antes do horário da postagem do *tweet*. De acordo com o gráfico (a), enquanto os valores referentes ao PMV #1273 passam do quarto para o terceiro sextil por volta das 7:50h, a mesma transição referente ao PMV #1272 ocorre por volta de 8:25h, enquanto a transição referente ao PMV #1271 ocorre por volta de 8:25h. Enquanto isso, a publicação do *tweet* ocorreu às 8:32h. Como o intervalo entre as medições é de 20 minutos e não há padrão de associação do valor da distribuição com o estado do tráfego não é possível afirmar qual o horário em que ocorreu o acidente, mas é possível afirmar que as regiões vermelha e azul indicam as condições mais intensas de redução de velocidade.

O gráfico (b) não permite afirmar o horário em que ocorreu o *tweet*, mas se for seguido o mesmo critério da análise do gráfico (a), a transição do quarto para o terceiro sextil se inicia por volta das 7:30h. Como se tratam de vias de hierarquias diferentes, permanece a questão quanto ao padrão de classificação do tráfego em função da distribuição das velocidades: o mesmo padrão se aplicaria a vias de hierarquias diferentes?



(a)



(b)

Figura 36 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos trechos definidos pelos PMV (a) #1273 – #1272 – #1271 e (b) #1312 – #1311 – #1310 – #1309.

Independente deste questionamento, é possível detectar a ocorrência dos congestionamentos e a propagação dos mesmos ao longo dos PMV disponíveis para análise.

Um exemplo obtido ao longo de uma via arterial secundária está representado no gráfico da Figura 37, referente ao *tweet* #534379856176246784.

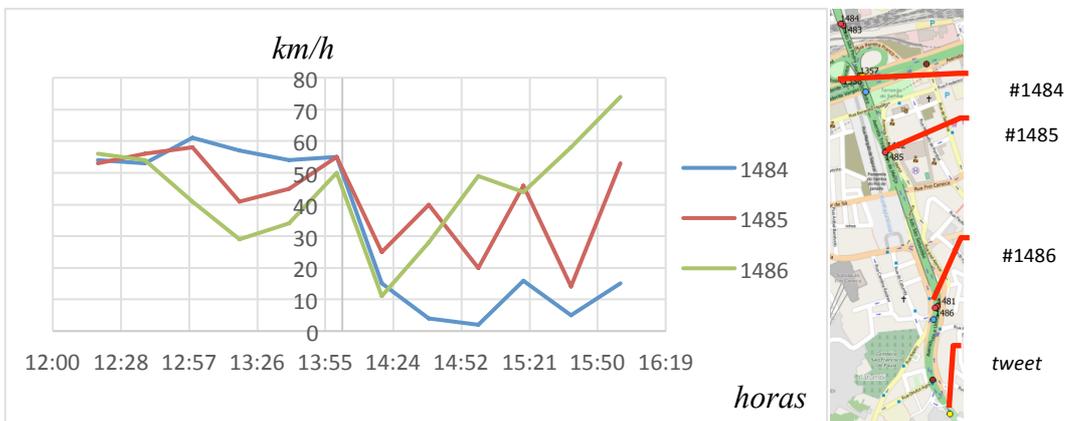


Figura 37 – Amostras de velocidade extraídas em locais vizinhos ao local de ocorrência do *tweet* #534379856176246784.

É possível identificar a redução brusca da velocidade nos PMV próximos a partir do mesmo momento (o tempo de propagação foi menor que o intervalo entre as medições). O mapa no detalhe mostra que o PMV #1486 é o mais próximo do local indicado no *tweet* e é o primeiro a retomar o valor normal da

velocidade. Na sequência, os efeitos passam a ser percebidos nos PMV #1485 e #1484.

A figura 38 ilustra a propagação do congestionamento com base na distribuição de velocidades dos PMV analisados. Nota-se a maior sensibilidade da via arterial secundária à redução de sua capacidade.

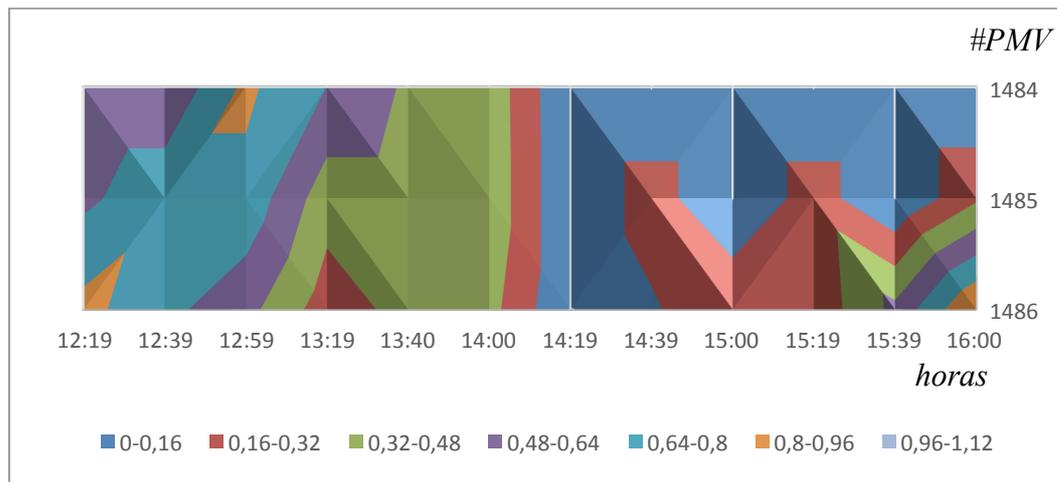


Figura 38 – Distribuições de probabilidades de velocidades nos trechos definidos pelos PMV # 1486, #1485 e #1484.

7.3. Conclusão

Neste capítulo foi apresentada uma metodologia para diagnosticar as mudanças no tráfego causadas pela notificação de um acidente extraída de um *tweet*. Tais *tweets* devem ser avaliados quanto aos critérios descritos no Capítulo 4, visando a reduzir as incertezas temáticas, temporais e espaciais inerentes a mensagens textuais publicadas na Web. Além do Twitter, outras fontes de notícias sobre trânsito publicadas na Internet podem ser empregadas, desde que seja possível identificar o tipo da ocorrência (ver ontologia de fatos relacionados ao trânsito de Redlich, 2013), as coordenadas do local, data e hora (*timestamp*) da ocorrência. Caso as informações sobre trânsito não estejam estruturadas desta forma nas suas fontes, ainda é necessário extraí-las, mesmo que com algum grau de incerteza, empregando os métodos propostos por Albuquerque *et al* (2012a) e Albuquerque *et al* (2012b), por exemplo.

Outro conjunto de dados necessário à avaliação consiste nas estatísticas de velocidade medidas ao longo da malha viária. Nos experimentos apresentados

neste capítulo, foram empregados os pontos de medição de velocidade (PMV) disponibilizados pela empresa Maplink, extraídos conforme explicado na seção 3.1.2 e modelados na seção 6.1.2. Como foi apresentado na Seção 6.4, esses PMV podem ser substituídos por pontos contidos na malha viária que possuam estatísticas de velocidades associadas ao ponto.

Além dos conjuntos de dados citados, é necessário dispor de uma solução de roteamento, o que implica a existência de uma malha viária atualizada tanto quanto à geometria quanto ao sentido do trânsito. Nos experimentos realizados, foi empregada a API do Google Maps (gratuita) para fornecer as rotas entre os PMV e os locais indicados nos *tweets*.

Como os dados e serviços mencionados estão livres na Web ou podem ser obtidos por meio de metodologias indicadas ao longo do texto, é possível reproduzir as análises indicadas neste capítulo em outras cidades.

O primeiro processo a ser executado consiste na seleção dos PMV vizinhos ao local indicado no *tweet* (distância a ser definida pelo usuário). A seleção é refinada pela identificação da rota que parte do local do PMV até o local do *tweet*, eliminando as rotas muito longas (limite a ser definido pelo usuário) devido às possíveis interferências externas no tráfego ao longo desse percurso.

O segundo passo consiste no ordenamento dos PMV ao longo das rotas obtidas, respeitando não apenas a distância entre o PMV e o local da ocorrência reportada pelo *tweet* mas também a conformação topológica da malha viária. Podem ser observadas várias rotas que convergem no local do *tweet* provenientes de direções diferentes. As rotas são agrupadas segundo essas direções e os PMV são, então, ordenados para analisar o tráfego em PMV consecutivos ao longo da malha viária.

O terceiro passo é a avaliação dos valores de velocidade. Foi proposto o conceito das frequências relativas cumulativas, FRC, que indica o quantil que contém o valor analisado dentre todos os valores de velocidade observados naquele PMV, dia da semana e hora. Com isso, é possível avaliar se variações de velocidade são normais para o horário ou se são um reflexo de algo incomum. O congestionamento é caracterizado quando a velocidade observada apresenta baixo valor de FRC (limite a ser definido pelo usuário).

O quarto passo é a identificação de propagação do congestionamento a partir da avaliação conjunta dos FRC observados em PMV ordenados nas rotas de

que fazem parte. É possível identificar a propagação da redução a partir dos PMV mais próximos do local do *tweet* na direção dos PMV mais afastados, dentro da mesma rota. Analogamente, é possível observar a recuperação dos valores de FRC após o acidente primeiro nos PMV mais próximos.

8 Conclusões

8.1. Resumo

O objetivo proposto na Seção 1.2 consistia em extrair conhecimento a partir da análise de valores de velocidade, utilizando como estudo de caso pontos distribuídos ao longo da Cidade do Rio de Janeiro e dados sobre acidentes ocorridos no período, extraídos de postagens no Twitter.

No Capítulo 2 a velocidade foi apresentada como uma variável macroscópica capaz de descrever o comportamento do tráfego e como um dos critérios de classificação hierárquica das vias urbanas.

No Capítulo 3, foram listadas fontes de dados disponíveis na Web relacionados às condições do tráfego, assim como serviços Web com funcionalidades úteis para as análises propostas nesta tese.

No Capítulo 4 foram introduzidos critérios de avaliação de qualidade para dados relacionados ao tráfego a partir das acurácias temática, temporal e espacial. Também foram introduzidos critérios de avaliação da confiabilidade, abrangendo a cobertura espacial, a completude dos dados, a proveniência e a vida útil dos dados. Também foi apresentada uma avaliação simplificada das fontes de dados apresentadas no Capítulo 3. Nos capítulos 4 e 7, foram apresentadas as precauções necessárias para utilizar o Twitter como fonte de dados de trânsito.

No Capítulo 5 foi proposta uma metodologia para calcular estatísticas de velocidade a partir de trajetórias rastreadas com receptores GPS instalados em veículos da cidade de Pisa. Após filtragem espacial e classificação temporal, foram calculados média e desvio-padrão de cada amostra, registrando a quantidade de pontos utilizada nos cálculos.

No capítulo 6, os valores de velocidade obtidos nos PMV distribuídos ao longo da cidade do Rio de Janeiro foram classificados por dia da semana e por hora do dia. Foi observado na maioria das vias observadas o comportamento cíclico na distribuição das velocidades nos dias úteis, ao longo do dia. Com isso, a classificação por dia da semana pode ser desconsiderada na análise, aumentando

as amostras no cálculo de estatísticas de velocidade. Foi também observada grande variação de velocidade nos horários considerados de pico, refletindo nos limites dos quartis e, conseqüentemente, nos limites para classificação de *outliers*. Em PMV localizados em vias expressas, constatou-se a formação de *clusters* entre os valores de velocidade, indicando dois estados distintos no fluxo: altas velocidades ou congestionamento, predominando o primeiro grupo. Por fim, foi introduzida a similaridade entre as distribuições de velocidade como métrica relevante na identificação de interferências no tráfego entre dois PMV.

No capítulo 7, foi proposta uma metodologia para avaliar a influência de acidentes nos valores de velocidade ao longo da via em que houve o acidente e nas vias próximas. A metodologia consiste em quatro etapas: (1) a seleção dos PMV vizinhos; (2) o ordenamento dos PMV em rotas que convergem no local indicado no *tweet*; (3) a avaliação dos valores de velocidade; e (4) avaliação da propagação dos congestionamentos. Foi proposto o conceito das *frequências relativas cumulativas*, FRC, que permite avaliar se variações de velocidade são normais para o horário ou se são um reflexo de algo incomum. Esse conceito foi empregado tanto na terceira quanto na quarta etapa, permitindo visualizar a propagação da redução a partir dos PMV mais próximos do local do *tweet* na direção dos PMV mais afastados, dentro da mesma rota. Analogamente, é possível observar a recuperação dos valores de FRC após o acidente primeiro nos PMV mais próximos.

8.2. Contribuições

Para enfatizar as contribuições desta tese, é necessário rever as características dos trabalhos relacionados mencionados na seção 1.3.

A primeira contribuição a destacar é a avaliação das condições do tráfego a partir de valores de velocidade, de aquisição mais simples que os valores de fluxo e concentração. Enquanto os contadores de indução precisam ser fixados em locais estratégicos, pontos de medição de velocidade podem ser criados ao longo da malha viária empregando metodologias de cálculo de estatísticas de velocidade como a apresentada no capítulo 5 ou por Wang *et al* (2013). Este é, dentre os trabalhos relacionados, o único trabalho que emprega valores de velocidade ao invés do fluxo e da concentração de veículos. Contudo, a ênfase desse trabalho é a

representação visual dos valores, sem analisar as causas das variações das velocidades observadas.

A segunda contribuição é a avaliação do tráfego em áreas urbanas, considerando os diferentes níveis hierárquicos das vias e as características decorrentes, como as interferências de tráfego inerentes às interseções, sinais de trânsito e fluxo de pedestres. As análises de Knoop (2009) e Chung e Recker (2012) compreendiam autoestradas, vias de alta velocidade e com baixa influência de tráfego chegando ou saindo das mesmas. Medeiros *et al* (2010) emprega dados de vias urbanas, porém são obtidos por observações de contadores de indução. Wang *et al* (2013) também analisa dados de vias urbanas.

A terceira contribuição é o emprego de publicações de eventos em redes sociais, permitindo rápido acesso à informação. As análises de Knoop (2009) e Chung e Recker (2012) empregaram relatórios oficiais das autoridades rodoviárias após a divulgação dos mesmos. Com o monitoramento das publicações, essas notificações podem ser disponibilizadas poucos minutos após a ocorrência de um acidente, o que pode agilizar a analisar as possíveis consequências no tráfego. Após a avaliação das acurácias temática, espacial e temporal, abordadas no capítulo 4, é possível avaliar a potencial redução dos valores de velocidade nas vias avaliadas e nas vias próximas.

A quarta contribuição diz respeito à extração de estatísticas de velocidade a partir de dados GPS, enfatizando as possíveis fontes de erro existentes nos processos de *map matching* e classificação temporal. As estatísticas calculadas tanto podem ser associadas a vias ou a pontos ao longo da malha viária, definindo pontos de medição de velocidade (PMV) virtuais, que podem adensar o conjunto de PMV a ser empregado nas metodologias descritas nos capítulos 6 e 7.

8.3. Limitações

Apesar dos resultados obtidos, há limitações na aplicação das metodologias apresentadas nesta tese.

A primeira está relacionada à extração dos valores de velocidade de apenas uma base de dados. Os PMV listados na seção 3.2 e no Anexo 3 foram distribuídos conforme os critérios da empresa Maplink, de modo que as avaliações propostas neste trabalho não cobrem toda a cidade uniformemente. Foram

encontradas limitações na avaliação das velocidades em vias arteriais primárias e secundárias devido à distribuição de PMV que privilegia as vias expressas.

Outra limitação está relacionada com a seleção de *tweets* com conteúdo relevante e referência espacial consistente (existente e próxima ao local da ocorrência do fato relatado). Ainda sobre o Twitter, o limite de requisições restringe a aplicação da metodologia em toda a rede, uma vez que a extração foi configurada para selecionar *tweets* próximos aos PMV.

A terceira limitação identificada é a dependência dos serviços externos para geocodificação e roteamento. Erros ocorridos nessas operações indicam caminhos inexistentes e levam a análises equivocadas dos impactos no trânsito. Além disso, a restrição à quantidade de requisições (inclusive as automáticas) pode restringir as análises, dado que cada *tweet* pode ter vários PMV em sua vizinhança e, para cada par *tweet*-PMV é necessária uma requisição de roteamento.

Quanto à extração de velocidade, foram publicados algoritmos mais modernos para o processo de *map matching*, que podem substituir a metodologia proposta no capítulo 5. Contudo, com os valores já associados às vias, os demais processos podem ser realizados conforme especificado.

8.4. Trabalhos Futuros

De posse dos resultados obtidos e das limitações identificadas, percebe-se que os assuntos tratados não puderam ser esgotados, abrindo o caminho para a realização de trabalhos futuros, relacionados ao tema abordado nesta tese. Dentre essas possibilidades é possível citar:

- O adensamento do conjunto de PMV pela cidade a partir de rotas rastreadas por GPS instalados em ônibus, taxis e usuários voluntários de aplicativos que forneçam dados de velocidade, processadas conforme a metodologia proposta no capítulo 5 ou por Wang *et al* (2013). A partir desse conjunto, estender as avaliações de distribuição de velocidade e de propagação de congestionamento para vias de hierarquias inferiores.
- A avaliação do critério de seleção de *tweets* pela proximidade às vias, privilegiando as mensagens postadas por usuários que provavelmente estejam no trânsito em detrimento àquelas postadas em outros locais.

- Avaliação da propagação de congestionamento com base em *tweets* selecionados com base em outras palavras-chave, conforme a relação proposta por Redlich (2013) onde, além das palavras utilizadas no capítulo 7 (acidente e enguiço), são indicadas interdições (interdição e fechada), engarrafamentos (retenção, congestionamento e lentidão) e eventos climáticos (chuva, chuva forte, alagamento, bolsão d'água).
- Identificação de padrões de reduções nas distribuições de velocidade apresentadas no capítulo 7 visando à predição de congestionamentos em função dos diferentes tipos de ocorrência, dias da semana, horas e hierarquias das vias.

9 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7032:** Engenharia de Tráfego – Terminologia. Rio de Janeiro, 1983.

ALBUQUERQUE, F. C. et al. **Extrator de fatos relacionados ao tráfego**. In: Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados - SBBD 2012, São Paulo. pp. 169-176. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbbd/2012/0022.pdf>>

_____. **Georeferencing Facts in Road Networks**. In: XIII Brazilian Symposium on GeoInformatics – GEOINFO 2012, Campos do Jordão. pp. 120-127. ISSN 2179-4847.

_____. **Pro-active monitoring of moving objects**. In: 14th International Conference on Enterprise Information Systems – ICEIS 2012, Wroclaw.

ALBUQUERQUE, F. C. **Environment changes detection: A proactive system to monitor moving objects**. 2012. Dissertação de Mestrado, Departamento de Informática, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2012.

ALONSO, J. B. **Mining Frequent Spatio-Temporal Patterns from Location Based Social Networks**. Universitat Politècnica de Catalunya, 2014. Disponível em: <<http://upcommons.upc.edu/eprints/bitstream/2117/24313/1/SpatioTemporal.pdf>>

BARBOSA, I.; CASANOVA, M. A. **Trust Indicator for Decisions Based on Geospatial Data**. In: XII Brazilian Symposium on GeoInformatics – GEOINFO 2011, Campos do Jordão. pp. 49-60.

BIAGIONI, J. et al. **EasyTracker: Automatic Transit Tracking , Mapping , and Arrival Time Prediction Using Smartphones**. In: 9th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems – ACM SenSys 2011, Seattle. Pages 68-81.

BRAGA, L. P. V., **Introdução à Mineração de Dados** – 2. Ed: Edição ampliada e revisada. Rio de Janeiro: Ed. E-papers, 2005.

BRASIL, Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008: Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 nov. 2008. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=57&data=28/11/2008>>. Acesso em 21 dez 2014.

BRASIL, Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011: Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 nov. 2008. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1000&pagina=1&data=18/11/2011>>. Acesso em 21 dez 2014.

BRASIL, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 set. 1997. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=24/09/1997>>. Acesso em 21 dez 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/normas/Manual_Projeto_Geometrico_DNIT.pdf>.

CHA, S. **Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions**. International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. Issue 4, Volume 1, 2007. Disponível em: <<http://csis.pace.edu/ctappert/dps/d861-12/session4-p2.pdf>>

CHUNG, Y.; RECKER, W. W. **A methodological approach for estimating temporal and spatial extent of delays caused by freeway accidents.** In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2012. Volume 13, Issue 3. pp. 1454 – 1461.

DA SILVA, P. C. M. **Teoria do fluxo de tráfego**, 3. Ed. Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

DEMŠAR U.; ŠPATENKOVÁ O.; VIRRANTAUŠ K. **Identifying Critical Locations in a Spatial Network with Graph Theory.** Transactions in GIS, 2008, Volume 12 Issue 1. pp. 61–82.

DIAS, T. L.; CÂMARA, G.; DAVIS JR., C. A., Modelos espaço-temporais, In: _____ **Bancos de Dados Geográficos.** Curitiba: Ed. Mundogeo, 2005. pp. 137-167.

ESRI. **ESRI Shapefile Technical Description.** 1998. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>

FURTADO, A. S.; FILETO, R.; RENSO, C. **M-Attract: Assessing the Attractiveness of Places by using Moving Objects Trajectories Data.** In: XIII Brazilian Symposium on GeoInformatics – GEOINFO 2012, Campos do Jordão. pp 84-95.

GOOGLE. **API do Google Maps.** 2013. <Disponível em: <https://developers.google.com/maps/?hl=pt-br>>

_____. **Google Maps and Waze, outsmarting traffic together.** 2013. Disponível em: <<http://googleblog.blogspot.com.br/2013/06/google-maps-and-waze-outsmarting.html>>

_____. **The bright side of sitting in traffic: Crowdsourcing road congestion data.** 2009. Disponível em: <<http://googleblog.blogspot.com.br/2009/08/bright-side-of-sitting-in-traffic.html>>

HINES, W. W. et al. **Probabilidade e Estatística na Engenharia**, 4. Ed., Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**: elementos de representação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html>

IETF. **RFC 5870**: 'geo' URI Scheme. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157**: Geographic information -- Data quality. 2013.

JOÃO, E. M. **Causes and Consequences of Map Generalisation**, Taylor & Francis Ltd. Londres. 1998.

KNOOP V L. **Road Incidents and Network Dynamics Effects on driving behaviour and traffic congestion**. Delft, 2009. Doctoral Thesis – Transport Institute, Technische Universiteit Delft.

LOU, Y. et al. **Map-matching for low-sampling-rate GPS trajectories**. In: 17th ACM International Conference on Advances in Geographic Information Systems – ACM SIGSPATIAL 2009. Seattle. pp. 352-361.

MACEACHREN, A.M., et al. **Geo-Twitter Analytics: Applications in Crisis Management**. In: 25th International Cartographic Conference – ICC 2011, Paris.

MAPLINK. **De onde vem as informações de trânsito apresentadas no MapLink?**. 2015. Disponível em: <http://www.maplink.com.br/FAQ/transito>

_____. **Termos de Uso do Maplink**. 2010. Disponível em: <<http://www.maplink.com.br/TermosDeUso>>

_____. **Web Services**. 2015. Disponível em: <http://dev.maplink.com.br/webservices/>

MASIERO, L.; CASANOVA, M.A.; CARVALHO, M.T.M. 2011. **Travel Time Prediction using Machine Learning**. In: 4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science – IWCTS 2011, Chicago. pp. 34-38.

MCGEE, J.; CAVERLEE, J.; CHENG, Z. **A Geographic Study of Tie Strength in Social Media**, In: 20th ACM international conference on Information and knowledge management – CIKM 2011, Glasgow. pp. 2333-2336.

MEDEIROS, C. B. et al. **Managing sensor traffic data and forecasting unusual behaviour propagation**. Geoinformatica, 2010, Volume 14 Issue 3. pp. 279–305.

MIN, W.; WYNTER, L. 2011. **Real-time road traffic prediction with spatio-temporal correlations**. In: Transportation Research Part C: Emerging Technologies. Volume 19 Issue 4. pp. 606-616.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, **OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture**. Versão 1.2.1. 2010.

_____. **OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option**. Version: 1.2.1. 2010.

OPEN KNOWLEDGE FOUNDATION. **O que são Dados Abertos?**. 2014. Disponível em: <http://opendatahandbook.org/pt_BR/what-is-open-data/index.html>

PANG, L. X. et al. On Mining Anomalous Patterns in Road Traffic Streams. In: _____ **Advanced Data Mining and Applications**. Beijing: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. pp. 237-251.

REDLICH, L. R., **Modelagem de eventos de trânsito com base em clipping de grandes massas de dados da Web**. Rio de Janeiro, 2013. 49 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, PUC-Rio.

REIS, M. M., **Análise de Séries Temporais**, UFSC. 2014. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~marcelo/Cap4.pdf>>

RIO DE JANEIRO (Cidade). **Dados Abertos**. 2014. Disponível em: <<http://data.rio.rj.gov.br/about>>.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Transportes. **Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Relatório 10 – Montagem da Rede e Diagnóstico Versão Final**. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <<http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1474054/DLFE-59262.pdf/Relatorio10vfinalRelatorio6DiageMontagRede1.pdf>>

SAKAKI, T.; OKAZAKI, M.; MATSUO, Y. **Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors**. In: 19th International Conference on World Wide Web – WWW 2010, Raleigh. pp. 851-860.

Salvatore R. et al. **Discovering the Geographical Borders of Human Mobility**, In: KI - Künstliche Intelligenz August 2012, Volume 26, Issue 3, pp 253-260.

SINN, M.; YOON J. W.; CALABRESE, F. **Predicting arrival times of buses using real-time GPS measurements**, In 15th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference – ITSC 2012, Anchorage. pp. 1227 – 1232.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, **High Capacity Manual**, 2000.

TWITTER. **The Search API**. 2014. Disponível em: <<https://dev.twitter.com/rest/public/search>>

WANG, Z. et al. **Visual Traffic Jam analysis based on trajectory data**, In: IEEE Transactions on visualization and Computer Graphics, Volume 19 Issue 2, 2013. pp. 2159 – 2168.

WU, J. J.; GAO, Z. Y.; SUN, H. J. **Topological-based bottleneck analysis and improvement strategies for traffic networks**. In: Sci China Ser E-Tech Sci, Volume 52 Issue 10, 2009. pp. 2814—2822.

YUAN, J. et al. **T-Drive: Enhancing Driving Directions with Taxi Drivers' Intelligence**, In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering Volume 25 Issue 1, 2011. pp. 220 - 232.

Apêndice 1: Dicionário de Dados

1.1 – Velocidade

1.1.1 Dicionário de Dados

tempo (*long integer*): valor referente à época da leitura, em milissegundos, gerado diretamente pelo sistema. A conversão para época consiste na divisão desse valor por 1000.

geom (*OGC point*): campo que armazena a geometria do ponto que representa o local onde foi registrada a velocidade, conforme especificação do *OpenGIS Consortium* (OGC, 2010b). A geometria é construída a partir das coordenadas fornecidas na página da empresa Maplink, armazenadas no sistema de referência WGS84.

vel (*double*): valor da velocidade, em km/h, informado pela empresa Maplink.

1.1.2 Processamentos adicionais

Foi criado um índice espacial para otimizar as consultas referentes à geometria.

1.1.3 Amostra

tempo	geom	vel
1420024815895	0101000020E61000006BC2AC06179845C037E38FFD87E736C0	32
1420024815895	0101000020E61000008B1C7D27C19645C0839D071CAEE636C0	30
1420024815879	0101000020E610000053094FE8F59945C0CD9B7928C0E836C0	37

1.2 – PMV (Pontos de Medição de Velocidade)

1.2.1 Dicionário de Dados

ordem (*inteiro*): identificador atribuído automaticamente ao ponto;

corredor (*texto*): via sobre a qual foi medida a velocidade.

endereço (*texto*): referência sobre a localização do ponto ao longo da via.

geom (*OGC point*): campo que armazena a geometria do ponto que representa o local onde foi medida a velocidade. O valor deste campo é obtido a partir das coordenadas informadas na página da empresa Maplink.

1.2.2 Processamentos adicionais

Foi criado um índice espacial para otimizar as consultas referentes à geometria.

1.2.3 Amostra

Ver anexo 3. O conteúdo do campo *corredor* foi adaptado para apresentar os nomes das vias sem codificações.

1.3 – Twitter

1.3.1 Dicionário de Dados

id (*long integer*): identificador atribuído ao *tweet*;

texto (*texto*): conteúdo da mensagem do *tweet*.

usuario (*texto*): nome do usuário que publicou o *tweet*.

tempo (*timestamp*): data e hora da publicação.

keyword (*texto*): Palavra-chave usada para extrair o *tweet* ou a indicação de que o tweet foi publicado com geolocalização;

1.3.2 Processamentos adicionais

Em virtude das repetições dos valores, as consultas SQL são otimizadas com o emprego da cláusula *DISTINCT*.

1.3.3 Amostra

id	texto	usuario	tempo	keyword
550072541122166785	Minha amg sofreu um acidente terrível, mas está td bem c ela #askmahomieq bom, diz p ela q a gente quer ela bem logo"	auslexota	30/12/2014 21:34	GeoLocation
550069564802093057	Retirados os 3 carros envolvidos em acidente na Linha Vermelha, sentido centro, altura da Maré. Lentidão no local. #viasexpressas	OperacoesRio	30/12/2014 21:22	acidente
550059284701405184	Retirado ônibus enguiçado na Avenida Ministro Edgard Romero, altura da Rua Vaz Lobo, sentido Campinho. Trânsito lento.	OperacoesRio	30/12/2014 20:42	enguiçado

1.4 – Tweetgeo

1.4.1 Dicionário de Dados

id (long integer): identificador atribuído ao *tweet*;

geom (OGC point): campo que armazena a geometria do ponto que representa o local onde foi publicada a mensagem. O valor deste campo é extraído do campo Geolocation

1.4.2 Processamentos adicionais

Esta tabela armazena apenas a geometria e o identificador do *tweet*. A recuperação dos demais valores referentes ao *tweet* é obtida pela junção com a tabela *Twitter*, empregado como chave primária o campo *id*. Foi criado um índice espacial para otimizar as consultas referentes à geometria.

1.4.3 Amostra

id	geom
550221749095514112	0101000020E61000009AD76C40DFB145C07C74345882F236C0
550072541122166785	0101000020E6100000EF3B86C77E9845C07D00F7E1C5F736C0
550065167216558081	0101000020E6100000F369FC5F819F45C002E9CD6E4ED536C0
550057088139800577	0101000020E6100000632B053027A245C0BF5B28B239D536C0
550055347361026048	0101000020E61000007C2B1213D49E45C09087BEBB95D936C0
550044106718990336	0101000020E6100000A15089CA8AA645C06DE82463CEE336C0
549996366089707520	0101000020E610000092B64CE11CAF45C09E00D41E40F936C0
549954625353560064	0101000020E6100000842EE1D05BA245C07B8269BD84D736C0
549941117937258496	0101000020E6100000EAD9626D42B045C06503441C46EC36C0

1.5 – Geotweet

1.5.1 Dicionário de Dados

id (long integer): identificador atribuído ao *tweet*;

geom (OGC point): campo que armazena a geometria do ponto que representa o local de onde foi publicada a mensagem. O valor deste campo foi obtido pela interpretação do texto e atribuição manual das coordenadas em *tweets* sem geolocalização.

1.5.2 Processamentos adicionais

Esta tabela armazena apenas a geometria e o identificador do *tweet*. A recuperação dos demais valores referentes ao *tweet* é obtida pela junção com a tabela *Twitter*, empregado como chave primária o campo *id*.

1.5.3 Amostra

id	geom
533170908014579712	0101000020E61000001C2FADC5D1A545C0AFDA6B4636EC36C0
533130565877510144	0101000020E6100000BC2AA837E8AF45C011446E34E3D736C0
533074792963133441	0101000020E6100000F75283DAC4A745C0BFEE3CA09D736C0
533035449217220609	0101000020E610000013C3B9C9749F45C0389283F6E7EA36C0
533032324456517632	0101000020E6100000B81C6F711E9A45C08B8C2445CBE536C0
533006414860804096	0101000020E6100000C9CB568DAB9E45C073AEC63E8ED736C0
533002203938971648	0101000020E6100000B89765CF6DA545C08907E4AF95D036C0
532978735059062784	0101000020E6100000084350EADB9A45C01B72B0F981E636C0
532975913903067136	0101000020E61000007DCD8A4E5C9B45C0421C4F1E71FC36C0
532970662387011585	0101000020E6100000EC3F247E3E9745C0A8AB58AFF1E636C0

1.6 – Ocorrências

1.6.1 Dicionário de Dados

id (*long integer*): identificador atribuído ao *tweet*;

texto (*texto*): conteúdo da mensagem do *tweet*.

usuario (*texto*): nome do usuário que publicou o *tweet*.

tempo (*timestamp*): data e hora da publicação.

geom (*OGC point*): campo que armazena a geometria do ponto que representa o local de onde foi publicada a mensagem.

1.6.2 Processamentos adicionais

Esta tabela é construída a partir da união das tabelas obtidas pela junção das tabelas *geotweet* e *tweetgeo* com a tabela *twitter*. Foram selecionadas as mensagens publicadas pelos usuários *@OperacoesRio* e *@odia24horas*. Foi criado um índice espacial para otimizar as consultas referentes à geometria.

1.6.3 Amostra

id	texto	tempo	usuario	geom
550065167216558081	Acidente ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido Baixada, altura da Infraero. Trânsito normal. http://t.co/QZnnUX92r1	30/12/2014 21:05	OperacoesRio	0101000020E6100000 F369FC5F819F45C002 E9CD6E4ED536C0
550057088139800577	Acidente com carro ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido Baixada, na altura da Maré. Trânsito normal. http://t.co/k1CQEFSw6O	30/12/2014 20:33	OperacoesRio	0101000020E6100000 632B053027A245C0B F5B28B239D536C0

Apêndice 2: Tweets Analisados

2.1 – Lista Geral de Tweets selecionados

Os *tweets* listados em seguida foram selecionados pelos critérios estabelecidos no Capítulo 7. Estão listados cronologicamente em ordem decrescente.

id	tempo	texto
550065167216558081	30/12/2014 21:05	Acidente ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido Baixada, altura da Infraero. Trânsito normal. http://t.co/QZnnUX92r1
550057088139800577	30/12/2014 20:33	Acidente com carro ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido Baixada, na altura da Maré. Trânsito normal. http://t.co/k1CQEFSw6O
550055347361026048	30/12/2014 20:26	Acidente com 3 carros ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido centro, altura da Maré. Lentidão no local. http://t.co/YXLGTPV3Vx
549876812424024066	30/12/2014 08:37	Colisão entre carro e ônibus na Rua Padre Manso, altura da Rua Quaxima, sentido Marechal Hermes. Uma faixa ocupada. http://t.co/FviyAWT2Uz
549874418684399616	30/12/2014 08:27	Colisão entre moto e táxi no sentido Vaz Lobo. Uma faixa ocupada. Retenções. http://t.co/zUJjE54n96
549828524312645632	30/12/2014 05:25	Acidente ocupa faixa da Estrada Mal. Miguel Salazar Mendes de Moraes, altura da Av. Cidade de Deus, sentido Taquara. http://t.co/FMLhjrPo99
549685330710761474	29/12/2014 19:56	Acidente com 4 carros e um ônibus ocupa uma faixa e provoca lentidão na Av. Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, altura da Vila do Pan
549684704031408128	29/12/2014 19:53	Acidente com três carros ocupa uma faixa do Túnel do Joá, sentido Barra. Retenção no local. http://t.co/LntsD6V93X
549595773004832768	29/12/2014 14:00	Acidente entre dois ônibus na Av. Ayrton Senna, altura do Casa Shopping, sentido orla. Retenções. http://t.co/Pq1zvohPjK
549593281919598592	29/12/2014 13:50	Acidente entre ônibus e utilitário na pista lateral da Av. Brasil, altura de Bonsucesso, sentido Centro. Retenções.
549123774285504513	28/12/2014	Colisão entre carro e moto ocupa uma faixa da Linha Amarela, na chegada à Av Ayrton Senna. Equipes atuam no local.

id	tempo	texto
	06:44	http://t.co/QNnDi2QVbE
548975111408078848	27/12/2014 20:54	Acidente com 3 carros ocupa uma faixa da Av Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, altura da Vivo. CET-Rio no local. http://t.co/giKdSoyhUM
548974168998281216	27/12/2014 20:50	Colisão entre ônibus, táxi e 2 carros ocupa uma faixa da p. lateral da Av Ayrton Senna, sentido orla. Há retenções. http://t.co/e87SVdF2wD
548740704067809280	27/12/2014 05:22	Acidente com um carro ocupa uma faixa da Estrada do Mendanha, altura do nº3885, no sentido Barra. Equipes no local. http://t.co/D0YAhqUWlz
548608001284665344	26/12/2014 20:35	Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da pista central da Av Brasil, em Irajá, sentido ZOeste. Equipes no local. http://t.co/3WhBpvW4GE
548299974618804224	26/12/2014 00:11	Acidente com 3 carros ocupa 1 faixa da Est das Capoeiras, sent Av Cesário de Melo, próx Carrefour. CET-Rio no local. http://t.co/VE8I2EohVK
548017431365439488	25/12/2014 05:28	Colisão entre carro e táxi interdita p central da Av Armando Lombardi, sent Recreio, alt Av Fernando Mattos. Desvio: pista lateral.
547935491878686720	25/12/2014 00:02	Acidente com um carro ocupa uma faixa na subida da Autoestrada Grajaú-Jpa, sentido Jacarepaguá. CET-Rio no local. http://t.co/nix3PHY1VP
547678780307677184	24/12/2014 07:02	Segue parcialmente interdita a Av. Armando Lombardi, sentido Recreio, devido a um acidente com ônibus, alt IBMEC http://t.co/TvGNV78IHP
547316100526915584	23/12/2014 07:01	Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da AV Niemeyer, após o Vips, no sentido São Conrado. Sem retenções. http://t.co/liL2piBevK
547205221525372928	22/12/2014 23:41	Colisão com carreta, utilitário e 2 carros ocupa 1 faixa da p. central da Av Brasil, sentido Zona Oeste, na Penha. http://t.co/mb6vhsVXml
547188895876517888	22/12/2014 22:36	Colisão entre ônibus e carro interdita pista lateral da Av Maracanã, sentido São Cristóvão. Desvio: pista central. http://t.co/6SHDzPWfLG
546594647833726976	21/12/2014 07:14	Colisão entre moto e ônibus ocupa faixa da R. Cândido Benício, altura da R. Ana Teles, sentido Praça Seca http://t.co/TAIe57MFV8
546511816365326336	21/12/2014 01:45	Colisão entre táxi e carro ocupa uma faixa da Av Maracanã, sentido Radial Oeste, altura do Belini. Equipes no local. http://t.co/wBsy2ZaoGC

id	tempo	texto
546421039240990720	20/12/2014 19:45	Colisão entre carreta, utilitário e 2 carros causa retenções na p. central da Av Brasil, sentido Centro, em Lucas. http://t.co/3BAtnRl8e8
546347049277333504	20/12/2014 14:51	Colisão entre utilitário e táxi ocupa duas faixas do Alto da Boa Vista, altura da R. São Miguel, sentido Tijuca http://t.co/t4syfOXpE7
546087139197214720	19/12/2014 21:38	Acidente com 3 carros ocupa uma faixa e provoca lentidão na Av. Ayrton Senna, sentido L.Amarela, alt. do Barra Music. http://t.co/zt2j3BhZi7
546076973848477696	19/12/2014 20:57	Acidente com carro ocupa faixa da Estrada do Pau Ferro, sent. Pechincha, alt. da R.Claudino de Oliveira. Retenções. http://t.co/3pqjtmJ5mW
545378020475691008	17/12/2014 22:40	Acidente com carreta ocupa uma faixa da Estrada das Capoeiras, altura da Estrada Rio São Paulo. Retenções no local. http://t.co/cFvDcBKJe7
545198911976005632	17/12/2014 10:48	Colisão de 2 carros, ônibus e caminhão causa lentidão na Est. dos Bandeirantes, alt. BRT Curicica, sent Taquara. http://t.co/Hl6BZ7c9VS
545151094691618817	17/12/2014 07:38	Av Pastor Martin Luther King Jr tem faixa ocupada na altura do metrô de Vicente de Carvalho, por acidente com moto. http://t.co/VbgrGb0TXQ
545146708590473216	17/12/2014 07:21	Colisão de caminhão e ônibus ocupa faixa da Rua Gilberto Cardoso, altura do Flamengo. Sem retenção. CET-Rio na via. http://t.co/UlGcngqQAY
545111876506779648	17/12/2014 05:02	Colisão entre moto e ônibus ocupa 1 faixa da p. central da Av Brasil, sentido Centro, no Caju. Retenções até Benfca. http://t.co/823XzdpsWg
544739222410649600	16/12/2014 04:22	Acidente com carro ocupa faixa na p.central da Av. Brasil, sent. centro, alt. de Irajá. Bombeiros e CET-Rio no local. http://t.co/20TT4SVdIC
544418494981230592	15/12/2014 07:07	Av Salvador de Sá, alt Rua Heitor Carrilho, tem faixa ocupada por colisão de dois carros. CET-Rio na via. Retenção. http://t.co/wzNRn2lgLT
544407368914595840	15/12/2014 06:23	Colisão de carro e moto ocupa faixa da Linha Vermelha, altura de Caxias, sentido Centro. Retenções. CET-Rio na via. http://t.co/aVBCOtqNpN
544245514259021824	14/12/2014 19:40	Colisão entre 2 ônibus e utilitário ocupa 1 faixa da pista lateral da Av Brasil, sentido ZOeste, em Benfca. http://t.co/Bi9mpaCrK1
544083467525312512	14/12/2014 08:56	Colisão entre carro e táxi na Avenida Osvaldo Aranha, altura do metrô de São Cristovão, sentido Méier. 1 fx.ocupada. http://t.co/7iqxBfnUsX

id	tempo	texto
543554850105991168	12/12/2014 21:55	Acidente com moto ocupa uma faixa do Elevado Paulo de Frontin, próximo à estrada do Túnel Rebouças. Há retenções. http://t.co/LqcFnqizoj
543369259259146241	12/12/2014 09:38	Colisão entre moto, carro e caminhão ocupa 1 faixa da Lagoa-Barra, sent Barra, altura acesso p/ Túnel do S. Conrado http://t.co/xBgLReDATq
543364451366236161	12/12/2014 09:19	Colisão entre utilitário e carro ocupa 1 faixa do Túnel Santa Bárbara, sentido Catumbi. Há retenções: http://t.co/L8rl9iQPnW
543185649956696064	11/12/2014 21:28	Acidente com moto e carro ocupa uma faixa e provoca retenção na Rua das Laranjeiras, sentido Cosme Velho http://t.co/BPNGYxlul0
543170206948802560	11/12/2014 20:27	Acidente com três carros ocupa uma faixa e provoca lentidão no Elevado Paulo de Frontin, sentido Lagoa. http://t.co/o7G07XuvZC
543164309597999104	11/12/2014 20:03	Acidente com táxi e carro ocupa uma faixa e provoca retenção na Av.Ayrton Senna, altura da Vila do Pan, sentido orla. http://t.co/nOVR8gHy2K
542996881836490752	11/12/2014 08:58	Colisão de 2 carros ocupa 2 faixas da Av. Brasil, pista central, na Penha, sentido Centro. Lentidão. CET-Rio na via. http://t.co/qnhlmaebHX
542452529460572161	09/12/2014 20:55	Acidente com carro ocupa uma faixa e provoca retenção na Av.Salvador Allende, sent. Linha Amarela, alt. do Condomínio Barra Sunday
542427532952215552	09/12/2014 19:16	Acidente com carro e moto ocupa faixa e provoca retenção na Av. Alfredo Balthazar da Silveira, altura do Barra World. http://t.co/AbL4dcRHBf
542335222650392576	09/12/2014 13:09	Acidente com ônibus ocupa 1 faixa da R. Barata Ribeiro, altura da R. Hilário de Gouveia. Há retenções. http://t.co/RxhZLPalf8
542020567541374977	08/12/2014 16:19	Colisão entre carro e utilitário na R. Mário Ribeiro, próx. da Av. Bartolomeu Mitre, sentido PUC. Uma fx. ocupada. http://t.co/mWu15EFqks
541924357807677440	08/12/2014 09:56	Colisão de carro e moto ocupa faixa da Radial oeste, sentido Centro, altura do Maracanã. Bombeiros na via. http://t.co/WHHrLexU7v
541914680856301569	08/12/2014 09:18	Colisão de carro e utilitário na Av. Brasil, sentido Centro, pista central, na Penha. PM e CET-Rio na via. Lentidão. http://t.co/R80W4cccXk
541912806908387328	08/12/2014 09:10	Colisão de 2 carros ocupa faixa da Av das Américas, alt. do Santander, sentido São Conrado. Lentidão. CET-Rio na via. http://t.co/9Ryzv2KCjc

id	tempo	texto
541726066113396736	07/12/2014 20:48	Acidente envolvendo moto ocupa uma faixa e provoca lentidão na primeira galeria do Túnel Rebouças, sentido Centro. http://t.co/YAMj6OvSCI
541457126208458752	07/12/2014 03:00	Acidente com utilitário na Estrada do Catonho, próx Estrada do Cafundá. A via opera em sistema "pare e siga". http://t.co/Ct07kxsc76
541337826080464896	06/12/2014 19:06	Colisão entre 2 carros e ônibus ocupa faixa da Est. dos Bandeirantes, altura da R. Otacilio Novais, sentido Barra http://t.co/ivTrQhkNro
541299974101684225	06/12/2014 16:35	Acidente entre moto e carro na Ponte da Joatinga, sentido Barra. Há reflexos na Autoestrada Lagoa-Barra: http://t.co/mMgaUD3OAC
541155215336960000	06/12/2014 07:00	Acidente com carro e moto ocupa uma faixa da L.Vermelha, alt de Cordovil, sent. Centro. Retenção no local. http://t.co/uAO9gJ6iCB
541146263312273408	06/12/2014 06:24	Colisão entre dois carros ocupa faixa da Estrada Rio do A, altura da Estrada Rio-São Paulo. Retenção no local http://t.co/v3tMtbTGoA
541137970187624448	06/12/2014 05:52	Colisão entre 2 carros ocupa faixa da pista central da Av. Brasil, sent. Zona Oeste, alt. de Deodoro. Sem retenção http://t.co/SwxWMQjD5W
541011529202532352	05/12/2014 21:29	Acidente com dois carros ocupa uma faixa da Av. Salvador Allende, sentido Recreio, altura do 31º Batalhão. #zonaoeste http://t.co/s3jSt8ReLK
540988818828976129	05/12/2014 19:59	Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da Rua Barata Ribeiro, altura da Rua Miguel Lemos. #zonasul http://t.co/3Gb7WHOzkC
540584898776420352	04/12/2014 17:14	Acidente com moto ocupa duas faixas da Av. Brasil, pista central, em Benfica, sentido Zona Oeste. Retenções. http://t.co/rnhJ4papA6
540261672338718720	03/12/2014 19:49	Colisão entre 2 motos ocupa 1 faixa do Gasômetro, sentido Centro, altura da descida p/ Av Franc Bicalho. Há retenção http://t.co/YaMeaBKWVE
540249165305888770	03/12/2014 19:00	Colisão entre ônibus e carro ocupa 1 faixa da Av. Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, altura do giro do Cebolão: http://t.co/0hpxQdnbbJ
540173389420175360	03/12/2014 13:59	Interditada pista lateral da Av. Pres Vargas, sentido Candelária, alt da Cedae, por acidente. Desvio na R Carmo Neto. http://t.co/uPXVn2O1nt
540137486320545792	03/12/2014 11:36	Colisão de carro e moto ocupa faixa da Linha Vermelha, sentido Baixada, alt. Cidade Universitária. Bombeiros na via. http://t.co/LHNL7RBc6T

id	tempo	texto
540115398922756099	03/12/2014 10:08	Colisão de ônibus e carro ocupa faixa da Av. 31 de Março, sentido Centro. Há retenção. CET-Rio na via. http://t.co/46FRAQk89p
540069278100094977	03/12/2014 07:05	Colisão de carro e moto ocupa faixa da Autoestrada Lagoa-Barra e causa retenção sentido Lagoa. CET-Rio no local. http://t.co/gTmydvAtPn
540064012692504576	03/12/2014 06:44	Colisão de 2 carros e ônibus ocupa faixa da av. Nelson Cardoso, sent. Taquara. Retenção. CET-Rio na via. http://t.co/N8Vv5hrr26
540061141997596672	03/12/2014 06:33	Colisão entre carro e ônibus ocupa faixa da Av. Marechal Floriano, altura da R. Uruguaiana: http://t.co/EP91ZgfPiM
540011248209764352	03/12/2014 03:14	Acidente com carreta interdita a pista central da Av Brasil, sent Centro, próx ao Into. Desvio pela pista lateral. http://t.co/Udi9joACQE
539752820920950784	02/12/2014 10:07	Colisão de dois carros ocupa faixa da segunda galeria do Túnel Rebouças, sentido Lagoa. Há lentidão. CET-Rio na via. http://t.co/w2levv9OT6
539728870866300929	02/12/2014 08:32	Colisão entre carro e moto na p. lateral da Av. Brasil, sentido Centro, altura da Fiocruz. Uma fx. ocupada. http://t.co/LfC3w9GhJ9
539699374687674368	02/12/2014 06:35	Acidente entre ônibus e carro ocupa uma faixa e provoca retenção na Rua Cândido Benício, altura da Leroy Merlin. http://t.co/epAjFDCPc6
539693247270883328	02/12/2014 06:11	Acidente entre carro e moto ocupa uma faixa da Av. Ayrton Senna, altura do Barra Music, sentido Linha Amarela. http://t.co/HXld6DK9jf
539636130686062592	02/12/2014 02:24	Acidente com moto ocupa uma faixa, mas não provoca retenção, na Ponte da Joatinga, sentido Barra. http://t.co/niL6Zcjmla
539577202350628865	01/12/2014 22:30	Acidente entre dois carros ocupa uma faixa e provoca retenção na Av. das Américas, na altura do Freeway, sent. Barra http://t.co/l1CyDgLXmW
539539836458135552	01/12/2014 20:01	Acidente ocupa uma faixa e provoca retenção na Estrada do Catonho, sentido Taquara, na altura da Est. do Cafundá. http://t.co/HeKCIInC2Wd
539534462615187457	01/12/2014 19:40	Acidente envolvendo três carros ocupa uma faixa e provoca retenção no Túnel Rebouças, sentido Praça da Bandeira. http://t.co/m9H7k3oJ6R
539130867411476480	30/11/2014 16:56	Colisão entre carro e moto no Túnel Acústico, sentido Lagoa. Uma faixa ocupada. Retenção a partir da Rocinha. http://t.co/iZJ6J8m1x3

id	tempo	texto
539079113386909696	30/11/2014 13:30	Colisão entre 2 carros na Av. P.Guilherme Decaminada, altura da Estr. do Cortume, sentido Av. Brasil. 1 fx ocupada: http://t.co/GeNyiI5JIX
538981669001129986	30/11/2014 07:03	Acidente com carro ocupa faixa da Av.Padre Guilherme Decaminada, alt R. Cap.Lopes Dorneles, sent.Barra. Sem retenção. http://t.co/IhUrjtsYgJ
538977279821357057	30/11/2014 06:46	Acidente com carro ocupa faixa do Túnel Rebouças, sentido Praça da Bandeira. Trânsito sem retenção. CET-Rio no local. http://t.co/Jrxgf3IBGd
538955246060306432	30/11/2014 05:18	Acidente com moto ocupa faixa na Estrada dos Bandeirantes, sentido Taquara, altura da Praça do Bandolim. Sem retenção http://t.co/igt1VSsFGB
538854477185294336	29/11/2014 22:38	Acidente com ônibus e carro ocupa faixa e provoca retenção na R.Felipe Cardoso, 521, altura da Av.Isabel, sent.Barra; http://t.co/kkp1S7f8Ts
538838930255118336	29/11/2014 21:36	Acidente com carro ocupa uma faixa e provoca retenção na Av. Borges de Medeiros, na altura do Jockey. http://t.co/BTlc0hs3Pk
538453903667253248	28/11/2014 20:06	Acidente com carro interdita trecho da Rua Cupertino Durão, Leblon, alt do Kumon. Desvio pela Av Ataulfo de Paiva. http://t.co/5yF6cR5iWq
538017268169314305	27/11/2014 15:11	Acidente com ônibus interdita parcialmente a pista central da Av. Brasil, sentido ZO, altura da Penha. Há retenções: http://t.co/Dw5L2V1Ii6
537924766275878913	27/11/2014 09:03	Na Barra, acidente com carro ocupa 1 faixa do Mergulhão Billy Blanco, sentido Recreio. Trânsito intenso: http://t.co/8zRW1f8WD8
537535253535924224	26/11/2014 07:16	Colisão entre 3 carros na Ponte, sentido Niterói, causa retenções na Av. Brasil e na Linha Vermelha, sentido Centro http://t.co/opzNgCIXoA
536942253814460416	24/11/2014 15:59	Interditada Est. Rio-SP, nos 2 sentidos, devido à colisão entre 2 caminhões e 3 carros, altura da R. Antônio Dias http://t.co/wexjaM5h1O
536941143108227072	24/11/2014 15:55	Colisão entre 2 caminhões, 1 carreta e 1 utilitário ocupa 1 faixa da p central da Brasil, sent Centro, alt Manguinhos http://t.co/lvoM1on9mo
536840726319878144	24/11/2014 09:16	Colisão entre 2 ônibus e moto interdita sentido Gávea da R. Jardim Botânico, altura do Jockey. Via em "pare e siga" http://t.co/duj8Q5GaES
535305461596049409	20/11/2014 03:35	Acidente entre ônibus e táxi ocupa uma faixa da Av. Presidente Vargas, sentido Praça da Bandeira. Trânsito normal. http://t.co/EfyxJOnP7S

id	tempo	texto
534696018319667200	18/11/2014 11:13	Atualização: colisão entre moto e caminhão ocupa 2 faixas da pista central da Av Brasil, sent Centro, alt Mangueiras: http://t.co/yvdqttSESm
534379856176246784	17/11/2014 14:17	Colisão entre caminhão e 4 carros interdita o Túnel Sta Bárbara, sentido Laranjeiras. Opção p/ Zona Sul é o Rebouças http://t.co/cyfrfrz90IW
534376048972931074	17/11/2014 14:02	Colisão entre caminhão e 4 carros ocupa 1 faixa do Túnel Santa Bárbara, sentido Laranjeiras. Há retenção: http://t.co/MxMJhUjOGB
534272954075340800	17/11/2014 07:12	Interditada a p. central da Av Ayrton Senna, sentido LAmarela, devido a acidente com carro. Desvio pela p. lateral. http://t.co/wGeelJcIco
533170908014579712	14/11/2014 06:13	@LeiSecaRJ 06:12 acidente agora na Grajaú sentido centro carro capotou vai ficar ruim
533130565877510144	14/11/2014 03:33	Acidente envolvendo dois carros ocupa uma faixa na pista central da Av. Brasil, sentido Centro, na altura de Guadalupe. Não há retenções.
533074792963133441	13/11/2014 23:51	Acidente ocupa uma faixa da Av. Brás de Pina, na altura da Praça Rubey Wanderley, sentido Penha. Trânsito sem retenção. #zonanorte
533035449217220609	13/11/2014 21:15	Acidente deixa um ferido e complica o trânsito em Vila Isabel. Saiba: http://t.co/OxJ8Sa6JPB .
533032324456517632	13/11/2014 21:03	Ônibus enguiçado provoca retenções na Via Binário, na altura da Rua Equador, em Santo Cristo. #centro
533006414860804096	13/11/2014 19:20	Acidente entre um carro e duas motos provoca retenções na Linha Vermelha, sentido Centro, na altura da Cidade Universitária #viasexpressas
533002203938971648	13/11/2014 19:03	#AvBrasil Acidente com van ocupa três faixas da pista central, altura de Cordovil, sentido #ZonaOeste. #LinhaVermelha é a melhor opção.
532978735059062784	13/11/2014 17:30	#Centrorj Acidente com moto ocupa uma faixa da Avenida Francisco Bicalho, altura da Rodoviária, sentido Avenida Rodrigues Alves.
532975913903067136	13/11/2014 17:18	Acidente envolvendo ônibus ocupa faixa da Av. Vieira Souto, no acesso para a Av. Henrique Dumont. #zonasul
532970662387011585	13/11/2014 16:58	Ônibus enguiçado ocupa faixa da pista central da Av. Pres. Vargas, altura da Uruguaiana, sentido Z. Norte. #centro
532964072732753920	13/11/2014 16:31	#ZonaOeste Colisão entre caminhão e carro ocupa faixa da Av. Embaixador Abelardo Bueno, sentido Recreio, altura da Av.

id	tempo	texto
		Salvador Allende.
532939021241307136	13/11/2014 14:52	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da Est. Grajaú-Jpa, sentido Grajaú, altura do km 4. Trânsito intenso. #viasexpressas
532935421366648832	13/11/2014 14:38	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da R. Cândido Benício, sentido Tanque, altura da R. Capitão Menezes. #zonoeste
532923518439403520	13/11/2014 13:50	Colisão entre caminhão e carro ocupa faixa da Estrada dos Bandeirantes, altura da R. André Rocha, sentido Av. Nelson Cardoso. #zonoeste
532915743835582464	13/11/2014 13:19	Colisão entre 2 motos e carro ocupa 1 faixa da Est. Lagoa-Barra, sentido Lagoa, altura do Fashion Mall. Há retenções. #viasexpressas
532915541116452864	13/11/2014 13:19	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da R. Carolina Machado, sentido Cascadura, altura da R. José de Queiroz. #zonanorte
532906241417547776	13/11/2014 12:42	Colisão entre moto e carro interdita uma faixa da Est. dos Bandeirantes, sentido Barra, altura da Est. Mal. Miguel Salazar Mendes de Moraes.
532905878731886592	13/11/2014 12:40	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Geremário Dantas, altura da R. Cel. Francisco Lobo. Há retenção.
532897459664846848	13/11/2014 12:07	Carro enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Francisco Bicalho, sentido Centro, altura do prédio do IML. Retenção no local. #centro
532896481381208064	13/11/2014 12:03	Colisão entre moto e carro interdita uma faixa do Elevado 31 de Março, sentido Laranjeiras, altura do Catumbi. Há retenções.
532854320862343168	13/11/2014 09:15	Ônibus enguiçado ocupa faixa da R. Barata Ribeiro, altura da R. Barão de Ipanema. #zonasul
532845074376564737	13/11/2014 08:39	Carro enguiçado ocupa 1 faixa do Gasômetro, sentido Centro, altura do INTO. Há retenções. #viasexpressas
532837109712060416	13/11/2014 08:07	Caminhão enguiçado ocupa faixa da Av. Visconde de Albuquerque, altura da R. Mário Ribeiro, sentido Av. Niemeyer. #zonasul
532830357826322433	13/11/2014 07:40	Colisão entre carro e ônibus causa retenção na Est. dos Bandeirantes, altura da GSK, sentido Taquara. Foto: @cratiu http://t.co/VVeQUadNvI
532812988466888704	13/11/2014 06:31	Colisão entre ônibus e taxi ocupa uma faixa da Rua Teodoro da Silva, próx Rua Silva Pinto, em Vila Isabel. Há retenções. #zonanorte
532804819531354112	13/11/2014 05:59	Carro enguiçado causa retenções na 1ª galeria do Túnel Rebouças, sentido Rio Comprido. Há retenções. CET-Rio no local. #viasexpressas

id	tempo	texto
532783900503072768	13/11/2014 04:35	Acidente com um carro ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido #centro, altura da Maré. CET-Rio no local. #viasexpressas
53270108779992320	12/11/2014 23:06	@LeiSecaRJ Acidente na saída da segunda galeria do tunel Rebouças, sentido Centro.
532684448601346048	12/11/2014 22:00	Acidente com caminhão ocupa 3 faixas da Av Brasil, sentido Centro, altura de Parada de Lucas. CET-Rio no local. http://t.co/N25GOzPZfz
532684040735043584	12/11/2014 21:59	Acidente com caminhão ocupa 3 faixas da Av Brasil, sentido Centro, altura de Parada de Lucas. CET-Rio no local. #viasexpressas
532622096346931200	12/11/2014 17:52	#AvBrasil Acidente entre quatro carros ocupa uma faixa e deixa retenção na pista central, altura de Manguinhos, sentido #ZonaOeste.
532619963308462080	12/11/2014 17:44	Acidente com moto na 2ª galeria do Túnel Rebouças, sentido Lagoa. Trânsito lento. #viasexpressas
532618859388633088	12/11/2014 17:40	#ZonaOeste Colisão entre dois carros ocupa uma faixa na Estrada dos Três Rios, altura da Estrada do Guanumbi. Trânsito lento.
532589283757268992	12/11/2014 15:42	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Ten. Cel. Muniz de Aragão, sentido Freguesia, altura da R. Mal. Terra Ururahy. Trânsito intenso.
532581248359600129	12/11/2014 15:10	Colisão entre ônibus e 4 carros ocupa 2 faixas da pista central da Av. Brasil, sent Centro, altura Ramos. Retenções http://t.co/6xBZSKKpnN
532574057917853696	12/11/2014 14:42	#ZonaOeste Acidente com caminhão ocupa uma faixa da Estrada dos Bandeirantes, altura da Rua Benvindo de Novaes, sentido Taquara.
532568738441478144	12/11/2014 14:20	Túnel Zuzu Angel, sentido Barra, tem uma faixa interdita devido a um caminhão enguiçado. Há retenção. #viasexpressas
532533649343004673	12/11/2014 12:01	Colisão entre moto e carro ocupa 1 faixa da Av. Visconde de Albuquerque, sentido Praça Sibélius, altura da R. Prof. Azevedo Marques.
532532324421087232	12/11/2014 11:56	Colisão entre ônibus e táxi ocupa 1 faixa da Av. Nelson Cardoso, sentido Taquara, altura da R. Farmacêutico Silva Araújo. Há retenção.
532523687770357760	12/11/2014 11:21	Colisão entre dois carros interdita faixa da #LinhaVermelha, sentido #Centrorj, altura de Cordovil. Há retenções.
532520954166272000	12/11/2014 11:11	Caminhão enguiçado ocupa 1 faixa do Viaduto dos Pracinhas, sentido Av. Pres. Vargas, logo após a saída da Av. Francisco Bicalho. Há lentidão

id	tempo	texto
532518375529144322	12/11/2014 11:00	Caminhão enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Venceslau Brás, altura da UFRJ. Há retenções. #zonasul
532513089460379648	12/11/2014 10:39	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da R. São Clemente, altura do nº 144, em Botafogo. Há retenção no local. #zonasul
532508833512685568	12/11/2014 10:22	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da pista lateral da Av. Pres. Vargas, sentido Candelária, altura da Central. Há retenção. #centro
532504292243288064	12/11/2014 10:04	Caminhão enguiçado ocupa 1 faixa da Est. dos Bandeirantes, altura da Est. do Guerengê, sentido Barra. Trânsito intenso. #zonaoste
532504046809403392	12/11/2014 10:03	#ZonaOeste Colisão entre ônibus e carro interdita uma faixa da Est. do Guerengê, sentido Taquara, altura da R. Cônego Felipe. Há retenção.
532499923191988224	12/11/2014 09:47	Colisão entre 2 carros ocupa 1 faixa da Av. das Américas, sentido São Conrado, altura do shopping Village Mall. Há retenções. #zonaoste
532488480665128960	12/11/2014 09:02	Colisão entre moto e carro ocupa 1 faixa da pista central da Av. Brasil, sentido Centro, altura de Manguinhos. Há retenção. #viasexpressas
532475088688648192	12/11/2014 08:08	#ZonaNorte Colisão entre carro e moto na Avenida Marechal Rondon, na altura da Rua Frei Pinto. Uma faixa interditada. Retenção no local.
532451618005217281	12/11/2014 06:35	Caminhão enguiçado ocupa uma faixa e provoca retenções na Rua Pinheiro Machado, na altura do Palácio Guanabara, sentido Botafogo #zonasul
532335548510113792	11/11/2014 22:54	Acidente envolvendo uma moto e um carro ocupa uma faixa e provoca retenções na Ponte Joatinga, sentido Recreio. http://t.co/iEOx3OyJB0
532300754783318016	11/11/2014 20:36	Acidente envolvendo um ônibus e um carro provoca retenções na Av. Pastor Martin Luther King, altura da Av. Meriti, sentido Vicente de Carvalho
532299608509415425	11/11/2014 20:31	Acidente com carro no sentido Centro da Linha Vermelha, altura do Galeão, ocupa uma faixa. Trânsito intenso. #viasexpressas
532290350770307072	11/11/2014 19:54	Acidente com moto e táxi ocupa 2 faixas da pista lateral e provoca retenções na Av. das Américas, alt Salvador Allende http://t.co/UM2Ny461jo
532285755792838657	11/11/2014 19:36	Veículo enguiçado ocupa uma faixa e provoca retenções na Av. Ayrton Senna, na altura da ponte estaiada, sentido Linha Amarela. #zonaoste

id	tempo	texto
532246929829535744	11/11/2014 17:02	Colisão entre carro e moto ocupa faixa da Av. Emb. Abelardo Bueno, sentido Linha Amarela, altura do Shopping Metropolitano. #zonoeste
532244679686123520	11/11/2014 16:53	#ZonaOeste Colisão entre ônibus e carro ocupa uma faixa da Avenida Nelson Cardoso, altura da Rua Marechal Beviláqua, sentido Praça Seca.
532228843919376384	11/11/2014 15:50	Táxi enguiçado causa retenção no Viaduto dos Marinheiros, no sentido Radial Oeste. Uma faixa está ocupada. #centro
532227122891591680	11/11/2014 15:43	Acidente com carro na pista central da Av. Presidente Vargas, sentido Praça da Bandeira, próximo à Central do Brasil. #centro
532226159606775808	11/11/2014 15:39	Utilitário enguiçado ocupa 1 faixa da 1ª galeria do Rebouças, sentido Praça da Bandeira. Há retenção. #viasexpressas
532198729395470336	11/11/2014 13:50	Colisão entre 4 carros ocupa faixa da pista central da Av. das Américas, altura do Barra Shopping, sentido São Conrado. #zonoeste
532176760524529664	11/11/2014 12:23	Est dos Bandeirantes, na Taquara, com 1 faixa ocupada por causa de caminhão enguiçado, sentido Barra, altura da empresa Roche. #zonoeste
532155694645272576	11/11/2014 10:59	Carro enguiçado no Túnel Santa Bárbara, sentido Laranjeiras, causa retenção. #viasexpressas
532150368227311616	11/11/2014 10:38	Colisão entre 2 carros ocupa 1 faixa da pista central da Av. Brasil, sentido Centro, altura de Cordovil. Há retenções. #viasexpressas
532141044767653888	11/11/2014 10:01	Acidente com ônibus interdita R. Sacadura Cabral entre R. Pedro Ernesto e R. do Livramento. Desvio do tráfego de veículos é feito p/ R. (+)
532134021011357696	11/11/2014 09:33	Colisão entre 3 carros ocupa 1 faixa da Av. Lúcio Costa, altura do Barril 8000, sentido São Conrado. Há retenções.
532129262938357761	11/11/2014 09:14	Colisão entre caminhão e carro ocupa faixa da pista lateral da Av. Brasil, sentido Centro, altura de Benfica. #viasexpressas
532124485408002048	11/11/2014 08:55	Táxi enguiçado ocupa uma faixa da Linha Vermelha, altura da Maré, sentido Centro. Trânsito intenso. #viasexpressas
532121093595987968	11/11/2014 08:42	Colisão entre carro e moto na Av. Presidente Antônio Carlos, altura da Av. Beira Mar, sentido Candelária. Retenções no local. #centro
532114242414313473	11/11/2014 08:14	#ZonaNorte: ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Dom Hélder Câmara, sentido Centro, altura da R. da Pedreira. Há retenções.
532108504933597184	11/11/2014	Carro enguiçado ocupa 1 faixa da pista lateral da Av. Ayrton Senna, sentido orla, altura do supermercado Makro. Trânsito

id	tempo	texto
	07:52	lento. #zonoeste
532107094686986244	11/11/2014 07:46	Carro enguiçado ocupa faixa da Av. Ayrton Senna, altura do Hospital Lourenço Jorge, sentido praia. #zonoeste
532050273595056128	11/11/2014 04:00	Poste é destruído em acidente entre caminhão e carro na Taquara. Saiba: http://t.co/0FrsF2od0e .
531925319432019968	10/11/2014 19:44	Colisão entre carro e moto ocupa uma faixa da Av 31 de Março, sentido Santo Cristo, altura da Av Pres Vargas. Reflexos no Santa Bárbara.
531889385768484864	10/11/2014 17:21	Acidente com carro ocupa uma faixa da Av. Nossa Senhora de Copacabana, altura da Rua Joaquim Nabuco. Bombeiros no local. #zonasul
531838401159647233	10/11/2014 13:58	Colisão entre utilitário e 2 carros ocupa 1 faixa da pista lateral da Av. Brasil, sentido Zona Oeste, altura da Penha. Há retenções.
531830661167185920	10/11/2014 13:28	Acidente ente táxi e moto na Rua Evaristo da Veiga, no #centro, altura da Rua Senador Dantas. Trânsito lento.
531822064513331200	10/11/2014 12:53	Acidente com três carros causa retenção na segunda galeria do Túnel Rebouças, no sentido Lagoa.
531817336266035200	10/11/2014 12:35	Carro enguiçado na 1ª galeria do Túnel Rebouças, sentido Lagoa. O trânsito é lento e uma faixa está ocupada. #viasexpressas
531793970670891008	10/11/2014 11:02	Colisão entre moto e caminhão ocupa 1 faixa da pista central da Av. Brasil, sentido Centro, altura da Penha. Há retenção.
531793391072575488	10/11/2014 10:59	Caminhão enguiçado ocupa 1 faixa da R. Conselheiro Galvão, sentido Campinho, altura do Mercadão de Madureira. Há retenções. #zonanorte
531791537869697024	10/11/2014 10:52	Ônibus enguiçado ocupa 1 faixa da pista lateral da Av. Pres. Vargas, sentido Candelária, altura da Av. Rio Branco. Há retenções. #centro
531784739913756672	10/11/2014 10:25	Colisão entre 2 carros ocupa 1 faixa da Av. Nelson Cardos, altura da R. Imbuí, sentido Taquara. Trânsito intenso. #zonoeste
531767748305903616	10/11/2014 09:18	Colisão entre 2 motos ocupa 1 faixa da pista central da Av. Pres. Vargas, sentido Candelária, altura dos Correios. Há retenções. #centro
531763569151737856	10/11/2014 09:01	Caminhão enguiçado ocupa 1 faixa do Viaduto dos Pracinhos, sentido Av. Pres. Vargas. Há retenções. #centro
531759354023002112	10/11/2014 08:44	Ônibus enguiçado na pista central da Av. Presidente Vargas, altura dos Correios, sentido Candelária. Trânsito lento. #centro
531746668371529728	10/11/2014	#AvBrasil Acidente com dois carros e um utilitário causa retenção na pista central, no Caju, sentido #Centrorj. Uma faixa

id	tempo	texto
	07:54	interditada.
531740913836371968	10/11/2014 07:31	Acidente com dois ônibus interditada duas faixas da R. Cordeiro da Graça, altura da Av. Cidade de Lima, no Santo Cristo. Retenção no local.
531729700415340544	10/11/2014 06:46	Ônibus enguiçado provoca retenção na R.Conselheiro Galvão,em Madureira, altura da Av.Edgar Romero até a R.Domingos Fernandes, sent. Campinho
531591375960408064	09/11/2014 21:37	Acidente provoca retenção na Estrada Grajaú-Jacarepaguá, sentido Grajaú, na altura do Hospital Cardoso Fontes. #viasexpressas
531587339404206080	09/11/2014 21:21	Acidente provoca retenção na Av. Brasil, sentido Centro, na altura do INTO. #viasexpressas
531573409327874048	09/11/2014 20:25	Acidente ocupa uma faixa e provoca retenção na Av.Paulo de Frontin, na altura da Rua Barão de Itapagipe, sentido #centro. Equipes no local.
531527365797892098	09/11/2014 17:22	Colisão envolvendo 1 carro ocupa faixa do Viaduto do Gasômetro, sentido Centro, altura do acesso para a Via Binário. #centro
531457100736917504	09/11/2014 12:43	Colisão entre carro e van ocupa faixa da Est. Grajaú-Jacarepaguá, altura do Lins, sentido Grajaú. #viasexpressas
531426156986503168	09/11/2014 10:40	Acidente envolvendo carro ocupa faixa da Av. Eptácio Pessoa, sentido Corte, altura da R. Aníbal de Mendonça. #zonasul
531379097621262336	09/11/2014 07:33	Acidente envolvendo um carro ocupa faixa da pista lateral da Av. das Américas, altura da R. Luis Aranha, sentido Barra. #zonaoste
531365900994101248	09/11/2014 06:41	Acidente com moto ocupa uma faixa da pista central da Av Brasil, em Parada de Lucas, sentido #zonaoste. CET-Rio no local. #viasexpressas
531364343238369280	09/11/2014 06:35	Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da Av das Américas, sentido Santa Cruz, próximo Mundial. CET-Rio no local. #zonaoste
531341839149039616	09/11/2014 05:05	Colisão entre carro e taxi ocupa uma faixa da Rua Lopo Saraiva, altura do nº 33, sentido Taquara. CET-Rio no local. #zonaoste
531341602363813890	09/11/2014 05:04	Acidente com carro ocupa 2 faixas da Av Salvador Allende, altura da Av Emb Abelardo Bueno, sentido Est Bandeirantes. http://t.co/CeJwFIUiNh
531274506338590720	09/11/2014 00:38	Colisão entre carro e taxi ocupa uma faixa da pista central da Av Brasil, sentido Centro, em Manguinhos. Equipes no local. #viasexpressas

id	tempo	texto
531257024940875776	08/11/2014 23:28	Acidente com um carro ocupa 2 faixas da pista central da Av Brasil, sentido Centro, no Caju. Há retenções. CET-Rio no local. #viasexpressas
531254872902205440	08/11/2014 23:20	Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da Av Francisco Bicalho, sentido Cidade Nova, altura da Leopoldina. Equipes no local. #centro
531217029928615936	08/11/2014 20:49	Acidente com moto ocupa uma faixa do Túnel Santa Bárbara, sentido Catumbi. Há retenções. CET-Rio no local. #viasexpressas
531163456469467136	08/11/2014 17:16	Ônibus enguiçado ocupa faixa da R. Teodoro da Silva, altura da R. Visconde de Abaeté. Retenção. #zonanorte
531094885802450944	08/11/2014 12:44	Carro enguiçado ocupa faixa da 2a galeria do Rebouças, sentido Lagoa. #viasexpressas
531048452365766656	08/11/2014 09:39	Colisão entre moto e carro causa retenção na Av. Geremário Dantas, sentido Freguesia, altura da Linha Amarela. #zonaoste
531027896371253249	08/11/2014 08:18	Ônibus enguiçado ocupa faixa da pista lateral da Av. Pres. Vargas, sentido Pça da Bandeira, altura do 31 de Março. #centro
531027388172632065	08/11/2014 08:16	Caminhão enguiçado ocupa faixa da Av. Francisco Bicalho, sentido #Centro, altura da Rodoviária.
531008871129948160	08/11/2014 07:02	Acidente com moto ocupa duas faixas da R. Visconde de Niterói, altura da Mangueira, sentido Benfica. #zonanorte
530903056444321792	08/11/2014 00:02	Acidente envolvendo 2 ônibus e um carro ocupa uma faixa e provoca retenções na Av. General San Martin, altura da Bartolomeu Mitre. #zonasul
530849402437779456	07/11/2014 20:28	Caminhão enguiçado provoca retenções na Av. Nelson Cardoso, na Taquara, sentido Madureira, na altura da Est. do Tindiba. #zonaoste
530845078680797184	07/11/2014 20:11	Colisão entre caminhão e carro ocupa uma faixa da Avenida Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, na altura Av. Luis Carlos Prestes. Retenção.
530843694887632896	07/11/2014 20:06	Acidente entre caminhão e carro ocupa uma faixa da pista central da Avenida Brasil, em Ramos. Retenção no sentido Zona Oeste. #viasexpressas
530831433947172864	07/11/2014 19:17	Colisão entre dois ônibus ocupa uma faixa da Av. Rio de Janeiro, sentido Av. Brasil, altura do Caju. Retenção.
530822721094287361	07/11/2014 18:42	#ZonaSul Acidente entre carro e moto complica trânsito em Ipanema. Confira: http://t.co/RgJYjBGkAV
530801264318496768	07/11/2014 17:17	#AvBrasil Colisão envolvendo dois caminhões e um carro interdita uma faixa da pista central, altura de Irajá, sentido

id	tempo	texto
		#ZonaOeste. Retenção.
530801162308816896	07/11/2014 17:17	Colisão envolvendo dois caminhões e carro na pista central da Av. Brasil, no Caju, sentido #ZonaOeste. Uma faixa ocupada. Retenção.
530776929105088512	07/11/2014 15:40	Caminhão enguiçado ocupa uma faixa da Estrada do Cafundá, altura da R. Godofredo Viana, sentido Estr. do Catonho. Retenção.
530760595818037250	07/11/2014 14:36	Acidente com caminhão ocupa 1 faixa da Av. Visconde de Albuquerque, sentido Gávea, altura da Av. Gal. San Martin: http://t.co/l25fQuUiF7
530753018749530112	07/11/2014 14:05	Acidente envolvendo um carro ocupa 1 faixa da Av. Afrânio de Melo Franco, altura da R. Gilberto Cardoso, no Leblon. Trânsito intenso.
530747386369703936	07/11/2014 13:43	Colisão entre 3 carros ocupa 1 faixa da Linha Vermelha, sentido Centro, altura do Parque das Missões. Há retenções. #ViasExpressas
530740288034471937	07/11/2014 13:15	Ônibus enguiçado na pista lateral da Av. Presidente Vargas, altura da Central do Brasil, sentido Candelária. Retenções. #centro
530736567691010049	07/11/2014 13:00	Colisão entre carro e ônibus na Av. Rio Branco, sentido Praça Mauá, altura da Av. Pres. Vargas. Uma faixa ocupada. Sem retenção. #centro
530726712863367168	07/11/2014 12:21	Colisão entre dois carros na Rua São Francisco Xavier, altura da Rua Conselheiro Olegário. Retenções. #zonanorte
530719907219271680	07/11/2014 11:54	Acidente com moto ocupa 1 faixa do Gasômetro, sentido Centro, altura do INTO. Há retenção. #viasexpressas
529392478739120128	03/11/2014 19:59	Colisão entre dois carros causa retenção na Av. Ayrton Senna, altura do Aeroporto de Jacarepaguá, sentido L.Amarela. http://t.co/47lfrgKV3j
528073404583120896	31/10/2014 04:38	Acidente com carreta ocupa uma faixa da Av Ayrton Senna, sentido orla, altura do Lourenço Jorge. CET-Rio no local. http://t.co/Ix9krPoUlg
527702688775933952	30/10/2014 04:04	Lentidão sentido Centro na Av. Brasil por acidente com caminhão, na Penha. Bombeiros na via. http://t.co/9Bbd4ZmZDz
527233944421285888	28/10/2014 21:02	Colisão entre carro e moto ocupa 2 faixas da L Vermelha, na Maré, sentido Baixada. CET-Rio, PM e Bombeiros no local. http://t.co/EgQ4PDVV8a
527209851185672192	28/10/2014 19:26	Colisão entre moto e ônibus interdita o acesso da Av Rio Branco através do Aterro. Desvio pela Rua do Passeio.

id	tempo	texto
		http://t.co/bMky5CNBxF
526704974336495616	27/10/2014 10:00	Acidente com caminhão ocupa duas faixas da pista central da Av. Brasil, em Ramos, sentido Zona Oeste. Retenção http://t.co/VTLsDnT8EP
525734642490429441	24/10/2014 17:44	Acidente c carro, na Av S Cruz, sent Bangu, perto da R Francisco Real (Realengo). Interdição parcial. G. Municipal no local. Queda de poste
525162339314565120	23/10/2014 03:50	Acidente com carreta ocupa 2 faixas da Av Brasil, sent Centro, alt da Linha Vermelha. Carga na via. Equipes no local. http://t.co/DPzdMmoDA0
524496120748048384	21/10/2014 07:43	Acidente entre 2 motos ocupa uma faixa do Túnel Sta Bárbara, sentido Laranjeiras. Retenção até o Vd 31 de Março. http://t.co/MZkz0ly0Dr

2.2 – Resultados de processamento de *tweets* localizados em vias expressas

Segue uma amostra dos resultados obtidos pelos processamentos especificados no Capítulo 7 considerando *tweets* posicionados em vias expressas. A classificação hierárquica foi obtida a partir da base de dados da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Tweets onde a posição não coincide com local indicado no texto.

Id: 550055347361026048 (2014-12-30 20:26:29.0)

Texto: Acidente com 3 carros ocupa uma faixa da Linha Vermelha, sentido centro, altura da Maré. Lentidão no local. <http://t.co/YXLGTPV3Vx>

PMV: 1335 1653

Id: 541299974101684225 (2014-12-06 16:35:45.0)

Texto: Acidente entre moto e carro na Ponte da Joatinga, sentido Barra. Há reflexos na Autoestrada Lagoa-Barra: <http://t.co/mMgaUD3OAC>

PMV: 1762 1761 1512 1704 1511 1703

Tweet que apresentou erro no roteamento

Id: 539752820920950784 (2014-12-02 10:07:55.0)

Texto: Colisão de dois carros ocupa faixa da segunda galeria do Túnel Rebouças, sentido Lagoa. Há lentidão. CET-Rio na via. <http://t.co/w2levv9OT6>

PMV: 1640 1659 1658 1562 1382 1657 1381 1639 1561 1563 1386 1383

Tweets em que não houve PMV com rotas com extensão menor que 3km.

Id: 547205221525372928 (2014-12-22 23:41:06.0)

Texto: Colisão com carreta, utilitário e 2 carros ocupa 1 faixa da p. central da Av Brasil, sentido Zona Oeste, na Penha. <http://t.co/mb6vhsVXml>

Id: 538017268169314305 (2014-11-27 15:11:27.0)

Texto: Acidente com ônibus interdita parcialmente a pista central da Av. Brasil, sentido ZO, altura da Penha. Há retenções: <http://t.co/Dw5L2V1Ii6>

Id: 532523687770357760 (2014-11-12 11:21:55.0)

Texto: Colisão entre dois carros interdita faixa da #LinhaVermelha, sentido #Centrorj, altura de Cordovil. Há retenções.

Id: 532299608509415425 (2014-11-11 20:31:30.0)

Texto: Acidente com carro no sentido Centro da Linha Vermelha, altura do Galeão, ocupa uma faixa. Trânsito intenso. #viasepressas

Tweets em que não houve amostras de velocidade suficientes para a avaliação.

Id: 549685330710761474 (2014-12-29 19:56:10.0)

Texto: Acidente com 4 carros e um ônibus ocupa uma faixa e provoca lentidão na Av. Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, altura da Vila do Pan

PMV: 1479 1513

Id: 549684704031408128 (2014-12-29 19:53:40.0)

Texto: Acidente com três carros ocupa uma faixa do Túnel do Joá, sentido Barra. Retenção no local. <http://t.co/LntsD6V93X>

PMV: 1764 1763 1762 1761 1512 1704 1511 1703

Id: 549123774285504513 (2014-12-28 06:44:44.0)

Texto: Colisão entre carro e moto ocupa uma faixa da Linha Amarela, na chegada à Av Ayrton Senna. Equipes atuam no local. <http://t.co/QNnDi2QVbE>

PMV: 1297 1330 1474 1329 1298 1622

Id: 548975111408078848 (2014-12-27 20:54:00.0)

Texto: Acidente com 3 carros ocupa uma faixa da Av Ayrton Senna, sentido Linha Amarela, altura da Vivo. CET-Rio no local. <http://t.co/giKdSoyhUM>

PMV: 1407 1471 1472 1478

Id: 548974168998281216 (2014-12-27 20:50:15.0)

Texto: Colisão entre ônibus, táxi e 2 carros ocupa uma faixa da p. lateral da Av Ayrton Senna, sentido orla. Há retenções. <http://t.co/e87SVdF2wD>

PMV: 1477 1480 1479

Id: 547678780307677184 (2014-12-24 07:02:51.0)

Texto: Segue parcialmente interditada a Av. Armando Lombardi, sentido Recreio, devido a um acidente com ônibus, alt IBMEC <http://t.co/TvGNV78IHP>

PMV: 1512 1704 1508 1700 1768 1761 1767 1766 1764 1765 1511 1703

Id: 546421039240990720 (2014-12-20 19:45:02.0)

Texto: Colisão entre carreta, utilitário e 2 carros causa retenções na p. central da Av Brasil, sentido Centro, em Lucas. <http://t.co/3BAtnRl8e8>

PMV: 1262 1251

Id: 543369259259146241(2014-12-12 09:38:21.0)

Texto: Colisão entre moto, carro e caminhão ocupa 1 faixa da Lagoa-Barra, sent Barra, altura acesso p/ Túnel do S. Conrado <http://t.co/xBgLReDATq>

PMV: 1705 1713 1784 1712 1706 1643 1789 1707

Id: 541726066113396736 (2014-12-07 20:48:53.0)

Texto: Acidente envolvendo moto ocupa uma faixa e provoca lentidão na primeira galeria do Túnel Rebouças, sentido Centro. <http://t.co/YAMj6OvSCI>

PMV: 1388

Id: 540069278100094977 (2014-12-03 07:05:24.0)

Texto: Colisão de carro e moto ocupa faixa da Autoestrada Lagoa-Barra e causa retenção sentido Lagoa. CET-Rio no local. <http://t.co/gTmydvAtPn>

PMV: 1706 1642 1788 1711 1705 1713 1712

Id: 539693247270883328 (2014-12-02 06:11:11.0)

Texto: Acidente entre carro e moto ocupa uma faixa da Av. Ayrton Senna, altura do Barra Music, sentido Linha Amarela. <http://t.co/HXld6DK9jf>

PMV: 1297 1330 1329 1298

Id: 539577202350628865 (2014-12-01 22:30:04.0)

Texto: Acidente entre dois carros ocupa uma faixa e provoca retenção na Av. das Américas, na altura do Freeway, sent. Barra <http://t.co/l1CyDgLXmW>

PMV: 1471 1472

Id: 539534462615187457 (2014-12-01 19:40:14.0)

Texto: Acidente envolvendo três carros ocupa uma faixa e provoca retenção no Túnel Rebouças, sentido Praça da Bandeira. <http://t.co/m9H7k3oJ6R>

PMV: 1388 1389 1394 1405 1393 1392 1638 1641 1391 1390 1404 1697 1399

Id: 539130867411476480 (2014-11-30 16:56:30.0)

Texto: Colisão entre carro e moto no Túnel Acústico, sentido Lagoa. Uma faixa ocupada. Retenção a partir da Rocinha. <http://t.co/iZJ6J8m1x3>

PMV: 1709

Id: 538977279821357057 (2014-11-30 06:46:11.0)

Texto: Acidente com carro ocupa faixa do Túnel Rebouças, sentido Praça da Bandeira. Trânsito sem retenção. CET-Rio no local. <http://t.co/Jrxgf3lBGd>

PMV: 1388

Id: 532581248359600129 (2014-11-12 15:10:39.0)

Texto: Colisão entre ônibus e 4 carros ocupa 2 faixas da pista central da Av. Brasil, sent Centro, altura Ramos. Retenções <http://t.co/6xBZSKKpnN>

PMV: 1335

Id: 532581248359600129 (2014-11-12 15:10:39.0)

Texto: Colisão entre ônibus e 4 carros ocupa 2 faixas da pista central da Av. Brasil, sent Centro, altura Ramos. Retenções <http://t.co/6xBZSKKpnN>

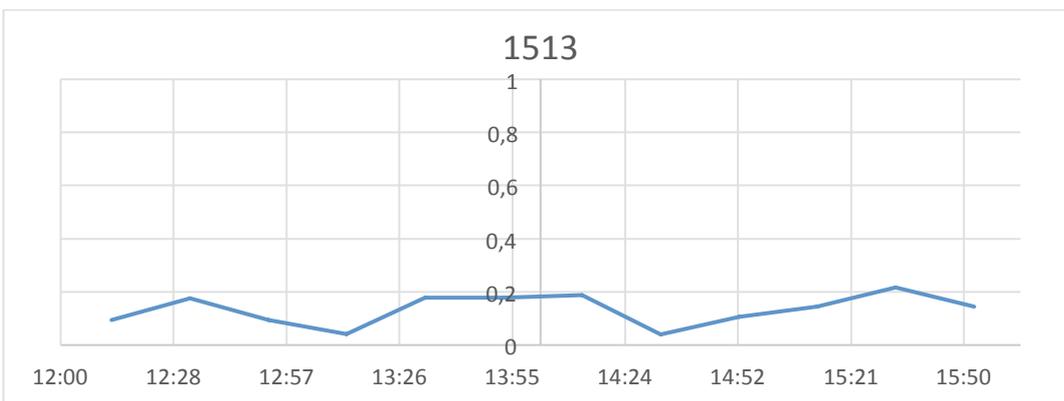
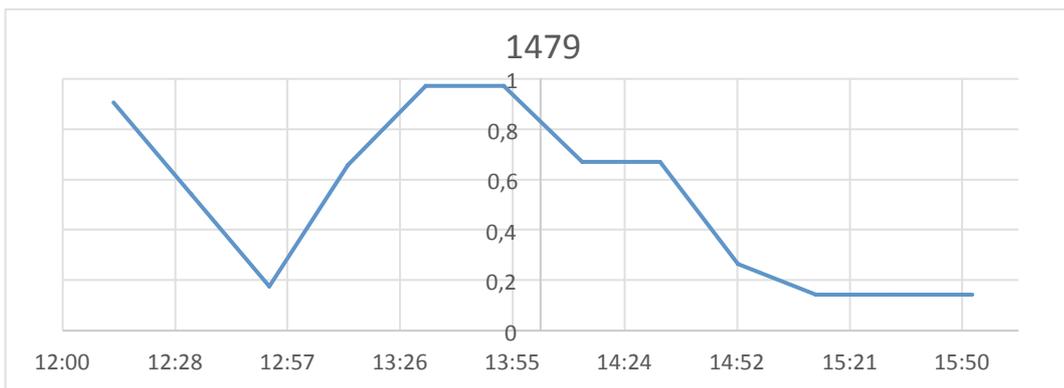
PMV: 1270 1269 1335 1271

Tweets em que não foram detectadas rotas para a avaliação da expansão

Id: 549595773004832768 (2014-12-29 14:00:17.0)

Texto: Acidente entre dois ônibus na Av. Ayrton Senna, altura do Casa Shopping, sentido orla. Retenções. <http://t.co/Pq1zvohPjK>

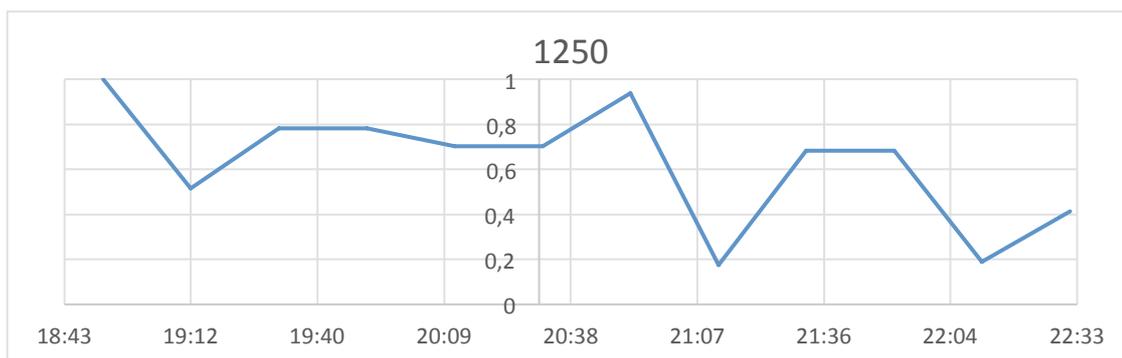
PMV: 1479 1513



Id: 548608001284665344 (2014-12-26 20:35:14.0)

Texto: Colisão entre dois carros ocupa uma faixa da pista central da Av Brasil, em Irajá, sentido ZOeste. Equipes no local. <http://t.co/3WhBpvW4GE>

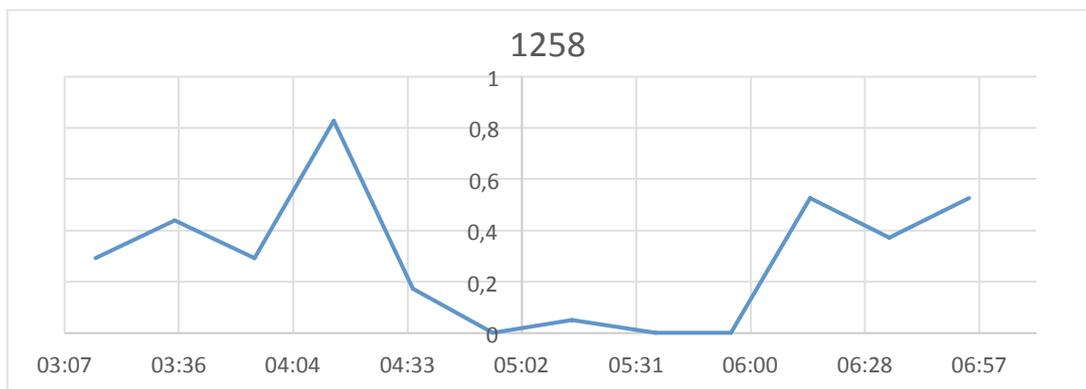
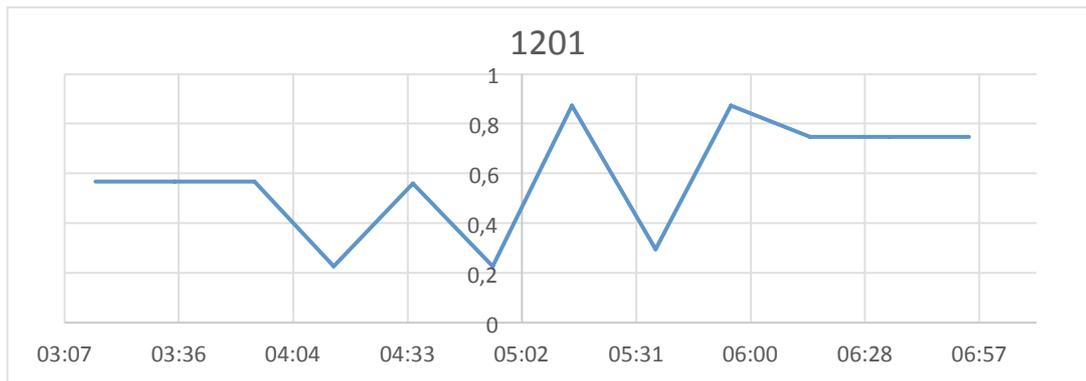
PMV: 1250 1260 1259 1295



Id: 545111876506779648 (2014-12-17 05:02:53.0)

Texto: Colisão entre moto e ônibus ocupa 1 faixa da p. central da Av Brasil, sentido Centro, no Caju. Retenções até Benfica. <http://t.co/823XzdpsWg>

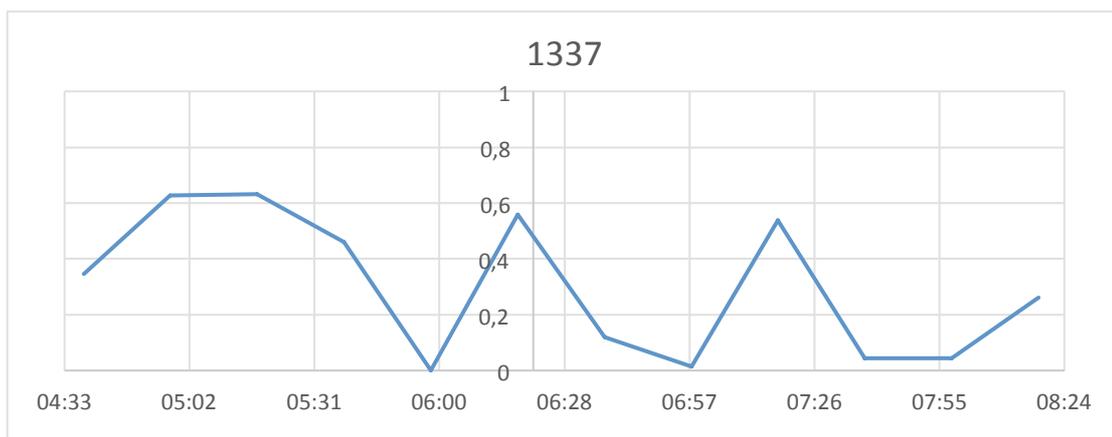
PMV: 1201 1730 1731 1729 1728 1727 1783 1258 1279 1278 1277



Id: 544407368914595840 (2014-12-15 06:23:26.0)

Texto: Colisão de carro e moto ocupa faixa da Linha Vermelha, altura de Caxias, sentido Centro. Retenções. CET-Rio na via. <http://t.co/aVBCOtqNpN>

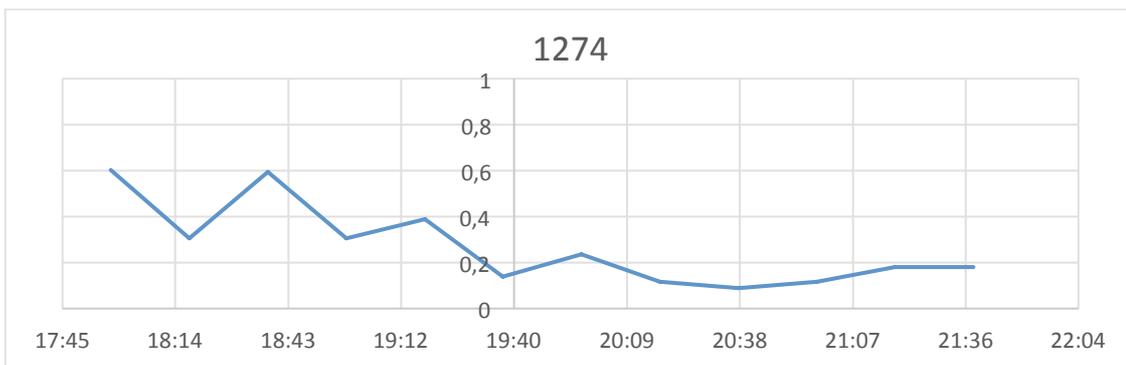
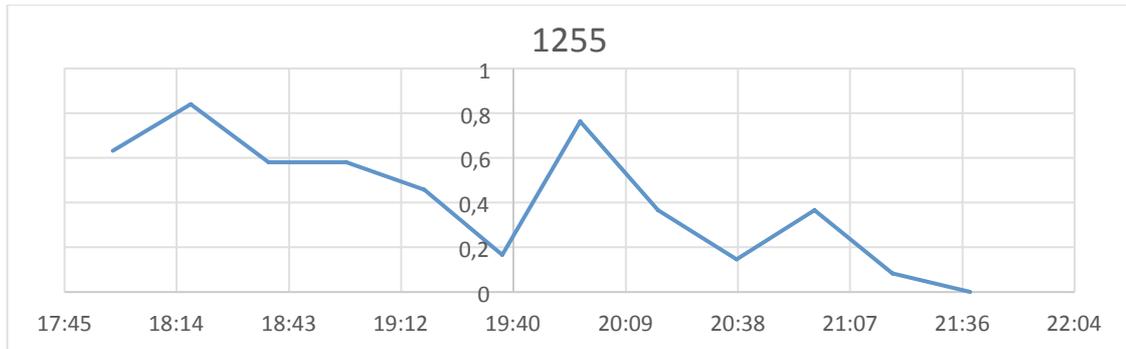
PMV: 1337



Id: 544245514259021824 (2014-12-14 19:40:16.0)

Texto: Colisão entre 2 ônibus e utilitário ocupa 1 faixa da pista lateral da Av Brasil, sentido ZOeste, em Benfica. <http://t.co/Bi9mpaCrK1>

PMV: 1255 1274 (na mesma pista da ocorrência)

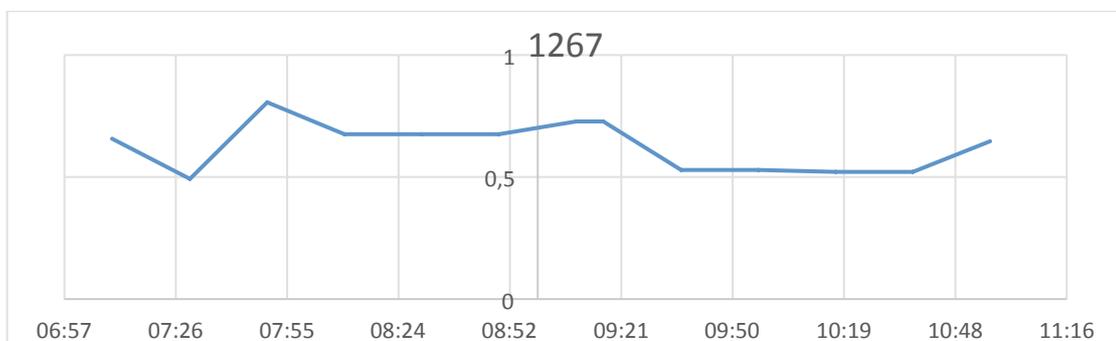


PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

Id: 542996881836490752 (2014-12-11 08:58:39.0)

Texto: Colisão de 2 carros ocupa 2 faixas da Av. Brasil, pista central, na Penha, sentido Centro. Lentidão. CET-Rio na via. <http://t.co/qnhImaeBHX>

PMV: 1267 1266 1268 1253 1290



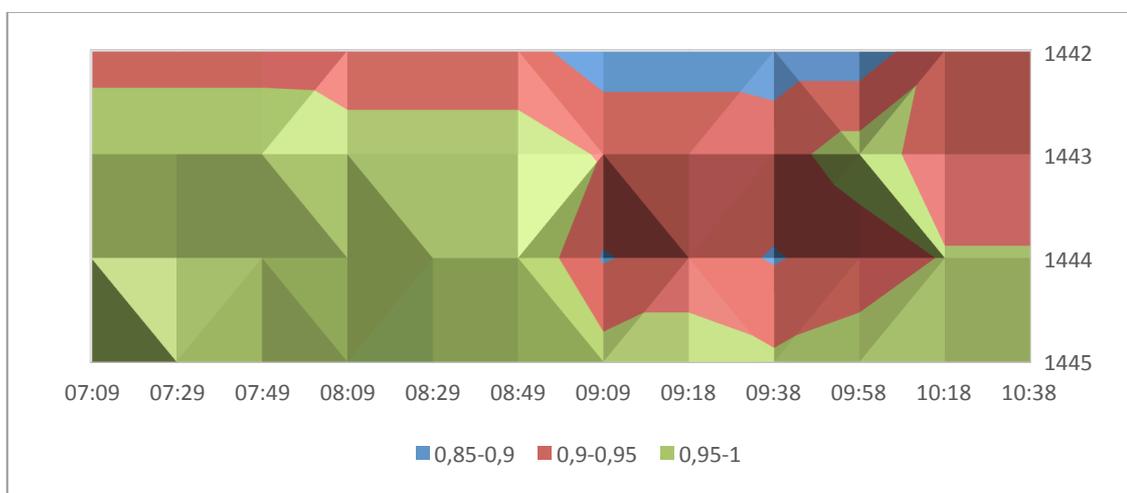
Tweets com rotas identificadas

Id: 544083467525312512 (2014-12-14 08:56:21.0)

Texto: Colisão entre carro e táxi na Avenida Osvaldo Aranha, altura do metrô de São Cristovão, sentido Méier. 1 fx.ocupada. <http://t.co/7iqxBfnUsX>

PMV: 1721 1364 1370 1366 1445 1444 1695 1362 1443 1359 1346 1373 1442 1441 1347 1350 1694 1372 1361 1282

Status: Rota 1 (1445, 1444, 1442, 1442)



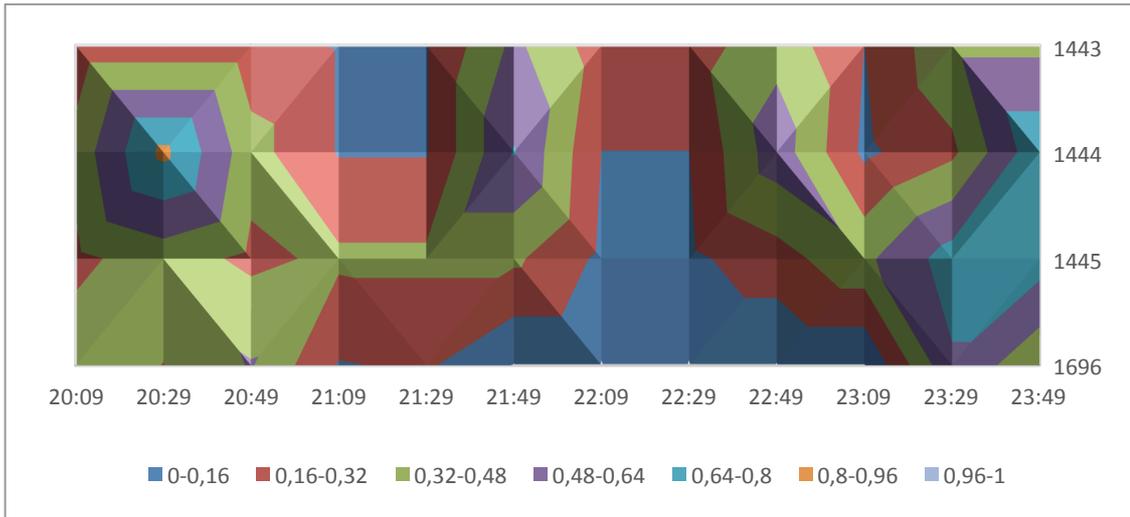
PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

Id: 543554850105991168 (2014-12-12 21:55:49.0)

Texto: Acidente com moto ocupa uma faixa do Elevado Paulo de Frontin, próximo à estrada do Túnel Rebouças. Há retenções. <http://t.co/LqcFnqizoj>

PMV: 1399 1403 1696 1400 1367 1404 1697 1445 1392 1444 1391 1362 1721 1443 1359 1390 1346 1373 1368 1485 1389 1366 1580 1347 1358 1350

Status: Rota 1 (1696, 1445, 1444, 1443)



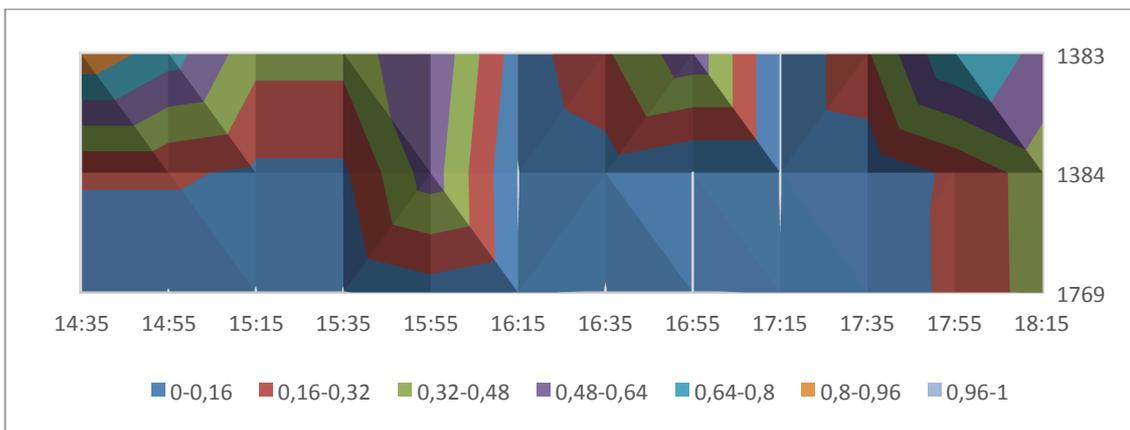
Id: 542020567541374977 (2014-12-08 16:19:08.0)

Texto: Colisão entre carro e utilitário na R. Mário Ribeiro, próx. da Av. Bartolomeu Mitre, sentido PUC. Uma fx. ocupada. <http://t.co/mWu15EFqks>

PMV: 1716 1769 1715 1720 1772 1771 1714 1384 1385 1725 1555 1557 1719 1773 1718 1554 1636 1724 1717 1598 1637 1723 1559 1558 1770 1709 1565 1383 1599 1386 1556 1560

Status: Rota 1 (1769, 1384, 1383)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1012692/CA

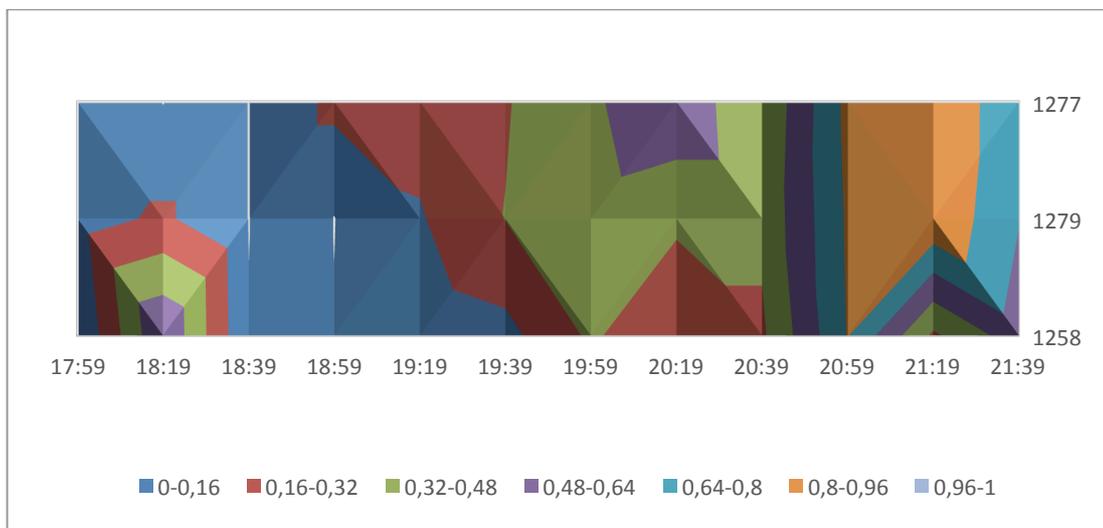


Id: 540261672338718720 (2014-12-03 19:49:54.0)

Texto: Colisão entre 2 motos ocupa 1 faixa do Gasômetro, sentido Centro, altura da descida p/ Av Franc Bicalho. Há retenção <http://t.co/YaMeaBKWVE>

PMV: 1258 1279 1278 1277 1256

Status: Rota 1 (1258, 1279, 1277)

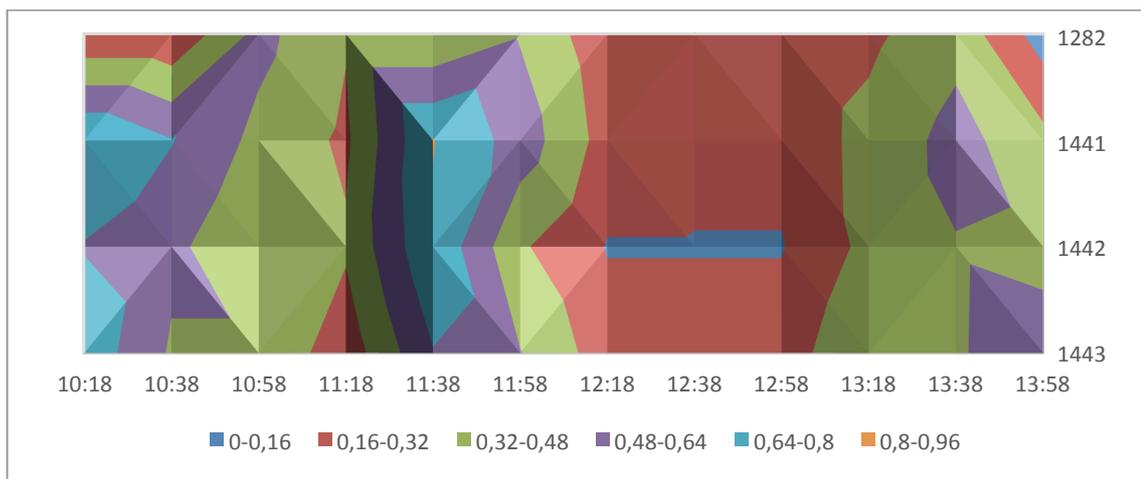


Id: 532897459664846848(2014-11-13 12:07:09.0)

Texto: Carro enguiçado ocupa 1 faixa da Av. Francisco Bicalho, sentido Centro, altura do prédio do IML. Retenção no local. #centro

PMV: 1443 1432 1442 1441 1361 1373 1282 1372 1728 1258 1360 1362 1783 1340 1439 1438 1364 1370 1440 1435 1437 1729 1445 1722 1339 1374

Status: Rota 1 (1443, 1442, 1441, 1282)



Apêndice 3: Descrição dos Pontos de Medição de Velocidade

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1201	Avenida Brasil - pista central	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°53'16.463S 43°13'24.070"W"
1202	Avenida Brasil - pista central	Av Pres. João Goulart	22°53'5.582S 43°13'39.526"W"
1203	Avenida Brasil - pista central	Vd Ataulfo Alves	22°53'13.449S 43°13'56.912"W"
1204	Avenida Brasil - pista central	Vd de Manguinhos	22°52'46.354S 43°14'23.450"W"
1205	Avenida Brasil - pista central	Vd Eng. Edno Machado	22°51'39.553S 43°14'51.988"W"
1206	Avenida Brasil - pista central	Trevo das Missões	22°48'57.183S 43°17'19.655"W"
1207	Avenida Brasil - pista central	R Bulhões Marcial	22°48'55.777S 43°18'3.694"W"
1208	Avenida Brasil - pista central	Trevo das Margaridas	22°49'12.940S 43°19'12.636"W"
1209	Avenida Brasil - pista central	Av Pst. Martin Luther King Júnior	22°49'27.998S 43°19'58.816"W"
1210	Avenida Brasil - pista central	R Pedro Jório	22°49'49.885S 43°20'59.115"W"
1211	Avenida Brasil - pista central	Av Pref. Sá Lessa	22°49'57.060S 43°21'18.501"W"
1212	Avenida Brasil - pista central	Estr Rio D Ouro	22°50'2.459S 43°21'32.486"W"
1213	Avenida Brasil - pista central	Estr João Paulo	22°50'8.686S 43°21'43.989"W"
1214	Avenida Brasil - pista central	Estr Camboatá	22°50'14.853S 43°21'54.073"W"
1215	Avenida Brasil - pista central	Estr Mal. Alencastro	22°51'6.963S 43°23'17.742"W"
1216	Avenida Brasil - pista central	Estr da Equitação	22°51'25.812S 43°24'6.727"W"
1217	Avenida Brasil - pista central	R Hélio do Amaral	22°51'55.781S 43°25'33.643"W"
1218	Avenida Brasil - pista central	Estr da Cancela Preta	22°51'40.741S 43°26'57.042"W"
1219	Avenida Brasil - pista central	R Dra. Maria Estrela	22°51'34.453S

ordem	corredor	endereço	coordenadas
			43°27'31.673"W"
1220	Avenida Brasil - pista central	Av Guianas	22°51'21.398S 43°28'43.715"W"
1221	Avenida Brasil - pista central	Cam Rodrigues	22°51'25.122S 43°29'49.553"W"
1222	Avenida Brasil - pista central	Estr Sete Riachos	22°51'37.617S 43°30'53.244"W"
1223	Avenida Brasil - pista central	Estr do Mendanha	22°51'39.442S 43°32'6.306"W"
1224	Avenida Brasil - pista central	Estr do Pedregoso	22°51'42.397S 43°33'2.709"W"
1225	Avenida Brasil - pista central	Estr Rio - São Paulo	22°52'0.694S 43°35'30.066"W"
1226	Avenida Brasil - pista central	Av dos Palmares	22°52'34.448S 43°36'50.319"W"
1227	Avenida Brasil - pista central	R Agai	22°52'56.404S 43°38'19.640"W"
1228	Avenida Brasil - pista central	Rod BR-101	22°53'21.006S 43°39'42.446"W"
1229	Avenida Brasil - pista central	Estr Pe. Guilherme Decaminada	22°53'38.436S 43°40'35.450"W"
1230	Avenida Brasil - pista central	Estr Aterrado do Leme	22°53'26.325S 43°39'55.615"W"
1231	Avenida Brasil - pista central	R Agai	22°53'8.920S 43°38'59.239"W"
1232	Avenida Brasil - pista central	Estr do Campinho	22°52'57.692S 43°38'19.040"W"
1233	Avenida Brasil - pista central	Estr do Tingui	22°52'42.109S 43°37'5.510"W"
1234	Avenida Brasil - pista central	Estr Rio - São Paulo	22°52'13.565S 43°36'3.968"W"
1235	Avenida Brasil - pista central	Cam Da. Júlia	22°51'59.993S 43°35'24.771"W"
1236	Avenida Brasil - pista central	Estr do Pedregoso	22°51'55.216S 43°34'23.389"W"
1237	Avenida Brasil - pista central	Estr do Mendanha	22°51'43.565S 43°33'10.172"W"
1238	Avenida Brasil - pista central	Estr Sete Riachos	22°51'40.102S 43°32'6.027"W"
1239	Avenida Brasil - pista central	Av Guianas	22°51'25.547S 43°29'48.738"W"
1240	Avenida Brasil - pista central	Av Marrocos	22°51'20.813S 43°29'33.666"W"

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1241	Avenida Brasil - pista central	R Dra. Maria Estrela	22°51'22.035S 43°28'43.679"W
1242	Avenida Brasil - pista central	Estr da Cancela Preta	22°51'34.959S 43°27'31.567"W
1243	Avenida Brasil - pista central	R Pacaembu	22°51'42.767S 43°26'48.572"W
1244	Avenida Brasil - pista central	Estr da Equitação	22°51'56.240S 43°25'33.770"W
1245	Avenida Brasil - pista central	Estr Mal. Alencastro	22°51'26.207S 43°24'6.379"W
1246	Avenida Brasil - pista central	Estr Camboatá	22°51'0.917S 43°23'4.783"W
1247	Avenida Brasil - pista central	R Waldemar Coelho dos Santos	22°50'39.521S 43°22'33.180"W
1248	Avenida Brasil - pista central	Estr João Paulo	22°50'15.568S 43°21'54.197"W
1249	Avenida Brasil - pista central	Av Pst. Martin Luther King Júnior	22°50'1.502S 43°21'28.278"W
1250	Avenida Brasil - pista central	Trevo das Margaridas	22°49'28.424S 43°19'58.533"W
1251	Avenida Brasil - pista central	R Bulhões Marcial	22°49'9.878S 43°18'36.764"W
1252	Avenida Brasil - pista central	Trevo das Missões	22°48'52.021S 43°17'41.634"W
1253	Avenida Brasil - pista central	Vd Eng. Edno Machado	22°49'57.243S 43°15'58.879"W
1254	Avenida Brasil - pista central	Vd de Manguinhos	22°52'15.805S 43°14'46.901"W
1255	Avenida Brasil - pista central	Vd Ataulfo Alves	22°52'46.842S 43°14'23.798"W
1256	Avenida Brasil - pista central	Av Pres. João Goulart	22°53'11.616S 43°13'47.421"W
1257	Avenida Brasil - pista central	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°53'6.014S 43°13'39.182"W
1258	Avenida Brasil - pista central	Av Francisco Bicalho	22°53'32.230S 43°12'58.545"W
1259	Avenida Brasil - pista lateral	R André Fill	22°49'32.829S 43°20'9.947"W
1260	Avenida Brasil - pista lateral	Trevo das Margaridas	22°49'17.808S 43°19'24.403"W
1261	Avenida Brasil - pista lateral	R Martinica	22°49'12.130S 43°19'0.175"W
1262	Avenida Brasil - pista lateral	R Mundaú	22°49'8.622S 43°18'33.237"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1263	Avenida Brasil - pista lateral	R Bulhões Marcial	22°48'58.766S 43°18'11.864"W
1264	Avenida Brasil - pista lateral	Trevo das Missões	22°48'58.126S 43°17'20.189"W
1265	Avenida Brasil - pista lateral	Av Shultz Wenk	22°49'3.209S 43°17'12.988"W
1266	Avenida Brasil - pista lateral	Av Lobo Júnior	22°49'20.415S 43°16'50.734"W
1267	Avenida Brasil - pista lateral	R Cd. de Agrolongo	22°49'39.157S 43°16'26.646"W
1268	Avenida Brasil - pista lateral	Av Teixeira de Castro	22°50'12.117S 43°15'32.332"W
1269	Avenida Brasil - pista lateral	Vd Eng. Edno Machado	22°51'3.781S 43°14'51.940"W
1270	Avenida Brasil - pista lateral	R Srg. Silva Nunes	22°51'11.187S 43°14'52.281"W
1271	Avenida Brasil - pista lateral	R Aguiar Moreira	22°51'41.460S 43°14'53.117"W
1272	Avenida Brasil - pista lateral	R Arlindo Janot	22°52'6.816S 43°14'51.013"W
1273	Avenida Brasil - pista lateral	Vd de Manguinhos	22°52'12.556S 43°14'49.179"W
1274	Avenida Brasil - pista lateral	R Célio Nascimento	22°52'45.575S 43°14'25.324"W
1275	Avenida Brasil - pista lateral	Vd Ataulfo Alves	22°53'14.490S 43°13'57.067"W
1276	Avenida Brasil - pista lateral	R Prof. Olympio de Melo	22°53'14.324S 43°13'51.995"W
1277	Avenida Brasil - pista lateral	Av Pres. João Goulart	22°53'9.079S 43°13'43.469"W
1278	Avenida Brasil - pista lateral	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°53'6.472S 43°13'38.812"W
1279	Avenida Brasil - pista lateral	R Bela	22°53'6.458S 43°13'38.521"W
1280	Avenida Brasil - pista lateral	R José Clemente	22°53'11.748S 43°13'30.332"W
1281	Avenida Brasil - pista lateral	R Alm. Mariath	22°53'21.876S 43°13'8.280"W
1282	Avenida Brasil - pista lateral	Av Francisco Bicalho	22°53'46.173S 43°12'51.988"W
1283	Avenida Brasil - pista lateral	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°53'14.239S 43°13'25.579"W
1284	Avenida Brasil - pista lateral	Av Pres. João Goulart	22°53'5.257S 43°13'39.794"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1285	Avenida Brasil - pista lateral	Vd Ataulfo Alves	22°53'8.073S 43°13'44.712"W
1286	Avenida Brasil - pista lateral	Vd de Manguinhos	22°52'45.940S 43°14'23.130"W
1287	Avenida Brasil - pista lateral	R Ary Leão	22°51'40.238S 43°14'51.483"W
1288	Avenida Brasil - pista lateral	Vd Eng. Edno Machado	22°51'3.435S 43°14'49.889"W
1289	Avenida Brasil - pista lateral	Av Brg. Trompowski	22°50'57.552S 43°14'48.929"W
1290	Avenida Brasil - pista lateral	Rod BR-040	22°49'56.828S 43°15'57.505"W
1291	Avenida Brasil - pista lateral	Trevo das Missões	22°48'56.871S 43°17'19.482"W
1292	Avenida Brasil - pista lateral	Rod BR-040	22°48'55.483S 43°17'22.591"W
1293	Avenida Brasil - pista lateral	R Bulhões Marcial	22°48'51.114S 43°17'44.632"W
1294	Avenida Brasil - pista lateral	Rod Pres. Dutra	22°49'6.079S 43°18'31.929"W
1295	Avenida Brasil - pista lateral	Trevo das Margaridas	22°49'11.088S 43°19'7.595"W
1296	Avenida Brasil - pista lateral	Av Pst. Martin Luther King Júnior	22°49'27.711S 43°19'59.322"W
1297	Linha Amarela	R Edgard Werneck	22°57'14.411S 43°21'26.486"W
1298	Linha Amarela	Av Geremário Dantas	22°56'43.363S 43°21'14.980"W
1299	Linha Amarela	Estr do Pau Ferro	22°55'59.150S 43°20'42.843"W
1300	Linha Amarela	R Agrolândia	22°55'34.034S 43°20'25.448"W
1301	Linha Amarela	R Borja Reis	22°55'29.182S 43°20'16.559"W
1302	Linha Amarela	R Dois de Fevereiro	22°54'0.470S 43°18'11.387"W
1303	Linha Amarela	Av Amaro Cavalcânti	22°53'45.626S 43°18'2.917"W
1304	Linha Amarela	R Goiás	22°53'43.890S 43°18'2.140"W
1305	Linha Amarela	Av Carlos Lacerda	22°53'27.593S 43°17'51.544"W
1306	Linha Amarela	Av D. Hélder Câmara	22°53'7.737S 43°17'29.975"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1307	Linha Amarela	Av Pst. Martin Luther King Júnior	22°52'53.587S 43°16'57.980"W
1308	Linha Amarela	Estr Velha da Pavuna	22°52'30.635S 43°16'17.635"W
1309	Linha Amarela	Av dos Democráticos	22°52'17.906S 43°15'46.651"W
1310	Linha Amarela	R Uranos	22°52'18.370S 43°15'22.156"W
1311	Linha Amarela	R Leopoldo Bulhões	22°52'19.251S 43°15'12.770"W
1312	Linha Amarela	R Erico de Souza Leão	22°52'19.875S 43°15'7.654"W
1313	Linha Amarela	Vd de Manguinhos	22°52'18.635S 43°14'55.680"W
1314	Linha Amarela	R Arlindo Janot	22°52'18.184S 43°14'54.592"W
1315	Linha Amarela	R Eng. Artur Moura	22°52'19.295S 43°15'1.914"W
1316	Linha Amarela	R Leopoldo Bulhões	22°52'19.288S 43°15'8.214"W
1317	Linha Amarela	R Uranos	22°52'18.698S 43°15'14.108"W
1318	Linha Amarela	Av dos Democráticos	22°52'17.805S 43°15'22.326"W
1319	Linha Amarela	Estr Velha da Pavuna	22°52'22.461S 43°16'3.567"W
1320	Linha Amarela	Av Pst. Martin Luther King Júnior	22°52'34.935S 43°16'34.100"W
1321	Linha Amarela	Av D. Hélder Câmara	22°52'52.889S 43°16'58.606"W
1322	Linha Amarela	R Goiás	22°53'22.667S 43°17'46.525"W
1323	Linha Amarela	Av Amaro Cavalcânti	22°53'43.887S 43°18'2.785"W
1324	Linha Amarela	R Dois de Fevereiro	22°53'45.125S 43°18'3.277"W
1325	Linha Amarela	R Borja Reis	22°53'59.848S 43°18'11.768"W
1326	Linha Amarela	Tun da Suíça Carioca	22°54'53.605S 43°19'11.801"W
1327	Linha Amarela	Estr do Pau Ferro	22°55'30.561S 43°20'20.427"W
1328	Linha Amarela	Av Geremário Dantas	22°55'59.078S 43°20'43.612"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1329	Linha Amarela	R Edgard Werneck	22°56'43.158S 43°21'15.652"W
1330	Linha Amarela	Av Ayrton Senna	22°57'14.161S 43°21'26.940"W
1331	Avenida Bento Ribeiro Dantas	Vd de Manguinhos	22°51'56.811S 43°14'23.706"W
1332	Avenida Bento Ribeiro Dantas	Av Pres. João Goulart	22°51'57.102S 43°14'23.485"W
1333	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Rod BR-116	22°48'9.307S 43°20'22.768"W
1334	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Duque de Caxias	22°48'9.404S 43°20'16.566"W
1335	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Av Brg. Trompowski	22°50'23.784S 43°14'29.052"W
1336	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Av Bento Ribeiro Dantas	22°51'14.720S 43°14'21.297"W
1337	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Av Brasil	22°52'23.700S 43°13'56.490"W
1338	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Vd Prf. Mário Henrique Simonsen	22°53'15.617S 43°13'31.655"W
1339	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	R Campo de São Cristóvão	22°53'47.340S 43°13'8.572"W
1340	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°53'54.615S 43°13'7.198"W
1341	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Av Bento Ribeiro Dantas	22°52'19.440S 43°13'56.084"W
1342	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Av Brg. Trompowski	22°51'14.541S 43°14'20.813"W
1343	Linha Vermelha - Av. Pres. João Goulart	Rod BR-040	22°49'13.180S 43°15'23.648"W
1344	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	Av Rio Branco	22°54'3.844S 43°10'44.510"W
1345	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	Av Trinta e Um de Março	22°54'14.866S 43°11'17.957"W
1346	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	Vd dos Marinheiros	22°54'30.923S 43°12'9.181"W
1347	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	Av Trinta e Um de Março	22°54'31.638S 43°12'7.457"W
1348	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	Av Rio Branco	22°54'15.363S 43°11'17.768"W
1349	Avenida Presidente Vargas - Pista Central	R da Quitanda	22°54'4.732S 43°10'44.289"W
1350	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	Av Trinta e Um de Março	22°54'33.056S 43°12'10.141"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1351	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	Av Rio Branco	22°54'15.908S 43°11'17.530"W"
1352	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	R da Quitanda	22°54'4.920S 43°10'44.180"W"
1353	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	R Primeiro de Março	22°54'3.939S 43°10'39.971"W"
1354	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	Av Rio Branco	22°54'1.978S 43°10'40.572"W"
1355	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	Av Passos	22°54'6.465S 43°10'53.945"W"
1356	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	R Pereira Franco	22°54'16.131S 43°11'23.624"W"
1357	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	Av Trinta e Um de Março	22°54'24.815S 43°11'51.372"W"
1358	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	R Cmte. Mauriti	22°54'25.614S 43°11'54.067"W"
1359	Avenida Presidente Vargas - Pista Lateral	R Francisco Bicalho	22°54'31.063S 43°12'10.950"W"
1360	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Av Pedro II	22°54'4.258S 43°13'1.065"W"
1361	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd Eng. Paulo de Sousa Reis	22°54'18.722S 43°12'51.454"W"
1362	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Francisco Eugênio	22°54'25.587S 43°12'46.743"W"
1363	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Elpídio Boamorte	22°54'30.975S 43°12'43.172"W"
1364	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd dos Marinheiros	22°54'35.661S 43°12'38.326"W"
1365	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd dos Aviadores	22°54'37.485S 43°12'35.950"W"
1366	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd dos Fuzileiros	22°54'39.985S 43°12'34.862"W"
1367	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vevd Eng. Freyssinet	22°54'43.263S 43°12'34.949"W"
1368	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd dos Aviadores	22°54'43.330S 43°12'34.642"W"
1369	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd dos Marinheiros	22°54'37.711S 43°12'35.397"W"
1370	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Elpídio Boamorte	22°54'35.568S 43°12'37.946"W"
1371	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Francisco Eugênio	22°54'24.658S 43°12'45.663"W"
1372	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd Eng. Paulo de Sousa Reis	22°54'24.198S 43°12'46.008"W"

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1373	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Av Pedro Ii	22°54'19.007S 43°12'51.074"W
1374	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Campo de São Cristóvão	22°53'47.301S 43°13'8.352"W
1375	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	R Alm. Mariath	22°53'41.596S 43°13'10.889"W
1376	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Vd Prf. Mário Henrique Simonsen	22°53'32.865S 43°13'17.569"W
1377	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Av Brasil	22°53'15.777S 43°13'31.349"W
1378	Linha Vermelha - Vevd Prf Rufino de Almeida Pizarro	Av Pres João Goulart	22°53'2.131S 43°13'42.203"W
1379	Ponte Rio-Niterói	Av Gov. Roberto Silveira	22°52'21.687S 43°12'19.203"W
1380	Ponte Rio-Niterói	Av Rio de Janeiro	22°52'21.869S 43°12'20.151"W
1381	Avenida Borges de Medeiros	R Prf. Abelardo Lobo	22°57'45.435S 43°12'20.897"W
1382	Avenida Borges de Medeiros	R Carlos Esmeraldino	22°57'46.604S 43°12'30.534"W
1383	Avenida Borges de Medeiros	R Gen. Garzon	22°57'51.130S 43°12'52.849"W
1384	Avenida Borges de Medeiros	R Mário Ribeiro	22°58'19.453S 43°13'3.657"W
1385	Avenida Borges de Medeiros	Av Epitácio Pessoa	22°58'44.839S 43°13'3.329"W
1386	Avenida Borges de Medeiros	Av Epitácio Pessoa	22°58'4.596S 43°13'2.622"W
1387	Túnel André Reboucas	R Cosme Velho	22°56'53.565S 43°12'11.487"W
1388	Túnel André Reboucas	Vd José de Alencar	22°56'20.814S 43°12'9.373"W
1389	Túnel André Reboucas	R Alm. Alexandrino	22°56'17.004S 43°12'13.686"W
1390	Túnel André Reboucas	R Sta. Alexandrina	22°56'11.149S 43°12'24.769"W
1391	Túnel André Reboucas	Av Paulo de Frontin	22°56'4.908S 43°12'34.567"W
1392	Túnel André Reboucas	R Paula Ramos	22°56'1.149S 43°12'35.335"W
1393	Túnel Antônio Reboucas	R Sta. Alexandrina	22°56'1.838S 43°12'35.819"W
1394	Túnel Antônio Reboucas	R Alm. Alexandrino	22°56'11.613S 43°12'25.712"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1395	Túnel Antônio Reboucas	Vd José de Alencar	22°56'20.584S 43°12'10.175"W
1396	Túnel Antônio Reboucas	R Cosme Velho	22°56'23.188S 43°12'9.060"W
1397	Túnel Antônio Reboucas	R Maria Eugênia	22°56'53.786S 43°12'12.016"W
1398	Avenida Paulo de Frontin	Pça Sta. Alexandrina	22°55'59.349S 43°12'34.667"W
1399	Avenida Paulo de Frontin	R Haddock Lobo	22°55'27.098S 43°12'34.440"W
1400	Avenida Paulo de Frontin	Vd dos Fuzileiros	22°54'49.936S 43°12'35.550"W
1401	Avenida Paulo de Frontin	Vd dos Pracinhas	22°54'39.176S 43°12'31.642"W
1402	Avenida Paulo de Frontin	Av Francisco Bicalho	22°54'36.919S 43°12'30.415"W
1403	Avenida Paulo de Frontin	R Haddock Lobo	22°54'54.529S 43°12'37.068"W
1404	Avenida Paulo de Frontin	R Sta. Alexandrina	22°55'32.004S 43°12'34.994"W
1405	Avenida Paulo de Frontin	Tun Antônio Rebouças	22°56'2.993S 43°12'36.086"W
1406	Avenida das Américas	Av Juan Manoel Fangio	23°0'0.725S 43°20'5.411"W
1407	Avenida das Américas	Av Ayrton Senna	22°59'58.068S 43°21'30.470"W
1408	Avenida das Américas	Av Salvador Allende	22°59'59.252S 43°24'4.003"W
1409	Avenida das Américas	Estr Benvindo de Novais	23°0'36.197S 43°27'1.773"W
1410	Avenida das Américas	Estr Ver. Alceu de Carvalho	23°1'0.623S 43°28'37.398"W
1411	Avenida das Américas	Estr do Pontal	23°1'8.031S 43°30'24.614"W
1412	Avenida das Américas	Estr Roberto Burle Marx	23°0'44.202S 43°32'23.579"W
1413	Avenida das Américas	Cam Abreu	23°0'37.594S 43°32'31.095"W
1414	Avenida das Américas	Estr da Matriz	23°0'11.068S 43°34'6.504"W
1415	Avenida das Américas	Estr do Magarça	22°58'42.932S 43°36'40.172"W
1416	Avenida das Américas	Estr da Pedra	22°58'7.676S 43°38'9.283"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1417	Avenida das Américas	Estr da Matriz	22°58'42.932S 43°36'40.172"W
1418	Avenida das Américas	Estr Roberto Burle Marx	23°0'38.920S 43°32'31.545"W
1419	Avenida das Américas	Estr do Pontal	23°0'46.597S 43°32'24.569"W
1420	Avenida das Américas	Estr Ver. Alceu de Carvalho	23°1'8.031S 43°30'24.614"W
1421	Avenida das Américas	Estr Benvindo de Novais	23°1'1.789S 43°28'38.180"W
1422	Avenida das Américas	Av Glaucio Gil	23°0'47.286S 43°27'41.323"W
1423	Avenida das Américas	Av Alfredo Baltazar da Silveira	23°0'36.199S 43°26'57.747"W
1424	Avenida das Américas	Av Ayrton Senna	23°0'1.455S 43°24'5.540"W
1425	Avenida das Américas	Av Armando Lombardi	23°0'2.140S 43°20'20.263"W
1426	Avenida das Américas - Pista Central	Cebolão Aba Um	23°0'0.694S 43°24'5.836"W
1427	Avenida das Américas - Pista Central	Cebolão Aba Dois	23°0'0.508S 43°21'57.760"W
1428	Avenida das Américas - Pista Central	Av Armando Lombardi	23°0'1.307S 43°20'23.353"W
1429	Avenida das Américas - Pista Central	Cebolão Aba Dois	23°0'0.520S 43°20'24.928"W
1430	Avenida das Américas - Pista Central	Cebolão Aba Um	22°59'59.889S 43°21'57.725"W
1431	Avenida das Américas - Pista Central	Av Salvador Allende	23°0'0.050S 43°24'4.856"W
1432	Avenida Francisco Bicalho	Vd Eng. Paulo de Sousa Reis	22°54'11.939S 43°12'36.651"W
1433	Avenida Francisco Bicalho	R Francisco Eugênio	22°54'24.465S 43°12'35.859"W
1434	Avenida Francisco Bicalho	Vd dos Pracinhas	22°54'30.094S 43°12'35.532"W
1435	Avenida Francisco Bicalho	Vd dos Marinheiros	22°54'35.767S 43°12'32.151"W
1436	Avenida Francisco Bicalho	Vd Eng. Paulo de Sousa Reis	22°54'29.393S 43°12'34.082"W
1437	Avenida Francisco Bicalho	Vd do Gasômetro	22°54'10.527S 43°12'35.161"W
1438	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	R Pedro Alves	22°54'30.674S 43°12'33.428"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1439	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	R Gen. Luiz Mendes de Moraes	22°54'25.649S 43°12'33.687"W
1440	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	Av Rodrigues Alves	22°54'8.140S 43°12'34.831"W
1441	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	R Cmte. Garcia Pires	22°53'57.633S 43°12'38.249"W
1442	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	Av Pedro Ii	22°54'5.671S 43°12'37.661"W
1443	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	Vd Eng. Paulo de Sousa Reis	22°54'14.619S 43°12'37.095"W
1444	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	R Francisco Eugênio	22°54'23.779S 43°12'36.507"W
1445	Avenida Francisco Bicalho - Pista Lateral	R Elpídio Boamorte	22°54'29.472S 43°12'36.142"W
1446	Avenida Rodrigues Alves	Av Br. de Tefê	22°53'42.456S 43°11'1.419"W
1447	Avenida Rodrigues Alves	Av Rio de Janeiro	22°53'38.407S 43°11'57.141"W
1448	Avenida Rodrigues Alves	R Sto. Cristo	22°53'48.576S 43°12'19.682"W
1449	Avenida Rodrigues Alves	Av Br. de Tefê	22°53'34.142S 43°11'38.486"W
1450	Avenida Rio Branco	R Vsc. de Inhaúma	22°53'55.390S 43°10'48.234"W
1451	Avenida Rio Branco	Av Pres. Vargas	22°54'1.858S 43°10'45.871"W
1452	Avenida Rio Branco	Av Nilo Peçanha	22°54'14.076S 43°10'41.197"W
1453	Avenida Rio Branco	Av Alm. Barroso	22°54'25.713S 43°10'36.766"W
1454	Avenida Rio Branco	R da Conceição	22°54'35.029S 43°10'33.215"W
1455	Avenida Rio Branco	Av Pres. Wilson	22°54'43.507S 43°10'29.984"W
1456	Avenida Rio Branco	Av Beira Mar	22°54'48.927S 43°10'27.900"W
1457	Avenida Atlântica	Av Rnh. Elizabeth da Bélgica	22°59'7.335S 43°11'20.389"W
1458	Avenida Atlântica	R Miguel Lemos	22°58'52.765S 43°11'22.629"W
1459	Avenida Atlântica	R Bolivar	22°58'37.814S 43°11'17.967"W
1460	Avenida Atlântica	R Figueiredo Magalhães	22°58'26.044S 43°11'10.714"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1461	Avenida Atlântica	R Siqueira Campos	22°58'17.016S 43°11'2.088"W
1462	Avenida Atlântica	Av Prca. Isabel	22°58'3.663S 43°10'42.694"W
1463	Avenida Atlântica	Pça Alm. Júlio de Noronha	22°57'48.513S 43°10'9.801"W
1464	Avenida Atlântica	Av Prca. Isabel	22°57'53.964S 43°10'24.648"W
1465	Avenida Atlântica	R Siqueira Campos	22°58'3.075S 43°10'43.332"W
1466	Avenida Atlântica	R Figueiredo Magalhães	22°58'16.197S 43°11'2.565"W
1467	Avenida Atlântica	R Bolivar	22°58'25.523S 43°11'11.511"W
1468	Avenida Atlântica	R Miguel Lemos	22°58'37.654S 43°11'18.846"W
1469	Avenida Atlântica	Av Rnh. Elizabeth da Bélgica	22°58'52.897S 43°11'23.527"W
1470	Avenida Atlântica	R Joaquim Nabuco	22°59'5.968S 43°11'21.729"W
1471	Avenida Ayrton Senna	R Pref. Duldício Cardoso	23°0'25.993S 43°21'57.758"W
1472	Avenida Ayrton Senna	Av Juan Manoel Fangio	22°59'52.689S 43°21'52.512"W
1473	Avenida Ayrton Senna	Av Nelson Mufarrej	22°59'22.598S 43°21'55.592"W
1474	Avenida Ayrton Senna	Jacarepaguá	22°58'5.963S 43°21'29.835"W
1475	Avenida Ayrton Senna	Ln Amarela	22°57'36.964S 43°21'26.923"W
1476	Avenida Ayrton Senna	Av Emb. Abelardo Bueno	22°57'49.816S 43°21'26.226"W
1477	Avenida Ayrton Senna	Av das Américas	22°59'12.712S 43°21'57.986"W
1478	Avenida Ayrton Senna	Av Lúcio Costa	23°0'25.708S 43°21'58.412"W
1479	Avenida Ayrton Senna - pista central	Jacarepaguá	22°58'58.544S 43°21'55.930"W
1480	Avenida Ayrton Senna - pista central	Av das Américas	22°59'3.022S 43°21'57.076"W
1481	Avenida Trinta e um de Março	R Fr. Caneca	22°54'59.406S 43°11'38.885"W
1482	Avenida Trinta e um de Março	Av Pres. Vargas	22°54'35.983S 43°11'47.020"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1483	Avenida Trinta e um de Março	R S. Pedro	22°54'17.176S 43°11'54.062"W
1484	Avenida Trinta e um de Março	Av Pres. Vargas	22°54'16.949S 43°11'54.520"W
1485	Avenida Trinta e um de Março	R Fr. Caneca	22°54'36.236S 43°11'47.338"W
1486	Avenida Trinta e um de Março	Tun Sta. Bárbara	22°54'59.653S 43°11'39.181"W
1487	Túnel Santa Bárbara	R Alm. Alexandrino	22°55'22.123S 43°11'30.744"W
1488	Túnel Santa Bárbara	Vd Eng. Noronha	22°55'40.590S 43°11'17.468"W
1489	Túnel Santa Bárbara	R Alm. Alexandrino	22°55'40.590S 43°11'17.468"W
1490	Túnel Santa Bárbara	Av Trinta e Um de Março	22°55'22.123S 43°11'30.744"W
1491	Rua Pinheiro Machado	Vd Jardel Filho	22°56'2.132S 43°11'4.546"W
1492	Rua Pinheiro Machado	R Álvares Chaves	22°56'5.748S 43°11'3.584"W
1493	Rua Pinheiro Machado	R Muniz Barreto	22°56'19.528S 43°10'59.838"W
1494	Rua Pinheiro Machado	Pça Chaim Weizmann	22°56'30.524S 43°10'55.939"W
1495	Rua Pinheiro Machado	R Paissandu	22°56'22.290S 43°10'58.748"W
1496	Rua Pinheiro Machado	R Eng. Moacir Reis	22°56'10.252S 43°11'1.786"W
1497	Rua Pinheiro Machado	R das Laranjeiras	22°56'2.894S 43°11'3.367"W
1498	Avenida Amaro Cavalcanti	R Luís Carlos	22°53'55.360S 43°16'52.723"W
1499	Avenida Amaro Cavalcanti	Ln Amarela	22°53'44.591S 43°17'35.222"W
1500	Avenida Amaro Cavalcanti	R Dois de Fevereiro	22°53'44.826S 43°18'3.695"W
1501	Avenida Amaro Cavalcanti	R Pompílio de Albuquerque	22°53'44.952S 43°18'5.998"W
1502	Avenida Amaro Cavalcanti	R Dois de Fevereiro	22°53'44.952S 43°18'5.998"W
1503	Avenida Amaro Cavalcanti	R Vinte e Quatro de Maio	22°53'55.360S 43°16'52.723"W
1504	Avenida Almirante Barroso	Av Rio Branco	22°54'29.958S 43°10'38.914"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1505	Avenida Almirante Barroso	Av Pres. Antônio Carlos	22°54'27.045S 43°10'29.595"W
1506	Avenida Almirante Barroso	Av Rio Branco	22°54'26.466S 43°10'29.763"W
1507	Avenida Almirante Barroso	Av República do Chile	22°54'29.451S 43°10'38.793"W
1508	Avenida Armando Lombardi	Av das Américas	23°0'25.859S 43°18'19.230"W
1509	Avenida Armando Lombardi	R Cel. Eurico de Souza G Filho	23°0'22.266S 43°19'0.166"W
1510	Avenida Armando Lombardi	Av Afonso de Taunay	23°0'23.252S 43°18'56.361"W
1511	Avenida Armando Lombardi	R Pedro Bolato	23°0'25.710S 43°18'33.155"W
1512	Avenida Armando Lombardi	Av Min. Ivan Lins	23°0'26.314S 43°18'20.665"W
1513	Avenida Embaixador Abelardo Bueno	Estr Canal Arroio Pavuna	22°58'23.701S 43°22'16.464"W
1514	Avenida Embaixador Abelardo Bueno	Av Salvador Allende	22°58'22.667S 43°23'25.878"W
1515	Avenida Embaixador Abelardo Bueno	Av Ayrton Senna	22°58'23.326S 43°23'25.880"W
1516	Avenida Cesário de Melo	Pça Sta. Cruz	22°56'8.427S 43°39'59.367"W
1517	Avenida Cesário de Melo	R Câmara	22°55'52.466S 43°39'22.542"W
1518	Avenida Cesário de Melo	Estr de Santa Eugênia	22°55'10.133S 43°38'28.929"W
1519	Avenida Cesário de Melo	R Balaton	22°54'59.818S 43°37'53.855"W
1520	Avenida Cesário de Melo	Estr da Paciência	22°54'57.096S 43°37'44.504"W
1521	Avenida Cesário de Melo	Av Farroupilha	22°54'51.260S 43°36'4.813"W
1522	Avenida Cesário de Melo	Estr do Monteiro	22°54'25.558S 43°34'12.946"W
1523	Avenida Cesário de Melo	R Augusto de Vasconcelos	22°54'27.889S 43°33'51.760"W
1524	Avenida Cesário de Melo	R Olinda Ellis	22°54'26.660S 43°33'42.541"W
1525	Avenida Cesário de Melo	Estr do Cabuçu	22°54'19.232S 43°33'29.291"W
1526	Avenida Cesário de Melo	R Artur Rios	22°54'13.683S 43°33'13.749"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1527	Avenida Cesário de Melo	Estr da Caroba	22°53'54.603S 43°32'56.185"W
1528	Avenida Cesário de Melo	R Campo Grande	22°53'55.568S 43°32'56.980"W
1529	Avenida Cesário de Melo	R Xavier Marques	22°54'4.804S 43°33'0.407"W
1530	Avenida Cesário de Melo	Av Maria Teresa	22°54'26.927S 43°33'51.768"W
1531	Avenida Cesário de Melo	R Cap. Lafay	22°54'32.236S 43°34'43.717"W
1532	Avenida Cesário de Melo	Estr da Paciência	22°54'54.183S 43°36'21.774"W
1533	Avenida Cesário de Melo	R Felipe Cardoso	22°55'51.901S 43°39'22.896"W
1534	Avenida das Nações Unidas	Pça Nicarágua	22°56'32.204S 43°10'41.386"W
1535	Avenida das Nações Unidas	R Prf. Álvaro Rodrigues	22°56'42.549S 43°10'54.182"W
1536	Avenida das Nações Unidas	Av Inf-d. Henrique	22°56'40.138S 43°10'52.447"W
1537	Avenida de Santa Cruz	R Artur Rios	22°53'37.968S 43°32'11.885"W
1538	Avenida de Santa Cruz	Estr do Pré	22°53'39.502S 43°32'5.879"W
1539	Avenida de Santa Cruz	R Marmiari	22°52'52.256S 43°30'42.176"W
1540	Avenida de Santa Cruz	R da Feira	22°52'55.735S 43°28'57.195"W
1541	Avenida de Santa Cruz	R Br. de Capanema	22°52'35.000S 43°28'18.909"W
1542	Avenida de Santa Cruz	Pça Pe. Miguel	22°52'40.886S 43°26'23.376"W
1543	Avenida de Santa Cruz	R Mal. Soares Andréia	22°52'41.923S 43°25'50.789"W
1544	Avenida de Santa Cruz	Av Pontalina	22°52'43.622S 43°25'34.518"W
1545	Avenida de Santa Cruz	R Piraquiara	22°52'43.740S 43°25'25.488"W
1546	Avenida de Santa Cruz	R Ubatuba	22°52'35.096S 43°26'56.075"W
1547	Avenida de Santa Cruz	R Boiobi	22°52'31.867S 43°27'53.739"W
1548	Avenida de Santa Cruz	R Urucum	22°52'42.515S 43°28'30.113"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1549	Avenida de Santa Cruz	R Zopiro Goulart	22°52'56.241S 43°29'7.831"W
1550	Avenida de Santa Cruz	Estr do Lameirão	22°52'47.259S 43°30'25.250"W
1551	Avenida de Santa Cruz	Av Joaquim Magalhães	22°53'21.489S 43°31'22.913"W
1552	Avenida de Santa Cruz	R Artur Rios	22°53'33.697S 43°31'56.742"W
1553	Avenida de Santa Cruz	R Cabiúna	22°53'37.968S 43°32'11.885"W
1554	Avenida Delfim Moreira	R Vsc. de Albuquerque	22°59'19.874S 43°13'40.409"W
1555	Avenida Delfim Moreira	Av Bartolomeu Mitre	22°59'15.325S 43°13'30.768"W
1556	Avenida Delfim Moreira	Av Vieira Souto	22°59'11.977S 43°13'9.137"W
1557	Avenida Delfim Moreira	Av Bartolomeu Mitre	22°59'11.531S 43°13'9.063"W
1558	Avenida Delfim Moreira	R Vsc. de Albuquerque	22°59'18.716S 43°13'40.454"W
1559	Avenida Epitácio Pessoa	R Anibal de Mendonça	22°58'49.642S 43°12'47.964"W
1560	Avenida Epitácio Pessoa	Vd Augusto Frederico Schmidt	22°58'49.932S 43°12'22.316"W
1561	Avenida Epitácio Pessoa	R Fr. Veloso	22°58'21.650S 43°12'29.219"W
1562	Avenida Epitácio Pessoa	Vd Eng. Humberto Vital B de Mello	22°57'46.979S 43°12'14.023"W
1563	Avenida Epitácio Pessoa	Vd Eng. Humberto Vital B de Mello	22°57'48.162S 43°12'15.195"W
1564	Avenida Epitácio Pessoa	Vd Augusto Frederico Schmidt	22°58'28.197S 43°12'26.573"W
1565	Avenida Epitácio Pessoa	Av Borges de Medeiros	22°58'49.997S 43°12'26.022"W
1566	Avenida General Justo	Av Beira Mar	22°54'42.422S 43°10'12.798"W
1567	Avenida General Justo	Trevo Édson	22°54'41.222S 43°10'8.591"W
1568	Avenida General Justo	Vevd da Perimetral	22°54'35.398S 43°10'5.624"W
1569	Avenida General Justo	Trevo Édson	22°54'34.705S 43°10'6.158"W
1570	Avenida General Justo	Av Beira Mar	22°54'40.536S 43°10'8.508"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1571	Avenida General Justo	Trevo Édson	22°54'41.436S 43°10'10.449"W
1572	Avenida General Justo	Av Inf-d. Henrique	22°54'41.825S 43°10'12.659"W
1573	Avenida Infante Dom Henrique	Av Gen. Justo	22°55'46.383S 43°10'21.323"W
1574	Avenida Infante Dom Henrique	Pça Cuauhtémoc	22°55'24.341S 43°10'16.491"W
1575	Avenida Infante Dom Henrique	Av das Nações Unidas	22°56'32.118S 43°10'20.208"W
1576	Avenida Infante Dom Henrique	Tun do Pasmado	22°56'58.599S 43°10'49.859"W
1577	Avenida Maracanã	R Uruguai	22°55'53.049S 43°14'32.947"W
1578	Avenida Maracanã	R S. Francisco Xavier	22°55'23.624S 43°14'9.706"W
1579	Avenida Maracanã	Av Pres. Castelo Branco	22°54'47.844S 43°13'38.456"W
1580	Avenida Maracanã	R Teixeira Soares	22°54'38.981S 43°13'26.124"W
1581	Avenida Maracanã	R S. Francisco Xavier	22°54'51.067S 43°13'41.789"W
1582	Avenida Maracanã	R Br. de Mesquita	22°55'9.698S 43°14'2.653"W
1583	Avenida Maracanã	R Uruguai	22°55'38.490S 43°14'20.646"W
1584	Avenida Maracanã	R Dr. Octavio Kelly	22°55'52.821S 43°14'33.348"W
1585	Avenida Nelson Cardoso	R André Rocha	22°55'2.165S 43°21'47.190"W
1586	Avenida Nelson Cardoso	Estr do Tindiba	22°55'13.370S 43°22'7.391"W
1587	Avenida Nelson Cardoso	R André Rocha	22°55'13.370S 43°22'7.391"W
1588	Avenida Nelson Cardoso	R Cândido Benício	22°55'2.165S 43°21'47.190"W
1589	Avenida Repórter Nestor Moreira	Av das Nações Unidas	22°56'57.905S 43°10'44.231"W
1590	Avenida Salvador Allende	Av das Américas	23°0'24.588S 43°26'14.325"W
1591	Avenida Salvador Allende	Av Emb. Abelardo Bueno	22°59'26.010S 43°25'7.874"W
1592	Avenida Salvador Allende	Estr dos Bandeirantes	22°57'58.364S 43°23'47.238"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1593	Avenida Salvador Allende	Av Olof Palme	22°58'57.162S 43°24'39.284"W
1594	Avenida Salvador Allende	Av das Américas	22°59'43.060S 43°25'25.898"W
1595	Avenida Venceslau Brás	Av Pasteur	22°57'6.724S 43°10'31.645"W
1596	Avenida Vieira Souto	R Joaquim Nabuco	22°59'15.200S 43°11'43.300"W
1597	Avenida Vieira Souto	Av Epitácio Pessoa	22°59'10.969S 43°12'20.323"W
1598	Avenida Vieira Souto	Av Delfim Moreira	22°59'10.056S 43°12'55.956"W
1599	Avenida Vieira Souto	Av Epitácio Pessoa	22°59'10.542S 43°12'56.597"W
1600	Avenida Vieira Souto	R Joaquim Nabuco	22°59'11.387S 43°12'20.969"W
1601	Avenida Vieira Souto	Av Francisco Bhering	22°59'15.561S 43°11'43.389"W
1602	Estrada dos Bandeirantes	R Octacilio Novais	22°55'30.609S 43°22'25.571"W
1603	Estrada dos Bandeirantes	R André Rocha	22°55'40.404S 43°22'24.756"W
1604	Estrada dos Bandeirantes	R Cunha Moreira	22°55'55.677S 43°22'23.312"W
1605	Estrada dos Bandeirantes	R José de Lima	22°56'36.213S 43°22'21.154"W
1606	Estrada dos Bandeirantes	R do Castor	22°57'9.334S 43°22'29.763"W
1607	Estrada dos Bandeirantes	Estr de Curicica	22°57'35.344S 43°23'21.169"W
1608	Estrada dos Bandeirantes	Camorim	22°58'5.957S 43°24'48.835"W
1609	Estrada dos Bandeirantes	Estr Benvindo de Novais	22°59'10.164S 43°25'54.721"W
1610	Estrada dos Bandeirantes	Av das Américas	22°58'41.706S 43°29'33.187"W
1611	Estrada dos Bandeirantes	Estr Benvindo de Novais	22°58'41.706S 43°29'33.187"W
1612	Estrada dos Bandeirantes	Estr Arroio Pavuna	22°57'44.643S 43°23'58.822"W
1613	Estrada dos Bandeirantes	Estr Mal. Miguel S M de Moraes	22°56'42.634S 43°22'19.047"W
1614	Estrada dos Bandeirantes	R André Rocha	22°55'56.688S 43°22'22.787"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1615	Estrada dos Bandeirantes	Pça da Taquara	22°55'30.609S 43°22'25.571"W
1616	Avenida dos Democraticos	Ln Amarela	22°52'38.563S 43°15'21.786"W
1617	Avenida dos Democraticos	Av Itaoca	22°52'9.702S 43°15'30.813"W
1618	Avenida dos Democraticos	Pça Dezenove de Novembro	22°52'0.501S 43°15'24.092"W
1619	Avenida dos Democraticos	Av Itaoca	22°52'3.004S 43°15'27.342"W
1620	Avenida dos Democraticos	Ln Amarela	22°52'9.702S 43°15'30.813"W
1621	Avenida Geremario Dantas	R Araguaia	22°56'19.310S 43°20'43.349"W
1622	Avenida Geremario Dantas	Ln Amarela	22°56'18.324S 43°20'54.098"W
1623	Avenida Geremario Dantas	Estr do Pau Ferro	22°55'44.426S 43°21'14.541"W
1624	Avenida Geremario Dantas	R Lopo Saraiva	22°55'33.870S 43°21'23.865"W
1625	Avenida Geremario Dantas	R Alexandre Ramos	22°55'24.261S 43°21'40.886"W
1626	Avenida Geremario Dantas	R Henriqueta	22°55'14.430S 43°21'37.103"W
1627	Avenida Geremario Dantas	R Cândido Benício	22°55'6.136S 43°21'39.243"W
1628	Avenida Geremario Dantas	R Henriqueta	22°55'6.136S 43°21'39.243"W
1629	Avenida Geremario Dantas	R Piatã	22°55'14.339S 43°21'37.512"W
1630	Avenida Geremario Dantas	R Lopo Saraiva	22°55'29.235S 43°21'34.897"W
1631	Avenida Geremario Dantas	Estr do Tindiba	22°55'33.870S 43°21'23.865"W
1632	Avenida Geremario Dantas	Estr do Pau Ferro	22°55'43.081S 43°21'16.283"W
1633	Avenida Geremario Dantas	R Benevente	22°55'44.426S 43°21'14.541"W
1634	Avenida Geremario Dantas	Estr dos Três Rios	22°56'19.310S 43°20'43.349"W
1635	Avenida Geremario Dantas	Estr de Jacarepaguá	22°56'25.409S 43°20'36.289"W
1636	Avenida Niemeyer	Av Pref. Mendes de Morais	22°59'21.079S 43°13'39.791"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1637	Avenida Niemeyer	Av Delfim Moreira	22°59'23.377S 43°13'39.619"W
1638	Avenida Vital Brasil	Tun Antônio Rebouças	22°55'56.697S 43°12'34.442"W
1639	Avenida Vital Brasil	Vd Saint Hilaire	22°57'28.259S 43°12'16.168"W
1640	Avenida Vital Brasil	Tun André Rebouças	22°57'27.678S 43°12'15.607"W
1641	Avenida Vital Brasil	Vevd Eng. Freyssinet	22°55'56.639S 43°12'34.146"W
1642	Estrada da Gávea	R Gen. Olímpio Mourão Filho	22°59'34.007S 43°15'18.526"W
1643	Estrada da Gávea	Estr Lagoa Barra	22°59'46.902S 43°15'39.014"W
1644	Estrada do Galeão	Av Vinte de Janeiro	22°49'42.113S 43°14'7.765"W
1645	Estrada do Galeão	Estr das Canárias	22°49'18.696S 43°13'45.673"W
1646	Estrada do Galeão	R Luiz Belart	22°48'44.769S 43°13'9.378"W
1647	Estrada do Galeão	R Colina	22°48'19.131S 43°12'31.015"W
1648	Estrada do Galeão	Av Cel. Luiz de Oliveira Sampaio	22°48'26.774S 43°11'50.602"W
1649	Estrada do Galeão	Av Mto. Paulo e Silva	22°48'30.220S 43°11'46.775"W
1650	Estrada do Galeão	Estr das Canárias	22°48'36.813S 43°12'58.493"W
1651	Estrada do Galeão	Av Vinte de Janeiro	22°49'25.847S 43°13'54.350"W
1652	Estrada do Galeão	Av Pres. João Goulart	22°49'37.934S 43°14'5.015"W
1653	Estrada do Galeão	Av Brg. Trompowski	22°49'59.593S 43°14'29.636"W
1654	Praia do Flamengo	Av Beira Mar	22°55'48.742S 43°10'26.829"W
1655	Praia do Flamengo	Pça Cuauhtémoc	22°55'51.926S 43°10'27.679"W
1656	Praia do Flamengo	Av Oswaldo Cruz	22°56'18.188S 43°10'25.350"W
1657	Rua Humaitá	R Vsc. de Silva	22°57'34.894S 43°12'5.599"W
1658	Rua Humaitá	R Prf. Abelardo Lobo	22°57'33.279S 43°12'4.236"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1659	Rua Humaitá	R Fr. Veloso	22°57'36.605S 43°12'13.612"W"
1660	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	Bc do Jagunço	22°48'50.557S 43°22'46.010"W"
1661	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	Via Light	22°48'57.298S 43°23'14.581"W"
1662	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	Estr do Rio do Pau	22°48'55.891S 43°23'18.967"W"
1663	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R Javatá	22°49'2.684S 43°23'22.998"W"
1664	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R Itai	22°49'8.343S 43°23'38.873"W"
1665	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R José Lourenço	22°49'18.782S 43°23'55.725"W"
1666	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R Pe. Mário Versé	22°49'18.782S 43°23'55.725"W"
1667	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R Javatá	22°49'10.018S 43°23'41.511"W"
1668	Avenida Chrisóstomo Pimentel de Oliveira	R Cdor. Nogueira	22°48'54.602S 43°22'54.881"W"
1669	Avenida Dom Helder Câmara	Vd de Cascadura	22°52'54.724S 43°19'42.649"W"
1670	Avenida Dom Helder Câmara	R da Pedreira	22°52'55.329S 43°19'31.229"W"
1671	Avenida Dom Helder Câmara	R Eng. Nazareth	22°53'5.619S 43°18'48.338"W"
1672	Avenida Dom Helder Câmara	Tv Virgínia	22°53'9.276S 43°18'7.907"W"
1673	Avenida Dom Helder Câmara	R da Abolição	22°53'7.016S 43°18'0.838"W"
1674	Avenida Dom Helder Câmara	R Alfredo de Sousa Mendes	22°52'58.241S 43°17'46.308"W"
1675	Avenida Dom Helder Câmara	R Mário Carpenter	22°52'57.311S 43°17'33.363"W"
1676	Avenida Dom Helder Câmara	Ln Amarela	22°53'4.262S 43°17'27.496"W"
1677	Avenida Dom Helder Câmara	Av Carlos Lacerda	22°53'10.402S 43°17'20.053"W"
1678	Avenida Dom Helder Câmara	R Ibiraci	22°53'11.504S 43°17'18.430"W"
1679	Avenida Dom Helder Câmara	R Cachambi	22°53'14.941S 43°16'57.599"W"
1680	Avenida Dom Helder Câmara	R Guanacás	22°52'51.163S 43°16'15.945"W"

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1681	Avenida Dom Helder Câmara	Av dos Democráticos	22°52'49.342S 43°15'31.888"W
1682	Avenida Dom Helder Câmara	Vd de Benfca	22°53'6.973S 43°15'8.826"W
1683	Avenida Dom Helder Câmara	Av dos Democráticos	22°53'6.973S 43°15'8.826"W
1684	Avenida Dom Helder Câmara	R Tamiarana	22°52'49.342S 43°15'31.888"W
1685	Avenida Dom Helder Câmara	R Cachambi	22°52'50.909S 43°16'19.104"W
1686	Avenida Dom Helder Câmara	R Ibiraci	22°53'14.366S 43°16'58.121"W
1687	Avenida Dom Helder Câmara	R Fernão Cardim	22°53'10.851S 43°17'18.281"W
1688	Avenida Dom Helder Câmara	Ln Amarela	22°53'7.758S 43°17'23.240"W
1689	Avenida Dom Helder Câmara	Pça Brg. Clóvis Travassos	22°53'1.883S 43°17'28.658"W
1690	Avenida Dom Helder Câmara	R Alfredo de Sousa Mendes	22°52'54.901S 43°17'34.605"W
1691	Avenida Dom Helder Câmara	R da Abolição	22°52'57.724S 43°17'46.435"W
1692	Avenida Dom Helder Câmara	R Cerqueira Daltro	22°53'5.484S 43°18'41.722"W
1693	Avenida Dom Helder Câmara	R Silva Gomes	22°52'55.294S 43°19'37.911"W
1694	Elevado Eng. Freyssinet	R Haddock Lobo	22°55'27.132S 43°12'34.687"W
1695	Elevado Eng. Freyssinet	Vevd Prf. Rufino de Almeida Pizarro	22°54'53.246S 43°12'36.434"W
1696	Elevado Eng. Freyssinet	R Haddock Lobo	22°54'53.285S 43°12'36.767"W
1697	Elevado Eng. Freyssinet	Av Vital Brasil	22°55'27.234S 43°12'35.032"W
1698	Avenida Pasteur	R Bartolomeu Portela	22°57'4.374S 43°10'31.133"W
1699	Avenida Pasteur	Av Rep. Nestor Moreira	22°57'0.416S 43°10'37.095"W
1700	Avenida Armando Lombardi	Av das Américas	23°0'25.859S 43°18'19.230"W
1701	Avenida Armando Lombardi	R Cel. Eurico de Souza G Filho	23°0'22.266S 43°19'0.166"W
1702	Avenida Armando Lombardi	Av Afonso de Taunay	23°0'23.252S 43°18'56.361"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1703	Avenida Armando Lombardi	R Pedro Bolato	23°0'25.710S 43°18'33.155"W
1704	Avenida Armando Lombardi	Av Min. Ivan Lins	23°0'26.314S 43°18'20.665"W
1705	Autoestrada Lagoa-Barra	Av Pref. Mendes de Moraes	23°0'1.653S 43°16'23.619"W
1706	Autoestrada Lagoa-Barra	R Herbert Moses	22°59'55.192S 43°16'3.695"W
1707	Autoestrada Lagoa-Barra	Av Niemeyer	22°59'44.892S 43°15'33.485"W
1708	Autoestrada Lagoa-Barra	R Berta Lutz	22°59'33.695S 43°15'8.681"W
1709	Autoestrada Lagoa-Barra	Av Pe. Leonel França	22°58'56.739S 43°14'6.307"W
1710	Autoestrada Lagoa-Barra	R Alexandre Stockler	22°58'56.114S 43°14'6.078"W
1711	Autoestrada Lagoa-Barra	Av Niemeyer	22°59'32.988S 43°15'7.209"W
1712	Autoestrada Lagoa-Barra	Estr da Gávea	22°59'53.932S 43°16'2.418"W
1713	Autoestrada Lagoa-Barra	Tun S. Conrado	22°59'58.485S 43°16'21.829"W
1714	Avenida Bartolomeu Mitre	Av Delfim Moreira	22°59'13.374S 43°13'20.824"W
1715	Avenida Bartolomeu Mitre	R Des. Alfredo Russel	22°59'3.035S 43°13'23.416"W
1716	Avenida Bartolomeu Mitre	R Mário Ribeiro	22°58'47.208S 43°13'27.585"W
1717	Avenida Bartolomeu Mitre	Av Vsc. de Albuquerque	22°58'38.399S 43°13'29.702"W
1718	Avenida Bartolomeu Mitre	R Jardim Botânico	22°58'32.166S 43°13'31.972"W
1719	Avenida Bartolomeu Mitre	Av Rodrigo Otavio	22°58'28.814S 43°13'34.540"W
1720	Avenida Bartolomeu Mitre - pista lateral	R Mário Ribeiro	22°58'46.911S 43°13'25.932"W
1721	Avenida Osvaldo Aranha	R Pará	22°54'38.886S 43°12'52.204"W
1722	Avenida Osvaldo Aranha	Av Pres. Castelo Branco	22°54'36.728S 43°13'9.139"W
1723	Avenida Padre Leonel Franca	Av Rodrigo Otavio	22°58'42.071S 43°13'35.946"W
1724	Avenida Padre Leonel Franca	Estr Lagoa Barra	22°58'43.854S 43°13'43.554"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1725	Avenida Padre Leonel Franca	R Mário Ribeiro	22°58'44.481S 43°13'43.635"W"
1726	Avenida Pres. Castelo Branco - Radial Oeste	Vd Oduvaldo Cozzi	22°54'37.902S 43°13'23.630"W"
1727	Avenida Rio de Janeiro	Vevd da Perimetral	22°53'50.533S 43°12'42.992"W"
1728	Avenida Rio de Janeiro	R Eduardo Luiz Lopes	22°53'44.591S 43°12'47.340"W"
1729	Avenida Rio de Janeiro	R Alm. Mariath	22°53'35.131S 43°12'51.964"W"
1730	Avenida Rio de Janeiro	Av Brasil	22°53'23.140S 43°12'57.736"W"
1731	Avenida Rio de Janeiro	Av Rodrigues Alves	22°53'30.944S 43°12'52.595"W"
1732	Avenida Lúcio Costa	R Condomínio Vivendas da Barra	23°0'45.273S 43°19'9.943"W"
1733	Avenida Lúcio Costa	Av Ayrton Senna	23°0'36.589S 43°20'42.856"W"
1734	Avenida Lúcio Costa	Av do Contorno	23°0'38.937S 43°22'12.884"W"
1735	Avenida Lúcio Costa	Av Pedro Moura	23°1'20.241S 43°26'52.200"W"
1736	Avenida Lúcio Costa	Av Glaucio Gil	23°1'24.955S 43°27'10.408"W"
1737	Avenida Lúcio Costa	Av Armando Ribeiro	23°1'37.162S 43°27'49.556"W"
1738	Avenida Lúcio Costa	Estr do Pontal	23°1'50.391S 43°28'14.736"W"
1739	Avenida Lúcio Costa	Barra da Tijuca	23°1'32.590S 43°27'33.602"W"
1740	Avenida Lúcio Costa	Av Ayrton Senna	23°0'54.995S 43°24'35.240"W"
1741	Avenida Lúcio Costa	Av Érico Veríssimo	23°0'37.004S 43°20'55.968"W"
1742	Avenida Beira Mar	Av Gen. Justo	22°54'41.194S 43°10'9.058"W"
1743	Avenida Beira Mar	Av Mal. Câmara	22°54'39.599S 43°10'10.008"W"
1744	Avenida Beira Mar	Av Pres. Antônio Carlos	22°54'38.501S 43°10'14.317"W"
1745	Avenida Beira Mar	Pça Itália	22°54'38.936S 43°10'17.636"W"
1746	Avenida Beira Mar	R do Russel	22°55'15.798S 43°10'25.712"W"

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1747	Avenida Beira Mar	Praia do Flamengo	22°55'23.804S 43°10'20.516"W
1748	Avenida Beira Mar	R do Russel	22°55'21.647S 43°10'20.270"W
1749	Avenida Beira Mar	R Teixeira de Freitas	22°55'4.092S 43°10'30.867"W
1750	Avenida Beira Mar	Av Rio Branco	22°54'51.290S 43°10'28.818"W
1751	Avenida Beira Mar	Av Rio Branco	22°54'47.791S 43°10'26.620"W
1752	Avenida Beira Mar	Pça Itália	22°54'42.925S 43°10'22.210"W
1753	Avenida Beira Mar	Trevo Édson	22°54'39.308S 43°10'14.735"W
1754	Avenida Beira Mar	Av Gen. Justo	22°54'40.193S 43°10'10.266"W
1755	Avenida Beira Mar	Av Gen. Justo	22°54'41.403S 43°10'9.528"W
1756	Avenida Beira Mar	R Teixeira de Freitas	22°55'4.271S 43°10'31.385"W
1757	Avenida Beira Mar	R Teixeira de Freitas	22°54'53.192S 43°10'30.083"W
1758	Avenida Beira Mar	Av Rio Branco	22°54'50.730S 43°10'29.161"W
1759	Avenida Beira Mar	Av Rio Branco	22°54'47.472S 43°10'27.232"W
1760	Avenida Beira Mar	Av Pres. Antônio Carlos	22°54'42.723S 43°10'22.854"W
1761	Ponte da Joatinga	R Srg. João de Faria	23°0'45.377S 43°17'56.064"W
1762	Ponte da Joatinga	R do Canal	23°0'47.781S 43°17'48.628"W
1763	Ponte da Joatinga	R Maria Luísa Pitanga	23°0'46.753S 43°17'41.416"W
1764	Ponte da Joatinga	Tun do Joá	23°0'44.649S 43°17'34.102"W
1765	Ponte da Joatinga	R Maria Luísa Pitanga	23°0'44.199S 43°17'33.882"W
1766	Ponte da Joatinga	R do Canal	23°0'46.302S 43°17'41.271"W
1767	Ponte da Joatinga	R Srg. João de Faria	23°0'47.429S 43°17'48.450"W
1768	Ponte da Joatinga	Av Min. Ivan Lins	23°0'44.607S 43°17'56.628"W

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1769	Rua Mario Ribeiro	Av Bartolomeu Mitre	22°58'38.740S 43°13'18.273"W"
1770	Rua Mario Ribeiro	Av Pe. Leonel França	22°58'41.386S 43°13'31.886"W"
1771	Rua Mario Ribeiro	R Vsc. de Albuquerque	22°58'42.422S 43°13'35.160"W"
1772	Rua Mario Ribeiro	Av Bartolomeu Mitre	22°58'41.413S 43°13'28.827"W"
1773	Rua Mario Ribeiro	Av Borges de Medeiros	22°58'39.459S 43°13'19.402"W"
1774	Túnel do Pasmado	Av Pasteur	22°57'1.795S 43°10'48.151"W"
1775	Túnel do Pasmado	Vd Pedro Álvares Cabral	22°57'2.901S 43°10'47.572"W"
1776	Túnel do Pasmado	R Bartolomeu Portela	22°57'6.790S 43°10'46.082"W"
1777	Túnel Zuzu Angel	Estr Lagoa Barra	22°59'21.680S 43°14'40.445"W"
1778	Túnel Zuzu Angel	R Alexandre Stocker	22°59'23.514S 43°14'41.239"W"
1779	Viaduto de Manguinhos	Av Brasil	22°52'15.636S 43°14'46.118"W"
1780	Viaduto de Manguinhos	Av Bento Ribeiro Dantas	22°52'12.890S 43°14'41.152"W"
1781	Viaduto de Manguinhos	Av Brasil	22°52'15.727S 43°14'47.163"W"
1782	Viaduto de Manguinhos	Ln Amarela	22°52'16.350S 43°14'48.359"W"
1783	Viaduto do Gasômetro	Vevd da Perimetral	22°53'54.648S 43°12'38.765"W"
1784	Túnel São Conrado	Estr Lagoa Barra	23°0'12.443S 43°16'36.458"W"
1785	Estrada da Pedra	Estr do Piaí	22°57'31.148S 43°39'0.341"W"
1786	Estrada da Pedra	R Gen. Alexandre Barreto	22°57'33.513S 43°39'0.199"W"
1787	Estrada da Pedra	Av Cesário de Melo	22°56'41.166S 43°39'35.704"W"
1788	Estrada da Gávea	R Gen. Olímpio Mourão Filho	22°59'34.007S 43°15'18.526"W"
1789	Estrada da Gávea	Estr Lagoa Barra	22°59'46.902S 43°15'39.014"W"
1790	Avenida Pres. Castelo Branco - Radial Oeste	Vd Oduvaldo Cozzi	22°54'37.902S 43°13'23.630"W"

ordem	corredor	endereço	coordenadas
1791	Avenida Alfred Agache	Vevd da Perimetral	22°54'11.811S 43°10'21.954"W"
1792	Avenida Alfred Agache	Av Gen. Justo	22°54'12.213S 43°10'22.865"W"