

Avaliação do desempenho de rotas de tráfego utilizando informações coletadas através de GPS.

Vinicius de Magalhães¹; Marcelo Vinicius de Magalhães Ribeiro²

¹ Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS, Diretoria de Sistema Viário – DSV, Gerência de Simulação de Tráfego e Programação Semafórica – GESIT, Rua Engenheiro Carlos Goulart, 900, Buritis, CEP 30455-902, Tel.: 31 3379-5538, viniciusm@pbh.gov.br;

² Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS, Diretoria de Ação Regional Operacional - DRO, Gerência da Central de Operações do Tráfego - GECOT, Rua Engenheiro Carlos Goulart, 900, Buritis, CEP 30455-902, Tel.: 31 3314-7834, marcelo.vmagalhaes@pbh.gov.br;

SÍNTESE

Avaliação da utilização de GPS para a coleta dos dados na realização de pesquisas de velocidade e retardo e proposta de tratamento e avaliação dos dados coletados pelo GPS. O método foi aplicado na Av. Dom Pedro II, importante corredor viário de Belo Horizonte. Foram realizadas rotas antes e depois da alteração da programação semafórica.

PALAVRA-CHAVE: Trânsito, Pesquisa de Velocidade e Retardamento, Indicadores de Desempenho, GPS.

INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo avaliar a utilização de GPS para a coleta dos dados em pesquisa de velocidade e retardamento com veículo teste na realização de rotas de tráfego e propor formas de tratamento e avaliação desses dados.

Como método de avaliação serão analisadas duas programações semafóricas distintas atuando no mesmo horário para permitir a comparação dos dados coletados.

Neste trabalho o método proposto é aplicado na Av. Dom Pedro II que diariamente sofre com congestionamentos gerados pelo excesso de veículos que se deslocam para o centro da cidade de Belo Horizonte. Como estudo de caso foram comparadas duas opções de programação semafórica para o corredor no pico da manhã. Através da análise das rotas foi possível verificar os trechos onde são gerados os maiores atrasos.

DIAGNÓSTICO PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

A pesquisa de velocidade e retardamento com veículo teste é, muitas vezes, realizada com a utilização de cronômetros, um cronômetro é utilizado para medir o tempo de viagem e o um segundo cronômetro é utilizado para medir atrasos, anotando-se em prancheta as informações de tempo e atraso de viagem. Neste trabalho foram realizadas rotas com veículo teste utilizando-se um aparelho de GPS automotivo, em substituição aos cronômetros. A

utilização de GPS é menos dispendiosa, podendo fornecer um banco de dados mais preciso e elimina a etapa de tabulação dos dados em planilhas.

Conforme o Manual Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) a pesquisa de velocidade e retardamento permite avaliar sob quais condições a massa veicular trafega ao longo da rota, quais são os locais problemáticos, e que influência eles têm no trecho analisado.

Um dos objetivos da realização de pesquisa de velocidade e retardamento é identificar os atrasos ocorridos assim como a característica do atraso. Conforme o Manual de Semáforos (DENATRAN, 1984), existem dois tipos de atrasos, o atraso uniforme, descrito como o retardamento sofrido pelos veículos que chegam durante o tempo de vermelho e são obrigados a parar, formando uma fila que é escoada ao se iniciar o tempo de verde e o atraso aleatório, quando é formada uma fila excedente, denominada aleatória, onde os veículos serão retardados, pois somente irão atravessar o cruzamento em ciclos seguintes.

Estudo de Caso:

A Av. Dom Pedro II é um importante corredor viário de Belo Horizonte que liga as regiões Noroeste e Pampulha ao centro de Belo Horizonte. O corredor viário arterial possui pista dupla em toda sua extensão de aproximadamente 5 km. A faixa da direita, em quase todo o comprimento da via é exclusiva para o transporte coletivo, as rotas foram realizadas nas faixas destinadas ao tráfego misto. As faixas destinadas ao tráfego misto possuem trechos com 2 e com 3 faixas em cada sentido direcional.

Especificamente no corredor Pedro II o objetivo da mudança na programação semaforica é reduzir o atraso aleatório, ou seja, o atraso causado por formação de fila excedente e consequentemente reduzir o tempo de viagem total.

O corredor viário Pedro II, no período da manhã, recebe suas maiores contribuições de fluxo de veículos da Av. Tancredo Neves (região Noroeste e Pampulha), Av Carlos Luz (Região Pampulha), Três Pontas (região Noroeste). A maior parte dos veículos que acessam o corredor tem como destino o Elevado Helena Greco que faz ligação com o centro da cidade, também faz ligação com o centro, em outro ponto, o Viaduto B, que é acessado no final da avenida, sentido bairro/centro.

A Av. Pedro II é uma via preferencial em relação às transversais sendo que todas os cruzamentos em nível são controlados semaforicamente, ao todo são dezoito semáforos no corredor.

A tabela 1 mostra a relação de semáforos e a distância dos semáforos considerando o ponto inicial da rota.

Tabela 1 - Relação de semáforos e a distância dos semáforos considerando o ponto inicial da rota

Num	Cód. Semáforo	Interseção	Distância acumulada (m)
1	T225-1	PEDRO II / FLOR DAS PEDRAS / ANEL RODOVIÁRIO	0
2	T232-1	PEDRO II / DOMINGOS PORTO (PASSAGEM DE PEDESTRES)	284
3	T215-0	PEDRO II / CARLOS GOES	560
4	T214-0	PEDRO II / DESEMBARGADOR TINOCO	828
5	T213-0	PEDRO II / VILA RICA	1110
6	T212-0	PEDRO II / PROGRESSO	1560
7	T211-0	PEDRO II / ANTONIO PEIXOTO GUIMARAES (DO CANAL)	1820
8	T206-1	PEDRO II / MESQUITA	2470
9	T201-2	PEDRO II / LUNARDI	2870

Num	Cód. Semáforo	Interseção	Distância acumulada (m)
10	T201-1	PEDRO II / CARLOS LUZ	3130
11	T202-1	PEDRO II / ITAMARANDIBA	3340
12	T202-2	PEDRO II / ESPINOSA	3530
13	T203-1	PEDRO II / ANFIBOLIOS	4070
14	T203-2	PEDRO II / TRES PONTAS	4180
15	T204-1	PEDRO II / ALAMEDA GERALDO S.OLIVEIRA (ELEVADO)	4370
16	T204-2	PEDRO II / JAGUARI	4530
17	T205-0	PEDRO II / MARIANA	4820
18	T235-0	PEDRO II / JAGUARAO / ACARAPE	5020

A figura 1 mostra mapa com localização dos semáforos na Av. Dom Pedro II.



Figura 1 Mapa com localização dos semáforos na Av. Dom Pedro II

Descrição dos dois cenários escolhidos:

Para este estudo foi definido rota que inicia no anel rodoviário de Belo Horizonte e segue até o cruzamento com a Rua Mariana, a análise foi feita no período da manhã e somente no sentido bairro / centro. As rotas iniciaram por volta de 07:30h da manhã.

Foram definidos dois cenários de estudo, o primeiro com a programação semafórica com ciclo de 120 s (Cenário 1) e a segunda com programação semafórica com ciclo de 100 s (Cenário 2).

Equipamento utilizado nessa pesquisa:

Aparelho de GPS Automotivo GARMIN NUVI, na figura 2 segue foto do equipamento.



Figura 2 Foto GPS GARMIN NUVI

Dados gerados pelo GPS:

- ID Ponto;
- Distância entre Pontos;
- Tempo entre Pontos;
- Velocidade entre Pontos;
- Coordenadas do Ponto.

Este modelo de GPS utilizado coleta um registro em um tempo médio de 10 s o que significa dizer que em uma rota de 20 minutos são coletados 120 registros.

Em uma velocidade média de 35 km/h é registrado um ponto a cada 100 m, e em uma velocidade de 10 km/h, velocidade comum em congestionamentos, é registrado um ponto a cada 28 m.

Os dados gerados no GPS são facilmente visualizados em programas GIS. O GPS Garmin também permite uma visualização do mapa e perfil da rota no Google Earth. Para visualização, extração e tratamento dos dados, neste trabalho foi utilizado programa disponibilizado pela Garmin, denominado Mapsouce e posteriormente os dados foram salvos em planilhas Excel para cálculo de parâmetros e criação de gráficos.

Coleta de dados:

O técnico responsável pela realização da rota utilizou um formulário com descrição da rota e para a anotação de ocorrências de trânsito que interferiram na rota e informações do tempo. O responsável quando inicia e termina a rota identifica no GPS para determinar o ponto inicial e final da rota.

Os dados coletados ficam armazenados no GPS, assim quando o responsável pela rota retorna ao escritório descarrega os dados em um PC utilizando cabo de comunicação (acessório do GPS).

Na extração de dados sempre é verificado se não houve perda do sinal do GPS durante a viagem, normalmente quando isso acontece é possível verificar no mapa gerado da rota ou no gráfico espaço x velocidade.

As rotas que possuíam inconformidades nos registros foram, em alguns casos rejeitadas, e em alguns casos quando verificou-se situação isolada de pontos discrepantes foi feita a exclusão do ponto no programa Mapsource e aproveitada a rota.

Na segunda etapa de análise, onde foi calculado o desvio padrão do tempo de viagem para cada cenário eliminou-se 2 rotas em cada cenário, foi considerado que as amostras com tempos superiores ou inferiores a média do tempo de viagem somada e subtraída de uma vez o desvio padrão não são representativas.

A Figura 3 mostra o processo utilizado para consolidação dos resultados das rotas.

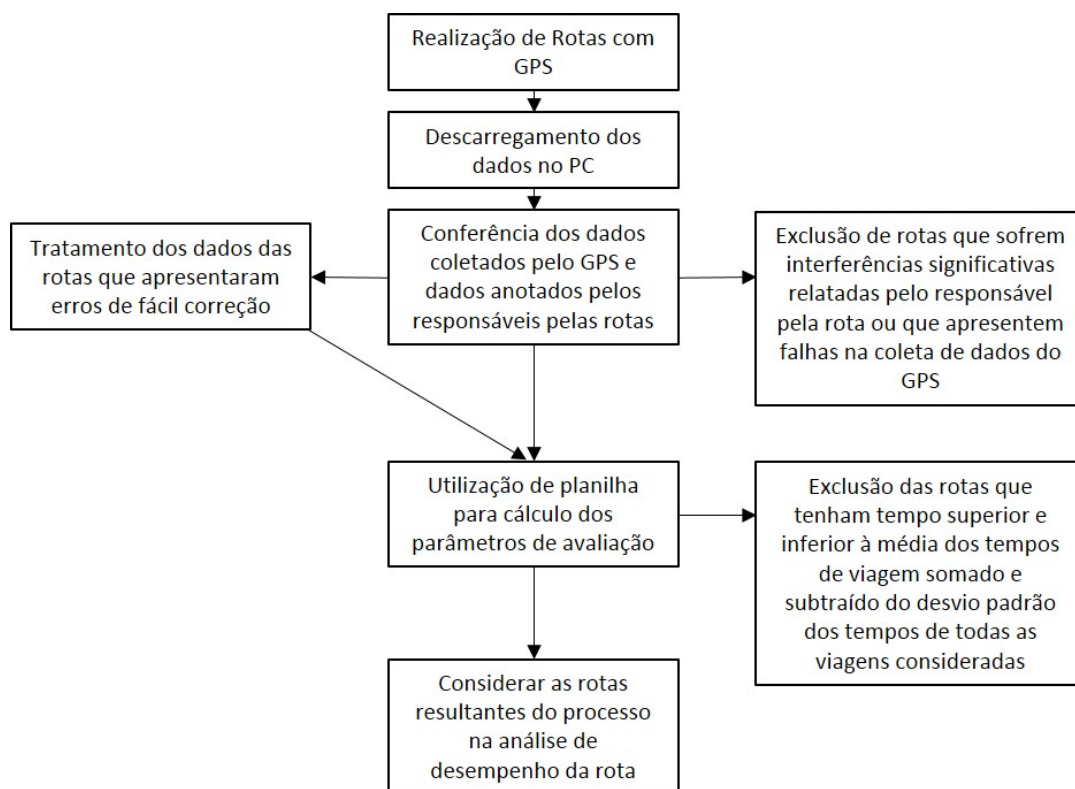


Figura 3 – Fluxograma do processo de consolidação dos dados coletados

No total foram analisadas 10 rotas de tráfego, 5 rotas com o primeiro cenário e 5 rotas com o segundo cenário. Na tabela 2 são apresentadas as rotas avaliadas neste estudo.

Tabela 2 - Tabela com identificação das rotas

Cenário	Rota	Data	Situação	OBS
Cenário 1	Rota 1	24/02/2015	Fora Desvio	Trânsito atípico
	Rota 2	25/02/2015	OK	
	Rota 3	26/02/2015	Fora Desvio	Trânsito atípico
	Rota 4	27/02/2015	OK	
	Rota 5	02/03/2015	OK	
Cenário 2	Rota 6	03/03/2015	OK	
	Rota 7	09/03/2015	OK	
	Rota 8	12/03/2015	Fora Desvio	Trânsito atípico
	Rota 9	17/03/2015	OK	
	Rota 10	20/03/2015	Fora Desvio	Trânsito atípico

Definição de parâmetros analisados e método de extração dos dados

Através do tratamento dos dados do GPS foram geradas as seguintes informações de tráfego:

- Tempo de Viagem:

Adotado duração total da viagem em HH:MM:SS registrado no GPS.

- Velocidade Média:

Velocidade em km/h, no trabalho foi calculado a relação da distância registrada no GPS e do tempo de viagem também registrado no GPS.

- Número de paradas

Adotado informação coletada pelo GPS, foi considerado, através de uma formula na planilha Excel, números de registros com velocidades igual a zero geradas em todo percurso.

- Atraso

Para cálculo do atraso na rota foi estimado uma viagem sem atrasos no corredor, denominado nesse trabalho tempo ótimo no qual foi considerando uma velocidade média de 35 km em todo percurso sem atrasos gerados por semáforos ou congestionamentos, dessa maneira o atraso é o tempo total da rota menos o tempo ótimo. Unidade: hh:mm:ss

- Comprimento de Fila

Comprimento, em metros, do trecho que o veículo permaneceu com velocidade menor ou igual a 15 km/h.

- Tempo parado

Tempo em que o GPS registrou velocidade igual a 0 km/h. Unidade hh:mm:ss.

Resultados:

Na tabela 3 são apresentados resultados das rotas, foram consideradas as rotas que os tempos de viagem se enquadravam dentro da média somado ou subtraído o desvio padrão da amostra, primeiro e segundo cenário.

Tabela 3 – Resultados levantados no estudo

Data	Cenário	Início	Término	Tempo Viagem (h:mm:ss)	Dist. (m)	Veloc. Média (Km/h)
25/02/15	1	7:26:18	7:45:51	0:19:33	4.792	14,71
27/02/15	1	7:48:44	8:11:31	0:22:47	4.952	13,04
02/03/15	1	7:26:50	7:47:12	0:20:22	4.877	14,37
03/03/15	2	7:34:01	8:00:36	0:26:35	5.043	11,38
09/03/15	2	7:32:41	7:55:44	0:23:03	4.880	12,70
17/03/15	2	7:37:36	7:56:48	0:19:12	4.783	14,95

Para um aprofundamento na análise foram escolhidas as rotas com tempo de viagem mais próxima da média do tempo de viagem considerando separadamente rotas com programação semafórica com ciclo de 120s (cenário 1) e rotas com ciclo semafórico de 100s (cenário 2).

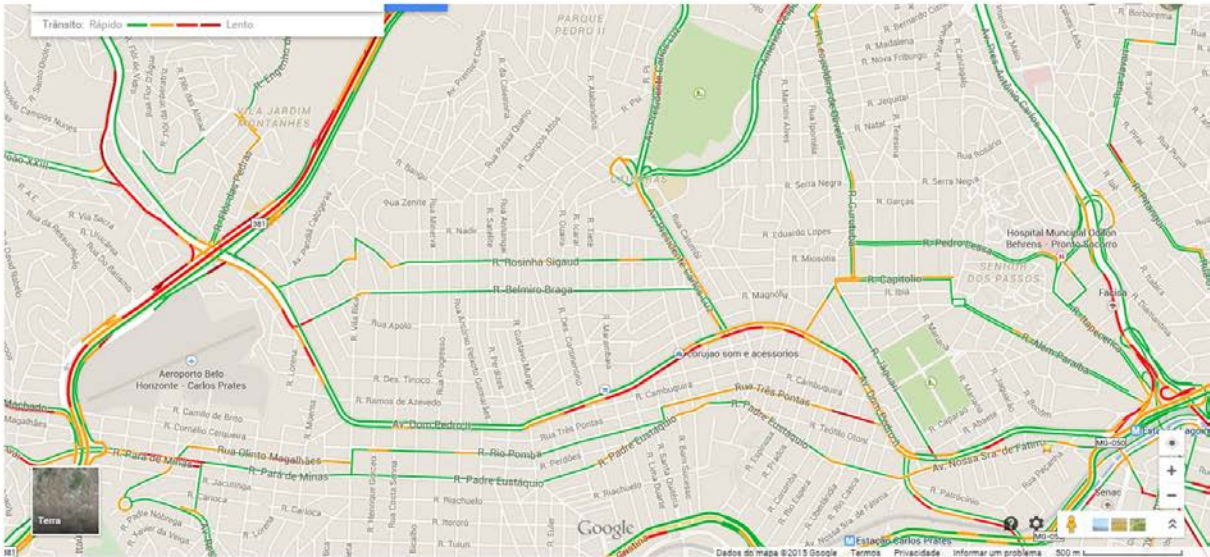
Para a análise foram criados gráficos no Excel onde o eixo “x” é a distância, o eixo “y” à esquerda a Velocidade e o eixo “y” da direita o tempo de viagem. O gráfico apresenta quatro informações: Velocidade (Linha Azul), Tempo de Viagem Acumulados (Linha Marrom), Tempo de Viagem Acumulado, foi estimado viagem sem atrasos com velocidade de 35 km/h – (linha lilás). As linhas verticais vermelhas mostram a localização dos semáforos ao longo do corredor.

Na figura 4 e 5 são comparados o trânsito identificado no google maps no dia e horário da realização da rota com o gráfico gerado com os dados coletados pelo GPS na rota de tráfego.

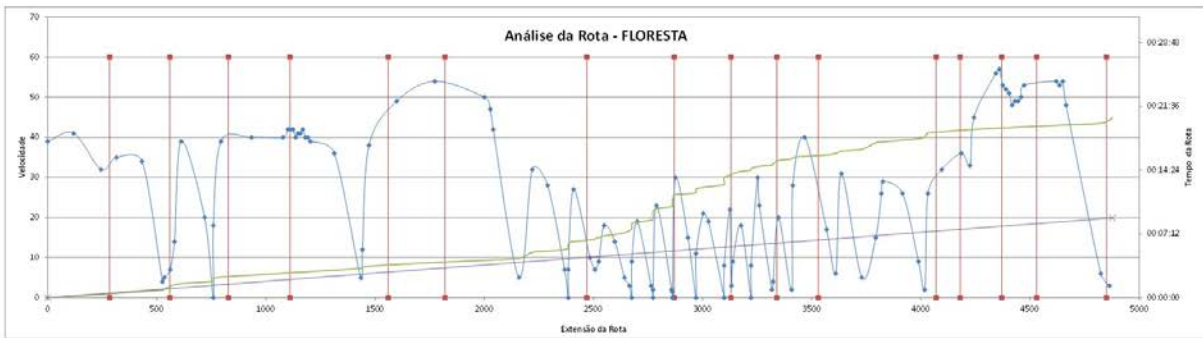
As condições de trânsito retratadas no Google Maps (www.maps.google.com.br), foram utilizadas para comparar com as velocidades geradas no perfil do trecho e assim auxiliar na identificação de filas, conforme figuras 4 e 5.

É possível identificar nos gráficos apresentados, através da informação Tempo x Velocidade que nos dois dias, dia 02 e 09/03/15, os maiores atrasos aconteceram no trecho entre o cruzamento semáforizado Pedro II com Mesquita, que está a 2470 m após o ponto inicial da rota e o cruzamento semáforizado Pedro II com Elevado Helena Greco, a 4370 m do ponto inicial.

Cenário 1 - Ciclo 120 – Dia 02/03/15



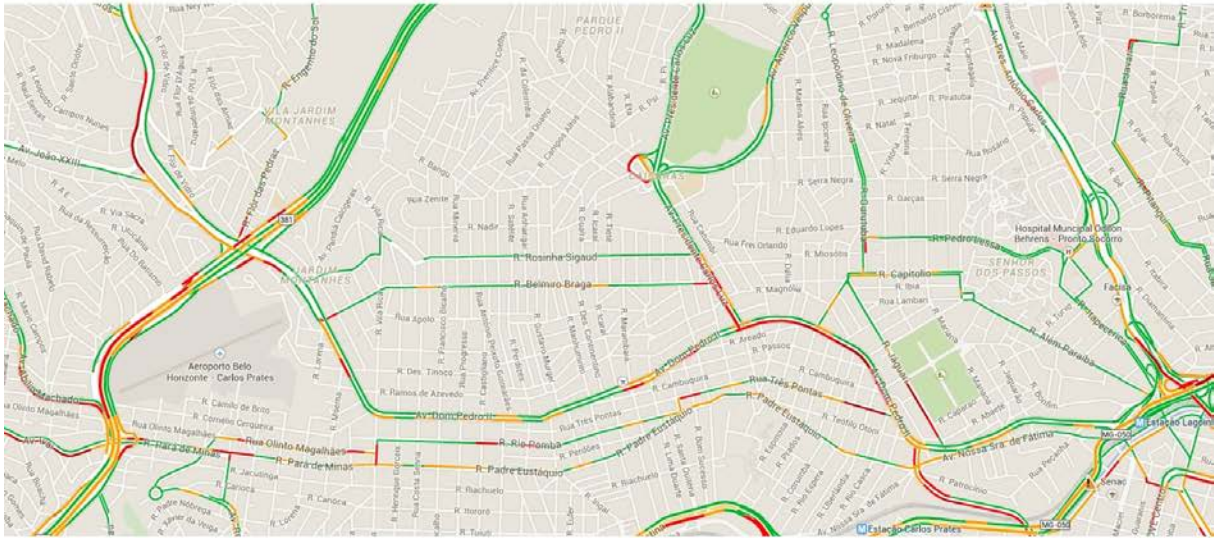
Fonte: www.maps.google.com.br Consulta dia 02/03/15 Horário: 07h36min



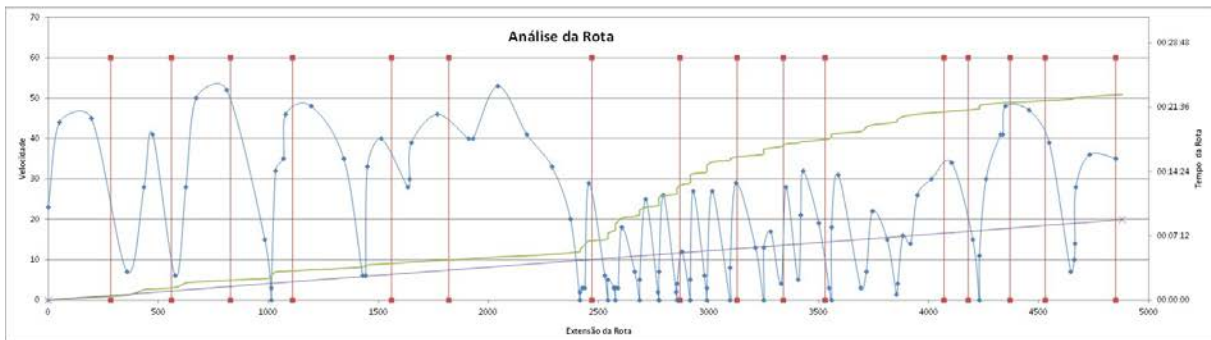
Ciclo	120
Data	02/03/2015
Início	7:26:50
Término	7:47:12
Duração	0:20:22
Extensão (m)	4.877
Velocidade Média (Km/h)	14,37
Nº Paradas (unid)	12
Comp. de Fila (m)	528
Atraso (hh:mm:ss)	00:11:22
Tempo Parado (hh:mm:ss)	00:04:20
Vel Trecho1 (km/h)	15,02
Vel Trecho2 (km/h)	13,48

Figura 4 – Comparativo Trânsito Google Maps com Gráfico Tempo x Velocidade – dia 02/03/15

Cenário 2 - Ciclo 100 - Dia 09/03/15



Fonte: www.maps.google.com.br Consulta: dia 09/03/15 Horário imagem: 07h45min



Ciclo	100
Data	09/03/2015
Início	7:32:41
Término	7:55:44
Duração	0:23:03
Extensão (m)	4.880
Velocidade Média (Km/h)	12,70
N° Paradas (unid)	15
Comp. de Fila (m)	484
Atraso (hh:mm:ss)	00:14:03
Tempo Parado (hh:mm:ss)	00:06:20
Vel Trecho1 (km/h)	13,33
Vel Trecho2 (km/h)	11,88

Figura 5 – Comparativo Trânsito Google Maps com Gráfico Tempo x Velocidade – dia 09/03/15

A figura 6 mostra comparação dos dois cenários estudados. Conforme resultados todos os parâmetros analisados demonstraram resultados piores na programação semafórica com ciclo de 100s (cenário 2), exceto o parâmetro Comprimento de Fila que foi definido neste trabalho como distância percorrida com velocidade igual ou menor de 15 km/h. Neste caso alterou de 528 m para 484 m.

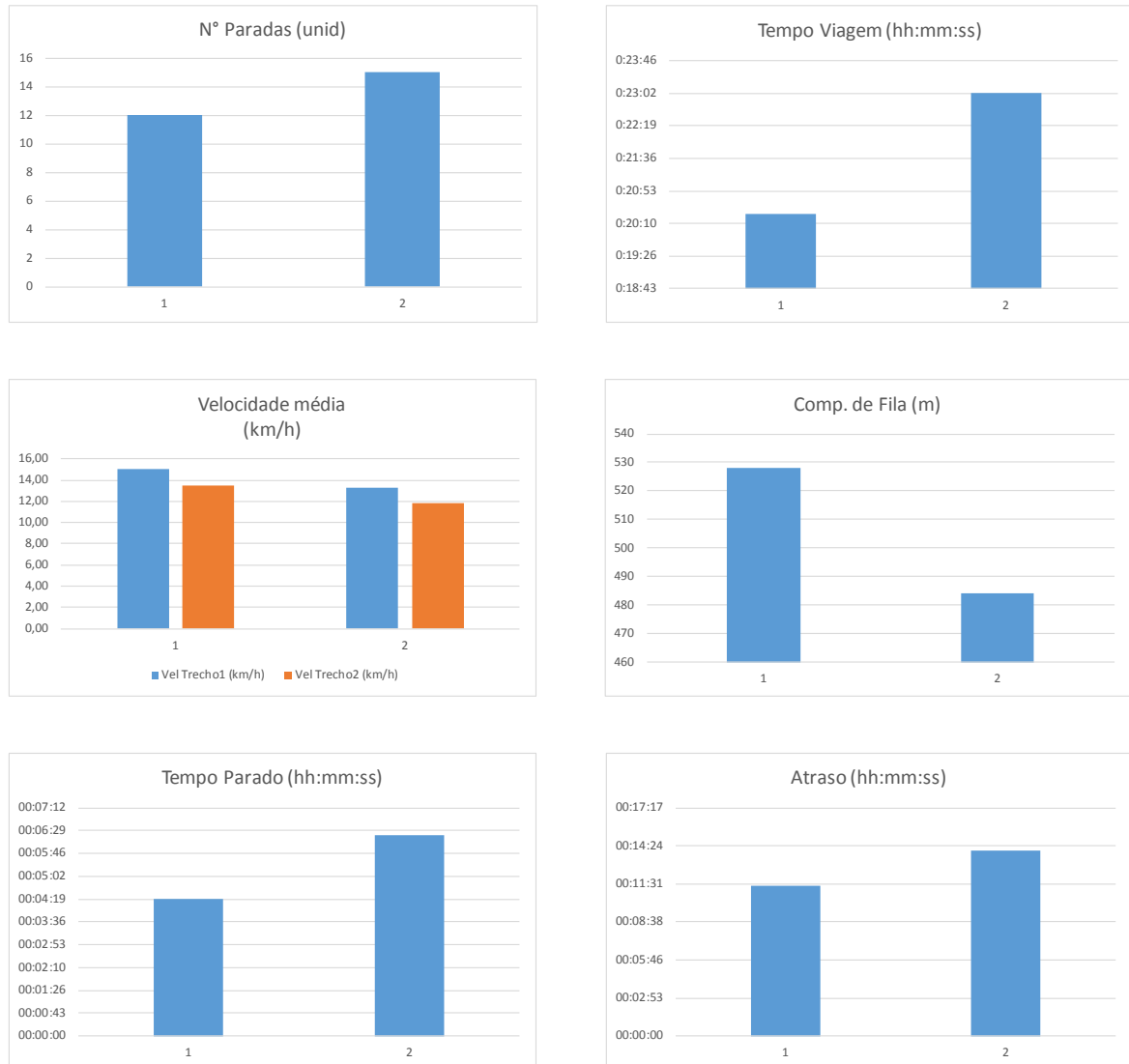


Figura 6 - Gráficos com resultados dos parâmetros

Considerando apenas essas duas amostras, Cenário 1 (dia 02/03/15) e Cenário 2 (dia 09/02/15) é possível identificar redução do atraso aleatório no cenário 2, no entanto aumento do atraso uniforme, já que o número de paradas aumentou de 12 (cenário 1) para 15 (cenário 2).

Como continuidade do trabalho de ajuste semafórico na rede de semáforos da Av. Dom Pedro II, serão realizados novos ajustes semafóricos visando reduzir principalmente os atrasos aleatórios gerados no trecho entre Rua Lunardi e Elevado Helena Greco e como consequência também reduzir o tempo de viagem total no corredor.

CONCLUSÕES

A utilização de GPS na realização de pesquisa de velocidade e retardo com veículo teste auxilia tanto na coleta dos dados quanto na geração de indicadores para a avaliação de desempenho do corredor.

O estudo mostrou que a precisão do GPS automotivo utilizado foi suficiente para permitir a comparação dos dois cenários estudados.

A utilização de GPS em realização de rotas é mais simples do que a utilização de cronômetros e os dados possuem um nível de detalhe que para este estudo de caso se mostrou adequado.

O sistema GPS tem como desvantagem a dependência do sinal dos satélites, dias nublados e trechos subterrâneos podem gerar sinal fraco ou ausência de sinal, o que pode comprometer ou impossibilitar a utilização desse método.

Os aparelhos de GPS estão cada vez mais acessíveis de forma que muitos veículos, principalmente de frotas de empresas privadas e públicas são equipados com GPS, estabelecer formas para trabalhar com essas informações possibilitará melhor uso da informação disponível.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BELO HORIZONTE. Lei nº 7.166, de 27 de Agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município, Belo Horizonte, 1996

BHTRANS – GESIT / GECOT – Estudos de Tráfego - Rotas BH – Corredor Pedro II, Belo Horizonte, 2015.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Semáforos. 2º Edição. Brasília: DENATRAN, 1984.

DNIT/IPR. Manual de Estudos de Tráfego. Publicação 723 IPR – Instituto de Pesquisa Rodoviária. 384 p. Rio de Janeiro/RJ, 2006.

GOLDNER, LENISE GRANDO – Engenharia de Tráfego – Módulo I – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, 99p.

Google Maps: Informações de condição de Trânsito: Disponível em <www.maps.google.com.br>. Acesso em: fevereiro e março de 2015.

RESOLUÇÃO nº 483, de 09 de abril de 2014. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume V - Sinalização Semafórica. Brasília, 2014.