

GUILHERME FERNANDES SARAIVA

Avaliação do impacto de rotatórias na velocidade de veículos e no trânsito de grandes cidades.

Relatório de pesquisa apresentado na disciplina de Iniciação Científica do curso e Colégio Sigma sob a Orientação do Professor Dr. Alexandre Urbano e Coorientação do prof. Dr. Leandro Bento da Silva e prof. Msc. Fabio Luiz Ferreira Bruschi

**Curso e Colégio Sigma
Londrina
2023**

RELATÓRIO DE PESQUISA - INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Avaliação do impacto de rotatórias na velocidade de veículos e no trânsito de grandes cidades.

Saraiva, G. F.
Urbano, A.
Silva, L. B.
Bruschi, F. L. F.

Colégio Sigma
2º série
Ciências da saúde

RESUMO:

Este projeto visa o debate sobre congestionamentos de veículos em uma cidade e como podemos minimizá-los, o que diminui a qualidade de vida da população e aumenta as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. O objetivo deste trabalho foi empregar as equações da física/cinemática no estudo dos congestionamentos urbanos observados em cruzamentos e rotatórias da cidade de Londrina - PR. Para tal a metodologia foi dividida em 5 partes: 1) definição do ponto de congestionamento recorrente; 2) uso de ferramentas digitais para mapeamento e cotização das distâncias nas vias consideradas; 3) levantamento de dados in loco dos tempos de deslocamento dos veículos por cronometragem e filmagem; 4) tabulação dos dados; e 5) avaliação dos resultados por meio das equações da cinemática. Pela análise dos dados, percebeu-se que os congestionamentos se formam em cruzamentos e rotatórias, particularmente nos quais na via preferencial não se impõe restrição de velocidade aos veículos.

Os congestionamentos se formam a partir do aumento do fluxo de veículos, porém são fortemente influenciados onde não há sinalização de controle de velocidade. Nas vias sem controle de velocidade, e preferenciais, os veículos circulam em velocidades moderadas de 50 a 60 km/h, e mesmo nestas velocidades suas distâncias em unidades de comprimento é grande, porém a distância em unidade de tempo, é baixa. Essa combinação resulta em baixo fluxo de veículos nesta via preferencial, com tempo entre veículos baixo, reduzindo o tempo de reação dos motoristas que aguardam passagem, formando, conseqüentemente, engarrafamentos. Conclui-se que o número de veículos presos em um congestionamento pode ser amenizado se sistemas de controle de velocidade forem colocados em pontos estratégicos. Esse controle de velocidade pode garantir um aumento no tempo de reação dos veículos parados suficiente para aumentar o fluxo de veículos em até 4 vezes, e conseqüentemente causa a diminuição dos congestionamentos.

Palavras-chave: Trânsito, rotatória, mobilidade urbana, cinemática, física

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um atributo associado às pessoas e atores econômicos no meio urbano que, de diferentes formas, buscam atender e suprir suas necessidades de deslocamento para a realização das atividades cotidianas como: trabalho, educação, saúde, lazer, cultura, entre outros. Criando a necessidade de deslocamentos diários de pessoas e cargas dentro das cidades. Para cumprir tal objetivo, os indivíduos podem empregar o seu esforço direto (deslocamento a pé), recorrer a meios de transporte não motorizados (bicicletas, carroças, cavalos) ou motorizados (coletivos e individuais).

O tema da mobilidade urbana vem se constituindo em foco permanente de discussões no setor público e fora dele, dado ao caos que vem se transformando o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. É fundamental, portanto, compreender que a mobilidade no contexto e no modo de vida das cidades contemporâneas e, particularmente, das cidades brasileiras, constitui parte estruturante do funcionamento de uma sociedade convertida de forma recente e rapidamente, em urbana. Qualquer pessoa que precise se locomover de carro em uma grande ou média cidade brasileira durante os horários de pico, sabe o quanto os congestionamentos podem ser intensos.

Dois fatores contribuíram decisivamente com a crise de mobilidade urbana vivenciada atualmente no Brasil: o baixíssimo nível de investimentos públicos no setor de transportes urbanos nos últimos 25 anos, período que coincidiu com as maiores taxas de crescimento da população urbana no Brasil que passou de 80 milhões em 1980, para 153 milhões de habitantes em 2008 (dados do IBGE e PNAD respectivamente) e contou com a rápida e intensa transformação da população brasileira de predominantemente rural para majoritariamente urbana, e o crescimento econômico verificado nos últimos cinco anos, que ampliou o índice de mobilidade das cargas e pessoas nas cidades brasileiras.

A procura por soluções para amenizar esses congestionamentos frequentemente enfrentados pela população, os conflitos no trânsito e a distribuição de maneira igualitária do uso e ocupação das vias, são questões abordadas para melhorar a mobilidade e circulação no espaço urbano. O planejamento por parte dos governantes deve ser estruturado de forma a atingir todas as interfaces do sistema viário, todos os atuantes no trânsito tem o direito de ir e vir, não importa se for utilizando o veículo individual ou coletivo, o importante é ter segurança e fluidez.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Mobilidade urbana

O tema da mobilidade urbana vem se constituindo foco permanente de discussões no setor público e fora dele dado o caos que vem se transformando o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. Dois fatores contribuíram decisivamente com a crise de mobilidade urbana vivenciada atualmente no Brasil: o baixíssimo nível de investimentos públicos no setor de transportes urbanos nos últimos 25 anos, período que coincidiu com as maiores taxas de crescimento da população urbana no Brasil que passou de 80 milhões em 1980, para 153 milhões de habitantes em 2008 (dados do IBGE e PNAD respectivamente), e o crescimento econômico verificado nos últimos cinco anos, que ampliou o índice de mobilidade das cargas e pessoas nas cidades. (Vaccari, 2011)

Entre os mitos da mobilidade urbana, o idealismo e o pragmatismo dos números, este ensaio discute os caminhos possíveis para resolver o problema do trânsito nas grandes cidades. O resultado de uma discussão pública, na década de 1950, entre o ex-prefeito de São Paulo Prestes Maia, que defendia o modelo de mobilidade americano, e o urbanista Anhaia Melo, que acreditava na ampliação do transporte coletivo, explica a origem do caos viário que São Paulo vive hoje. A implantação das ideias de Prestes Maia nas décadas seguintes fez da capital paulista uma das cidades com os piores índices de mobilidade do país. Os incentivos ao transporte individual em detrimento do transporte público, o status que o automóvel conferia (e ainda confere) aos seus proprietários, o apoio da classe média a esse modelo e, como consequência, também dos políticos, que em busca de votos associaram o progresso da cidade a um gigante e ininterrupto canteiro de obras, fizeram do automóvel o rei das ruas. Neste artigo, Eduardo Alcântara de Vasconcellos discute os temas que estão sendo debatidos intensamente pela população, especialmente depois das recentes manifestações que levaram milhares de pessoas às ruas. Entre os temas escolhidos estão a real eficiência da implantação das ciclovias em uma cidade como São Paulo, a polêmica tarifa zero, o que deu errado (e o que deu certo) nos corredores de ônibus, a necessidade do transporte noturno para responder à demanda de quem deixa o carro em casa. Entre os mitos da mobilidade urbana, o

idealismo e o pragmatismo dos números este ensaio mostra que embora o desafio de mudar essa engrenagem velha e ineficiente seja enorme, nunca o clima foi tão favorável a essas mudanças. (De Vasconcellos, 2013)

O texto aborda a mobilidade urbana que constitui-se em um tema fundamental quando se discute desenvolvimento urbano e qualidade de vida da população. As condições de deslocamentos das pessoas e das mercadorias nos centros urbanos impactam toda a sociedade pela geração de externalidades negativas, como acidentes, poluição e congestionamentos, afetando especialmente a vida dos mais pobres, que geralmente moram em regiões mais distantes das oportunidades urbanas. Diante da importância do tema, este capítulo aborda as interfaces existentes entre o desenvolvimento urbano acelerado e desordenado ocorrido no país e as dificuldades de planejamento da mobilidade nesse contexto. (Carvalho, 2016)

Qualquer pessoa que precise se locomover de carro em uma grande cidade brasileira durante os horários de pico sabe o quanto os congestionamentos podem ser frustrantes. Este artigo tem como objetivo demonstrar as tendências de congestionamentos em quatro principais cidades brasileiras (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre), através de uma pesquisa de natureza quantitativa e qualitativa, com revisão bibliográfica e entrevistas realizadas com usuários dos principais corredores de tráfego. Ela atingiu seu principal objetivo: medir o grau de exposição dos cidadãos aos congestionamentos e, como consequência, os desgastes diante do pesadelo de ficar parado improdutivamente. (Resende, 2009)

2.2 – Congestionamento nas grandes cidades

Este artigo focaliza, numa perspectiva interdisciplinar, os estudos sobre acidentes de trânsito em escala nacional e internacional. Ele começa analisando o aumento da produção e consumo de veículos motorizados em todo o mundo e as transformações sociais que esse fato acarretou. Atenção especial é dada à degradação do meio ambiente urbano e ao enorme custo social representado pelos acidentes de trânsito. Em seguida, é apresentado um panorama epidemiológico sobre as vítimas do trânsito. A relação entre personalidade e acidente de trânsito mereceu atenção especial, principalmente no que se refere ao comportamento infrator e ao consumo de bebidas alcoólicas e de outras drogas.

O artigo conclui enfatizando a necessidade de o Estado implementar políticas públicas específicas consistentes, a fim de se poder controlar o problema (Marín, 2000).

Grandes engarrafamentos tornaram-se parte da paisagem das grandes metrópoles mundiais. Somadas ao aborrecimento causado pela situação, há também perdas econômicas expressivas. A solução para o problema depende de uma melhor compreensão do uso e da ocupação do solo urbano (Maciel, 2008)

O presente trabalho visa contribuir para o debate sobre a questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras analisando a evolução do tempo de deslocamento entre 1992 e 2013 e suas diferenças de acordo com características do trabalhador, como sexo, cor e renda per capita, e do posto de trabalho. Verifica-se que o aumento do tempo médio de deslocamento ocorreu a partir de 2003, caracterizando uma questão particularmente importante para as metrópoles brasileiras no terceiro milênio. Os trabalhadores com maiores tempos médios de deslocamento residem nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo. Entretanto, as maiores taxas de crescimento ocorreram nas metrópoles do Pará, Salvador e Recife, sugerindo a necessidade de melhor direcionamento e planejamento de políticas públicas na mobilidade urbana. Considerando as diferenças socioeconômicas, destaca-se que os mais pobres e os mais ricos (extremos da distribuição de renda) tendem a apresentar tempos de deslocamento menores do que os trabalhadores de famílias de renda média. Esse padrão se mantém ao longo do tempo, com aumento do tempo médio de deslocamento entre os mais pobres, mostrando uma face da desigualdade. Porém, o maior aumento ocorreu entre os mais ricos, colocando a questão da mobilidade urbana para além dos problemas de exclusão social. (Pero, 2015)

O desequilíbrio entre oferta e demanda de transportes tem sido apontado como problema recorrente em grandes centros urbanos, tendo como principal consequência os congestionamentos. Considerando o aspecto espacial do fenômeno dos deslocamentos urbanos, a caracterização e diagnóstico das possíveis causas de congestionamento são essenciais nas tomadas de decisões. Neste contexto, este estudo objetiva efetuar análise da variabilidade espacial dos congestionamentos em Fortaleza, identificando seus principais fatores de influência. Tem-se como etapas metodológicas: i) definição de indicadores de congestionamento, com base em dados obtidos de equipamentos de fiscalização eletrônica e equipamentos de controle de tráfego; ii) caracterização espacial

do congestionamento; iii) identificação dos possíveis fatores relacionados à variação espacial do

congestionamento; iv) modelagem espacial do congestionamento para identificar o efeito dos fatores de influência. Espera-se contribuir com novos indicadores e, através das análises, identificar a influência dos fatores causadores dos congestionamentos, auxiliando orientações de políticas públicas e intervenções na malha viária. (Pacheco, 2018)

A procura por soluções para amenizar os congestionamentos, os conflitos no trânsito e a distribuição de maneira igualitária do uso e ocupação das vias, são questões abordadas para melhorar a mobilidade e circulação no espaço urbano. O planejamento por parte dos governantes deve ser estruturado de forma a atingir todas as interfaces do sistema viário, todos os atuantes no trânsito têm o direito de ir e vir, não importa se for utilizando o veículo individual ou coletivo, o importante é ter segurança e fluidez. (Sampaio, 2011)

2.3 – Soluções para o congestionamento nas grandes cidades

A maioria das cidades grandes sofrem com problema de congestionamento, uma das principais causas de congestionamento é o aumento do tráfego de veículos durante os horários de pico, principalmente em áreas com gargalos de infraestrutura. Existem soluções atuais na literatura baseadas em detecção nas condições de tráfego e em redirecionamento de veículos para evitar as áreas congestionadas. No entanto, essas soluções não consideram o impacto dessas mudanças nos próximos padrões de tráfego. Assim, essas abordagens são incapazes de fornecer uma solução de longo prazo para o problema do congestionamento, desde quando sugerindo rotas alternativas, criam gargalos em breve, assim, apenas transferindo o problema de um ponto a outro. Com esta questão em mente, propomos uma solução cooperativa de roteamento chamado CO-OP, o qual melhora a utilização do espaço global e como consequência reduz o tempo de viagem, evitando congestionamentos. Os resultados das simulações mostram que a nossa proposta é capaz controlar congestionamento e prevenir o surgimento de congestionamentos em um futuro próximo. (Souza, 2015)

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e simulação de modelo computacional para avaliar a proposição de soluções no tráfego urbano em uma rotatória na cidade de

Manaus. Utilizou-se um software de simulação para representar o movimento de veículos que circulam na referida rotatória. O trabalho possibilitou diagnosticar a operacionalização da rotatória, identificando pontos críticos responsáveis pela formação de filas nas vias de acesso. Assim, foi possível avaliar e elaborar proposições para eliminação ou redução do alto índice de congestionamento na área sem a necessidade de execução de grande intervenção local. O cenário simulado mostrou que ações de cumprimento de sinalização existente, bem como inclusão das marcações ausentes na área da rotatória, a retirada de semáforos localizados nas vias de saídas da rotatória, entre outros, aliviam o congestionamento na área nos horários de pico quando comparado ao cenário que representa a situação atual. (Moita, 2012)

Mobilidade em grandes centros urbanos tornou-se um grande desafio, como consequência dos congestionamentos recorrentes. Dessa forma, vários Traffic Management Systems (TMS) têm sido propostos para melhorar a eficiência do tráfego. Entretanto, muitas das soluções propostas não são escaláveis, utilizando-se de métodos limitados para troca de informações, o que pode sobrecarregar a rede. Além disso, outras soluções não são capazes de fornecer um conhecimento preciso sobre as condições de tráfego. Dessa forma, para minimizar o problema de mobilidade e melhorar a eficiência do tráfego, introduzimos GTE-Gerenciamento de Tráfego Escalável, um TMS totalmente distribuído e escalável baseado em compartilhamento oportunista. Os resultados mostram que o GTE supera as soluções avaliadas em diferentes requisitos essenciais de um TMS. (De Souza, 2017)

Considerando que a maioria das cidades de pequeno e médio porte no Brasil convivem com os impactos e interferências características das rodovias em sua área urbana, este estudo apresenta a implantação de desvios ou anéis rodoviários como uma solução tecnicamente viável para a redução desses impactos. O estudo caracteriza esse problema na cidade de Pau dos Ferros, no semiárido Potiguar, que é atravessada pela rodovia federal, BR 405. Com o objetivo de propor a solução para esta situação que interfere nos deslocamentos nesta localidade, o trabalho analisa e apresenta os projetos do anel viário, em execução entre as cidades de Juazeiro do Norte e Crato no Ceará, cujo benefício será a redução do fluxo de veículos pela área central, especialmente nos períodos de grande fluxo de pessoas às romarias em devoção ao Padre Cícero. A implantação de desvios rodoviários não se apresenta como uma solução de baixo custo para esse problema, mas pode proporcionar melhor qualidade de vida e mobilidade quando de sua implantação,

como foi o caso da cidade de Juazeiro do Norte, obtendo resultados significativos para a melhora do fluxo no sistema viário da cidade, expondo que a utilização de desvios para a diminuição de impactos gerados por rodovias nas áreas urbanas em cidades de pequeno e médio porte, oferece benefícios para a população local. (Sobreira, 2017)

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é apresentar uma solução para diminuir o congestionamento nas rotatórias da cidade de Londrina, utilizando-se de equações da física/cinemática, analisando a velocidade dos automóveis, a quantidade e os seus tipos, além de possíveis engarrafamentos.

Objetivos específicos

- Definição do ponto de congestionamento recorrente.
- Uso de ferramentas digitais para mapeamento e cotização das distâncias nas vias consideradas.
- Levantamento de dados in loco dos tempos de deslocamento dos veículos por cronometragem e filmagem.
- Avaliação dos resultados por meio das equações da cinemática.

4. PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

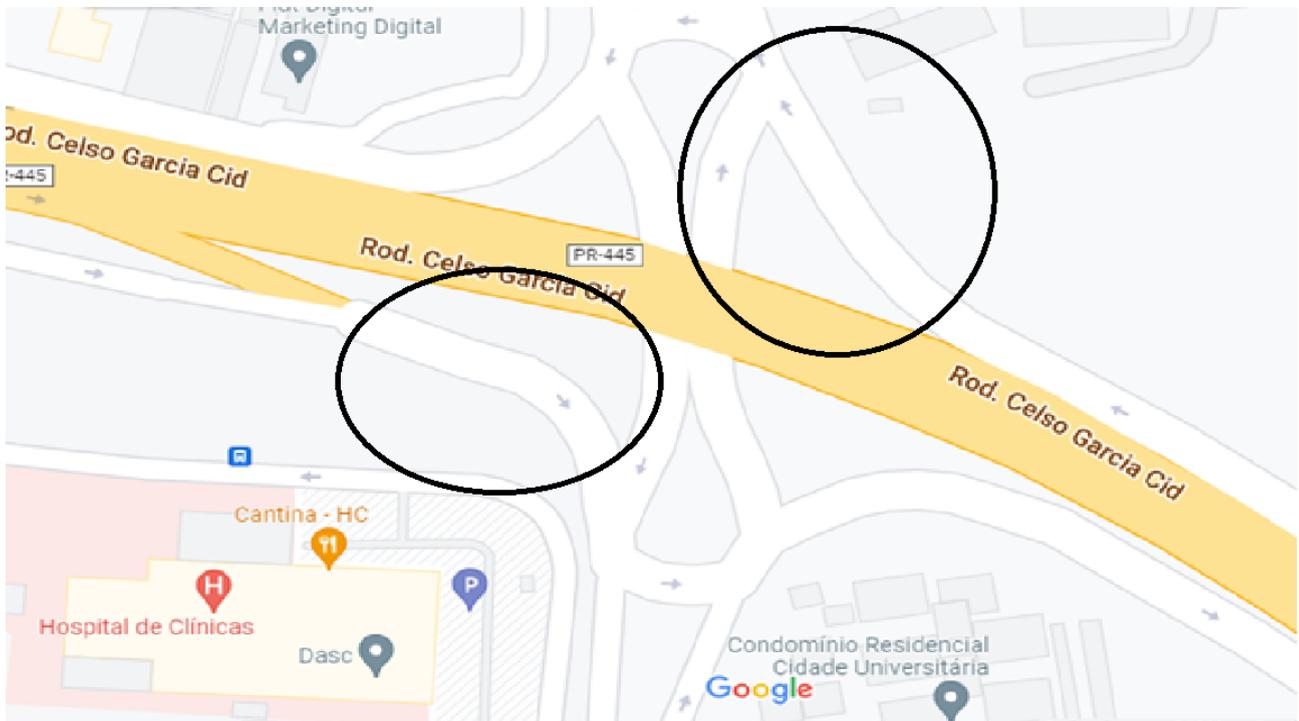
Nas grandes cidades, um problema recorrente enfrentado por praticamente todos os cidadãos é o trânsito. Cada vez mais intenso e caótico, o volume de carros é sem dúvida um motivo de stress e ansiedade para a população urbana. As medidas adotadas pelos órgãos responsáveis pelo planejamento, na maioria das vezes, não acompanham a demanda necessária para diminuir o fluxo de veículos em grandes vias. Na cidade de Londrina, pontos claros de engarrafamento são as dezenas de rotatórias implantadas na cidade com intuito de distribuir o trânsito em cruzamentos movimentados. A partir do exposto questionou-se se era possível verificar soluções de baixo custo, nestes pontos

específicos que pudessem diminuir os pontos de engarrafamento e, assim, melhorar o fluxo de veículos e o trânsito da cidade. Acredita-se que uma análise detalhada do fluxo de veículos e a utilização de processos e cálculos de física básica, possam fornecer evidências de medidas que sejam fáceis de serem implantadas e que possam ser eficientes na melhoria do fluxo das rotatórias implantadas nas grandes cidades. Melhorando o trânsito de forma efetiva e aumentando a qualidade de vida das pessoas que vivem nas grandes cidades.

5. METODOLOGIA

5.1 Definição do ponto de congestionamento recorrente

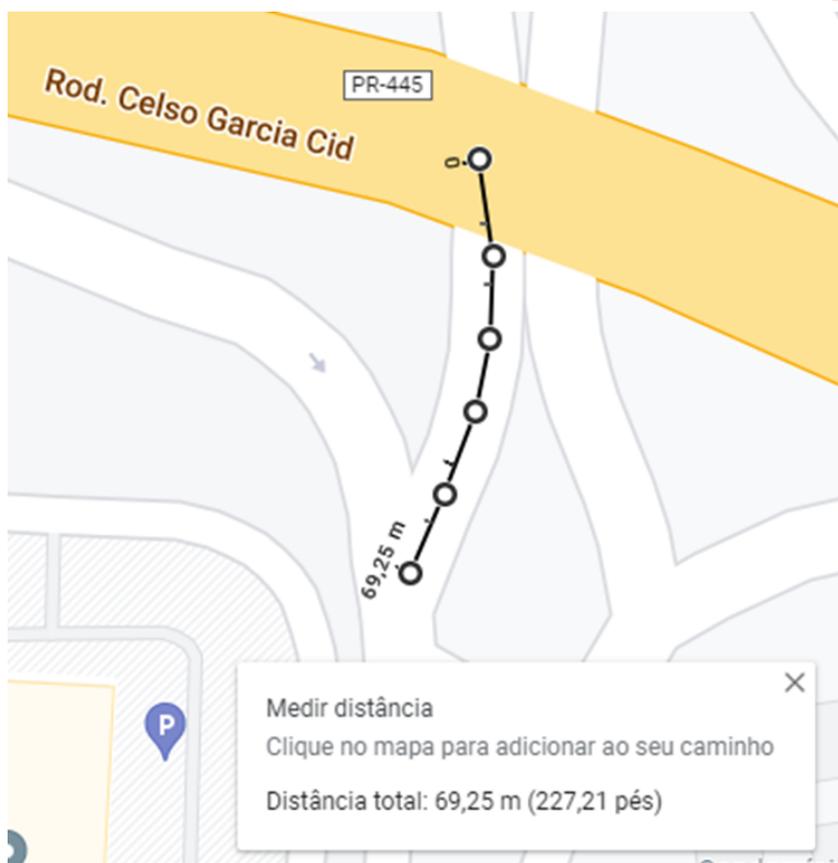
Na primeira etapa do projeto foi realizado um estudo com o fim de determinar um ponto de congestionamento recorrente para poder realizar o trabalho em cima dele.



5.2 Uso de ferramentas digitais para o mapeamento e cotização das distâncias nas vias escolhida

Após determinar as vias que serão utilizadas como exemplo, foi utilizado o google maps para medir as distâncias da via.





Nas imagens acima, é possível identificar que a distância das vias são de aproximadamente 70 metros e 35 metros.

5.3 Levantamento de dados in loco dos tempos de deslocamento dos veículos

Após identificar a distância das vias, foi necessário pesquisar o tempo de deslocamento dos veículos nas vias escolhidas, o qual tentamos utilizar sites da internet para obter

esses dados, porém não conseguimos. Então, foi necessário realizar a coleta dos dados pessoalmente, através da cronometragem e filmagem do tempo de deslocamento dos veículos.

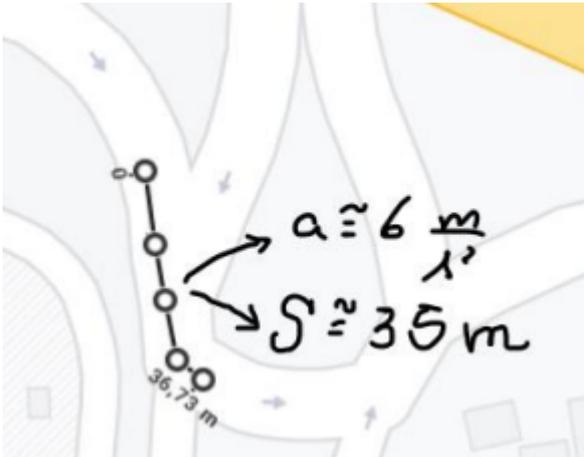


5.4 Avaliação dos resultados por meio de equações da cinemática

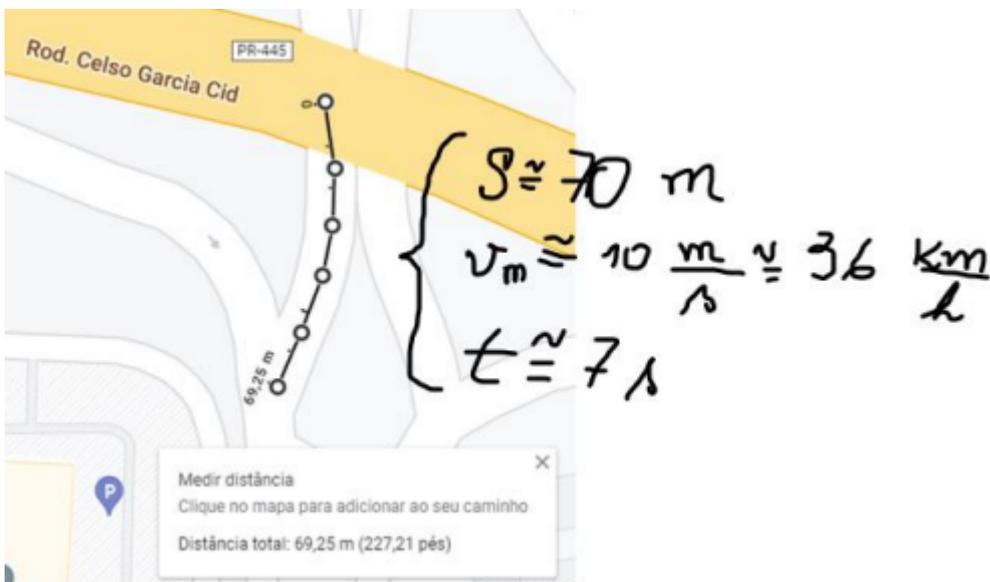
Após a coleta dos dados sobre o deslocamento dos veículos, foi possível identificar a velocidade média, a aceleração e o tempo que os carros passam em média em ambas as vias, podendo assim, descobrir qual é o fluxo médio dos carros. Após coletarmos essas informações, fizemos outro cálculo simulando a presença de um redutor de velocidade há 70 metros do cruzamento, obtendo uma simulação do fluxo médio dos carros, a qual obteve números satisfatórios.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Descoberta de dados sobre a velocidade e tempo dos veículos nas vias a partir de equações da cinemática, sem a implantação de um redutor de velocidade



A Partir do cálculo, pode-se notar que a aceleração dos carros na via de 35 metros é de aproximadamente 6 metros/segundo²



A partir dos cálculos, pode-se notar que na via de 70 metros, os carros possuíam uma velocidade média de aproximadamente 36 km/h, levando um tempo de 7 segundos para completar o percurso.

6.2 Descoberta de dados sobre a velocidade e tempo dos veículos na via a partir de equações da cinemática, com a simulação da implantação de um redutor de velocidade em uma distancia de 70 metros do cruzamento

1)

1) $a = -6 \frac{m}{s^2}$ 

de onde $v_0 = 10 \frac{m}{s}$ até $v = 0$

$t = -\frac{10 \frac{m}{s}}{-6 \frac{m}{s^2}}; t \approx 1,7 s$

Pode-se notar que, no passo 1, foi diminuída a velocidade de 10 metros p/segundo para 0 m/s, com uma aceleração de -6 metros/segundo², ocorrendo em um tempo de aproximadamente 2 segundos. Ocasionalmente um movimento progressivo e retardado onde o carro vai diminuindo a velocidade até parar.

2)

$a = 2 \frac{m}{s^2}; v = a \cdot t$

2) $v = 10 \frac{m}{s}$ e $a = 2 \frac{m}{s^2}$

$\therefore t = 5 s$

$S_{a \rightarrow v} = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 = 25 m$

Pode-se notar que, no passo 2, ocorreu um movimento progressivo e acelerado, saindo de um velocidade de 0 metros/segundo até uma de 10 metros/segundo, com um tempo de aproximadamente 5 seg. Com uma aceleração muito menor, de 2 metros/segundo², a uma distância de aproximadamente 25 metros.

3)

3) $v = 10 \frac{m}{s}$ (de)

$S = S_{10 \rightarrow 0} - S_{a = 2} = 3 \frac{m}{s^2}$ Sabendo $v = 9; t = \frac{S}{v}$

$\therefore t = \frac{45 m}{10 \frac{m}{s}}; t = 4,5 s$

$S = 70 m - 25 m$

$S = 45 m$

Pode-se notar que, no passo 3, foi calculado a distância total da via menos a distância obtida no cálculo anterior, de aproximadamente 25 metros. Resultando em uma distância de 45 metros, e uma velocidade de 10 metros/segundo.

Sabendo a distância e a velocidade, foi calculado o tempo em que duraria esse percurso, chegando em uma conclusão de 4,5 segundos.

4)

$t_T = t_1 + t_2 + t_3 = 11,5 s$

Pode-se notar que, no passo 4, foi calculado o tempo total do percurso simulando a implantação

do redutor de velocidade, somando o tempo necessário para realizar o passo 1, 2 e 3, resultando em 11,5 segundos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a implantação de um redutor de velocidade em uma distância de 70 metros do cruzamento, iria aumentar o fluxo de carros em até 4 vezes. Pois, o tempo desde o redutor até o cruzamento aumentará de 6 para 12 segundos, causando um fluxo de aproximadamente 1,2 carros por segundo, sem a implantação do redutor de velocidade, o fluxo de carros é de aproximadamente 0,3 carros por segundo. Causando assim, a diminuição do congestionamento entre os veículos para a entrada nas rotatórias. Assim, conclui-se que a implantação de redutores de velocidades a uma determinada distância do cruzamento, aumentará o fluxo de veículos em até 4 vezes, diminuindo os congestionamentos ali presentes. Pretende-se desenvolver um software que utilize o Python (linguagem de programação), para poder automatizar os cálculos, podendo-se chegar a resultados muito mais rápidos nas próximas etapas.

8. REFERÊNCIAS

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de Mobilidade Urbana: avanços, desafios e perspectivas. 2016.

DE SOUZA, Allan M.; BOTEGA, Leonardo C.; VILLAS, Leandro A. Gte: Um sistema para gerenciamento de trânsito escalável baseado em compartilhamento oportunista. In: Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. SBC, 2017.

DE VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. Mobilidade urbana: O que você precisa saber. Editora Companhia das Letras, 2013.

MACIEL, Vladimir Fernandes. Congestionamentos urbanos. GV-EXECUTIVO, v. 7, n. 5, p. 20-25, 2008.

MARÍN, Leticia; QUEIROZ, Marcos S. A. Atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. Cadernos de Saúde Pública, v. 16, p. 7-21, 2000.

MOITA, Márcia Helena Veleda; ALMEIDA, Ely Sena de. Aplicação de simulação para obtenção de soluções ao tráfego em rotatória da cidade de Manaus. Journal of Transport Literature, v. 6, p. 93-109, 2012.

PERO, Valéria; STEFANELLI, Victor. A questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras. Revista de economia contemporânea, v. 19, p. 366-402, 2015.

RESENDE, Paulo de Tarso Vilela; SOUSA, Paulo Renato de. Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. Fundação Dom Cabral, Caderno de ideias CI, v. 910, 2009.

SAMPAIO, Silvana Maria; GARCIA, Thame Souza. Congestionamento das vias públicas no espaço urbano. 2011.

SOBREIRA, Ivanluigi Pageú Jataí. A Utilização de desvios como solução para impactos gerados por rodovias na área urbana em cidades de pequeno e médio porte. 2017.

SOUZA, A. M. et al. Co-op: Uma solução para a detecção, classificação e minimização de congestionamentos de veículos utilizando roteamento cooperativo. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos-(SBRC), 2015.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Mobilidade urbana. Publicações temáticas da Agenda Parlamentar do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná- CREA-PR. Curitiba, 2011.