

VARIAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS EM DIFERENTES CRUZAMENTOS DE UMA RUA CENTRAL DE ALEGRETE/RS

Afonso Larruscaim Cauduro¹

Gabriela Zemolin Righi²

Eduarda Lacerda Machado da Silveira³

Mauricio Silveira Dos Santos⁴

Resumo:

O desenvolvimento de uma cidade ou região está diretamente ligado ao deslocamento de forma satisfatória das pessoas, do ponto de origem ao ponto de destino, pois quanto mais rápido é o deslocamento, menor é o desgaste físico e mental das pessoas e maior a produtividade. Buscando avaliar e reduzir o tempo de deslocamento dos usuário, este estudo teve como objetivo apontar alternativas que viabilizassem o aumento da fluidez e segurança em três cruzamentos que seguem a Rua General Sampaio, na cidade de Alegrete/RS, por meio do aprimoramento operacional através da reprogramação semafórica das interseções. Para isso, foram analisados os cruzamentos da Rua General Sampaio com as ruas Venâncio Aires (A), General Vitorino (B) e Vasco Alves (C), fazendo uma análise visual e obtendo as metragens necessárias para os cálculos da localidade onde realiza-se o estudo. Além disso, foram efetuadas, para cada cruzamento, contagens quantitativas e classificatórias do fluxo de veículos, por meio de um videoteipe, em um intervalo de 15 minutos num período total de 24 horas. Para fins de melhores análises, para o presente estudo foi utilizado o horário de pico compreendido entre 17 horas e 18 horas. Com a tabela do DNIT (2006) e a classificação dos veículos passantes, leva-se em consideração o fator de equivalência de cada tipo veículo, tendo como referência o automóvel, determinando assim a taxa de fluxo projetada com base no volume máximo observado. Utilizando o método de Webster, calculou-se os tempos de ciclo ótimo e de verde efetivo, podendo comparar os tempos em vigência com os valores calculados. Pela análise visual, observou-se que os ciclos fixados não atendem à demanda no horário analisado. Comparando os valores de tempo de ciclo calculados com os tempos de ciclo atuais verifica-se a necessidade de maiores tempos de ciclo para atender a demanda nos três cruzamentos. Verifica-se ainda que seria necessário acrescentar tempo de verde em cinco das seis aproximações estudadas, apenas no cruzamento A, na aproximação da Rua General Sampaio, poderia ser reduzido seis segundos no tempo de verde e ainda assim seria atendida a demanda do local. Com base na análise feita sobre o atual sistema semafórico em vigor em Alegrete/RS constatou-se que a demanda de veículos não está sendo atendida nos cruzamentos da Rua General Sampaio com as ruas Venâncio Aires, General Vitorino e Vasco Alves, no horário estudado, sendo necessário aumentar os tempos de verde na

maioria das aproximações dos três cruzamentos estudados.

Palavras-chave: Engenharia de Tráfego; Análise Semafórica; Método de Webster.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

VARIAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS EM DIFERENTES CRUZAMENTOS DE UMA RUA CENTRAL DE ALEGRETE/RS

¹ Aluno de graduação. afonsocauduro@gmail.com. Autor principal

² Aluna de graduação. gzirighi@gmail.com. Co-autor

³ Graduada. lacerda.eduarda@gmail.com. Co-autor

⁴ Docente. mauriciosilveira@unipampa.edu.br. Orientador

VARIAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS EM DIFERENTES CRUZAMENTOS DE UMA RUA CENTRAL DE ALEGRETE/RS

1 INTRODUÇÃO

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária, no qual indicações luminosas, que funcionam de modo intermitente ou alternado, comunicam aos usuários sobre o direito de passagem ou possibilidade de situação especial na travessia ou utilização da via pública (CONTRAN, 2014). Atualmente, estes dispositivos são acionados por energia elétrica e controlados de modo mecânico ou eletrônico.

A aplicação da sinalização semafórica visa proporcionar maior segurança para pedestres e condutores, no entanto, esse aumento de segurança promove perda de fluidez na malha viária, resultando em longos tempos de viagem. Sendo assim, é de fundamental importância garantir-se um bom ajuste dos semáforos para que se tenha uma operação viária o mais eficiente possível (CERVANTES, 2005). Lacort et al. (2013) afirmam que para realizar a regulação dos semáforos é necessário ter conhecimento das características do trânsito pertencentes às vias afim de proporcionar o bom desempenho do tráfego em termos de fluidez e segurança.

Atualmente, há uma alta concentração de pessoas na zona urbana das cidades devido ao crescimento demográfico acelerado, o que resulta em um aumento na necessidade de mobilidade a grandes distâncias em tempo hábil. No Brasil, a falta de segurança pública e a deficiência do serviço de transporte público, entre outros fatores, transformam-se em falta de incentivo no uso do transporte coletivo, levando os indivíduos a adquirirem veículos particulares para suprir o número de viagens que pretendem realizar. Este cenário leva à frequente cena urbana de congestionamentos, sendo um problema constante não só em grandes centros urbanos, mas já notável em pequenas cidades, como Alegrete/RS.

Desta forma, foram feitos estudos nos cruzamentos situados em uma das principais vias da cidade de Alegrete/RS, a Rua General Sampaio. Esta via representa uma das principais ligações de acesso da região central, onde há um número elevado de estabelecimentos comerciais e escolares, com a região sul da cidade, predominantemente residencial, além de ser também a ligação principal entre a zona norte (onde se situa o único hospital da cidade) e a zona central.

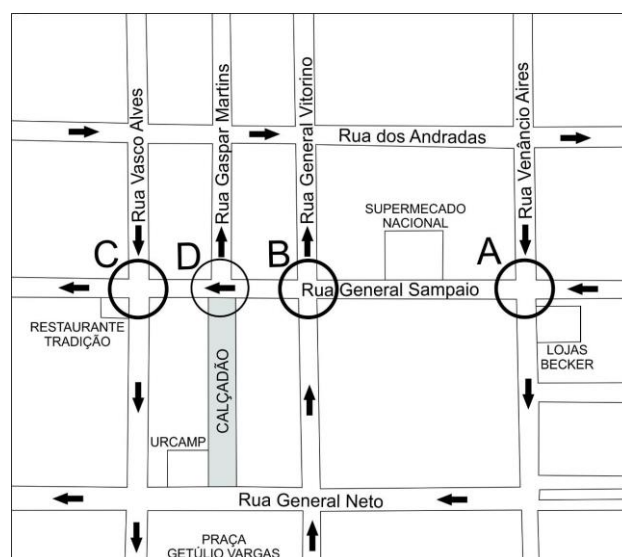
O presente estudo tem como objetivo apontar alternativas que viabilizem o aumento da fluidez e segurança, além de um melhor nível de serviço e redução do atraso no trânsito da cidade de Alegrete/RS, nos cruzamentos da Rua General Sampaio, com as ruas Venâncio Aires, General Vitorino e Vasco Alves, por meio do aprimoramento operacional através da reprogramação temporal da sinalização semafórica das intersecções.

2 METODOLOGIA

Os cruzamentos estudados situam-se na região urbana central da cidade de Alegrete, na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), sendo a população estimada no município de 78.000 hab. (IBGE, 2017). Segundo o DETRAN, a frota de veículos em 2017 era de 35.660 veículos, apresentando a relação entre população e frota de veículos de 2,19 hab./veic..

Os cruzamentos investigados quanto à situação semafórica seguem a Rua General Sampaio e seus encontros com as Ruas Venâncio Aires (A), General Vitorino (B) e Vasco Alves (C), todas classificadas como coletoras e a velocidade máxima de tráfego adotada é de 40km/h. A Figura 1 identifica os cruzamentos e também o semáforo de pedestres (D) onde existe um calçadão e, portanto, grande fluxo de pedestres.

Figura 1 – Localização dos cruzamentos.



Fonte: Silveira, 2018.

As larguras das travessias de pedestres (d_1) e as distâncias de travessia realizada pelo veículo na área de conflito (d_2) de cada aproximação foram medidas com o auxílio de fita métrica de acordo com orientação do CONTRAN (2014). Foi determinada também, através de medições, a declividade nas aproximações, e através da observação em campo, os movimentos nelas permitidos, além da quantidade de aproximações em cada interseção. Efetuou-se a medição do tempo de ciclo e tempos de cada indicação luminosa atualmente em vigor nas aproximações, com o uso de cronômetro digital. Foi determinado o Fluxo de Saturação (FS) seguindo orientação do CONTRAN (2014).

Além da análise visual e da metragem da localidade para cada cruzamento, foram feitas contagens quantitativas e classificatórias do fluxo de veículos em cada uma das aproximações por meio de videoteipe, utilizando-se câmera da marca Sony modelo HDRCX210/B. O período total de contagem dos dados foi de 24 horas em cada cruzamento, mas para o presente estudo foram utilizadas as contagens do período de pico compreendido das 17 horas até as 18 horas. Por ser uma única câmera e de propriedade da UNIPAMPA, as contagens foram feitas em 3 semanas distintas, sendo semanas típicas (sem feriados, chuva ou outro fator atípico da semana), não havendo assim interferências de fatores inesperados.

Utilizando-se a tabela contida na figura 29 do DNIT (2006), e verificando-se as filmagens, foram produzidas as contagens dos veículos a cada 15 minutos, diferenciando o número de veículos que seguiram reto dos que realizaram conversão nas aproximações para colaborar na definição do valor de FS. Como sugere a tabela da figura 29 do DNIT (2006), foi realizada, concomitantemente às contagens, a classificação dos veículos passantes levando-se em conta o fator de equivalência de cada tipo de veículo, tendo como referência o automóvel, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores de equivalência de veículos.

Veículo	Automóvel	Moto	Ônibus	Caminhão (2 eixos)	Caminhão (3 eixos)
Fator de Equivalência	1	0,33	2	2	3

Fonte: CONTRAN, 2014.

Foi então determinada a taxa de fluxo máximo de veículos ($F_{\text{máx}}$), projetada com base no volume máximo observado em intervalos de 15 minutos, multiplicado por quatro, para

Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE
Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018

obter o valor em um período de uma hora de contagem. O valor da taxa de fluxo serviu como base para os demais cálculos realizados pelo método de Webster, utilizando as equações mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Equações utilizadas.

Capacidade da via (Cap)	$Cap = FS * \frac{\text{tempo de verde}}{\text{tempo de ciclo}}$
Grau de saturação (X)	$X = \frac{\text{taxa de fluxo}}{Cap}$
Tempo entreverdes (Tent)	$Tent = Tam + Tvg$
Tempo de amarelo (Tam)	$Tam = Treação + \frac{\text{velocidade}}{2(\text{acel} \pm \text{incl via} * \text{grav})}$
Tempo de vermelho geral (Tvg)	$Tvg = \frac{d2 + \text{comp veic}}{\text{velocidade}}$
Taxa de ocupação (Y)	$Y = \frac{\text{taxa de fluxo}}{FS}$
Tempo de ciclo ótimo (Tco)	$Tco = \frac{1,5Tp + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i}$
Tempo de verde efetivo (Tvef)	$Tvef = (Tc - Tp) \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}$

Fonte: do autor, 2018.

Para finalizar, foram realizadas conferências dos tempos atualmente em vigência versus valores calculados dos tempos em cada cruzamento, visando promover alternativas que promovam a maior eficácia e melhor utilização dos semáforos que coordenam o trânsito na região estudada.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Com os valores obtidos nas contagens, foi feito o cálculo da equivalência de veículos e o cálculo da taxa de $F_{\text{máx}}$ obtendo-se os valores apresentados na Tabela 3. Estes valores serviram para os cálculos dos tempos de verdes. O fluxo de saturação (FS) foi fixado em função do uso do solo.

Tabela 3 – Resultados das medições em campo e dos cálculos para os dados de ciclos atuais.

Cruz.	Aproximação	Trav de pedestres (m)	d1 (m)	d2 (m)	FS (ucp/h)	$F_{\text{máx}}$ (ucp/h)	Cap (ucp/h)	X
A	Gal. Sampaio	8,80	5,00	15,80	2800	549	1120	0,49
	Ven. Aires	12,00	5,00	13,50	1600	732	640	1,14
B	Gal. Sampaio	8,80	5,00	15,60	1400	453	560	0,81
	Gal. Vitorino	8,90	5,00	14,70	1400	576	560	1,03
C	Gal. Sampaio	8,90	5,00	16,00	1400	552	560	0,98
	Vasco Alves	9,20	5,00	16,50	1400	462	560	0,82

Fonte: do autor, 2018.

Ao se analisar os dados da Tabela 3, verifica-se que, baseado no grau de saturação (X), o volume de veículos que chegam às aproximações encontra-se muito próximo ou superior à

oferta que o plano semaforico em vigor disponibiliza. Tal situação propicia congestionamentos. Observa-se ainda que a aproximação pela Rua General Sampaio, no cruzamento A, caracteriza uma exceção, pois é a única com grau de saturação bem abaixo do valor de saturação (1,00) no horário analisado. No entanto, o grau de saturação observado conduz a situações de excessivo tempo de verde ocioso, gerando tempo de espera excessivo para o usuário que se aproxima pela Rua Venâncio Aires.

Além disso, todas as aproximações apresentam tempos de amarelo (Tam), vermelho (Tv), vermelho geral (Tvg) e verde (V) iguais nos três cruzamentos, como mostrado na Tabela 4. Já a Tabela 5 mostra os valores de entreverdes (Tent) calculados para cada aproximação, necessários para o adequado funcionamento do sistema, além do tempo perdido (Tp) em cada cruzamento.

Tabela 4 – Tempo de ciclo atual.

Cruzamento	V (s)	Tam (s)	Tv (s)	Tvg (s)	Ciclo (s)
A, B e C	20	3	25	2	50

Fonte: do autor, 2018.

Tabela 5 – Tempo de entreverdes.

Cruzamento	Tam (s)	Tvg (s)	Tent (s)	Tp (s)
A, B e C	3	2	5	10

Fonte: do autor, 2018.

A inclinação dos cruzamentos possui valor desprezível, desse modo os valores de amarelo calculados se mantiveram iguais aos cronometrados no ciclo atual. Para os valores de vermelho geral, apesar das diferenças nas distâncias d2, a uniformidade se deu devido a arredondamentos. A Tabela 6 mostra os valores calculados para os cruzamentos seguindo o método de Webster.

Tabela 6 – Tempos de ciclo calculados pelo método de Webster.

Cruz.	Aproximação	$Y_{m\acute{a}x}$	Tco (s)	Tvef (s)	Tc (s)	Cap (ucp/h)	$X_{m\acute{a}x}$
A	Gal. Sampaio	0,20	58	14	58	676	0,81
	Ven. Aires	0,46	58	34		938	0,78
B	Gal. Sampaio	0,32	76	29	76	534	0,85
	Gal. Vitorino	0,41	76	37		682	0,84
C	Gal. Sampaio	0,39	73	34	73	652	0,85
	Vasco Alves	0,33	73	29		556	0,83

Fonte: do autor, 2018.

Observou-se que, baseado nos graus de saturação máxima ($X_{m\acute{a}x}$), os ciclos fixados atendem de forma satisfatória a relação entre oferta e demanda no horário analisado. Isso mostra que o planejamento semaforico para o horário analisado deveria ser revisto.

Comparando os valores de tempo de ciclo calculados e apresentados na Tabela 6 com os tempos de ciclo atuais mostrados na Tabela 4, verifica-se a necessidade de maiores tempos de ciclo para atender a demanda nos três cruzamentos. Verifica-se ainda que seria necessário acrescentar tempo de verde em cinco das seis aproximações estudadas, apenas no cruzamento A na aproximação da Rua General Sampaio que seria reduzido seis segundos no tempo de verde e ainda assim seria atendida a demanda do local.

É importante salientar que a taxa de fluxo é dimensionada para valores dentro de uma hora e isso se torna, de certo modo uma limitação. Por outro lado, realizar o dimensionamento

da capacidade de uma via baseado em intervalos que não iniciem juntamente com uma hora completa, apenas por eles possuírem um grande número de veículos passantes poderia levar a um superdimensionamento da via e um excesso da capacidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise feita sobre o atual sistema semafórico em vigor em Alegrete/RS constatou-se que a demanda de veículos não está sendo atendida nos cruzamentos da Rua General Sampaio com a Rua Venâncio Aires, Rua General Vitorino e Rua Vasco Alves, no horário estudado, sendo necessário aumentar os tempos de verde na maioria das aproximações dos três cruzamentos estudados. Destes cruzamentos, será necessário aumentar 85% no valor atual do tempo de verde no cruzamento B para atender a demanda da aproximação da Rua General Vitorino. Consequentemente, o cruzamento teria um acréscimo de 52% no tempo de ciclo ótimo.

Em contrapartida, poderia haver redução no tempo de verde para a aproximação da Rua General Sampaio de 37% em relação ao tempo atual que é de 20 segundos e ainda assim seriam atendidas as necessidades da aproximação no período de tempo que foi avaliado nesta pesquisa. Desta forma, é possível promover o aumento da fluidez na extensão da Rua General Sampaio para o horário de pico.

Para a adequação correta das necessidades de deslocamento dos usuários nos cruzamentos estudados deve ser realizada a análise da variações de demanda no decorrer do dia, o que acarretaria em diferentes planos semafóricos para diferentes períodos do dia.

REFERÊNCIAS

CERVANTES, S. G. S. **Um algoritmo descentralizado para controle de tráfego urbano em tempo real**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V**. Brasília, 2014. 299 p.

DETRAN. **Frota em circulação no RS por município ao ano**. 2017. Disponível em: <<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs/>>. Acesso em: 08 set 2018.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. **Manual de Estudo do Tráfego**. Brasília, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Brasil em Síntese**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/alegrete/panorama/>>. Acesso em: 08 set 2018.

LACORTT, M.; KRIPKA, M.; KRIPKA, R. M. L. Modelos matemáticos para otimização do tráfego urbano semaforizado. Set 2013. **TEMA**, São Carlos, v. 14, n. 3. 2013.

SILVEIRA, E. L. M. **Avaliação da sinalização semafórica na extensão longitudinal da Rua General Sampaio na cidade de Alegrete/RS**. 2018. 139f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete. 2018.