



DIAGNOSTICO DO SISTEMA SEMAFÓRICO DA CIDADE DE PORTO NACIONAL – TO

DIAGNOSIS OF THE SEMAFÓRICO SYSTEM OF THE CITY OF PORTO NACIONAL - TO

Felipe Bonfim Brito Neiva Lucio¹

Flavio Vieira da Silva Júnior²

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

²Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de transporte - Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (Orientador)

RESUMO: Nas últimas décadas, o crescimento da quantidade de veículos foi significativo, no âmbito nacional, em 2001 havia aproximadamente 34,9 milhões de veículos, enquanto no ano de 2012 a frota total ultrapassou a marca de 76,1 milhões (INCT, 2013). Com tamanho crescimento é evidente que uma saturação das vias urbanas aconteça por conta do excesso de automóveis, causando congestionamentos que causam grandes problemas no tráfego, principalmente em grandes centros urbanos, atrapalhando a logística, causando acidentes, aumentando a poluição, reduzindo a eficiência na logística de transporte e fazendo com que haja perda de produtividade. Esses problemas tornaram a expansão da malha viária bem como estudos de alocação de tráfego uma necessidade urgente. Porém, isso nem sempre é viável, seja por insuficiência de espaço ou pelo alto custo. Uma solução eficiente é a sinalização semafórica que é um subsistema da sinalização viária que são compostas por indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico que regulamenta o direito de passagem e a hora de parada. Diante do exposto, uma engenharia de tráfego que dê soluções práticas, rápidas e eficientes se torna cada vez mais necessária. Com isso esse trabalho visa diagnosticar a eficiência do sistema semafórico implantado na cidade de Porto Nacional – TO, realizando o levantamento do número de semáforos instalados, calculando o volume de tráfego de acordo com as normas de trânsito vigente, verificando a programação semafórica, e propondo possível adequação ao sistema que hoje está em operação no município.

Palavras-chave: Semáforo. Trânsito. Tráfego.

ABSTRACT: In the last decades, the number of vehicles was significant. At the national level, in 2001 there were approximately 34.9 million vehicles, while in 2012 the total fleet surpassed the 76.1 million mark (INCT, 2013). With so much growth it is evident that a saturation of the urban ways happens due to the excess of automobiles, causing congestion. Congestion causes major problems in traffic, especially in large urban centers, disrupts traffic logistics, causes accidents, increases pollution, reduces transport logistics efficiency and leads to loss of productivity. These problems have made the expansion of the road network as well as studies of traffic allocation an urgent need. However, this is not always feasible, either because of insufficient space or because of the high cost. An efficient solution is traffic light signaling which is a subsystem of road signaling that is composed of luminous indications driven alternately or intermittently by means of electromechanical or electronic system that regulates the right of way and the time of stop. In light of the above, traffic engineering that provides practical, fast and efficient solutions becomes more and more necessary. The aim of this work is to diagnose the efficiency of the semaphore system implanted in the city of Porto Nacional - TO, surveying the number of semaphores installed, calculating the volume of traffic according to the calculations of the current traffic norm, verifying traffic signal programming, and proposing a possible adjustment to the system that is currently in operation in the municipality.

Keywords: Semaphore. Traffic

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as médias e grandes cidades passaram a lidar com sérios problemas de gerenciamento de tráfego e congestionamentos em suas vias urbanas. Esses problemas tornaram a expansão da malha viária uma necessidade urgente. Porém, isso nem sempre é viável, seja por insuficiência de espaço ou pelo alto custo (CARANO E ALMEIDA, 2016).

O congestionamento do tráfego, causam problemas que aborrecem todas as grandes cidades. Ele acarreta diretamente, em poluição, acidentes de veículos, insegurança da logística de transporte e perda de produtividade. Para os governos, todos esses problemas consomem um enorme esforço em serviços e orçamentos.

Uma solução eficiente é a sinalização semafórica. É um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico. Tem a finalidade de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem ou advertindo sobre situações especiais nas vias. A sinalização semafórica é classificada segundo sua função, que pode ser de: regulamentar o direito de passagem dos vários fluxos de veículos (motorizados e não motorizados) e/ou pedestres numa interseção ou seção de via; advertir

condutores, de veículos motorizados ou não motorizados, e/ou pedestres sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa na via.

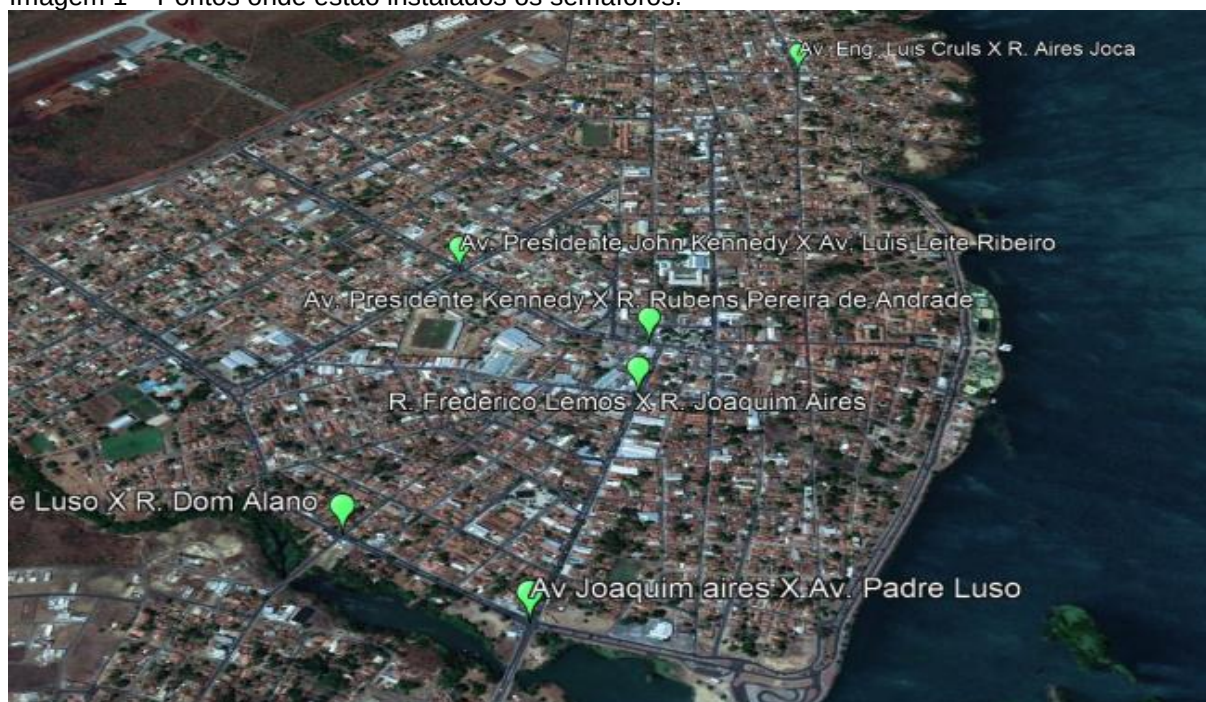
Diante do exposto, uma engenharia de tráfego que dê soluções práticas, rápidas e eficientes se torna essencial. Com isso esse trabalho visa diagnosticar a eficiência do sistema semaforico implantado na cidade de Porto Nacional – TO, realizando o levantamento do número de semáforos instalados, calculando o volume de tráfego de acordo com a metodologia do DENATRAN, verificando a programação semaforica, e propondo possível adequação.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A análise foi realizada no município de Porto Nacional - TO, cidade localizada a uma distância aproximadamente de 64 km da capital Palmas, com cerca de 52 mil habitantes, município situado na região norte do país, atualmente com uma frota de veículos estimada em 27.306 incluindo todas as categorias de veículos catalogados no manual do DNIT (IBGE, 2017). A imagem 1 abaixo é uma foto aérea do município com a demarcação dos trechos onde estão instalados os semáforos.

Imagem 1 – Pontos onde estão instalados os semáforos.



Fonte: Google Earth 2018

2.2 PROCEDIMENTOS

Este trabalho consistiu inicialmente em uma contagem para apontar a quantidade de semáforos instalados e a localização de cada um para realização da marcação dos trechos de análise.

Após definido a quantidade e a localização dos semáforos foi realizado o levantamento do volume de tráfego para determinar a quantidade de veículos que trafegam em cada semáforo num determinado período de tempo. As contagens de veículos foram feitas através de gravações de vídeos, observações e anotações, em um dia útil típico, conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) recomenda. A hora escolhida foi no horário de 08:00 às 09:00, pelo fato de ser um período que apresenta uma grande movimentação de automóveis. Os dias úteis escolhidos foram os dias 12 de abril (quinta-feira), 13 de abril (sexta-feira), 16 de abril (segunda-feira), 17 de abril (terça-feira), 18 de abril (quarta-feira), 19 de abril (quinta-feira) e 20 de abril (sexta-feira).

Mediante observação e estudos da programação semafórica no local, foi realizada uma verificação quanto ao atendimento normativo por parte dos semáforos do município, no sentido de diagnosticar se a programação de Porto Nacional estaria de acordo com as Normas estabelecidas.

Para calcular a programação semafórica foi utilizado três variáveis:

- Fluxo de tráfego (F) em veículos por hora;
- Entreverdes (em segundos);
- Fluxo de Saturação (FS) em veículos por hora;

2.3 VOLUME DE TRÁFEGO OU FLUXO DE TRÁFEGO

Denomina-se volume de tráfego (ou fluxo de tráfego) o número de veículos ou pedestres que passa por uma dada seção de via durante o período de realização de uma contagem (CONATRAN, 2014). A variação temporal do volume de tráfego depende das características da cidade e do local específico. De acordo com o Manual Brasileiro De Sinalização de Trânsito (2014) recomenda-se que as contagens sejam feitas, pelo menos, ao longo de um dia útil típico. De acordo com DENATRAN 2014, as contagens são usualmente registradas a cada 15 minutos e devem apresentar o número de veículos de cada movimento.

2.4 ENTREVERDES OU TEMPO PERDIDO

Intervalo de tempo compreendido entre o final do verde de um estágio e o início do verde do estágio subsequente, é formado pelas seguintes parcelas:

- Tempo de amarelo (Ta):
- Tempo de vermelho geral (Tvg):

O tempo de amarelo é calculado da seguinte forma:

$$T_a = t_{pr} + \frac{V}{2(a_{ad} \pm i \cdot g)}$$

Onde:

t_{pr} - tempo de percepção e reação do condutor (usualmente, 1,0 segundo);

V = velocidade do veículo, em m/s;

a_{ad} = máxima taxa de frenagem admissível em via plana, em m/s² (3,0 m/s²);

i = inclinação da via na aproximação, sendo “+” em rampas ascendentes e “-” em rampas descendentes (m/m);

g = aceleração da gravidade (9,8 m/s²).

O cálculo do tempo de vermelho geral deve ser feito usando-se a expressão abaixo:

$$T_{vg} = \frac{d^2 + c}{V}$$

Onde:

d² = extensão da trajetória do veículo entre a linha de retenção e o término da área de conflito, em metros;

c = comprimento do veículo, em metros;

V = velocidade do veículo, em m/s.

2.5 FLUXO DE SATURAÇÃO

O Fluxo de Saturação representa o número máximo de veículos que poderia passar em uma aproximação controlada por sinalização semafórica no caso dessa aproximação receber verde durante uma hora inteira (DENATRAN 2014).

É necessário que o Fluxo de Saturação (FS) das aproximações envolvidas seja conhecido para o cálculo dos tempos semafóricos. Existem alguns métodos para obtenção do Fluxo de saturação, o método usado nesse trabalho foi a tabela que o DENATRAN dispõe, que leva em consideração como fatores mais importantes a topografia, geometria, o número e a largura das faixas, e o estado do pavimento. Em função dessas condições, seu valor em geral varia entre 1600 e 2000 unidades de carro de passeio por hora por faixa.

Uma seção de via de uma aproximação semaforizada tem suas características:

- O Fluxo(F) que deseja passar (demanda);
- E o máximo fluxo que pode passar, representado pelo Fluxo de Saturação(FS) (oferta).

O Fluxo (F) que deseja passar na via é uma parcela do Fluxo de Saturação (FS). A essa parcela damos o nome de Taxa de Ocupação, representada por Y.

$$Y = \frac{F}{F_s} \quad \text{onde, } Y \leq 1$$

Em que,

Y – Taxa de ocupação;

F – Fluxo;

F_s – Fluxo de Saturação.

Tendo em vista o exposto das variáveis que são necessárias para os cálculos, chegamos a formula do tempo de ciclo mínimo e tempo de ciclo ótimo que são calculados da seguinte forma:

$$TC_{\text{mínimo}} = \frac{T_p}{[1 - (Y_a + Y_b)]}$$

$$TCótimio = \frac{[(1,5 \times Tp) + 5]}{[1 - \Sigma Y]}$$

Onde,

Tp – Tempo perdido ou entreverde.

Após calcular os tempos de ciclo chegamos na fórmula principal pra determinar o tempo de verde, onde é inserido todos os dados das variáveis necessárias:

$$Tvdi = (Tc - Tp) \times \frac{Yi}{\Sigma Y}$$

Em que,

Tc – Tempo de ciclo;

ΣY – Somatória das maiores taxas de ocupação;

Yi – Taxa de ocupação.

3 RESULTADOS

Após ser feito o monitoramento do volume de tráfego através de gravações de vídeo e anotações, foi obtido o quantitativo do fluxo de veículos que passa durante uma hora inteira nos trechos onde possui os sistemas semaforicos. Foram monitorados 25 semáforos do município. Todos monitoramentos foram feitos em dias uteis em horários de pico.

A tabela 1 abaixo é o resultado da contagem do volume de tráfego (F) feito em um dia útil no horário das 08:00 às 09:00 que é considerada uma hora de pico. Este monitoramento foi feito no dia 12 de Abril de 2018 no cruzamento Av. Presidente Kennedy com a Av. Luis Leite Ribeiro. Nela são mostrados quantos veículos passam em um acumulo de cada 5 minutos e o total que passam em uma hora inteira e o sentido do fluxo de veículos.

Tabela 1 – Volume de tráfego Av. Presidente Kennedy x Av. Luis Leite Ribeiro

CRUZAMENTO AV. PRESIDENTE KENEDY X AV. LUIS LEITE RIBEIRO				
TEMPO (MIN)	Pres. Kennedy -> Centro	Pres. Kennedy -> Anel Viário	Luis L. Ribeiro-> JD Brasília	Luis L. Ribeiro -> ST Aeroporto
0 a 5	54 Veic	22 Veic	55 Veic	18 Veic
05 a 10	47 Veic	17 Veic	59 Veic	22 Veic
10 a 15	42 Veic	18 Veic	51 Veic	19 Veic
15 a 20	36 Veic	23 Veic	32 Veic	17 Veic
20 a 25	41 Veic	13 Veic	35 Veic	13 Veic
25 a 30	34 Veic	17 Veic	27 Veic	8 Veic
30 a 35	25 Veic	15 Veic	24 Veic	12 Veic
35 a 40	22 Veic	12 Veic	14 Veic	9 Veic
40 a 45	29 Veic	6 Veic	26 Veic	7 Veic
45 a 50	21 Veic	19 Veic	12 Veic	10 Veic
50 a 55	24 Veic	14 Veic	17 Veic	6 Veic
55 a 60	16 Veic	11 Veic	13 Veic	14 Veic
Total	391 Veic	187 Veic	365 Veic	155 Veic

Fonte: Elaboração própria

Está é uma via que se destacou como uma das que tiveram uma maior movimentação de veículos. No sentido Av. Presidente Kennedy -> Centro teve a passagem de 391 Veic/hr. O motivo de tamanha movimentação de automóveis se dá por causa de ser uma trecho de semáforos onde faz uma ligação entre de dois setores da cidade distintos, em que uma grande parte da população usa esse trecho como rota.

A tabela 2 a seguir mostra os resultados dos calculos da taxa de ocupação(Y), entreverdes (Tvg + Ta), Tempo de Ciclo mínimo, Tempo de Ciclo Ótimo e tempo de verde do cruzamento da Av. Presidente Kennedy com a Av. Luis Leite Ribeiro. Também consta na tabela a medição do entreverde e do tempo de verde que está sendo executado em campo. Tendo o valor que foi calculado e o valor que está sendo executado na programação pode-se fazer a comparação.

Tabela 2 – Resultados da Av. Presidente Kennedy x Av. Luis Leite Ribeiro

CRUZAMENTO AV. PRESIDENTE KENEDY X AV. LUIS LEITE RIBEIRO					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Y _a (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Pres. Kennedy -> Centro	0,08	0,08	5,93	5,084	6
Pres. Kennedy -> Anel Viário	0,04				6
Luis L. Ribeiro-> JD Brasília	0,08	Y _b (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	6,9
Luis L. Ribeiro -> ST Aeroporto	0,03	0,08	14,83	4,745	6,9
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Pres. Kennedy -> Centro	5		18		
Pres. Kennedy -> Anel Viário	5		16		
Luis L. Ribeiro-> JD Brasília	5		21		
Luis L. Ribeiro -> ST Aeroporto	5		16		

Fonte: Elaboração própria

Nota-se na tabela 2 que pra esse trecho os valores de entreverdes calculados são próximos dos valores que estão sendo aplicados nos semáforos. Já os tempos de verde calculados resultaram em valores muito baixos e muito diferentes dos que estão em execução no campo.

A tabela 3 abaixo apresenta os resultados do volume de tráfego para os semáforos do cruzamento Av. Padre Luso com a Av. Joaquim Aires em 13 de Abril de 2018 entre 08h00min as 09h00min.

Tabela 3 – Volume de tráfego Av. Padre Luso x Av. Joaquim Aires.

CRUZAMENTO AV. PADRE LUSO X AV. JOAQUIM AIRES				
TEMPO (MIN)	Av. Padre Luso -> Setor Aeroporto	Av. Padre Luso -> Beira Rio	Av. Joaquim Aires -> vila nova	Av. Joaquim Aires -> Centro
0 a 5	11 Veic	14 Veic	26 Veic	51 Veic
05 a 10	13 Veic	19 Veic	22 Veic	56 Veic
10 a 15	11 Veic	17 Veic	24 Veic	48 Veic
15 a 20	12 Veic	18 Veic	20 Veic	35 Veic
20 a 25	9 Veic	12 Veic	18 Veic	28 Veic
25 a 30	6 Veic	9 Veic	17 Veic	25 Veic
30 a 35	7 Veic	6 Veic	12 Veic	22 Veic
35 a 40	8 Veic	9 Veic	8 Veic	19 Veic
40 a 45	6 Veic	8 Veic	11 Veic	12 Veic
45 a 50	9 Veic	7 Veic	9 Veic	14 Veic
50 a 55	5 Veic	4 Veic	8 Veic	8 Veic
55 a 60	4 Veic	3 Veic	6 Veic	9 Veic
Total	101 veic	126 Veic	181 Veic	327 Veic

Fonte: Elaboração própria

O cruzamento da Av. Padre Luso com a Av. Joaquim Aires ilustrado na Tabela 3, é de um trecho que tem um valor de fluxo mais significativo no sentido Av. Joaquim Aires -> Centro, que foi de 327 veículos. Porém os outros sentidos do semáforo não apresentaram valores significativos.

A tabela 4 a seguir demonstra os resultados dos cálculos do cruzamento da Av. Padre Luso com a Av. Joaquim Aires.

Tabela 4 – Resultados Av. Padre Luso x Av. Joaquim Aires.

CRUZAMENTO AV. PADRE LUSO X AV. JOAQUIM AIRES					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Av. Padre Luso -> Setor Aeroporto	0,06	0,08	6,95	3,53	5,35
Av. Padre Luso -> Beira Rio	0,08				5,35
Av. Joaquim Aires -> vila nova	0,11	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	5,36
Av. Joaquim Aires -> Centro	0,20	0,2	17,36	8,83	5,31
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Av. Padre Luso -> Setor Aeroporto	5		15		
Av. Padre Luso -> Beira Rio	5		18		
Av. Joaquim Aires -> vila nova	5		15		
Av. Joaquim Aires -> Centro	5		22		

Fonte: Elaboração própria

De acordo com o que é mostrado na Tabela 4 pode-se notar que os tempos de entreverdes calculados neste trecho estão quase de acordo com o que está aplicado nos semáforos do local, porém o tempo de verde calculado resultou em um valor muito baixo, o que difere com o que está aplicado realmente.

A tabela 5 a seguir representa o volume de tráfego do cruzamento Av. Joaquim Aires com a Rua Frederico Lemos. O monitoramento foi feito no dia 16 de Abril de 2018 no horário de pico de 08:00 as 09:00. Esse trecho é localizado no centro da cidade, lugar que deveria apresentar um grande fluxo de veículos, mas como mostra o volume de tráfego pode-se notar que apenas o sentido Av. Joaquim Aires -> Praça do Centenário tem um valor significativo que é de 367 veic/hr.

Tabela 5 – Volume de tráfego Av. Joaquim Aires x Rua Frederico Lemos.

CRUZAMENTO AV. JOAQUIM AIRES X RUA FREDERICO LEMOS				
TEMPO (MIN)	Joaquim aires -> Vila Nova	Joaquim aires -> Pça. Centenário	Fred. Lemos -> Beira rio	Fred. Lemos -> Setor Aeroporto
0 a 5	14 Veic	49 Veic	10 Veic	12 Veic
05 a 10	17 Veic	42 Veic	13 Veic	16 Veic
10 a 15	12 Veic	51 Veic	11 Veic	10 Veic
15 a 20	13 Veic	31 Veic	4 Veic	11 Veic
20 a 25	11 Veic	39 Veic	7 Veic	9 Veic
25 a 30	7 Veic	29 Veic	5 Veic	7 Veic
30 a 35	8 Veic	24 Veic	4 Veic	5 Veic
35 a 40	9 Veic	19 Veic	6 Veic	9 Veic
40 a 45	7 Veic	26 Veic	3 Veic	4 Veic
45 a 50	6 Veic	21 Veic	5 Veic	6 Veic
50 a 55	7 Veic	20 Veic	3 Veic	5 Veic
55 a 60	6 Veic	16 Veic	4 Veic	4 Veic
Total	117 veic	367 veic	75 veic	98 Veic

Fonte: Elaboração própria

A tabela 6 a seguir mostra o resultado de entreverdes e tempo de verde para o cruzamento da Av. Joaquim Aires com a Rua Frederico Lemos.

Tabela 6 – Resultados Av. Joaquim Aires x Rua Frederico Lemos.

CRUZAMENTO AV. JOAQUIM AIRES X RUA FREDERICO LEMOS					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Joaquim aires -> Vila Nova	0,07	0,23	7,04	10,31	5,55
Joaquim aires -> Pça. Centenário	0,23				5,55
Fred. Lemos -> Beira rio	0,05	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	5,19
Fred. Lemos -> Setor Aeroporto	0,06	0,06	17,6	2,6	5,19
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Joaquim aires -> Vila Nova	5		16		
Joaquim aires -> Pça. Centenário	5		18		
Fred. Lemos -> Beira rio	5		15		
Fred. Lemos -> Setor Aeroporto	5		15		

Fonte: Elaboração própria.

Nos resultados para esse trecho que é mostrado na tabela 6 nota-se que o valor do tempo de verde é muito baixo comparado ao que está aplicado no campo. Apenas os entreverdes apresentam valores aproximados dos aplicados nos semáforos.

A tabela 7 a seguir mostra os resultados do monitoramento do volume de tráfego do cruzamento da AV. Rubens Pereira De Andrade com a AV. Presidente Kenedy no dia 17 de Abril de 2018 entre 08:00 as 09:00.

Tabela 7 – Volume de tráfego Av. Rubens Pereira de Andrade x Av. Presidente Kenedy.

CRUZAMENTO AV. RUBENS PEREIRA DE ANDRADE X AV. PRESIDENTE KENEDY		
TEMPO (MIN)	Av. Pres. Kenedy	Av. Rubens Pereira de Andrade
0 a 5	51 Veic	36 Veic
05 a 10	48 Veic	32 Veic
10 a 15	42 Veic	27 Veic
15 a 20	37 Veic	21 Veic
20 a 25	26 Veic	19 Veic
25 a 30	21 Veic	16 Veic
30 a 35	27 Veic	14 Veic
35 a 40	23 Veic	11 Veic
40 a 45	25 Veic	15 Veic
45 a 50	18 Veic	8 Veic
50 a 55	14 Veic	13 Veic
55 a 60	15 Veic	15 Veic
Total	347 Veic	227 Veic

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 8 a seguir mostra os resultados dos entreverdes e tempo de verde do cruzamento entre a AV. Rubens Pereira De Andrade com a AV. Presidente Kenedy.

Tabela 8 – Resultados Av. Rubens Pereira de Andrade x Av. Presidente Kenedy.

CRUZAMENTO AV. RUBENS PEREIRA DE ANDRADE X AV. PRESIDENTE KENEDY					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Av. Pres. Kenedy	0,07	0,07	5,68	5,56	4,84
Av. Rubens Pereira de Andrade	0,05	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	6,72
		0,05	14,2	4,745	
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Av. Rubens Pereira de Andrade	5		19		
Av. Pres. Kenedy	29		19		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 9 a seguir mostra os resultados do monitoramento do volume de tráfego do cruzamento da AV. Padre Luso com a Rua Dom Alano no dia 18 de Abril de 2018 entre 08:00 as 09:00.

Tabela 9 – Volume de tráfego AV. Padre Luso x Rua Dom Alano.

CRUZAMENTO AV. PADRE LUSO X RUA DOM ALANO			
TEMPO (MIN)	Av. Padre Luso -> Beira Rio	Av. Padre Luso -> St. Aero porto	Rua Dom Alano -> centro
0 a 5	49 Veic	18 Veic	61 Veic
05 a 10	41 Veic	16 Veic	72 Veic
10 a 15	35 Veic	20 Veic	56 Veic
15 a 20	38 Veic	11 Veic	48 Veic
20 a 25	29 Veic	8 Veic	42 Veic
25 a 30	25 Veic	7 Veic	36 Veic
30 a 35	24 Veic	9 Veic	29 Veic
35 a 40	24 Veic	5 Veic	25 Veic
40 a 45	17 Veic	6 Veic	22 Veic
45 a 50	19 Veic	3 Veic	18 Veic
50 a 55	17 Veic	2 Veic	12 Veic
55 a 60	12 Veic	5 Veic	11 Veic
Total	330 Veic	110 Veic	432 Veic

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 10 a seguir mostra os resultados dos entreverdes e tempo de verde do cruzamento entre a AV. Padre Luso com a Rua Dom Alano.

Tabela 10 – Resultados AV. Padre Luso x Rua Dom Alano.

CRUZAMENTO AV. PADRE LUSO X RUA DOM ALANO					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Av. Padre Luso -> Beira Rio	0,21	0,21	9,61	8,33	5,19
Av. Padre Luso -> St. Aero porto	0,07				5,19
Rua Dom Alano -> centro	0,27	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	5,25
-	-	0,27	24,03	10,7	-
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Av. Padre Luso -> Beira Rio	5		30		
Av. Padre Luso -> St. Aero porto	5		30		
Rua Dom Alano -> centro	5		30		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 11 a seguir mostra os resultados do monitoramento do volume de tráfego do cruzamento da Av. Eng. Luis Cruls com a Rua Aires Joca no dia 19 de Abril de 2018 entre 08:00 as 09:00.

Tabela 11 – Volume de tráfego Av. Eng. Luis Cruls x Rua Aires Joca.

CRUZAMENTO AV. ENG. LUIS CRULS X RUA AIRES JOCA				
TEMPO (MIN)	Av. Eng. Luis Cruls -> Beira rio	Av. Eng. Luis Cruls -> Pça Cirrose	Rua Aires Joca -> Centro	Rua Aires Joca -> Alto da Colina
0 a 5	26 Veic	10 Veic	21 Veic	19 Veic
05 a 10	23 Veic	12 Veic	23 Veic	17 Veic
10 a 15	15 Veic	10 Veic	19 Veic	15 Veic
15 a 20	13 Veic	5 Veic	14 Veic	14 Veic
20 a 25	8 Veic	7 Veic	15 Veic	6 Veic
25 a 30	6 Veic	4 Veic	7 Veic	6 Veic
30 a 35	7 Veic	5 Veic	6 Veic	4 Veic
35 a 40	4 Veic	5 Veic	7 Veic	8 Veic
40 a 45	5 Veic	4 Veic	8 Veic	9 Veic
45 a 50	6 Veic	5 Veic	6 Veic	8 Veic
50 a 55	5 Veic	5 Veic	7 Veic	5 Veic
55 a 60	4 Veic	2 Veic	5 Veic	6 Veic
Total	122 veic	74 Veic	138 Veic	117 Veic

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 12 a seguir mostra os resultados dos entreverdes e tempo de verde do cruzamento entre a Av. Eng. Luis Cruls com a Rua Aires Joca.

Tabela 12 – Resultados Av. Eng. Luis Cruls x Rua Aires Joca.

CRUZAMENTO AV. ENG. LUIS CRULS X RUA AIRES JOCA					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Av. Eng. Luis Cruls -> Beira rio	0,08	0,8	6,02	4,73	4,88
Av. Eng. Luis Cruls -> Pça Cirrose	0,05				6,01
Rua Aires Joca -> Centro	0,09	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	4,88
Rua Aires Joca -> Alto da Colina	0,07	0,9	15,06	5,33	4,88
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Av. Eng. Luis Cruls -> Beira rio	5		17		
Av. Eng. Luis Cruls -> Pça Cirrose	5		16		
Rua Aires Joca -> Centro	5		15		
Rua Aires Joca -> Alto da Colina	5		17		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 13 a seguir mostra os resultados do monitoramento do volume de tráfego do cruzamento da Rua Paraguassú com a Av. Tocantins no dia 20 de Abril de 2018 entre 08:00 as 09:00.

Tabela 13 – Volume de tráfego Rua Paraguassú x Av. Tocantins.

CRUZAMENTO RUA PARAGUAÇU X AV. TOCANTINS				
TEMPO (MIN)	Rua Paraguassú -> Praça do Avião	Rua Paraguassú -> Prensados lanche	Av. Tocantins -> Félix Camoa	Av. tocantins -> Pecuaria
0 a 5	56	47	18	15
05 a 10	49	51	15	11
10 a 15	41	48	13	12
15 a 20	35	33	11	5
20 a 25	24	24	9	6
25 a 30	23	22	12	9
30 a 35	18	14	9	6
35 a 40	12	23	11	3
40 a 45	16	17	8	8
45 a 50	11	18	7	5
50 a 55	6	13	3	2
55 a 60	7	11	6	3
Total	298 Veic	321 Veic	122 veic	85 Veic

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 14 a seguir mostra os resultados dos entreverdes e tempo de verde do cruzamento entre a Rua Paraguassú com a Av. Tocantins.

Tabela 14 – Resultados Rua Paraguassú x Av. Tocantins.

CRUZAMENTO RUA PARAGUAÇU X AV. TOCANTINS					
DADOS CALCULADOS					
Sentido do semáforo	Y	Ya (s)	TC mínimo (s)	Tempo de verde A (s)	ENTREVERDES (s)
Rua Paraguassú -> Praça do Avião	0,19	0,20	6,94	8,82	4,71
Rua Paraguassú -> Prensados lanche	0,20				5,03
Av. Tocantins -> Félix Camoa	0,08	Yb (s)	TC ótimo (s)	Tempo de verde B (s)	5,19
Av. tocantins -> Pecuaria	0,05	0,08	17,36	3,53	5,19
EM CAMPO					
Sentido do semáforo	ENTREVERDES (s)		TEMPO DE VERDE (s)		
Rua Paraguassú -> Praça do Avião	5		18		
Rua Paraguassú -> Prensados lanche	5		16		
Av. Tocantins -> Félix Camoa	5		18		
Av. tocantins -> Pecuaria	5		17		

Fonte: Elaboração própria.

4 DISCUSSÕES

O controle e operação da programação semafórica de Porto Nacional é de tempo fixo. O controle em tempo fixo utiliza planos semafóricos calculados com base em dados de tráfego disponíveis, obtidos por contagens volumétricas e outros levantamentos de campo, como foi feito neste trabalho.

O controle fixo só pode ser efetuado com base em um único plano semafórico, ou na adoção de planos específicos para atender a demanda de tráfego histórica de períodos distintos do dia e de diferentes dias da semana. Mas o que foi constatado através das análises em campo, é que os semáforos analisados no município não mudam sua programação.

Foi observado em campo que todos os tempos de verde e entreverdes adotados são fixos, tanto para um dia normal útil quanto para os outros dias.

Outro fator que foi observado nos semáforos do município são os defeitos das luzes, onde em vários semáforos a indicação da luz amarela não se acendem, ou seja, há varias luzes queimadas que precisam de reparos.

Alguns semáforos da cidade possuem contadores de segundos embutidos no aparelho sinalizador, e foi observado que apenas alguns ainda estão em funcionamento. Outro problema que foi analisado e que pode diminuir a eficiência dos sinais foi um defeito no qual todos os sinais ficam travados no vermelho, o que não pode acontecer pois não está de acordo com as programações dos semáforos e nem com as normas vigentes.

O resultado dos cálculos apresentado neste trabalho foi baseado em todos os parâmetros e variáveis que contem no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – sinalização semafórica feito pelo Denatran.

Os cálculos feitos para os tempos de verde dos semáforos resultaram em valores baixos, que diferem muito com o tempo de verde que estão sendo aplicados atualmente nos semáforos. Isso demonstra que não há uma necessidade de instalação de semáforos no município, mesmo que as interseções semaforizadas sejam bastante uteis para evitar acidentes e organizar o fluxo de veículos.

Os resultados dos valores de tempo de verde mostram que o volume de tráfego da cidade de Porto Nacional não é alto suficiente para ter a necessidade da instalação de semáforos. Uma alternativa eficaz que pode resolver o fluxo de veículos nessas interseções são as rotatórias. De acordo com volume de tráfego que

foi monitorado em campo ao longo deste trabalho, pode-se afirmar que a construção de rotatórias nas interseções seria a solução mais coerente possível.

5 CONCLUSÕES

De acordo com o os tempos de verde obtidos por cálculos, os valores que devem ser adotados tem um valor na sua maioria de menos de 8 segundos, que é um parâmetro muito baixo pra instalação de um semáforo, pode-se dizer que os tempos de verde que estão sendo aplicados atualmente nos sistemas semafóricos de Porto nacional são excessivos, pelo fato de todos estarem acima de 15 segundos e alguns chegam até 30 segundos. Através dos cálculos realizados neste trabalho e após o monitoramento e dados coletados nas interseções semaforizadas, conclui-se que o fluxo de trafego do município de Porto Nacional não é alto suficiente para a necessidade de semáforos.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. E. M. CARANO, E. G. **Otimização da Programação Semaforica em Tempo Real com Base em Modelagem Matemática**. Belo Horizonte. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRANSITO VOLUME 5 – SINALALIZAÇÃO SEMAFORICA**, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, **RESOLUÇÃO Nº 160, DE 22 DE ABRIL DE 2004**. Define as normas de transito.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, **RESOLUÇÃO Nº 483 DE 09 DE ABRIL DE 2014**. Define as normas de transito.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS DE SANTA CATARINA. **UTILIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE ROTATÓRIAS EM ESTRADAS FORA DE ÁREAS URBANIZADAS**, 2000. Santa Catarina.

DOWNIE, A. **THE WORLD'S WORST TRAFFIC JAMS**. 2008. Disponível em: <<http://content.time.com/time/world/article/0,8599,1733872,00.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE – BHTRANS. **BALANÇO ANUAL DA MOBILIDADE URBANA DE BELO HORIZONTE**, 2014 (ano-base 2013). Belo Horizonte, 2015. 84 p. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10210261.PDF>. Acesso em: 2 nov. 2017.

GONZAGA, E. W. L. **Otimização da Programação Semafórica com Base em Modelos Matemáticos**. Belo Horizonte, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – INCT. **EVOLUÇÃO DA FROTA DE AUTOMÓVEIS E MOTOS NO BRASIL 2001 – 2012 (RELATÓRIO 2013)**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetrolopes.net/download/auto_motos2013.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **CENSO DEMOGRAFICO 2000 – RESULTADOS DO UNIVERSO**, 2000. Disponível em: <<https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabelabrasil111.shtm>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

Kohn, P. **Caracterização da infração por avanço de sinal vermelho do semáforo**. Florianópolis. 2011.

Robinson, B. W. **ROUNDABOUTS: AN INFORMATIONAL GUIDE**, 2000. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00068/>>. Acessado em: 8 nov. 2017.

SINAL DE TRANSITO. **O Primeiro Semáforo**, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/curiosidades_foto.php?IDcuriosidade=35>. Acesso em: 16 out. 2017.

MANUAL DE MEDIDAS MODERADORAS DE TRANSITO. **TRAFFIC CALMING**, 2012. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/BHTRANS/manual-traffic-calming-2013/manual_traffic_calming.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.

MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO. **SINALIZAÇÃO VERTICAL DE REGULAMENTAÇÃO – VOLUME 1**, 2007. Brasília.

WALTER, P. J. **PROGRAMAÇÃO SEMAFORICA: UMA ANALISE COMPARATIVA DE ALGUNS MÉTODOS**. UFRJ, 2010.