

ESTUDO DE TRÁFEGO DO CRUZAMENTO DA AVENIDA BEIRA RIO COM AS RUAS SEIS E ONZE, EM MOMENTOS DE PICOS, GURUPI – TO

Rodrigo Araújo Fortes¹, Joaquim José de Carvalho², Elaine Maria da Silva Basso Chiesa³, Ana Carolina Duailibe Murici Lentine⁴

¹Professor do Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Gurupi. e-mail: <rodrigofortes@ifto.edu.br>

²Professor do Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Palmas. e-mail: <jjdecarvalho@ifto.edu.br>

³Arquiteta e Urbanista. e-mail: <elainesilva_arq@hotmail.com>

⁴Estudante do Curso de Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <duailibe.ana@gmail.com>

Resumo: Com o desenvolvimento das cidades vem à tona a importância de políticas voltadas ao planejamento urbano que supram as necessidades atuais e futuras da população. O aumento da frota veicular aconteceu em paralelo com crescimento populacional, tornando perceptíveis os problemas urbanos de infraestrutura, tal como os relacionados ao trânsito. Este trabalho tem enfoque no fluxo e segurança em cruzamento específico, em uma análise *in loco* no município de Gurupi - TO, apontaremos intervenções no cruzamento da Avenida Beira Rio com as Ruas Seis e Onze. O estudo terá como enfoque a melhoria de fluxo e segurança no cruzamento citado. A pesquisa se baseará terá como principal referencial o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN e DENATRAN.

Palavras-chave: engenharia de tráfego, segurança viária, sinalização de trânsito

1 INTRODUÇÃO

O município de Gurupi possuem aproximadamente 83.707 habitantes segundo estimativa de 2015 do IBGE. Tendo uma frota de 0,67 veículo por habitante de acordo com o DETRAN – TO (2016), ao considerarmos famílias compostas por quatro pessoas, teremos uma distribuição de mais de dois veículos por família. A partir dessas informações verificamos uma prioridade do transporte particular, o qual não é o ideal para o desenvolvimento de um tráfego urbano sustentável, eficiente e seguro. Gurupi é a terceira maior cidade do Estado do Tocantins, é também o polo regional de toda a região sul. Apresenta, como principais fontes de renda a pecuária e agricultura. Podemos destacar também como atrativo a influência de corredores de escoamento, como a Ferrovia Norte/Sul e a Rodovia Belém-Brasília (BR-153), aquecendo a economia, fato que aumenta o tráfego urbano do município.

O objetivo deste trabalho é abordar a situação em que se encontra um cruzamento específico, o formado pela interseção das vias Avenida Beira Rio com as Ruas Seis e Onze, baseado em dados coletados, apontando possíveis medidas de reestruturação para este cruzamento com base nos manuais brasileiros de sinalização de trânsito, emitidos pelo CONTRAN.

2 METODOLOGIA

A coleta direta de dados foi realizada em Gurupi, cidade situada no sul do Estado do Tocantins (cerca de 245 km da capital Palmas). De acordo com o IBGE (2015), o município de Gurupi possui uma área territorial de 1.836,091 km² e 83,707 habitantes. A frota total na cidade segundo dados do DETRAN-TO, é 56.376 veículos, incluindo automóveis, caminhões, ônibus, micro-ônibus e

motocicletas. O DETRAN (2014) apresenta em seu anuário estatístico dados de crescimento da frota de veículos cadastrados no município de Gurupi, os quais são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 1 – Relatório de evolução da Frota por Município

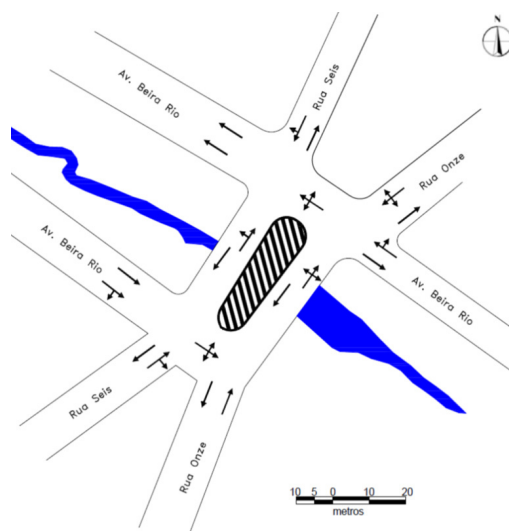
Cidade	Frota		Evolução	
	01/01/2014	31/01/2014	Absoluta	Porcentagem
GURUPI	49.428	49.704	276	0,56 %

Fonte: DETRAN-TO

A pesquisa foi realizada na Macrozona de Intensificação Urbana, para melhor entender a situação do trânsito nessa zona foi realizado um trabalho de campo tendo como foco a interseção entre os setores Alto dos Buritis e Parque Primavera. O trabalho é baseado numa pesquisa quantitativa. Caracterizando-se como um estudo de caso isolado. Os procedimentos técnicos são baseados no Manual Brasileiro de Sinalização do DENATRAN (2007).

Na sequência realizou-se a coleta de dados (contagem veicular classificatória) para compreender a composição do fluxo de tráfego existente na avenida e ruas. As contagens de veículos ocorreram de forma manual, em cinco dias, em cada dia da semana e em dias úteis. Numerando cada conversão possível no cruzamento de 0 a 30, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Movimentos na interseção em estudo

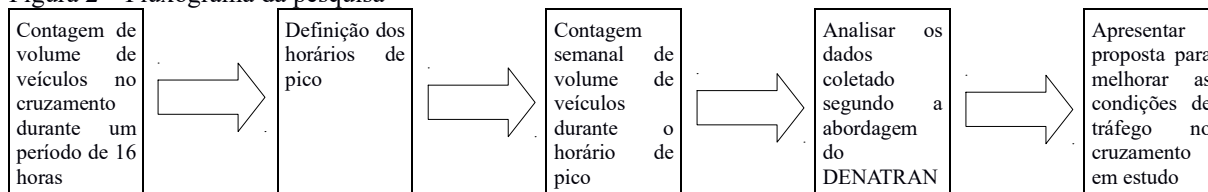


Fonte: próprio autor

A cada passagem de veículo se somou um algarismo ao campo referente ao cruzamento. Desta forma, na sequência do estudo somam-se os as unidades carros de passeio passados em cada conversão, gerando um subtotal para cada intervalo de quarto de hora. Segundo Akishino (2011, apud LUZA e ROLDO, 2013 p.52), para fins de definição das medidas para implantação semafórica é necessário acompanhamento de fluxo em toda extensão do dia, porém, para estudos de planejamento viário, há necessidade de analisar apenas os horários de pico.

Para a definição do horário de pico utilizamos uma contagem veicular durante o período entre 6h00min da manhã até 22h00min da noite. Por se tratar de uma cidade de padrão médio e não possuir nenhum polo gerador de tráfego próximo, definimos que não ocorrer pico durante o período compreendido entre as 22h00min e 6h00min, assim, não coletamos dados nesse intervalo. A contagem é dividida em intervalos de 15 minutos fazendo-se a anotação do tipo de veículo, como segue no Manual de Sinalização Semafórica do DENATRAN. Após a definição do horário de pico no cruzamento foi feita uma análise especial neste horário, contando em um período de 2 horas consecutivas em cada horário de pico durante a semana. Esta etapa de contagem foi da mesma forma da contagem anterior, com dados coletados e catalogados em intervalos de 15 minutos. Porém, cada dia apresentou 2 horas de análise, para o pico detectado na primeira contagem. O desenvolvimento do trabalho seguiu o seguinte encaminhamento, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da pesquisa



Fonte: próprio autor

Os dados das variáveis levantadas em campo foram processados e apresentados em forma de tabelas e/ou de gráficos. Para as variáveis quantitativas foram determinadas medidas: de tendência central, de dispersão, de assimetria e curtose; e intervalos com 95% de confiabilidade para estimar as verdadeiras medidas destas variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

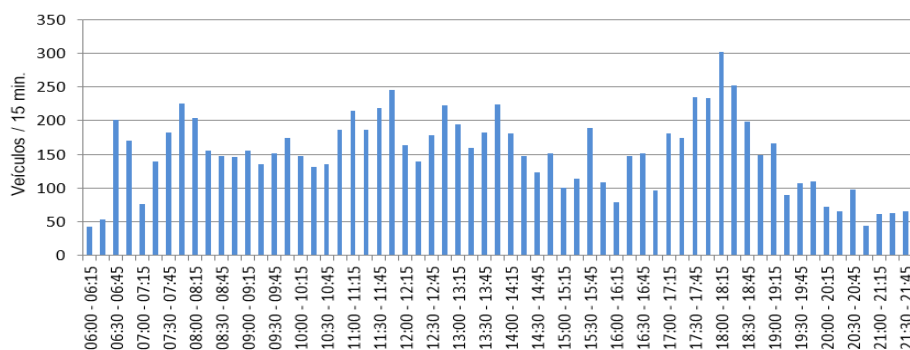
Para apresentação dos resultados, caracterizamos o local em estudo como não estando em fase de projeto. Adotou-se a abordagem apenas veicular. Para tal, seguimos os tópicos do Manual de Sinalização Semafórica (2007, p. 44) a seguir:

[a] Número limite de colisões com vítimas evitáveis por semáforo >NLAV? Em dados cedidos pela Polícia Militar do Tocantins - PMTO, no ano de 2015, não houve registro de nenhum boletim de ocorrências referentes a acidentes de trânsito ocorridos no local de estudo. Não se tendo dados concretos suficientes para a análise deste critério, que aponta uma verificação das ocorrências dentro de três anos ou durante o período de um ano.

[b] Efetuar as pesquisas iniciais: Para se efetuar as pesquisas iniciais tivemos que determinar os horários críticos, para isso foi realizado uma contagem de veículos em um dia típico, sendo realizada no dia 01 de agosto de 2016, uma segunda-feira, no período entre as 6h00min até as

22h00min. Neste dia de contagem foram totalizados 8.615 veículos. O gráfico da Figura 3 mostra os volumes de veículos em intervalos de 15 minutos.

Figura 3 – Volumes de veículos em intervalos de 15 minutos



Fonte: próprio autor

Analisando o gráfico, notamos que o horário de pico máximo, ocorrem entre 18h00min e 18h15min, momentos em que a população retornam aos seus lares ao final do expediente. Percebe-se também, que durante quase todo dia o fluxo médio de 150 veículos é quase constante, com base nisto definiu-se o período para coleta de dados da sequência do trabalho, sendo das 17h00min às 19h00min.

A partir do *boxplot* anterior, podemos afirmar que durante 50% do horário de pico o número de automóveis e motos varia entre 80 a 120 e 90 e 130, respectivamente, enquanto os valores dos outros veículos se concentram abaixo de 10 movimentos. Tais análises mostram que o tráfego nessa interseção é predominantemente composto por veículos leve.

[b.1] Contagem detalhada no horário de pico: Esta etapa das contagens aconteceram no período de 1 a 5 de agosto de 2016, de segunda-feira até sexta-feira. Os dados encontrados são apresentados no Apêndice B e C. Com base nos dados coletados foi possível realizar uma média do volume de tráfego direcional e classificatória direcional, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Volume médio em UCP por hora

Via	Aproximações	Total pela Via
Av. Beira Rio	155,40	312,69
Rua Seis	193,77	332,07
Rua Onze	252,25	472,29

Fonte: próprio autor

[c] Condição do local é segura? A interseção apresenta como características que comprometem a segurança dos usuários sua configuração, com diversos acessos, e ausência de sinalização nas aproximações. A situação atual da sinalização horizontal e vertical do cruzamento é inexistente. Após checagem de sinalizações, estado da via, geometria e topografia do cruzamento, concluiu-se que é necessários a implantação de sinalização vertical e horizontal, com fins de reduzir os riscos de acidentes.

[d] – Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV? O Manual de sinalização semafórica indica que o tempo de ciclo da rede somente deve ser considerado, caso haja uma interseções adjacentes a menos de 500m da interseção estudada. Como não temos nenhuma interseções adjacentes com sinalização semafórica, devemos obedecer o tempo máximo 120 segundos de ciclo. Adotando 60 segundos como tempo de ciclo, ficando assim abaixo do máximo determinado pelo DENATRAN (2007).

[d.1] Determinação do número de ciclos por hora: Assim, calcula-se o número de ciclos por hora (NC) pela equação a seguir: $NC = 3600/C$, onde: NC – número de ciclos por hora em ciclos/h e C – tempo do ciclo em segundos. O determinado foi de 60 ciclos/h.

[d.2] Determinação do volume total das aproximações da via secundária (FTS): As contagens realizadas durante o horário de pico ao longo da semana nos dias 01 a 05 de agosto de 2016 foram responsáveis pela coleta dos dados utilizados neste parâmetro. Os tratamento dos dados é apresentado no Apêndice E. Portanto, o volume médio nas aproximações secundárias (Av. Beira Rio), totalizam $155,40 \pm 16,01$ UCP, com intervalo de confiança de 95%, como demonstra a Tabela 5, apresentada anteriormente no tópico [b.1].

[d.3] Determinação do número médio de veículos por ciclo (m): $m = FTS/NC$, onde: m – número médio de veículos por ciclo em UCP/ciclo; FTS – volume total das aproximações da via secundária em UCP e NC – número de ciclos por hora em ciclos/h. Os valores foram: $m_{\min} = 2,32$ UCP/ciclo e o $m_{\max} = 2,86$ UCP/ciclo. Com um intervalo de confiança de 95%, no período de pico passam de 2,32 a 2,86 carros de passeio por ciclo.

[d.4] Determinação do número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária (NCV): Este critério prevê o cálculo para estimar o número de ciclos onde não haverá carros presentes no cruzamento pela via secundária. Para tal utiliza-se a equação a seguir: $NCV = (e^{-m}) * NC$. onde: NCV – número de ciclos vazios em ciclos; m – número médio de veículos por ciclo em UCP/ciclo e NC – número de ciclos por hora em ciclos/h. Os valores calculados foram: $NCV (m_{\min}) = 5,90$ ciclos e $NCV (m_{\max}) = 3,44$ ciclos.

Para o número médio máximo de veículos por ciclo, o NCV indica a utilização da sinalização semafórica, mas quando analisamos o número médio mínimo de veículos por ciclo, o NCV fica no limite de 10% do número de ciclo vazios por hora recomendado pelo Manual de Sinalização Semafórica, destes resultados podemos verificar duas situações possíveis: a utilização ou não da sinalização semafórica, ficando a critério do projetista em função das características gerais da cidade.

A adoção de uma solução com a implantação semafórica tem custo elevado, a primeiro momento podemos adotar soluções economicamente viáveis, como a implantação de sinalizações

vertical e horizontal, e após outra avaliação podemos verificar se o NCV sofrerá uma diminuição devido a nova ordem estabelecida no cruzamento.

[e] e [f] Efetuar pesquisas de espera, na transversal, tempo total de espera indica semáforo? Devido ao critério do tópico [d] ter utilizado o volume total das aproximações da via secundária com um intervalo de confiança de 95%, tivemos dois resultados distintos, que apontam duas soluções possíveis, a mais viável para a prefeitura municipal é a implantação da sinalização horizontal e vertical, essa será a solução abordada neste trabalho. Logo não existe a necessidade da verificação dos demais critérios. Tais pesquisas poderão ser realizadas em estudos futuros, após reestruturação do cruzamento.

Para se obter melhoria do tráfego na interseção é necessário a implantação da sinalização viária, tomando como base as premissas dos órgãos competentes. Segundo o Manual de Sinalização Vertical de Regulamentação do DENATRAN (2005 p.36) a velocidade máxima permitida para as vias em estudo poderá ser de 40 km/h. Logo com objetivo de evitar velocidade excessiva, deverá ser instalado nas proximidades do cruzamento a sinalização regulamentadora de velocidade máxima permitida na via.

A instalação das placas de velocidade máxima permitida deverão ser colocadas do lado direito da via, na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via.

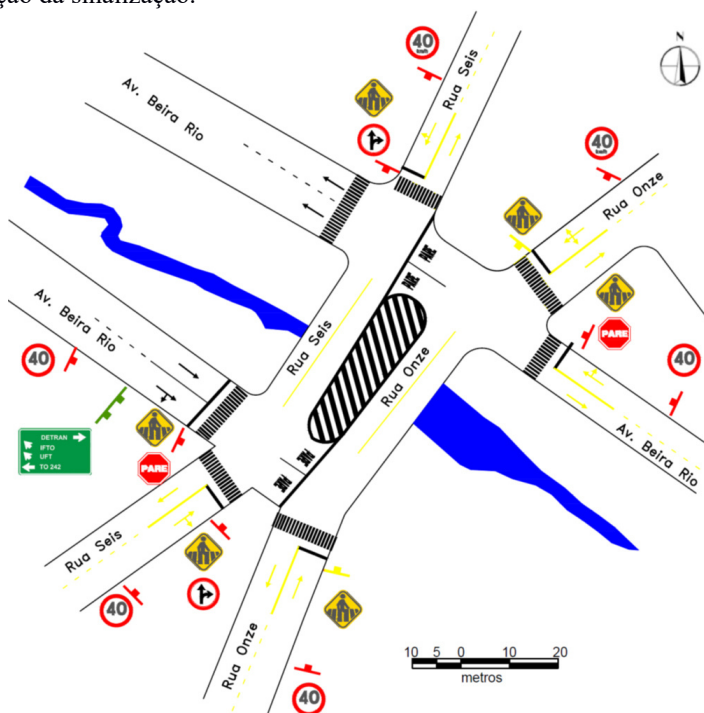
A sinalização vertical de advertência tem o objetivo de advertir o condutor do veículo da existência de passagem sinalizada de pedestres, deverá ser instalado o sinal A-32b, ao lado direito da via, tendo um afastamento lateral de no mínimo 0,30 m, quando existir faixa de passagem de pedestre.

A sinalização vertical de indicação tem como objetivo reduzir o volume de veículos indicando o melhor itinerário a se tomar para ter acesso a pontos específicos na cidade, como DETRAN, Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Universidade Federal do Tocantins (UFT) e acesso a TO 242 (Peixe - TO). Com formato retangular, a indicação poderá ser feita com textos e setas direcionais. Parte do fluxo de condutores, oriundos de outras cidades não tem conhecimento dos rumos a tomar até chegarem ao seu destino. A placa poderá ser instalada entre o cruzamento da Av. Beira Rio com a Rua Seis. Podendo ser do tipo coluna simples, sustentada por coluna metálica, ancorada do lado direito da Av. Beira Rio.

A sinalização horizontal terá como objetivo alertar os condutores da travessia de pedestres nas proximidades do cruzamento, devem ser do tipo zebra, padrão utilizado no município.

A Figura 4 mostra um possível projeto de sinalização viária, que poderá ser adotada no cruzamento, podemos observar uma redução na quantidade de movimentos possíveis, deixando a interseção mais segura, devido a proibição de movimentos conflitantes não regulamentados.

Figura 4 – Reestruturação da sinalização.



Fonte: próprio autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando ao final da análise do cruzamento em estudo, percebe-se que há necessidade de alteração da configuração atual do cruzamento, visando principalmente uma melhor fluidez do trânsito e uma maior segurança para os usuários da via. Na atual situação, a falta de sinalização dificulta a percepção natural de qual via é a principal e permite movimentos não regulamentados. Através do estudo proposto chegou-se a conclusão que a implantação de uma sinalização poderá suprir as necessidades de circulação no local.

O trabalho demonstrou que o fluxo predominante do cruzamento se dá nas ruas principais (Rua Seis e Onze) em ambos os sentidos, gerando movimentos conflitantes, o qual origina situações de riscos encontradas no cruzamento, podendo ser minimizados com uma sinalização adequada, a solução encontrada para a interseção não incidirá no aparecimento de novos problemas em cruzamentos próximos.

O estudo comprova a real necessidade de aplicações de medidas corretivas na interseção, mas antes da instalação de um sistema de controle de tráfego com tempo fixo, é necessário um estudo aprofundado do tempo total de espera, o fato é que as pesquisas de espera apresenta uma demanda maior de equipamentos e pessoal, o que demandaria um número maior de pesquisadores e recurso, preferiu-se não estudar neste trabalho, abrindo assim espaço para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. F. M.; SILVA, A. F. da; LIMA, M. J. T. **ANÁLISE DE PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA COM O USO DA FERRAMENTA TRANSYT**. Cariri: 3o Encontro Universitário da UFC, 2011. 4 p. Disponível em: <<https://encontros.ufca.edu.br/index.php/encontros-universitarios/eu-2011/paper/viewFile/563/200>>. Acesso em 3 de março de 2016.
- CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 188 p.
- CONTRAN. **Código de Trânsito Brasileiro**. Instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09-97. 3ª edição. Brasília: DENATRAN, 2008.
- COSTA, E. dos S. **SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA CONTROLADA PELO O TRÁFEGO**. Serra: Biblioteca da UCL - Faculdade do Centro Leste, 2009. 50 p.
- DENATRAN. **Manual de Sinalização Semafórica**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2007. 296 p.
- DENATRAN. **Manual de Sinalização Vertical de Advertência**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2007. 220 p.
- DENATRAN. **Manual de Sinalização Vertical de Indicação**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2014. 336 p.
- DENATRAN. **Manual de Sinalização Vertical de Regulamentação**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2007. 222 p.
- DENATRAN. **Manual de Sinalização Horizontal**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2007. 128 p.
- DETRAN. **Destaque Estatísticas**. Disponível em: <http://detran.to.gov.br/index.php?option=com_detran&view=sobre&catid=30&Itemid=116>. Acesso em 10 de abril de 2016.
- DNIT, (2006). **Manual de estudos de tráfego**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Publicação IPR-723, 384p, Rio de Janeiro.
- FREIRE, R. T. de S. **TRÂNSITO: UM PROBLEMA URBANO**. Rio de Janeiro: Biblioteca da UTRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, 2011. 86 p.
- HOEL, L. A, GARBER, N. J. , SADEK, A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=170950>>. Acesso em 04 de abril de 2016.
- LUZA, L. A.; ROLDO, L. Z. **ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO DO CRUZAMENTO DAS RUAS GUARANI E NEREU RAMOS NA CIDADE DE PATO BRANCO – PR, ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA**. Pato Branco: Biblioteca da UTFPR – Universidade Tecnológica do Paraná, 2013. 106 p.