

# ANALYSIS OF TRAFFIC SIGNALS AT THE INTERCESSION OF ROADS IN THE MUNICIPALITY OF COROATÁ - MA.

ANÁLISE DAS SINALIZAÇÕES DE TRÂNSITO NA INTERSEÇÃO DE VIAS NO MUNICÍPIO DE COROATÁ-MA

ANÁLISIS DE SEÑALES DE TRÁFICO EN LA INTERSECCIÓN DE CARRETERAS DEL MUNICIPIO DE COROATÁ-MA

Darhlin Jefferson da Silva Carvalho<sup>1</sup>

Patricia da Silva Lima<sup>2</sup>

Paulo Ricardo Alves dos Reis Santos<sup>3</sup>

Rafaela Nascimento Rodrigues<sup>4</sup>

Otávio Augusto Alencar Dias Carneiro Câmara<sup>5</sup>

Victoria Ktahrine Oliveira Tinoco<sup>6</sup>

## DESCRIPTORS

Analysis of traffic signals

## DESCRITORES

Problematic factors

## DESCRIPTORES

Analysis of signals

## ABSTRACT:

Due to the great growth of cities in Brazil, there are some problematic factors with large sudden growths, some difficulties to be faced, one of them is the traffic, which causes numerous traffic jams, thinking about this we realize that some changes are needed, even in the municipal master plan, because there are many flaws in its infrastructure, and it is important to seek improvements and develop resources that will improve and reduce accidents in the urban road system. Through studies, it is also noted the need to implement Traffic Engineering, which is intrinsically important for the improvement of urban traffic, in a way that respects the agility and safety of the population. Thus, in manual traffic observation, this work aims to carry out a technical analysis of traffic signs at the intersection of roads located in the center of the city of Coroatá-MA, in order to plan an improvement in safe traffic for all users who that way they travel. For this it was necessary to study and analyze some specific criteria by the traffic code manual for a certain improvement in signs, these criteria that are directly related to the safety of the place, number of accidents, pedestrian safety, signs and vehicle flow. Investigating the criteria determined by the manual, it was concluded that the re-implantation of traffic lights is extremely important for the site, in order to have an effective and safe traffic for everyone.

## RESUMO:

Devido ao grande crescimento das cidades no Brasil, há alguns fatores problemáticos com grandes crescimentos repentino, algumas dificuldades a enfrentar, uma delas é o trânsito, que provoca inúmeros congestionamentos, pensando nisso percebemos que são necessárias algumas mudanças, até mesmo no plano diretor municipal, pois existem muitas falhas em sua infraestrutura, e é importante buscar melhorias e desenvolver recursos que venham melhorar e reduzir os acidentes no sistema viário urbano. Através de estudos nota-se também a necessidade da implantação da Engenharia de Tráfego que é intrinsecamente importante para a melhoria do tráfego urbano, de modo que respeite a agilidade e segurança da população. Desse jeito, em observação manual de trânsito o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise técnica das sinalizações de trânsito na interseção de vias localizada no centro do município de Coroatá-MA, na intenção de planejar uma melhoria no trânsito seguro a todos os usuários que por ali que trafegam. Para isso foi preciso um estudo e analisar alguns critérios específicos pelo manual do código de trânsito para uma determinada melhorias nas sinalizações, esses critérios que estão diretamente relacionados à segurança do local, número de acidentes, segurança dos pedestres, sinalizações e fluxo dos veículos. Investigando os critérios determinados pelo manual, concluiu-se que a reimplantação da sinalização semafórica é extremamente importante para o local, para poder ter um trânsito eficaz e seguro para todos.

## RESUMEN:

Debido al gran crecimiento de las ciudades en Brasil, hay algunos factores problemáticos con gran crecimiento repentino, algunas dificultades a ser enfrentadas, una de ellas es el tráfico, que provoca numerosas congestiones, pensando en ello nos damos cuenta de que algunos cambios son necesarios, incluso en el plan maestro municipal, porque hay muchas fallas en su infraestructura, y es importante buscar mejoras y desarrollar recursos que mejoren y reduzcan los accidentes en el sistema vial urbano. A través de estudios, también se advierte la necesidad de implementar la Ingeniería de Tránsito, que es intrinsecamente importante para la mejora del tráfico urbano, de forma que respete la agilidad y seguridad de la población. Así, en la observación manual de tránsito, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis técnico de las señales de tránsito en la intersección de vías ubicadas en el centro del municipio de Coroatá-MA, con la intención de planificar una mejora en el tránsito seguro para todos los usuarios. que es donde viajan. Para ello fue necesario estudiar y analizar algunos criterios específicos del manual del código de tránsito para una cierta mejora en la señalización, estos criterios que están directamente relacionados con la seguridad del lugar, número de accidentes, seguridad peatonal, señalización y flujo vehicular. Investigando los criterios determinados por el manual, se concluyó que la reubicación de los semáforos es de suma importancia para el lugar, a fin de tener un tránsito efectivo y seguro para todos.

<sup>1</sup> Engenheiro Civil. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: darjefferson10@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Civil. Docente do Curso de Engenharia Civil. Profª Esp. Auxiliar. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: patriciacxp@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Civil. Docente do Curso de Engenharia Civil. Mestre em Engenharia de Materiais pelo Instituto Federal do Piauí - IFPI. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: pauloricardo.ars@gmail.com

<sup>4</sup> Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: rafaelanascimento36@gmail.com

<sup>5</sup> Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: otavioj2010@gmail.com

<sup>6</sup> Discente do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário de Ciência e Tecnologia do Maranhão - UniFacema. Caxias, Maranhão - Brasil. E-mail: victoriatinoco5740@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO/CONSIDERAÇÕES INICIAIS



O Brasil é um dos países em grande escala de desenvolvimento e possui deficiências em várias áreas, uma delas no qual podemos destacar é o trânsito, associado a um dos grandes desafios das cidades, visto que causa impactos diretamente no cotidiano da população. Diante destes riscos, percebe-se como é importante um planejamento viário satisfatório à necessidade da população. A interseção analisada por meio desse estudo, indica graves problemas de trânsito, um deles foi onde se encontra grandes conflitos entre veículos e pedestres, causando um transtorno para todos os que trafegam nas duas vias na interseção da Avenida Magalhães de Almeida com a Avenida deputado Nagibe Haickel. Estas são uma rota de acesso para a MA - 020 que é o movimento intenso não só de veículos populares como também de veículos pesados, que fazem o uso juntamente por dá acesso a entrada e saída da cidade.

Sendo assim, a principal solução para esse problema seria a implantação de uma instalação de sinalização semafórica, e, também, sinalizações verticais e horizontais. Isto não visa somente à regularização correta do trânsito, como também visa melhorar à educação dos condutores e pedestres, onde todos possam colaborar com seus direitos e deveres, sabendo o direito de ir e vir corretamente, sem tomar o sentido e a preferência do outro.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2020)<sup>(5)</sup>, Lei 9.503/97, em seus artigos 80 a 90, estabelece que o Estado é responsável pela implantação e manutenção de sinalização adequada das rodovias. As sinalizações verticais ou horizontais de trânsito são imperativas legal, pois a finalidade da sinalização é aumentar a segurança e ajudar a manter o fluxo de tráfego em ordem e fornecer informações aos usuários da via.

Dentre as razões da necessidade de sinalização, regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que exigem o uso da via, advertir os condutores sobre os perigos existentes na via, alertando também sobre a proximidade de escolas, passagens de pedestres, etc.

O que estimulou a realização dessa pesquisa como base principal foi a busca de soluções que se adequem as normas de trânsito, sem prejudicar o fluxo do trecho como também o da cidade e tendo como ponto principal a regularização no tráfego no trecho analisado.

## 2. METODOLOGIA



O presente trabalho se classifica como uma pesquisa descritiva. Este tipo de pesquisa analisa as características de um grupo, onde é preciso um determinado cuidado com a atuação prática. Quanto à categoria do objeto de estudo e à coleta de dados, a pesquisa qualifica-se em bibliográfica e estudo de caso. Uma abordagem quantitativa e qualitativa foi utilizada, no intuito de permitir o recolhimento de mais informações com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

A pesquisa foi desenvolvida no município de Coroatá-MA, segundo os dados do IBGE (2017)<sup>(8)</sup>, o município de Coroatá-MA conta com uma área de 2.263,823 km<sup>2</sup>, possui uma população estimada em 65.890 pessoas habitantes e uma densidade demográfica de 28,8 hab/km<sup>2</sup>. O local estudado se trata de uma interseção em X entre a Nagibe Haickel e Avenida Magalhães de Almeida, situadas no centro, está localizado na região nordeste a 4° 07' 45" de latitude sul e 44° 07' 39" de longitude oeste do meridiano de greenwich, Google Earth (2021)<sup>(7)</sup>.

Como se pode observar na figura 1, a interseção analisada está localizada em um dos pontos mais movimentados da cidade por ser uma interseção onde a Nagibe Haickel e Avenida Magalhães de Almeida são classificadas como coletoras, que segundo o CONTRAN (2008)<sup>(4)</sup>, é uma via destinada a coletar e distribuir o trânsito que necessitam de entrar e sair das vias de trânsito

rápido ou arteriais, além de possibilitar o trânsito dentro das regiões da cidade.

**Figura 1.** Fluxograma das atividades



Fonte: Google Maps (2021).

Para chegar nos objetivos desta pesquisa, foi necessário aprofundar os estudos em Engenharia de Tráfego, examinar seu campo de atuação bem como seus principais conceitos e aspectos. Para o levantamento desses dados foi necessário a utilização de materiais e métodos que auxiliaram neste processo. A inspeção realizada no local necessitou da utilização de alguns equipamentos básicos para auxiliar no processo, são eles: Fita métrica; Cronômetro; Equipamento para registro fotográfico; Prancheta; Planilha e Caneta.

Por meio de estudos através da engenharia de tráfego para obtermos resultados, foi feita uma coleta dos dados da interseção, em uma planilha como mostra na figura 2, no dia 03 de maio de 2021 onde se realizou a contagem nos intervalos de 07h às 09h, 11h às 13h e 17h às 19h na qual foi possível determinar os horários pico, que para o CONTRAN (2014) é necessário realizar a contagem do volume no mínimo ao longo das duas horas mais carregadas.

Após a determinação do horário de pico foi realizada a contagem veicular nos dias 04 de maio de 2021 a 07 de maio de 2021 para definir o fluxo veicular do local na interseção analisada.

Segundo Akshino (2011)<sup>(1)</sup>, para fins de definição das medidas para implantação semafórica é preciso acompanhar o tráfego durante o dia inteiro, porém, para estudos de planejamento viário, é necessário se analisar

somente os horários de pico. Então com os horários de pico já definidos, conseguimos avanços na nossa análise com base nos dados do CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup>.

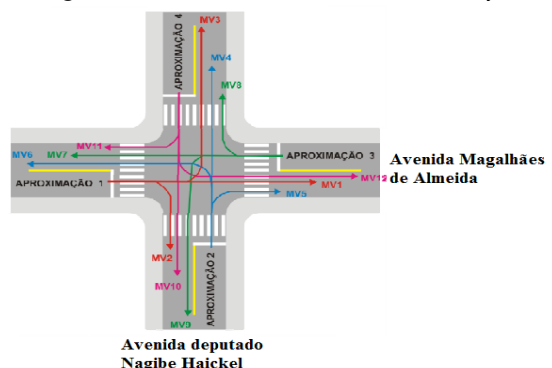
**Figura 2.** Modelo da Planilha para obtenção do Histograma

Semana		Dias:					
Horário		Percurso: Movimento Veicular					
Início	Fim	Automóvel	Moto	Ônibus	Caminhão (2 eixos)	CM(3 eixos)	Total
07:00	07:15						
07:15	07:30						
07:45	08:00						
08:00	08:15						
08:15	08:30						
08:30	08:45						
08:45	09:00						
11:00	11:15						
11:15	11:30						
11:30	11:45						
11:45	12:00						
12:15	12:30						
12:30	12:45						
12:45	13:00						

Fonte: CONTRAN (2014).

Segundo o CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup> a contagem veicular para compreensão do fluxo de tráfego local é subdividida em intervalos de 15 minutos, e ocorreram de forma manual, sendo todas numeradas em cada conversão possível na interseção de 1 a 12 conforme apresentado a figura 3, além de fazer a distinção do tipo de veículo como segue no Manual de Sinalização Semafórica do CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup>. Após a realização das contagens, programaram-se gráficos para constatar e expor o objetivo desta fase da análise. Através dessas condições pode-se verificar qual das vias se estabelece como via principal, onde possui o maior fluxo de tráfego, e secundária, que é a menos relevante da interseção.

**Figura 3.** Possíveis conversões na interseção



Fonte: Adaptado do CONTRAN (2014).

### 3. DESENVOLVIMENTO

Como a malha viária possui um modelo

praticamente em todas as cidades Brasileiras, que é constituída por meios de locomoção como as ruas, avenidas e travessas, os conjuntos destes trechos de vias e cruzamentos constitui um sistema viário urbano.

### 1.1. VIAS

Segundo o CTB (2020)<sup>(5)</sup>, via é a superfície pelo qual veículos, pessoas e animais, transitam, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central. Sua classificação, conforme artigo 60, leva em consideração sua destinação final, bem como o espaço geográfico em que está situada.

De acordo com Simões & Simões (2011, p.18)<sup>(11)</sup>, as avenidas e ruas de uma cidade compõem a rede viária, ou o sistema viário, e as normas para os deslocamentos de pessoas e veículos formam o sistema de trânsito urbano.

A primeira distinção refere-se ao fato de a via estar localizada em área urbana ou rural. Sendo área urbanizada, com a existência de imóveis edificados ao longo de sua extensão, a via é classificada como “via urbana” e, caso contrário, “via rural”.

### 1.2. INTERSEÇÕES

Em todas as cidades encontramos vários cruzamentos entre vias em nível que também podem se dar através de entroncamentos e bifurcações, que são denominados pela CTB (2020)<sup>(3)</sup> como Interseções.

Segundo Simões & Simões (2011, p. 25)<sup>(11)</sup>, os principais tipos de interseção em área urbana são em cruz, em T, em Y e oblíqua. Algumas podem ter mais de quatro aproximações e outras podem conter rotatórias. A melhor angulação das vias, para melhor visibilidade de aproximação de usuários, é em torno de 90°.

### 1.3. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

A sinalização tem o objetivo organizar a circulação dos usuários para a segurança e a

fluidez. Deve obedecer a determinados padrões para ser reconhecida e compreendida. A sua eficácia depende da legibilidade e clareza da mensagem e posicionamento correto no campo visual do observador (SIMÕES E SIMÕES, 2016)<sup>(11)</sup>. São os elementos de sinalização viária que se utilizam de placas, marcas viárias, equipamentos de controle luminosos, dispositivos 8 auxiliares, apitos e gestos, destinados exclusivamente a ordenar ou dirigir o trânsito aos usuários (CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito 2008)<sup>(4)</sup>.

Semáforo é um sistema de sinalização viária que utiliza sinais luminosos (verde, vermelho, amarelo) para controlar o deslocamento e promover a alternância dos direitos viários e está basicamente dividido em duas categorias: semáforos de controle e de advertência (SIMÕES E SIMÕES, 2016)<sup>(11)</sup>.

### 1.4. PRINCÍPIOS DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

De acordo com o CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup>, os princípios adaptados na sinalização de trânsito em geral também são aplicados à sinalização semafórica. Princípios que garante a real eficácia dos sinais, como apresentados abaixo:

**Legalidade:** Estar de acordo com o CTB e legislação complementar;

**Suficiência:** Fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;

**Padronização:** Seguir um padrão legalmente estabelecido e atender à regra onde situações iguais devem ser sinalizadas segundo os mesmos critérios;

**Clareza:** transmitir mensagens objetivas para fácil compreensão; evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem;

**Precisão e Confiabilidade:** ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade; além de atender aos requisitos técnicos mínimos de segurança viária e fluidez;

**Visibilidade e Legibilidade:** ser vista à distância necessária e em tempo;

**Manutenção e Conservação:** estar permanentemente limpa, conservada e visível.

## 1.5. TIPOS DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

### 1.5.1. SEMÁFOROS DE REGULAMENTAÇÃO

A sinalização semafórica de regulamentação exerce o controle do trânsito numa interseção por meio de indicações luminosas, alternando o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e/ou pedestres (CONTRAN, 2014)<sup>(4)</sup>.

### 1.5.2. SEMÁFOROS DE ADVERTÊNCIA

A sinalização semafórica de advertência adverti sobre a existência de um obstáculo ou situação de perigo, alertando para que o condutor venha a tomar medidas de segurança como a redução de velocidade para seguir adiante (CONTRAN, 2014)<sup>(4)</sup>.

### 1.5.3. FORMAS, CORES E SINAIS








“A sinalização semafórica executa o controle do tráfego num cruzamento por meio da alternância do direito de passagem exibido em grupos focais de cores regulamentadas pelo Código de Trânsito Brasileiro” (DNIT, 2010)<sup>(6)</sup>. Os sinais apresentam diferentes formas e combinações de cores, que juntos transmitem informações específicas ao condutor e pedestre (CONTRAN, 2014)<sup>(4)</sup>, como expressado nas figuras 4 e 5 algumas sinalizações que ao serem respeitadas pelos usuários fazem com que o trânsito ocorra de forma correta e segura.

Figura 4. Formas, Cores, Sinais e Significados

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
QUADRADA	Vermelha		Indica para o pedestre a proibição da travessia.	O pedestre não deve iniciar a travessia.
	Vermelha (Intermitente)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração deve permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre não deve iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde deve concluí-la, atentando para o fato de que os veículos estão prestes a receber indicação luminosa verde.
	Verde		Indica para o pedestre a permissão do direito de travessia.	O pedestre tem a permissão de iniciar a travessia.
	Vermelha		Indica por meio do símbolo "X", a proibição de circular na faixa sinalizada.	O condutor não deve circular pela faixa sinalizada.
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta.	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada.

Fonte: CONTRAN (2014).

Figura 5. Formas, Cores, Sinais e Significados

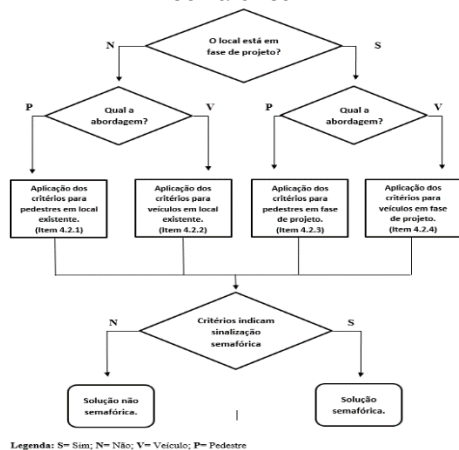
FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
CIRCULAR	VERMELHA		Indica a proibição do direito de passagem	Obrigatório do Condutor em parar o veículo
	AMARELA		Indica o término do direito de passagem.	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.
	VERDE		Indica a permissão do direito de passagem.	O condutor tem a permissão de prosseguir, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.
	AMARELA (intermitente)		Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo.	Condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta.
	AMARELA COM SETA (opcional)		Indica término do direito de passagem em semáforo direcional.	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.
	VERMELHA		Indica a proibição do direito de passagem de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo de acordo com a indicação luminosa.
VERDE		Indica a permissão do direito de passagem, de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	Condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.	

Fonte: CONTRAN (2014).

Perante as informações no fluxograma a seguir na figura 6, mostra-se os conceitos e procedimentos para verificação da implantação

semafórica em locais apropriados.

**Figura 6.** Fluxograma de Estudo de Projeto Semafórico



Fonte: CONTRAN (2014).

Segundo Barbacena (1994)<sup>(2)</sup>, o semáforo é um instrumento de controle que informa de quem são as prioridades de passagem entre motoristas e pedestres em uma via ou em uma interseção de vias. Porém o CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup> salienta que o estudo para a implantação de sinalização semafórica, baseado nos seus padrões critérios apresentado a seguir, deve levar em conta também o parecer do especialista em trânsito, essencialmente em situações bastante complexas, com isso ressalta que existem critérios que a princípio necessitam ser obedecidos para a implantação desta sinalização.

### 3. RESULTADOS

Após estudos e com a realização de algumas análises, certificou-se um pequeno número de pedestres circulando em todos os sentidos das vias estudadas, além disso, como é determinado no CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup>, foi enfatizado que o local em estudo não estava em fase de projeto.

Com essas observações foram adotados critérios de acordo com o manual de sinalização semafórica do Volume V do Manual Brasileiro de Trânsito e Sinais de Trânsito para CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup>. Com esses itens foi possível adotar uma postura racional de

implantação, e com isso a abordagem realizada no trabalho foi veicular, que estão exibidos a seguir.

#### 3.1. NÚMERO LIMITE DE COLISÕES COM VÍTIMAS EVITÁVEIS POR SEMÁFORO >NLAV

Segundo o CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup> O número mínimo limite de acidentes com vítimas que justifica a implantação de sinalização semafórica é igual a 7, observando nos últimos 3 anos ou 3 nos últimos 12 meses.

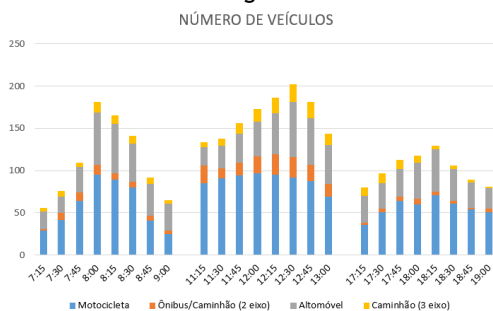
Para que seja justificada a implantação neste critério, é necessário que a implantação seja capaz de evitar os acidentes ocorridos, porém considerou-se então que este não foi atendido devido à ausência de dados, pois os mesmos não foram disponibilizados pelos órgãos responsáveis pelos documentos desejados para a análise, com isso transcorre-se a continuidade com as análises dos critérios seguintes.

Efetuar pesquisar iniciais, como afincando pelo manual, o início da pesquisa se deu através da procura pelo horário de pico inaugurando a contagem dos veículos no dia 03 de maio de 2021 em três horários distintos entre 07 h as 09h, 11h as 13h e 17h as 19h, em cada um dos horários foram apurados contagens em um período de duas horas consecutivas nos horários considerados, mas carregados, onde as pessoas deslocam-se para o trabalho no início do dia, no horário do almoço, e no retorno para suas casas. Através disso foi possível contabilizar um total de 3028 veículos como mostra no gráfico 1, onde também foi possível determinar de acordo com o manual que a Avenida Magalhães de Almeida é a via principal contabilizando um total de 1852 veículos em circulação e Avenida deputado Nagibe Haickel como via secundária com um total de 1176 veículos, pois o CONTRAN (2014)<sup>(4)</sup> ressalta que via que possui o maior volume de tráfego dentre as demais denomina-se principal e a com menor volume de tráfego com secundária. Ao analisar o gráfico 1 é possível notar e definir de acordo com os critérios do manual crítico a serem analisados, horários que estão estabelecidos entre os períodos da manhã entre 11h45min as 12h45min e 17h30min as 18h30min, e após este horário o fluxo descreve

considerando as 19h00.

Através da observação do gráfico 1, percebe-se também que o volume de motos e carros são consideravelmente proporcionais e bastante elevados quando comparados aos demais veículos, e com isso é admissível designar que os veículos de passeio e motos constituem o maior volume de tráfego do local estudado.

**Gráfico 1. Volume de veículos nos horários mais carregados do dia**



Fonte: O autor (2021).

Perante os dados, fica definido que o valor de observação especificado no manual do semáforo deve ser de no mínimo duas horas no período carregado de 11h45 às 12h45 e das 17h30 às 18h30 após o horário de pico, ocorre a contagem em 03 de maio de 2021(segunda-feira), e estendido até 07 de maio de 2021(sexta-feira). Cada veículo desempenha um papel decisivo na decisão de utilizar o fator de equivalência da Tabela 1. Este manual foi elaborado para compensar o desempenho de cada veículo no tráfego em circulação. Com base nas informações recolhidas, é possível utilizar os picos horários para obter um fluxo médio semanal de tráfego, resultado num tráfego médio horário de 545 veículos da Avenida deputado Nagibe Haickel e 722 veículos da Avenida Magalhães de Almeida.

**Tabela 1. Fator de equivalência para diferentes tipos de veículos**

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1,00
Motocicleta	0,33
Ônibus	2,00
Caminhão (2 eixos)	2,00
Caminhão (3 eixos)	3,00

Fonte: CONTRAN (2014).

### 3.2. CONDIÇÃO DE SEGURANÇA DO LOCAL

Diante do que foi observado em campo, ao examinar todas as condições de sinalizações e estado da via na interseção, deduziu-se que se trata de uma interseção em X, com vários riscos de acidentes, o que acarreta na necessidade de implantação semafórica. Analisando as figuras 7, 8, 9 e 10 a inexistência de sinalização horizontal adequada é visivelmente notável (circuladas na cor vermelha) em todas as aproximações, pois os locais onde necessariamente seriam instaladas as faixas de pedestres existem lombadas que estão fora dos padrões exigidos. A falta de sinalizações verticais, e outras sinalizações em estado precário (circuladas na cor amarela), podendo acarretar em graves acidentes que podem levar os usuários a óbito por conta da ausência dessas sinalizações.

**Figura 7. Avenida Magalhães de Almeida**



Fonte: O autor (2021).

**Figura 8. Avenida Magalhães de Almeida**



Fonte: O autor (2021).

**Figura 9.** Avenida Deputado Nagibe Haickel



Fonte: O autor (2021).

**Figura 10.** Avenida Deputado Nagibe Haickel

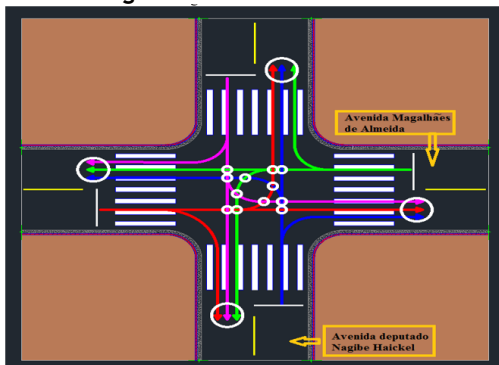


Fonte: O autor (2021).

### 3.3. PONTOS DE CONFLITOS

Percebe-se que na figura 11 que existem 16 pontos de conflitos (circulados em branco), e um ponto a ser destacado como um dos mais importantes na observação dessas vias é a careza das linhas de continuidade e setas que indicam o posicionamento na pista para o desempenho dos movimentos dos veículos, simulando consideravelmente o número de movimentos interceptantes e consequentemente os números de acidentes em possíveis conflitos.

**Figura 11.** Pontos de conflito



Fonte: O autor (2021).

### 3.4. NÚMERO DE CICLOS VAZIOS É MAIOR OU IGUAL a N LCV

A interseção analisada nesta pesquisa está localizada a uma distância de 542 metros do semáforo mais próximo, e de acordo com o manual de sinalização semafórica, o ciclo operante na rede deve ser utilizado a uma distância inferior a 500 metros. Então decidiu-se considerar o mesmo, que aponta um ciclo de 60 segundos, pois este é o tempo mais comum adotado nos semáforos operantes no município.

Com a fórmula a seguir calcula-se o número de ciclos por hora (NC), em que C é o número de ciclo em segundos.

$$NC: 3600/C \quad \text{Equação 1.}$$

$$NC: 3600/60$$

$$NC: 60 \text{ ciclos por hora.}$$

Seguindo com a cumprimento e sequência do manual, após ter determinado o número de ciclos hora e o volume médio de veículos nas aproximações secundária (FTS), foi utilizada equação para determinar o número médio de veículos por ciclo.

$$M: FTS/NC \quad \text{Equação 2.}$$

$$M: 545/60$$

$$M: 9,1 \text{ UCP (unidades de carros de passeio).}$$

Através deste critério pode-se estimar o número de ciclos na via secundária em que não haverá veículos presentes. Para isto se utilizou a seguinte equação, onde  $e = 2,72$ .

$$NCV: e^{-m} \quad \text{Equação 3.}$$

$$NCV: e^{-9,1} * 60$$

$$NCV: 0,006$$

Segundo o CONTRAN (2014) determina que seja instalada a sinalização semafórica segundo este critério, o NCV obtido deve possuir um valor limite igual ou inferior a 10% do número de ciclos por hora (NC). Portanto com o valor obtido de NCV de 0,006, justifica-se então a implantação da sinalização semafórica.

Para este critério exige uma demanda bem mais específicas de equipamentos, como um maior número de cronômetros operando simultaneamente, o que acarretaria em uma grande dificuldade de operação, pois isso necessitaria também de outros estudos mais



aprofundados da engenharia de tráfego, que seria uma maior demanda de pesquisa.

Conclui-se que através de outros dados obtidos, que o maior erro dos antigos semáforos era a grande demora e os usuários não esperavam muito tempo no semáforo, especificamente entre verdes, pois tinham um tempo fora dos padrões exigidos pelo CONTRAN. O tempo entre verdes é o intervalo de tempo entre o final do verde para uma fase e o início do verde para a fase seguinte, geralmente é composto por um tempo de amarelo e um tempo de vermelho total. Pois não houve um estudo correto da interseção, o que acarretou a decisão de desativa-los e implantar lombadas.

Porém os critérios já definidos anteriormente são suficientes para apontar a implantação da sinalização semafórica, pois a análise deste critério não modificaria o resultado final. Sendo assim com a antecipada aprovação da sinalização semafórica decidiu-se então a não avaliação de deste critério para essa análise.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base no estudo da contagem volumétrica de tráfego na interseção da Avenida deputado Nagibe Haickel e Avenida Magalhães de Almeida, o estudo da engenharia de tráfego mostra que o maior tráfego é direcionado para a Avenida Magalhães de Almeida, descrevendo-a como via principal e a via secundária como a Avenida deputado Nagibe Haickel. Além disso, dezesseis tipos de movimentos conflitantes detectados entre as rotas, entre os quais um dos principais incidentes e situações de risco encontrado na interseção. Depois de concluir o estudo da interseção, observou-se a necessidade de uma alteração à configuração atual da interseção para um tráfego melhor e com maior segurança aos usuários. Dessa forma, diante de todos critérios estudados e situações

analisadas, tendo como premissa a melhora na fluidez do trânsito, a segurança, o conforto e qualidade de vida de motoristas e pedestres, a implantação semafórica é a principal alternativa para o cruzamento. Pode-se concluir que implementar os semáforos e correlacionar a outras sinalizações auxiliares pode controlar os riscos e atender às necessidades de circulação na interseção analisada.

#### 5. REFERÊNCIAS

1. AKLSHINO, Pedro. Introdução à Engenharia de Tráfego. Universidade Federal do Paraná, 2011.
2. BARBACENA, Ilton Luiz. Protótipo de um Sistema para Controle de Tráfego Urbano a Tempo Fixo em Rede. Dissertação de mestrado do curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, 1994.
3. COELHO, C. J.; FREITAS, A. J. Implantações semafóricas são medidas eficazes para a redução de acidentes de trânsito? O caso de Fortaleza-CE. Universidade Federal do Ceará.
4. CONTRAN. Volume IV - Sinalização Horizontal. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, 2007/2008.
5. CTB. Código de Trânsito Brasileiro, 2020.
6. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes Manual de sinalização rodoviária. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 3.ed. Rio de Janeiro, 2010. 412p.
7. GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2009.
8. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística. Rio de Janeiro, 2017.

9. JORNAL - FOLHA DE SÃO PAULO, sábado, 11 de setembro de 2010
10. JORNAL - folha.uol.com.br 2012
11. SIMÕES, Fernanda; SIMÕES, Eliane. Sistema Viário e Trânsito Urbano. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar - CREA-PR, 2011.

