

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ÍTALO VIEIRA ASSUNÇÃO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A IMPLEMENTAÇÃO DE INTERSEÇÃO
TIPO TREVO E A SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EM ENTRONCAMENTO
NA BR-010 NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

PATO BRANCO

2022

ÍTALO VIEIRA ASSUNÇÃO

**ANALISE COMPARATIVA ENTRE A IMPLEMENTAÇÃO DE INTERSEÇÃO
TIPO TREVO E A SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EM ENTRONCAMENTO
NA BR-010 NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

**Comparative analysis between the implementation of trevo type intersection
and traffic signaling at BR-010 in the city of Açailândia-MA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): MSc. Rayana C. Conterno
Coorientador(a): MSc. Jairo Trombetta

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ÍTALO VIEIRA ASSUNÇÃO

**ANALISE COMPARATIVA ENTRE A IMPLEMENTAÇÃO DE INTERSEÇÃO
TIPO TREVO E A SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EM ENTRONCAMENTO
NA BR-010 NA CIDADE DE AÇAILÂNDIA-MA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): MSc. Rayana C. Conterno
Coorientador(a): MSc. Jairo Trombetta

Data de aprovação: 21/junho/2022

Rayana Carolina Conterno

Titulação: Mestra em Desenvolvimento Regional
Universidade Tecnológica e Federal do Paraná

Jairo Trombetta

Titulação: Mestre em Engenharia, com ênfase em infraestrutura e meio ambiente
Universidade Tecnológica e Federal do Paraná

Danilo Rinaldi Bisconsini

Titulação: Doutor em Infraestrutura de Transportes
Universidade Tecnológica e Federal do Paraná

Jose Valter Monteiro Larcher

Titulação: Mestre em Construção Civil
Universidade Tecnológica e Federal do Paraná

PATO BRANCO

2022

Dedico este trabalho à minha família, meus orientadores e todos os meus colegas que vivenciaram a minha vida acadêmica.

Não viva para que a sua presença seja notada,
mas para que a sua falta seja sentida.
(BOB MARLEY).

RESUMO

A frota de veículos no Brasil teve grande crescimento nas últimas décadas, ocasionando grandes filas de congestionamentos e um alto risco de acidentes. Esse trabalho tem como objetivo comparar a implementação de interseção tipo trevo e a sinalização semafórica em entroncamento da BR-010 na cidade de Açailândia-MA. Para análise é usado microsimulação utilizando o software gratuito Simulation of Urban Mobility (SUMO) 1.12.0 e o software SEMAFORO 2.1.0. A pesquisa teve como fontes principais o BRASIL (2006), Manual de Projeto de Interseção do DNIT (2005) e Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN (2007). As contagens de veículos foram realizadas para estabelecer o fluxo de veículos existente no local. Os resultados demonstram que a implantação tipo trevo apresenta um tempo médio de espera aceitável, menor tempo médio de viagem, maior velocidade média, menor tempo médio de espera para sair da fila e menor comprimento de fila. Por outro lado, a implantação semafórica apresentou-se como o caso menos apropriado, sendo pior avaliado em todos os critérios estabelecidos para o resultado. Para a implantação tipo trevo a geometria da interseção deve ser alterada ocasionando em elevado custo inicial, enquanto a opção semafórica demonstra um custo baixo inicial, porém deve ser feita manutenções periódicas para o seu bom funcionamento.

Palavras-chave: interseção tipo trevo; semafóro; SUMO; microssimulação.

ABSTRACT

The vehicle fleet in Brazil has grown significantly in recent decades, causing accident queues and a high risk of accidents. This work aims to implement a cloverleaf intersection and traffic light at the junction of BR-010 in the city of Açailândia-MA. Microsimulation is used for analysis using the free software Simulation of Urban Mobility (SUMO) 1.12.0 and SEMAFORO 2.1.0 software. The main sources of the research were BRASIL (2006), DNIT's Intersection Project Manual (2005) and CONTRAN's Brazilian Traffic Signal Manual (2007). Vehicle counts were performed to establish the flow of existing vehicles at the site. The results offer an average travel time, the implementation has an average recommended wait time, shorter average travel time, higher average speed, shorter queue to exit the exit and shorter queue length. On the other hand, the traffic light implementation was the least appropriate case in all the criteria established for the result. For the cloverleaf implantation, the intersection geometry must be changed, causing an initial elevation, while the traffic light option demonstrates an initial cost, but periodic maintenance must be carried out for its proper functioning.

Keywords: cloverleaf intersection;; traffic lights; SUMO; microsimulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vias urbanas coletora e local.....	25
Figura 2 - Vias urbanas de trânsito rápido e arterial.....	25
Figura 3 - Aproximação de interseções.	41
Figura 4 - Movimentos convergentes.....	43
Figura 5 - Movimento divergente.	43
Figura 6 - Interceptantes.....	44
Figura 7 - Movimentos não interceptantes.....	44
Figura 8 – Formas, cores e sinais na sinalização semafórica.....	49
Figura 9 - Critério.	52
Figura 10 - Fluxograma.....	53
Figura 11 - Diâmetro.....	57
Figura 12 - Cronologia da evolução tecnológica das rotatórias.	59
Figura 13 - Rotatória.	59
Figura 14 – Mine rotatória.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 - Rotatória urbana compacta.....	44
Figura 16 - Rotatória vazada.....	44
Figura 17 - Mapa de localização da cidade de Açailândia no Maranhão	20
Figura 18 - Local de estudo.....	21
Figura 19 - Mapa de localização com sentido dos fluxos.....	22
Figura 20 - Mapa das dimensões obtidas <i>in loco</i>	23
Figura 21 - Pontos de contagens.	24
Figura 22 - Relação entre a hora e o volume horário de tráfego em rodovias norte-americanas.....	27
Figura 23 - Imagem utilizada na microssimulação.....	29
Figura 24 - Rotatória vazada utilizada na simulação.....	32
Figura 25 - Estudos em locais existentes: abordagem veículos.....	33
Figura 26 - Fluxograma atual em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2021	40
Figura 27 - Fluxograma futuro em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2033	41
Figura 28 - Pontos semafóricos.....	43

Figura 29 - Alteração do sentido da rota Colinas Park para Itinga-MA	44
Figura 30 - Dados implementados no <i>software</i> SEMAFORO.	44
Figura 31 - Manobras disponível para utilização no software Semaforo	45
Figura 32 - Tempo dos ciclos em segundos	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definições dos níveis de serviço A a F.....	19
Tabela 2 - Rotas disponíveis no cruzamento.....	25
Tabela 3 - Fator de Equivalência.....	25
Tabela 4 - Parâmetros utilizados para os tipos de veículos no SUMO	30
Tabela 5 - Parâmetros utilizados para análise dos resultados.....	31
Tabela 6 - Delimitações das classes de nível de serviço para interseções não semaforizadas	34
Tabela 7 - Contagem de veículos do movimento Colinas Park para Centro.....	35
Tabela 8 - Volume horário de pico do dia 26/11/21 em UCP	36
Tabela 9 - Volume horário de pico do dia 03/12/21 em UCP	36
Tabela 10- Volume horário do dia 10/12/21 em UCP	37
Tabela 11 - Volume horário de pico em UCP	37
Tabela 12 - Fator horário de pico	38
Tabela 13 - Volume médio diário em UCP	39
Tabela 14 - Volume horário de projeto atual em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2021	40
Tabela 15 – Volume horário de projeto futuro em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2033	41
Tabela 16 - Matriz origem-destino atual.	42
Tabela 17 - Matriz origem-destino futura.....	42
Tabela 18 - Resultados da comparação dos cenários	46
Tabela 19 - Nível de serviço para a situação atual	50
Tabela 20 - Nível de serviço para a situação semafórica.....	50
Tabela 21 - Nível de serviço para a situação com rotatória.....	50

LISTA DE QUADROS

Gráfico 1 - Número de veículos na Cidade de Açailândia-MA em função do ano	21
Gráfico 2 - Comparação do tempo médio de espera em segundos.....	47
Gráfico 3 - Comparação do tempo médio de viagem em segundos.....	47
Gráfico 4 - Comparação da velocidade média em km/h	48
Gráfico 5 - Comparação do tempo médio de espera devido a fila em segundos	48
Gráfico 6 - Comparação do comprimento médio da fila para velocidade inferior a 5km/h em metros.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	OBJETIVOS	22
1.1.1	Objetivo geral	22
1.1.2	Objetivos específicos	22
1.2	JUSTIFICATIVA	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1	TRÂNSITO	24
2.1.1	Vias	24
2.2	INTERSEÇÕES	22
2.2.1	Interseção em Nível	41
2.2.2	Interseção em Níveis Diferentes	42
2.2.3	Movimento em Interseções	42
2.3	SINALIZAÇÃO	45
2.3.1	Sinalização Vertical	45
2.3.2	Sinalização Vertical de Regulamentação	45
2.3.3	Sinalização Vertical de Advertência	46
2.3.4	Sinalização Vertical de Educação	46
2.3.5	Sinalização Vertical de Indicação	46
2.3.6	Sinalização Horizontal	46
2.3.7	Marcas Longitudinais	47
2.3.8	Marcas Transversais	47
2.3.9	Marcas de Canalização	47
2.3.10	Marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou estacionamento	47
2.3.11	Inscrições no Pavimento	48
2.4	SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	48
2.4.1	Formas, cores e sinais	49
2.4.2	Tipos de Semáforos	50
2.4.3	Sinalização Semafórica de Regulamentação	50
2.4.4	Sinalização Semafórica de Advertência	50
2.4.5	Critérios para a Implantação da Sinalização Semafórica	51
2.4.6	Critérios de Estudos em Locais Existentes: Abordagem de Veículos	52

2.5	PESQUISAS DE TRÁFEGO	54
2.5.1	Contagens Volumétricas.....	54
2.5.2	Contagens Manuais	54
2.5.3	Contagem Automática	55
2.5.4	Contagens em Interseções.....	55
2.5.5	Tratamento de Dados	55
2.6	ROTATÓRIAS.....	56
2.6.1	Crítérios para a implantação de rotatórias	56
2.6.2	SUMO - SIMULATION OF URBAN MOBILITY	17
2.7	NÍVEL DE SERVIÇO.....	18
2.8	QUALIDADE DE SERVIÇO	19
3	LOCAL DE ESTUDO	20
4	METODOLOGIA	23
4.1	CONTAGEM DE VEÍCULOS	24
4.2	FLUXOGRAMA ATUAL.....	25
4.3	FLUXOGRAMA FUTURO	28
4.4	MATRIZ ORIGEM-DESTINO	28
4.5	MICROSSIMULAÇÃO DO TRÁFEGO	29
4.5.1	Arquivo .SUMOCFG.....	30
4.6	CENÁRIOS AVALIADOS	31
4.6.1	Caso 1.....	31
4.6.2	Caso 2.....	32
4.6.3	Caso 3.....	34
4.7	DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO	34
5	RESULTADOS E ANÁLISES	35
5.1	CONTAGEM DE VEÍCULOS	35
5.2	VOLUME HORÁRIO DE PICO (VHP).....	35
5.3	FATOR HORÁRIO DE PICO (FHP).....	38
5.4	VOLUME MÉDIO DIÁRIO (VMD).....	38
5.5	VOLUME HORÁRIO DE PROJETO ATUAL	39
5.6	VOLUME HORÁRIO DE PROJETO FUTURO.....	41
5.7	MATRIZ ORIGEM-DESTINO	42
5.8	SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA.....	42
5.8.1	Análise de viabilidade da implementação semafórica	42

5.8.2	Tempo de ciclo	43
5.9	MICROSSIMULAÇÃO	46
5.9.1	Comparação dos cenários analisados	46
5.10	NÍVEL DE SERVIÇO	49
5.10.1	Nível de serviço para a situação atual	49
5.10.2	Nível de serviço para a situação com semáforo	50
5.10.3	Nível de serviço para a situação com rotatória	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	APÊNDICE A – PLANILHAS DE CONTAGEM DO VOLUME DE TRÁFEGO NOS DIAS 26/11/21, 03/12/2021 E 10/12/2021.....	56
	APÊNDICE B – CÓDIGO FONTE CRIADO PARA O FLUXO DO CASO 1	59
	APÊNDICE C – CÓDIGO FONTE CRIADO PARA O FLUXO DO CASO 2	60
	APÊNDICE D – CÓDIGO FONTE CRIADO PARA O FLUXO DO CASO 3	61

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos no Brasil, a frota de veículos teve um crescimento considerável. Segundo IBGE (2020) em 2006 o número de veículos era de 45.029.257, já em 2020 passou a ser 107.948.371, um aumento de 139,73% (IBGE, 2020).

Ao circular nas vias públicas do território brasileiro, é possível ver o impacto causado, como estimular os congestionamentos causados das interseções das vias, ocasionando assim um maior número de acidentes. Uma solução para minimizar esse problema seria a utilização de transporte coletivos. Porém, a ineficiência e a falta de recurso públicos faz com que o a população migre para o transporte particular.

Segundo Enap (2019), com o crescimento da renda média do empregado, atualmente as políticas de administração públicas facilitam a compra de veículos novos ou usados em qualquer classe social, oferecendo uma significativa diminuição para taxa de juros e ofertas de cartas de créditos que geram mais simplicidade da aquisição de um veículo.

Com o aumento do número de veículos circulando pelas vias, a engenharia de tráfego tem como objetivo a inovação e adaptação, que por meio de estudos, permite conhecer as características atuais das vias e interseções e obter um diagnóstico das necessidades de circulação para o futuro (BRASIL, 2006).

Apesar da existência da engenharia de tráfego e de todas as possibilidades de desenvolvimento de projeto para auxiliar nas tomadas de decisões, isso nem sempre é levado em consideração. Como acontece na cidade de Açailândia-MA, em que o surgimento do loteamento Colinas Park, onde havia a necessidade de elaboração de um novo acesso a partir da rodovia federal BR 010. Assim, com o aumento do crescimento do loteamento e conseqüentemente do fluxo de veículos, o número de acidentes passou a ser um problema.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo responder o seguinte questionamento: Entre a implantação semaforica ou do tipo trevo, qual é a melhor solução para melhorar o tráfego no acesso ao loteamento Colinas Park?

Este trabalho, está organizado em capítulos, sendo que no primeiro capítulo contempla a introdução, objetivos e a justificativa, no segundo encontra-se o

referencial bibliográfico, no terceiro o local em estudo, na sequência a metodologia do trabalho, para em seguida no capítulo de resultado e análise serem apresentados os dados do levantamento feito *in loco* os resultados das simulações, e no último capítulo as considerações finais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a implantação de interseção tipo trevo e sinalização semafórica na BR-010, no entroncamento de acesso ao loteamento Colinas Park na cidade de Açailândia-MA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Coletar dados sobre o tráfego no cruzamento;
- Elaborar o fluxograma de tráfego atual e futuro do cruzamento;
- Analisar a viabilidade da implantação de interseção tipo trevo;
- Analisar viabilidade de implementação de sinalização semafórica;
- Comparar as alternativas propostas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A BR 010 é o principal acesso ao loteamento Colinas Park, e com o grande crescimento da frota de veículos na cidade de Açailândia-MA, segundo IBGE (2020) em 2010 a frota de veículos era de 17.607 passando, em 2020, para 45.295 veículos. O número de acidentes passou a ser um problema. Segundo a Polícia Rodoviária Federal (PRF), entre 2017 e 2021, ocorreram 18 acidentes, sendo 8 com ferimentos graves e 3 óbitos. Segundo o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), entre 01/2021 e 10/2021, o número de acidentes de trânsito com atendimento

hospitalar foi de 9 casos. Além do crescimento populacional e da frota de veículos, o trajeto entre o centro da cidade e o loteamento se torna cada vez mais congestionado, pois a via que conecta os dois locais é federal e possui um alto fluxo de veículos (IBGE, 2020).

A instalação de semáforos já vem sendo reivindicada pelos moradores que trafegam nesse local, sendo que a Prefeitura Municipal de Açailândia, já tem conhecimento da gravidade do problema e está trabalhando para resolver.

É importante salientar que a coleta e análise de dados inadequadas podem ocasionar um aumento de acidentes, congestionamentos, gastos desnecessários aos recursos públicos, dentre outros. Desse modo, esse trabalho tem sua importância e originalidade asseguradas, visto que se trata de um cruzamento que não possui estudos de tráfego, cujo aumento do fluxo vem sendo assunto, tanto da população, quanto dos órgãos públicos que devem estar atentos às necessidades e à segurança dos usuários.

Conforme mencionado, trata-se de uma interseção sem estudos, implementada e ajustada sem levantamentos adequados. Assim para o desenvolvimento desse trabalho, foram realizadas no local, medições para definir as dimensões do cruzamento e a contagem de veículos, que juntamente com as normas que regulamentam o estudo de tráfego. Tanto os dados levantados quanto das normas asseguram a viabilidade do desenvolvimento desse trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRÂNSITO

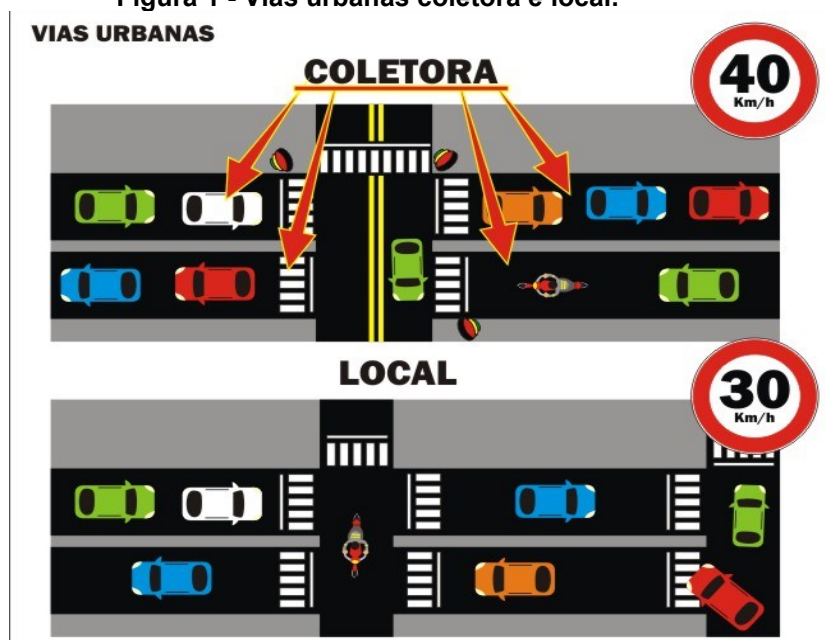
O sentido da palavra “trânsito”, é necessária a compreensão da etimologia do termo. Podemos remeter a alguns dicionários e neles temos significados que quase sempre convergem quando se trata da palavra propriamente dita. A definição primária e mais comum indica que trânsito significa “ação de transitar, de fazer algum caminho, de se deslocar de um lugar para outro; marcha, trajeto, circulação”, que geralmente representa um conjunto de interações entre pedestre, veículos e demais atores das vias (RIBEIRO, 2021).

2.1.1 Vias

Segundo o Detran do estado do Paraná (DETRAN, 2002), Via de Trânsito é tudo aquilo que compreende e que viabiliza o deslocamento de veículos, pedestres e demais participantes entre um espaço e outro. Estradas, caminhos, acostamento etc. fazem parte da via, que também é subdivida em outros aspectos como urbanas e rurais.

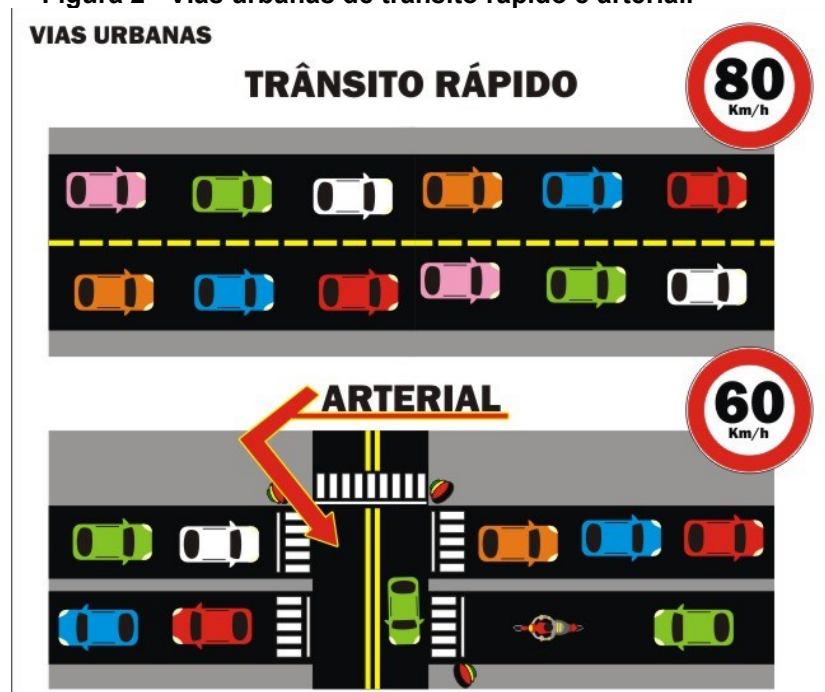
Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 2010), as vias urbanas consistem em coletoras, local, arteriais e de trânsito rápido, conforme as Figuras 1 e 2. No Brasil geralmente se dividem de acordo com o movimento, velocidade e região em que se encontram. Uma vai sempre terminar na outra para o escoamento do tráfego.

Figura 1 - Vias urbanas coletora e local.



Fonte: GUIMARÃES, 2007.

Figura 2 - Vias urbanas de trânsito rápido e arterial.



Fonte: GUIMARÃES, 2007.

A classificação, conforme o artigo 60 do CTB (BRASIL, 2010), leva em consideração a finalidade a que se destina, além do espaço geográfico em que se situa. 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”. Araújo (2007) aponta que as vias urbanas são definidas da seguinte forma:

Via de trânsito rápido - aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

Via arterial - aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

Via coletora - aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

Via local - aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Conforme o assunto de classificação de vias é levada em consideração para se estabelecer os limites de velocidade, sendo previsto inclusive, no artigo 61 (BRASIL, 2010), limites pré-determinados, com base em classificação, para os trechos não sinalizados pelo órgão ou entidade executivos de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre o local.

Segundo Araújo (2007) nem sempre é fácil classificar as vias apenas pela observação de sua engenharia ou localização, visto que é importante o órgão responsável divulgar sua classificação que considera adequada, em relação às vias sob sua área de atuação.

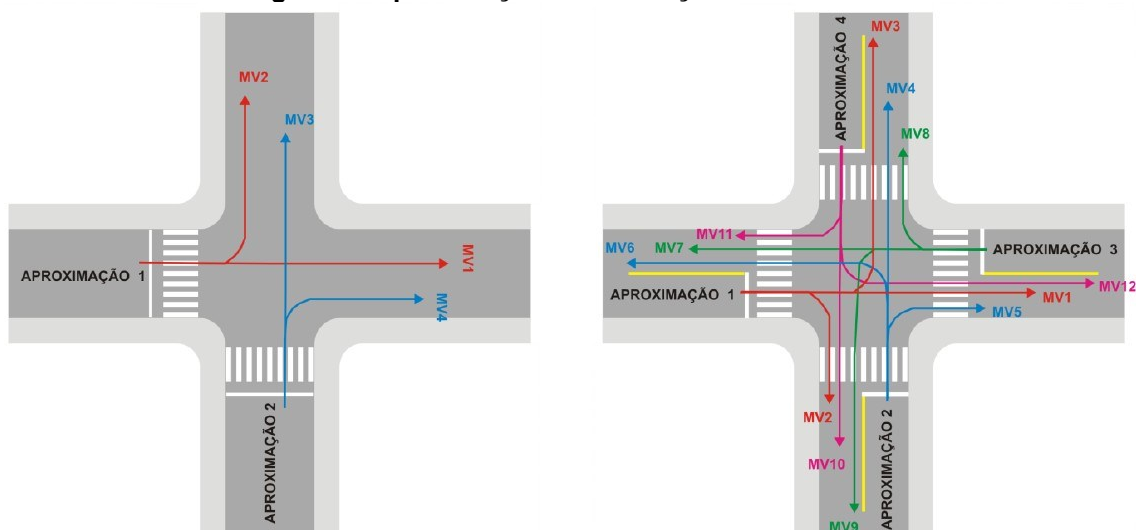
2.2 INTERSEÇÕES

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2010, p.168), intersecção é todo cruzamento, bifurcação, encontro ou separação de duas vias ou mais. Essas intersecções apresentam subdivisões, que iremos elencar nesse trabalho. Neste trabalho será utilizado o conteúdo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura do Transporte)

para elencar e definir de forma breve essas intersecções e posteriormente movimentos (DNIT, 2005).

Com a centralização das atividades de trabalho, a necessidade do deslocamento humano tem crescido, levando também a um aumento da frota veicular. Com isso, aumenta-se a demanda por estudos e adaptações de tráfego em vias e intersecções onde são observados conflitos de trânsito e congestionamentos. Para iniciar uma análise de trânsito, é necessário o entendimento sobre os tipos de movimentos existentes em intersecções. O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica define movimento como a identificação do fluxo de veículos que tem a mesma origem e destino ou pedestres que se deslocam na mesma direção, mas não necessariamente no mesmo sentido (DNIT 2005).

Figura 3 - Aproximação de intersecções.



Fonte: DNIT (2005).

2.2.1 Intersecção em Nível

A definição de intersecção em nível é bem simples e consiste em todo cruzamento em que existam duas ou mais vias, que estejam no mesmo nível, e que se unirão (DNIT 2005).

2.2.2 Interseção em Níveis Diferentes

Define-se interseção como a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam. As interseções são classificadas em duas categorias gerais, conforme os planos em que se realizam os movimentos: interseções em nível e interseções em níveis diferentes. As interseções constituem elementos de descontinuidade em qualquer rede viária e representam situações críticas que devem ser tratadas de forma especial. O projeto de interseções deverá assegurar circulação ordenada dos veículos e manter o nível de serviço da rodovia, garantindo a segurança nas áreas em que as suas correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes, internas ou externas (DNIT, 2005).

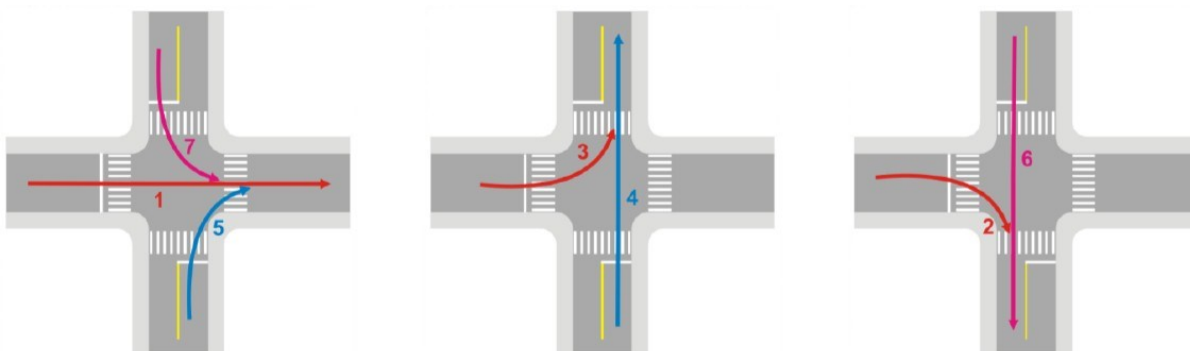
2.2.3 Movimento em Interseções

Movimentos em interseções consistem na manobra do veículo para trafegar em segurança e seguir a direção recomendada para que haja segurança para os participantes. Esses movimentos podem ser divididos em convergentes, divergentes, interceptantes e não-interceptante (DNIT,2005).

2.2.3.1 Movimentos Convergentes

Quando as trajetórias dos veículos de duas ou mais correntes se juntam para formar uma única. Para a execução desse movimento é preciso regular o direito de passagem dos veículos que convergem, ou então, que os veículos de uma corrente esperem que ocorram intervalos adequados na outra para nela se inscreverem (DNIT,2005).

Figura 4 - Movimentos convergentes.



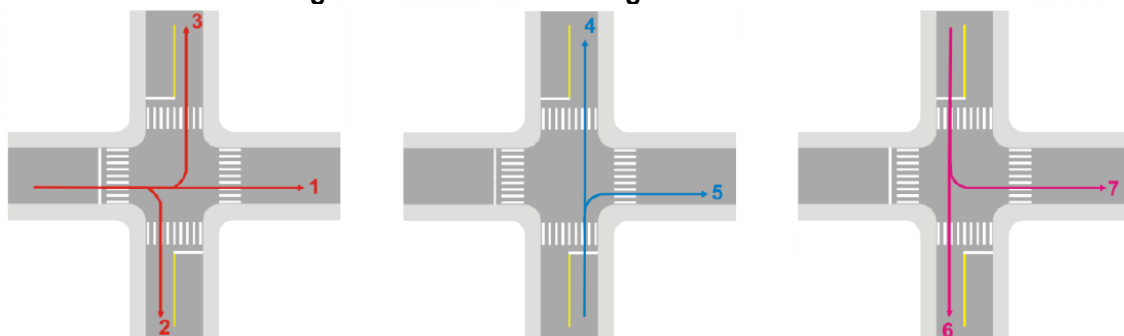
Fonte: Contran (2014).

2.2.3.2 Movimento Divergente

Quando os veículos de uma corrente de tráfego se separam e formam trajetórias independentes. É um movimento simples quando os veículos que divergem são livres para efetuar essa manobra, não tendo que aguardar oportunidade adequada (brechas em corrente oposta) ou reduzir significativamente suas velocidades, trajetórias de saída com raios pequenos, faixas de trânsito acanhadas ou com pavimento de baixa qualidade (DNIT, 2005).

Esse movimento é ilustrado na Figura 5 (CONTRAN, 2014).

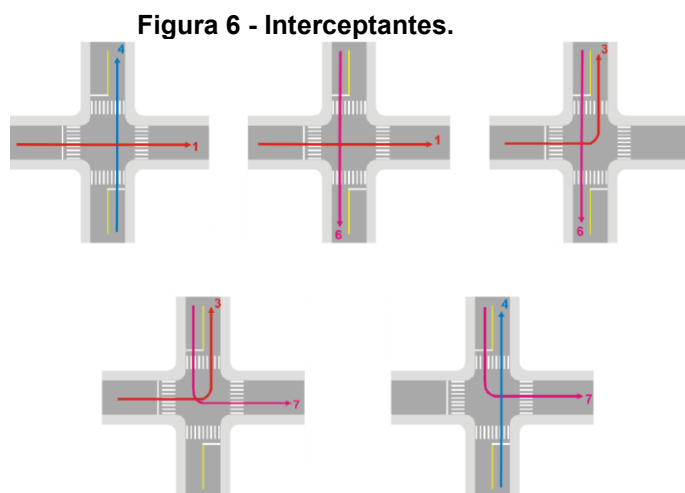
Figura 5 - Movimento divergente.



Fonte Contran (2014).

2.2.3.3 Movimentos Interceptantes

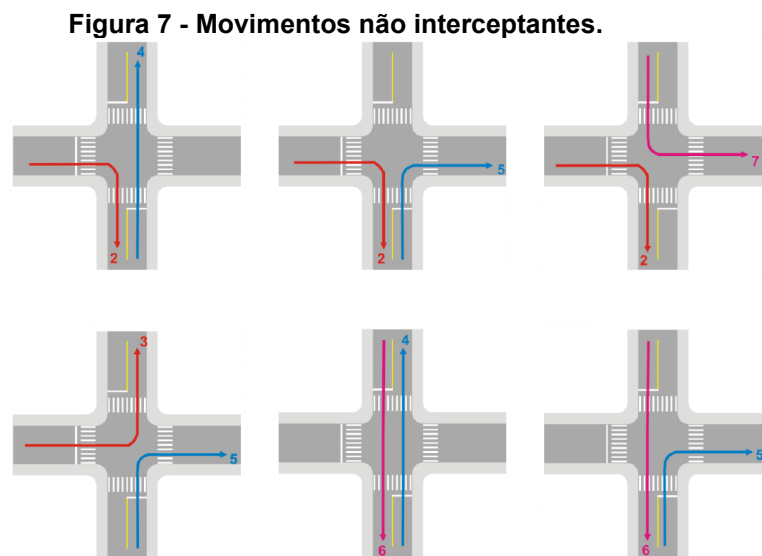
Já no movimento interceptante é caracterizado pela existência de veículos oriundos de aproximações diferentes e que, em algum momento, se cruzam na área de conflito, como ilustrado na figura 6 (DNIT, 2005).



Fonte: Contran 2014.

2.2.3.4 Movimentos Não-interceptantes

São denominados movimentos cujas trajetórias não se interceptam nem convergem em nenhum ponto da área de conflito (DNIT, 2005).



Fonte: Contran (2014).

2.3 SINALIZAÇÃO

Sinalização, segundo o DNIT (2010) consiste na utilização de meios para sinalizar vias, caminhos, estradas, calçadas e demais pontos que envolvam veículos, pedestres ou agentes participantes no trânsito. Essa sinalização deve prezar pela segurança de todos, oferecendo tempo e compreensão para que os agentes tenham tempo de tomar decisões que visem garantir a segurança numa via.

Nesse sentido, traremos de forma breve esses tipos de sinalização, definindo e trabalhando alguns exemplos práticos. Para isso, elencaremos suas subdivisões.

2.3.1 Sinalização Vertical

É a sinalização num mesmo campo visual, de fácil compreensão e localizada sobre a via ou em algum ponto das margens da mesma. Essa sinalização pode ser de advertência, aviso, manutenção, educativa e com demais mensagens acerca da segurança e de operações que podem acontecer. Também deve estar em um fácil acesso, fornecendo tempo e condição do condutor reagir sob determinado contexto (DNIT, 2010).

2.3.2 Sinalização Vertical de Regulamentação

Esse tipo de sinalização consiste em orientar acerca de regras, proibições, restrições ou qualquer regulamentação que acometa a via ou determinado trecho. Geralmente a desobediência desse tipo de sinalização acarreta uma infração de trânsito (ABC, 2018).

2.3.3 Sinalização Vertical de Advertência

Consiste em um aviso prévio sobre uma condição, intervenção ou qualquer problema na via num espaço ou distância. Ao advertir o condutor, pode prevenir e garantir a segurança para a passagem naquele determinado local (ABC, 2018).

2.3.4 Sinalização Vertical de Educação

Essa sinalização tem o objetivo de educar, passar algumas recomendações para que o condutor siga o caminho em segurança. Outro objetivo é despertar consciência através de exemplos, instigando a reflexão de quem as lê. As placas desse tipo de sinalização geralmente são as cinzas claro (ABC, 2018).

2.3.5 Sinalização Vertical de Indicação

Tem a função de indicar a direção para qual o condutor deve seguir no caminho pré-determinado. Além disso, também serve para sinalizar outros aspectos como distância, fiscalização, locais para parada e até mesmo de educar (ABC, 2018).

2.3.6 Sinalização Horizontal

Sinalização horizontal consiste em marcar, advertir e sinalizar de maneira geral no mesmo plano da pista. Geralmente são pinturas no pavimento, assim como outros materiais que tenham a função de informar ou alertar acerca do tráfego naquela via. Um exemplo prático desse tipo de sinalização são as faixas de pedestres, que recomendam a travessia naquele local (ABC, 2018).

2.3.7 Marcas Longitudinais

São marcas na própria via que indicam a separação dos sentidos para onde da pista devem seguir. Colocadas entre as pistas, separam a direção do fluxo. Podem ser diferentes de acordo com o contexto da pista, podendo indicar se pode ou não haver ultrapassagem ali, por exemplo (CONTRAN, 2014).

2.3.8 Marcas Transversais

São marcas colocadas no meio da pista, que ficam em um bom campo de visão para o condutor. Geralmente atravessam de um lado para o outro da mesma mão, podendo conter as mais diversas mensagens educativas e de orientação no geral (CONTRAN, 2014).

2.3.9 Marcas de Canalização

Comumente conhecidas como faixas zebreadas, as marcas de canalização servem como orientação para os condutores na via. Outra função é mostrar onde se pode ou não circular, limitando também o fluxo em determinados locais (CONTRAN, 2014).

2.3.10 Marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou estacionamento

Servem de controle em áreas que a circulação ou o estacionamento podem ser restritos ou regulamentados. Além disso, essas marcas no pavimento podem orientar sobre as regras de circulação em determinada localidade (CONTRAN, 2014).

2.3.11 Inscrições no Pavimento

Esse tipo de sinalização tem o objetivo de alertar para as condições da via, assim como sobre o local que pode ser travessia de pedestre. Sinalizado horizontalmente por quase toda a largura da mão, auxilia na tomada de decisões acerca de um possível problema naquele local (CONTRAN, 2014).

2.4 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Para o DNIT (2010), a sinalização semafórica é aquela eletrônica, que controla o fluxo de um cruzamento ou de travessia de pedestres de um determinado local. A sua aplicação prática deve seguir alguns cuidados e critérios, avaliando não só o fluxo, mas todo o entorno de onde será instalado. De forma objetiva, o documento do DNIT salienta:

A sinalização semafórica, adequadamente localizada e operada, constitui-se em valioso instrumento para o controle, fluidez e a segurança do tráfego de veículos e de pedestres. A sua utilização em rodovias deve, no entanto, ser analisada com muito cuidado, tendo em vista as características do tráfego rodoviário, não só no que diz respeito à velocidade, mas também no que se refere à composição do tráfego, especialmente no caso das rodovias brasileiras, onde, via de regra, é bastante significativa a participação de veículos pesados. (DNIT, 2010, p.269).

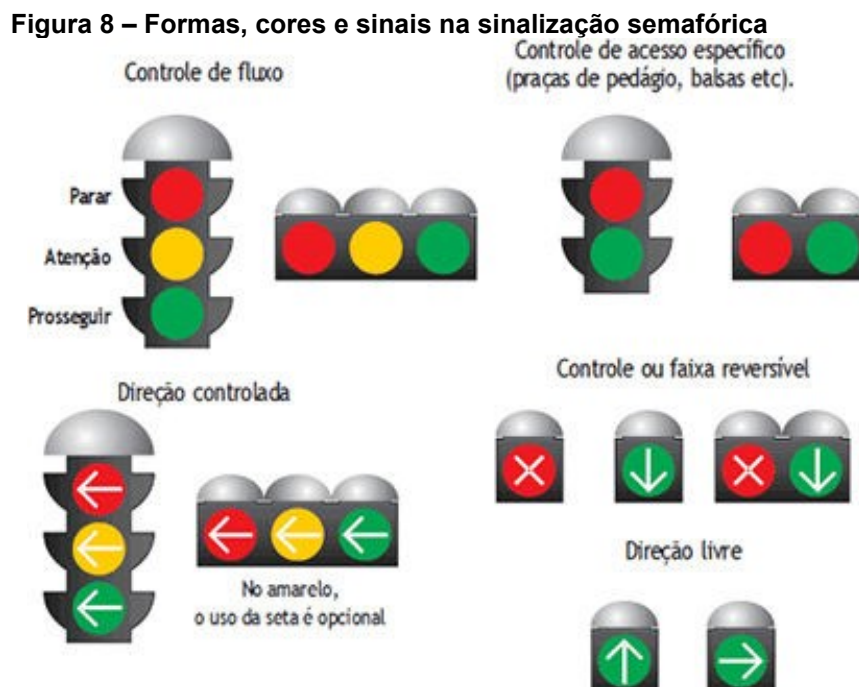
2.4.1 Formas, cores e sinais

Entre formas e cores na sinalização de trânsito, observamos algumas diferenciações para que o condutor, pedestre e demais agentes tenham uma maior facilidade para se orientar acerca das condições das vias (DNIT, 2010, p.271).

Cada cor representa uma função da sinalização em questão. O verde significa siga, sendo uma maneira mais segura de avançar diante dum cruzamento. Essa cor também pode sinalizar em uma via que exista um fluxo maior de pedestres, como em uma escola por exemplo (vale para outras cores também). O sinal amarelo indica atenção, pois se abre durante a transição entre o verde e o vermelho. Por fim, o vermelho indica parada obrigatória (DNIT, 2010, p.273).

Além da sinalização por cores, existem os semáforos de advertência, geralmente muito chamativos, que indicam sinalização de advertência sobre algo que possa vir na pista naquela via.

A Figura 8 ilustra as formas, cores e sinais da sinalização semafórica.



Fonte: Scielo 2020.

2.4.2 Tipos de Semáforos

Existem dois tipos de semáforos. O primeiro é o de veículos, como citado anteriormente. Consiste em controlar o tráfego dos automóveis. O segundo é o de pedestre, que dialoga com o primeiro e que controla o fluxo dos pedestres. O bom diálogo dos dois garante o máximo de segurança possível tanto para o motorista como para quem transita de outras formas nas vias.

2.4.3 Sinalização Semafórica de Regulamentação

Esse tipo de sinalização é basicamente para o controle do fluxo, seja ele de pedestres, veículos, ciclistas e demais agentes que estão numa via. Pode constituir esse tipo de sinalizações eletrônicas e luminosas, facilitando a orientação do tráfego naquele local. 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, sendo de dois tipos: regulamentação (para controle de fluxos de pedestres e de veículos) e de advertência (ARAUJO,2011).

2.4.4 Sinalização Semafórica de Advertência

O subsistema de sinalização semafórica é composto, basicamente, de um conjunto de indicações luminosas (semáforo ou grupo focal), fixado ao lado da via ou suspenso sobre ela, e dispositivo eletromecânico ou eletrônico (controlador) responsável pelo acionamento dessas indicações luminosas. Em situações específicas, tais como uso de dispositivos de detecção do tráfego, equipamentos de fiscalização não metrológicos e centrais de controle em área podem ser associados à sinalização semafórica de regulamentação (ARAUJO,2011). Segundo o autor, a operação da sinalização semafórica deve ser contínua e criteriosamente avaliada quanto à sua real necessidade e adequação de sua programação.

Há a obrigatoriedade de se realizar estudo para definir a necessidade da implantação da sinalização semafórica e, posteriormente, avaliar a sua eficácia, sendo que, antes de decidir pela sua implantação, deve ser avaliada sua efetiva necessidade, considerando a viabilidade da adoção de outras medidas alternativas, como definição da preferência de passagem, remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade, melhoria na iluminação, entre várias outras (ARAUJO,2011).

2.4.5 Critérios para a Implantação da Sinalização Semafórica

Existem alguns critérios para a implementação semafórica nas vias do Brasil. O primeiro a se observar é o fluxo e volume mínimo. Segundo o DNIT (2010), esse número mínimo depende de quantas pistas, localização e tipo de via.

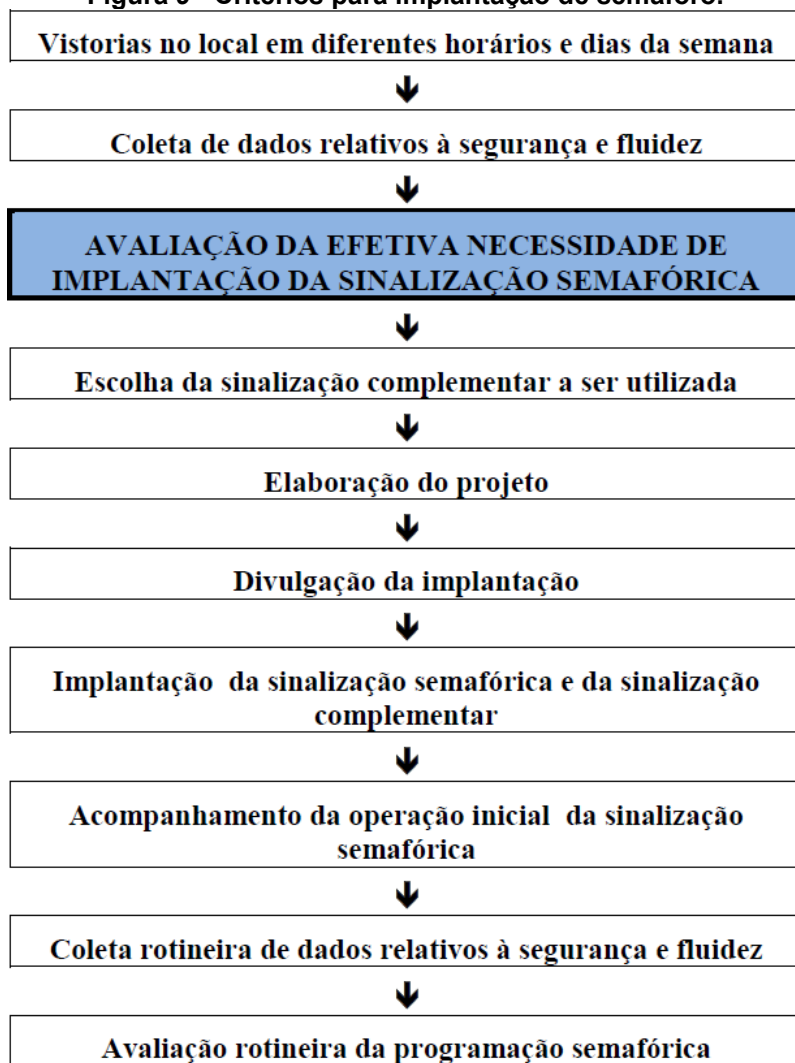
Numa via principal com duas faixas ou mais, o mínimo de veículos para a implementação de semáforo é de 600 por hora. Esse número cai para 150 numa via secundária para uma faixa. Numa via secundária com duas faixas ou mais, o número é de 200 veículos por hora. Qualquer indicação de um fluxo maior para os tipos de via acima citados, deve se considerar a implementação de sinalização semafórica.

O Conselho Nacional de Trânsito recomenda, por meio do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014), que sejam observadas algumas possíveis soluções alternativas para a resolução de conflitos em interseções anteriores à implementação de semáforo, que podem ser:

- Melhoria da visibilidade por meio da remoção de obstáculos;
- Definir preferências de passagem;
- Melhorar iluminação;
- Adequação dos mecanismos de sinalização;
- Proibição do estacionamento;
- Adequações de geometria;
- Implantação de refúgios para pedestres etc.

O CONTRAN (2014) exige a verificação da necessidade e efetividade de uma implementação semafórica seguindo o critério da Figura 9.

Figura 9 - Critérios para implantação de semáforo.

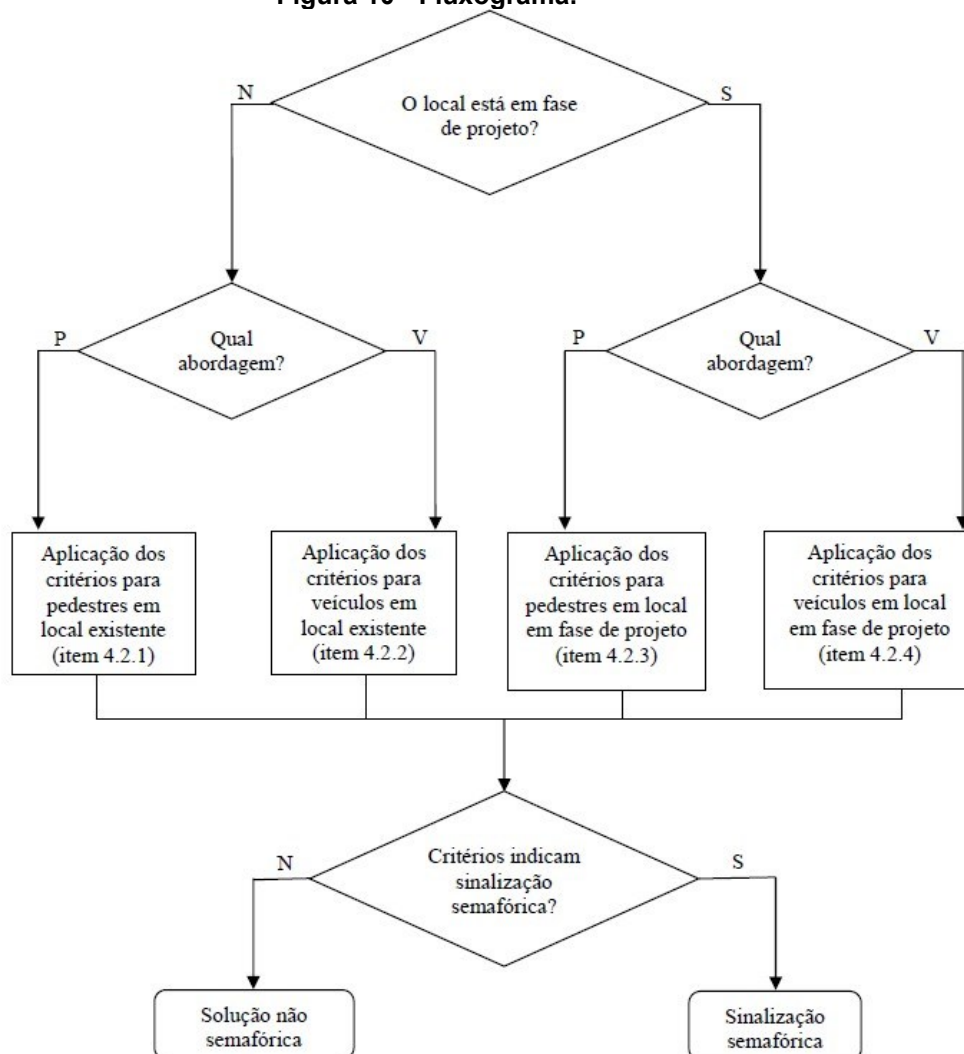


Fonte: Contran (2014).

2.4.6 Critérios de Estudos em Locais Existentes: Abordagem de Veículos

O aspecto inicial a ser observado, anteriormente a qualquer estudo, é se a interseção está em fase de projeto ou não. A partir desta constatação, a abordagem principal do estudo se diferencia. O fluxograma da Figura 10 apresenta um panorama geral dos estudos a serem desenvolvidos na análise. Segundo CONTRAN (2014), é fundamental observar ainda qual será o usuário prioritário da interseção, se veículo ou pedestre.

Figura 10 - Fluxograma.



Legenda: S=Sim; N=Não; V= Veículo; P= Pedestre

Fonte: Contran (2014).

Segundo CONTRAN (2014), essa abordagem de veículos também é um fator de análise. Aí se adota critérios para cada realidade. Por exemplo: ao atravessar um rio, a sinalização deve considerar também a balsa. Isso vale pra cancelas de pedágio e as demais abordagens. Cada aspecto será avaliado de acordo com a particularidade.

2.5 PESQUISAS DE TRÁFEGO

As pesquisas de tráfego possuem o objetivo de estabelecer critérios para possíveis medidas e para estabelecimentos de leis e políticas de trânsito que contemplem todos os agentes. Para isso, existem contagens e parâmetros para que sejam estabelecidos pontos de partida acerca de estudos sobre planejamento das condições de transporte de uma região.

Nesse sentido, existem alguns critérios a serem levados em conta para esse tipo de análise e o principal são as contagens. O DNIT no seu Manual de Tráfego (2006) define essa pesquisa como levantamento de dados, sejam por observações ou entrevistas. As entrevistas podem elencar características do local, assim como outros fatores subjetivos da população que ali faz parte do trânsito. Na observação o pesquisador deve apenas elencar características tanto físicas como subjetivas, com a mínima interferência possível (DNIT, 2006, p.101).

2.5.1 Contagens Volumétricas

As contagens volumétricas visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa unidade de tempo. Essas informações serão usadas na análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, no dimensionamento do pavimento, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias (DNIT, 2006).

2.5.2 Contagens Manuais

Contagem manual é feita quando não se tem condições de fazer de outras formas, como a mecânica ou por radar. Geralmente usada também em vias de pequeno fluxo, podendo usar aparelhos operados manualmente. O uso é geralmente para contar pequenas quantidades de veículos, pedestres e outros meios de transporte que estejam em volumes pequenos.

2.5.3 Contagem Automática

Este método é utilizado em casos em que a contagem manual não é possível ou se torna muito onerosa. Há uma grande variedade de métodos, cada um com suas vantagens e desvantagens, assim como limitações. Muitos dos equipamentos a serem utilizados dependem do tipo de medição que se deseja obter e da existência ou possibilidade de desenvolver uma estrutura adequada ao contador (PennDOT, 2017).

2.5.4 Contagens em Interseções

Também chamada de Contagens em Movimentos de virada, essa modalidade visa levantar dados para trabalhar com projetos de alterações na via. Sejam passagem de tubulações ou outra intervenção física, sejam análises sobre número de acidentes, esse tipo de contagem serve para preparar a via para alguma intervenção no ponto de cruzamento (GOLDNER, 2016).

2.5.5 Tratamento de Dados

Segundo VASCONCELOS 1982, o Instituto de Engenheiros de Transportes dos Estados Unidos define a Engenharia de Tráfego como uma das vertentes da engenharia de transportes ligada ao planejamento, e operações de tráfego de estradas e vias urbanas, visando obter movimentação segura e eficiente de pessoas e mercadorias (Vasconcelos, 1982).

Ainda segundo Scaringella (2001), nos últimos anos vem sendo discutido o futuro colapso do trânsito e, por esse motivo, estudos apontam maneiras de aperfeiçoamento na parte de aumento da rede viária, relacionando sua questão de tempo semaforico e a utilização de *software* para simulação vem sendo cada vez mais utilizados.

Segundo o autor Xexéo *et al.* (2017), as contagens de tráfego, através de contagem volumétrica classificatória (CVC) e pesquisa de origem e destino (OD), são

componentes essenciais para análise de tráfego rodoviário e seu desenvolvimento requer uma disponibilidade considerável de recursos.

A partir da CVC pode ser determinado o volume de tráfego da via sob estudo. De acordo com o manual do DNIT/ IPR (2006), o volume do tráfego, ou fluxo de tráfego, é definido pelo número de veículos que passam por determinada faixa ou via, em um determinado intervalo de tempo, tendo esta como usual unidade de medida, veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

O Volume Médio Diário (VMD) é uma unidade de medida que melhor representa a utilização ou o serviço prestado na via e é calculado pela média dos veículos que circulam durante um intervalo de 24h em um trecho da via.

As seguintes medidas de volume médio diário: Volume Médio Diário Anual (VMDa), Volume Médio Diário Mensal (VMDm), Volume Médio Diário Semanal (VMDs) e o Volume Médio Diário em um Dia da Semana (VMDd). Estas medidas utilizam a unidade de veículos/dia (vpd).

Segundo o DNIT (2010), o volume de tráfego é classificado em escalas cíclicas de variações, sendo mensurado ao longo do tempo. Estas variações podem ser sazonais, das quais processam mensalmente ao longo do ano; diária, que ocorre ao longo da semana; variação horária ao longo do dia ou; variação dentro de uma hora. Dentro da variação diária, consta a definição de horário de pico, que é o maior volume de veículos observado em uma hora.

2.6 ROTATÓRIAS

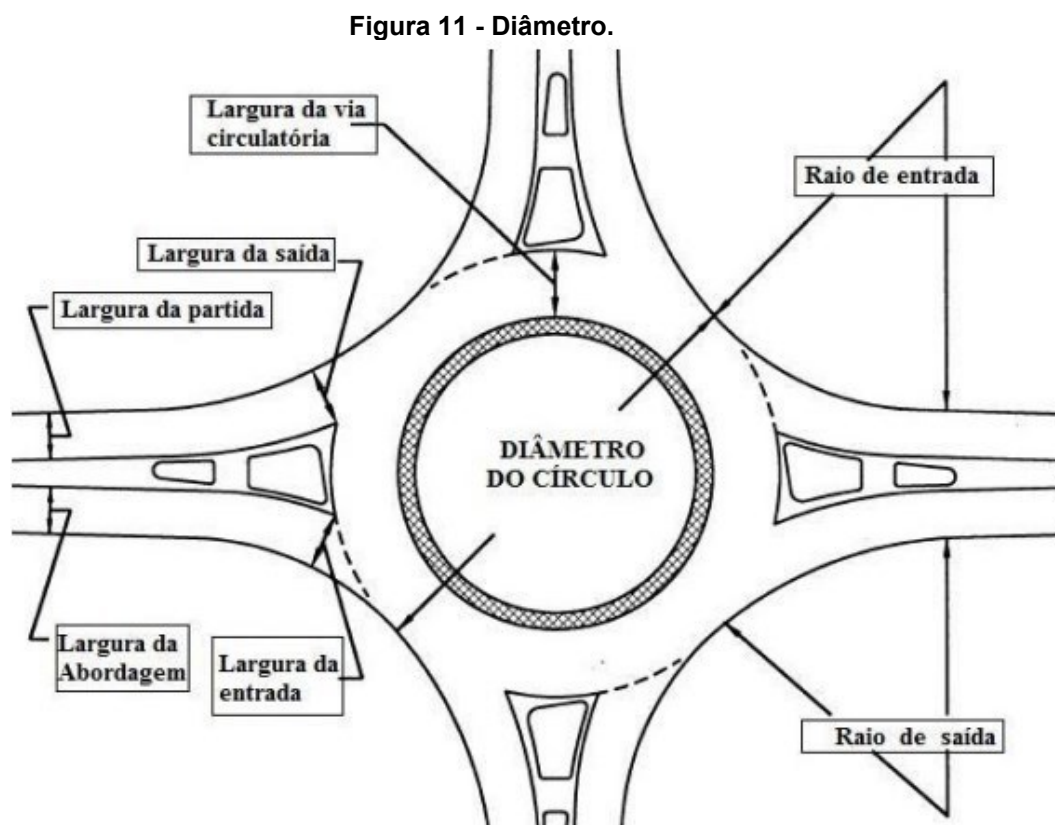
2.6.1 Critérios para a implantação de rotatórias

As rótulas ou rotatórias são definidas pelo Manual de projeto de Interseções do DNIT como um “[...] sistema de circulação de mão única em torno de uma ilha central, com acesso controlado por sinalização vertical ou marcas no pavimento, indicando a necessidade de dar preferência ao tráfego que se aproxima” (BRASIL, 2006, p.131).

Como vantagem das rotatórias, pode-se citar a pouca demora nos períodos de pico, a dispensa de manutenção especializada e sua grande capacidade de fluidez.

Devido a esses fatores, são principalmente indicadas em cruzamentos com mais de quatro acessos (BRASIL, 2006, p.131).

Segundo Robinson (2000), para a análise operacional de uma rótula é necessário definir as dimensões que determinaram seu design, os quais são mostrados na Figura 11.



Fonte: Robinson (2000).

As dimensões apresentadas na Figura 11 são definidas por Robinson (2000) da seguinte forma:

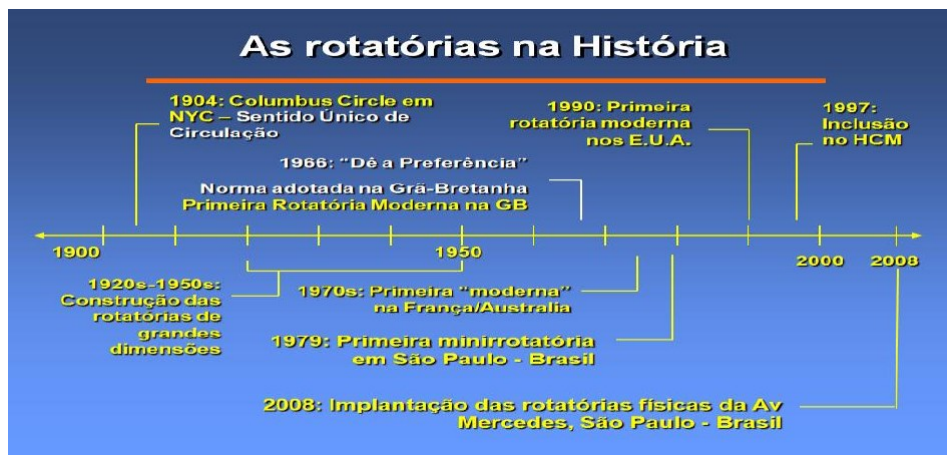
- Diâmetro do Círculo: é o parâmetro básico usado para definir o tamanho da rotatória e medido entre as bordas externas da faixa circulatória.
- Largura da via circulatória: define a largura da via para os veículos circularem ao redor da ilha central. É medida com a largura da borda externa da rua e a ilha central.
- Largura da abordagem: é a largura da rua usada para abordar a montante do tráfego em qualquer mudança associada a largura da rotatória. A largura da abordagem geralmente não é maior que a metade do total da largura da rua.

- Largura da partida: é a largura da rua usada para a partida do tráfego. Geralmente menor ou igual a metade do total da largura da rua.
- Largura da entrada: define a largura da entrada que se encontra com o círculo central. É medida perpendicularmente da extremidade direita da entrada ao ponto de interseção da linha da borda esquerda e do círculo central.
- Largura da saída: define a largura da saída que se encontra com o círculo central. É medida perpendicularmente da extremidade direita da saída ao ponto de interseção da linha da borda esquerda e do círculo central.
- Raio de entrada: raio mínimo de curvatura de entrada que segue o meio fio da calçada
- Raio de saída: raio mínimo de curvatura de saída que segue o meio fio da calçada.

De acordo com o Manual de interseções do DNIT, alguns fatores de projeto que podem tornar a rotatória perigosa são os “[...] ângulos de convergência muito agudos, rotatórias não circulares, sinalização mal projetada ou localizada, rampas fortes ou ainda, baixo coeficiente de atrito nas proximidades” (BRASIL, 2006, p.131).

Na década de 60, adotaram uma nova regra de utilização, na qual o fluxo entrante daria prioridade ao fluxo circulante, a regra do “DÊ A PREFERÊNCIA” ou “PARE”. Dessa forma o fluxo entrante ficou controlado pela habilidade do motorista em detectar brechas no fluxo circulante eliminando congestionamentos no interior da rotatória. Tal situação aumentou a capacidade das rotatórias que começaram a ser chamadas de Rotatórias Modernas. Este tipo de rotatória é muito comum na Inglaterra, Irlanda, Marrocos, Austrália, Dinamarca, França, Portugal, dentre outros países. A metade delas se encontra na França, número superior a 30 mil em 2008. Os EUA tiveram a sua primeira rotatória deste tipo em 1990 na cidade de Summerlin, Nevada (BRASIL, 2006, p.131).

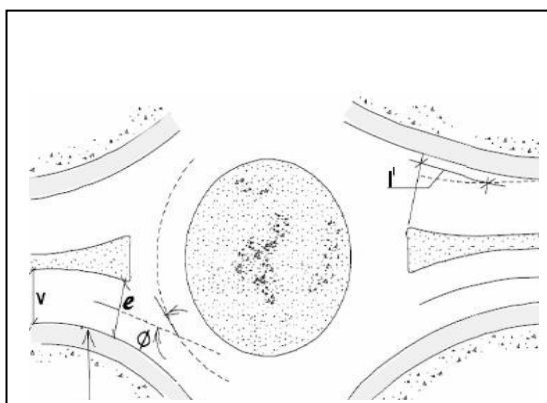
Figura 12 - Cronologia da evolução tecnológica das rotatórias.



Fonte: Ivo Lopes (2016).

Estudos demonstram que o registro de sinistros numa rotatória e o seu nível de capacidade estão diretamente relacionados com a geometria presente na entrada do cruzamento. Uma especial importância deverá ser dada a concepção da geometria da entrada da rotatória que, sem dúvida alguma, influencia o desempenho global da interseção. Para largura efetiva (e) de entrada recomenda-se utilizar valores compreendidos entre 4 e 12m, podendo em condições excepcionais atingir 15m. Já a largura mínima da faixa recomendada é de 3m (RIBEIRO, 2021)

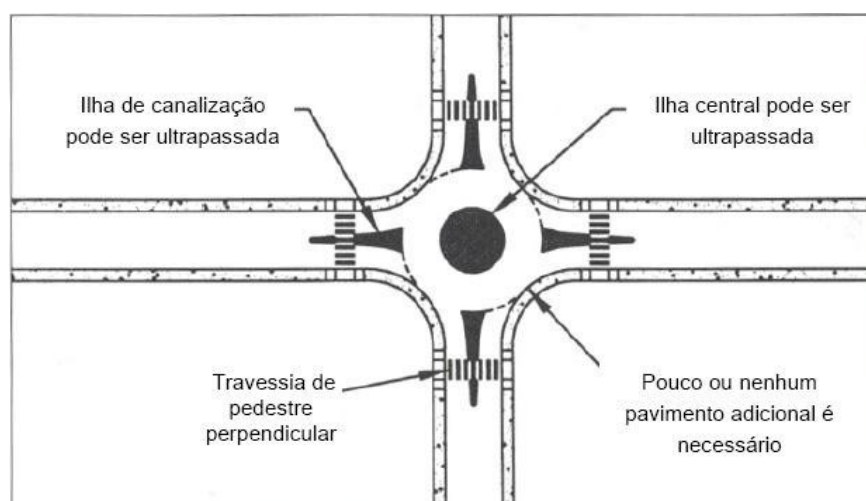
Figura 13 - Rotatória.



Fonte: Silva *et al.* (2017).

A seguir, apresenta-se uma classificação mais precisa sobre os tipos de rotatórias, segundo o FHWA, Roundabout an Informational Guide (2000): Mini-rotatória: são rotatórias pequenas construídas em ambientes urbanos (Figura 14). Devido ao seu pequeno tamanho, os veículos largos ao realizarem movimentos de

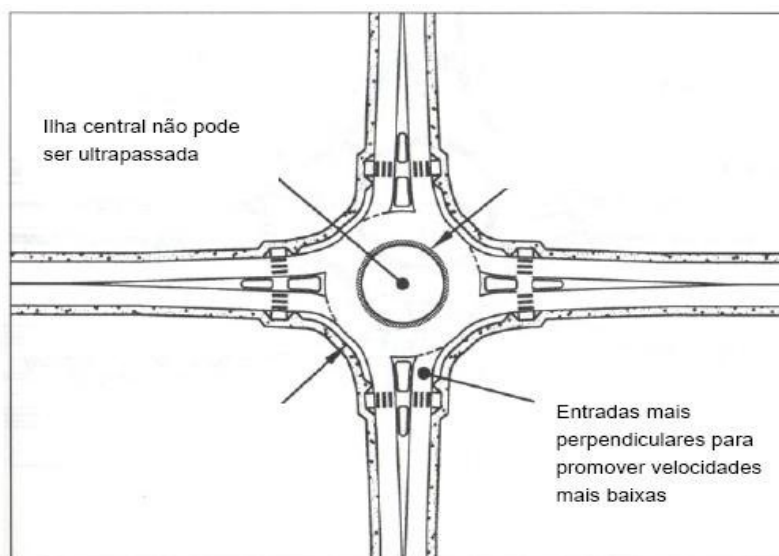
conversões podem passar sobre a ilha central. Contudo, as minis rotatórias são projetadas para acomodar os automóveis exigindo que os motoristas conduzam os veículos em torno da ilha central. O controle de velocidade é realizado pelos motoristas ao contornarem a ilha central. Ela pode ser útil em ambientes urbanos com baixas velocidades e volumes em casos em que há impedimentos na utilização de rotatórias convencionais. Apresentam uma ilha com um diâmetro variando entre 1 e 4 metros, podendo apresentar uma ilha construída em material semelhante ao da rodovia onde está ou apenas desenhada com tinta. São relativamente baratas porque geralmente exigem pavimento adicional mínimo na sua construção. A capacidade esperada por esse tipo de rotatória é muito semelhante à capacidade das rotatórias urbanas compactas.



Fonte: Adaptada de Federal Highway Administration – FHWA , 2020.

Rotatórias s urbanas compactas: são caracterizadas por apresentarem o diâmetro do círculo inscrito na interseção variando entre 30 e 37 metros. Apresentam uma ilha central relativamente elevada não permitindo que os veículos passem sobre a ilha. Este tipo de rotatória é desejada por ciclistas e pedestres, pois a configuração de suas aproximações faz com que as velocidades dos veículos sejam baixas fazendo o direito de distinção na entrada e na saída do anel de circulação. O principal objetivo deste projeto é permitir ao pedestre uma eficaz segurança no uso da interseção.

Figura 14 - Rotatória urbana compacta



Fonte: FHWA, adaptada.

Rotatória Urbana com uma faixa de tráfego: este tipo de rotatória é caracterizada por ter uma faixa de tráfego em todas as aproximações e uma única faixa no anel de circulação. São diferenciadas das rotatórias urbanas compactas por apresentarem um diâmetro do círculo inscrito entre 37m e 45 m, e suas entradas e saídas são postadas tangencialmente em relação ao anel de circulação, o que aumenta sua velocidade de operação. O projeto geométrico permite que as ilhas de canalização e a ilha central sejam elevadas.

Rotatória Urbana com duas faixas de tráfego: este tipo de rotatória inclui todas as rotatórias em áreas urbanas que tem no mínimo uma entrada com duas faixas por sentido. Este tipo de rotatória requer um anel de circulação maior para acomodar os veículos em movimentos. As velocidades de entrada, de circulação, e de saída são similares aquelas das rotatórias urbanas com faixa simples. Novamente, é importante que a velocidade dos veículos seja compatível com o tipo de rotatória. O projeto geométrico poderá incluir um divisor de fluxo elevado, uma ilha central também elevada.

Rotatória Rural com uma faixa de tráfego: este tipo de rotatória apresenta um diâmetro maior que as rotatórias urbanas permitindo altas velocidades na entrada, circulação e saída. Isto é possível quando pode-se garantir poucos pedestres nesta interseção atualmente e no futuro. Elas estão geralmente localizadas em ambientes que proporcionam altas velocidades. Também requerem um dispositivo de tratamento

para o controle de tráfego na aproximação, fazendo com que os motoristas desenvolvam uma velocidade compatível com a velocidade de projeto da rotatória.

Rotatória vazada: neste caso, o tráfego atravessa em uma via reta e ao seu redor existem metades de uma rótula, cujo demais tráfego circula em sentido anti-horário. Solução em que as correntes diretas da via principal atravessam a ilha central em torno da qual as demais correntes circulam. Difere de a cheia pôr a rodovia principal interromper a ilha central. Nela, perde-se o efeito de redução de velocidade provocado pela deflexão do tráfego que nela chega.

Figura 15 - Rotatória vazada



Fonte: DNIT

2.6.2 SUMO - SIMULATION OF URBAN MOBILITY

O simulador de tráfego Simulation Of Urban Mobility (SUMO) é uma fonte aberta, altamente portátil, microscópica, projetado para lidar com grandes redes. Ele permite a simulação intermodal incluindo pedestres e vem com um grande conjunto de ferramentas para a criação de cenários. É desenvolvido principalmente por funcionários do Instituto de Sistemas de Transporte do Centro Aeroespacial Alemão (DLR, 2021).

O desenvolvimento do SUMO começou no ano 2000, tendo como razão principal apoiar a comunidade de pesquisa de tráfego com uma ferramenta com a capacidade de implementar e avaliar algoritmos próprios (DLR, 2021).

A escolha da ferramenta SUMO se deve ao fato de que, diferente de outras ferramentas de simulação, é disponibilizada gratuitamente, além de possuir código aberto, que permite ao pesquisador utilizá-lo de maneira mais eficiente e de acordo com suas necessidades (KRAJZEWICZ *et al.*, 2002).

Por ser um simulador puramente microscópico, cada veículo é modelado explicitamente, tem uma rota própria e se move individualmente pela rede. As simulações são determinísticas por padrão, mas existem várias opções para introduzir a aleatoriedade (DLR, 2021).

O SUMO não é apenas uma simples ferramenta de simulação, mas sim uma aplicação completa composta por diversos pacotes com diferentes funcionalidades. Uma delas é utilizada para importar mapas reais e convertê-los para formatos que podem ser compreendidos pelo SUMO e, assim, trazer desde simples cruzamentos até uma cidade inteira para a simulação (BEHRISCH *et al.*, 2011).

2.7 NÍVEL DE SERVIÇO

De acordo com o *Highway Capacity Manual* (TBR, 2010), o nível de serviço, em inglês *level of service* (LOS), é uma estratificação quantitativa das medidas que representam a qualidade da interseção. As medidas utilizadas para a quantificação do nível de serviço são chamadas de medidas de serviço, sendo justamente os parâmetros de qualidade.

Ainda, o nível de serviço é definido pelo Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT (BRASIL, 2010, p. 37) como uma “[...] medida da qualidade das condições de operação de uma corrente de tráfego, baseada nos valores da velocidade e dos tempos de viagem, na liberdade de manobra, e nas condições de conforto e segurança”.

A classificação do nível de serviço pode ser feita em 6 categorias, representadas pelas letras do alfabeto de A à F, sendo A o melhor nível de serviço, ou seja, a melhor condição de operação, e F a pior condição.

Tabela 1 - Definições dos níveis de serviço A a F.

NÍVEL DE SERVIÇO	CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO
A	Fluxo livre
B	Fluxo razoavelmente livre
C	Fluxo estável
D	Fluxo próximo à instabilidade
E	Fluxo instável (limitado pela capacidade)
F	Fluxo forçado ou com interrupções

Fonte: Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (BRASIL, 2010).

De acordo com o TBR (2010), por motivos de custos e impactos ambientais, normalmente as interseções não são projetadas para trabalharem no nível de serviço D, E ou F durante os horários de pico. Todavia, em momentos de baixo fluxo de veículos e pedestres, uma mesma interseção pode operar no nível de serviço A.

Segundo o HCM (2010), métodos de cálculo para a determinação do nível de serviço e capacidade em vias urbanas só podem ser empregados a vias urbanas arteriais e coletoras, e não podem ser utilizados para a caracterização de vias locais (TBR, 2010).

2.8 QUALIDADE DE SERVIÇO

A qualidade do serviço descreve quão bem uma estrutura de tráfego atende os anseios e necessidades do ponto de vista dos utilizadores. A percepção de qualidade pela perspectiva dos motoristas pode levar em consideração uma série de fatores, como (TBR, 2010):

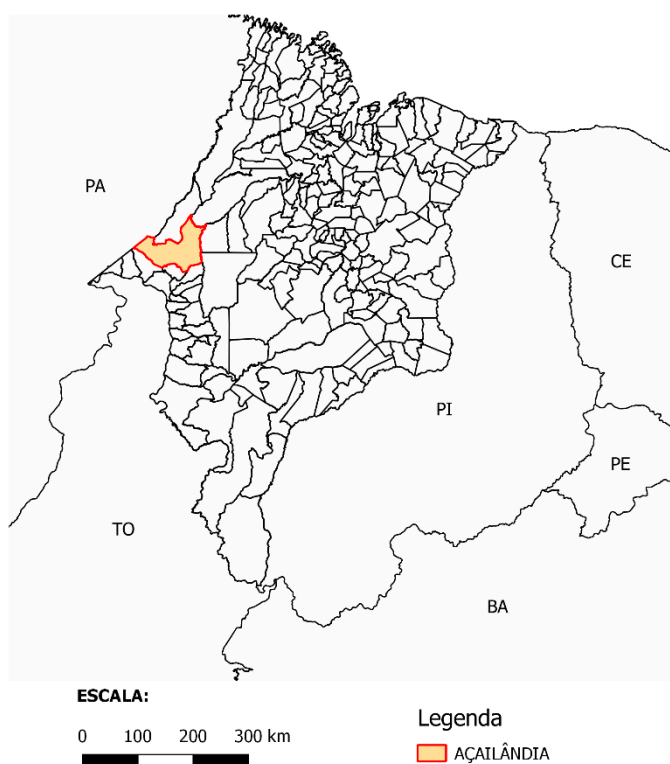
- Tempo de viagem, velocidade e atrasos;
- Confiabilidade no tempo de sua viagem;
- Número de paradas necessárias;
- Facilidade nas manobras;
- Segurança e conveniência.

A sumarização e quantificação dos fatores relevantes para a determinação da qualidade do serviço resulta em um parâmetro chamado nível de serviço. Essa quantificação pode ser feita diretamente em campo ou observando aspectos que proporcionem quantificação futura (TBR, 2010).

3 LOCAL DE ESTUDO

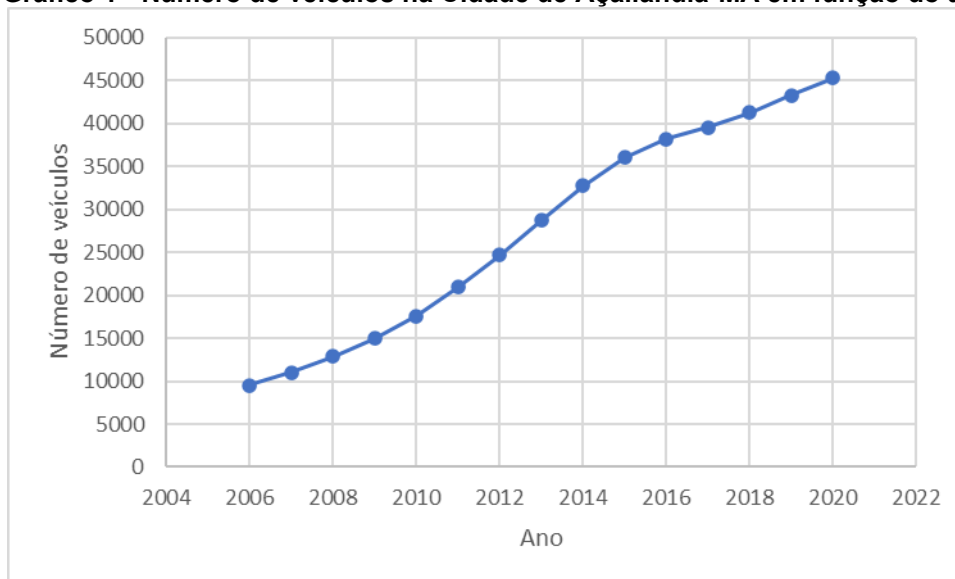
Açailândia é um município localizado no oeste do estado do Maranhão, possui as coordenadas geográficas: Latitude: 4° 57' 14" Sul, Longitude: 47° 30' 7" Oeste, faz divisa com os municípios Amarante do Maranhão (MA), João Lisboa (MA), São Francisco do Brejão (MA), Cidelândia (MA), Itinga do Maranhão (MA), Centro Novo do Maranhão (MA), Bom Jardim (MA), Bom Jesus das Selvas (MA), Rondo do Pará (PA), e Dom Eliseu (PA). A Figura 17 mostra o mapa da localização do estado do Maranhão.

Figura 16 - Mapa de localização da cidade de Açailândia no Maranhão



Fonte: Mapa do Maranhão Autor (2021).

A cidade é um importante polo agroindustrial, sendo a exportação de ferro-gusa a sua maior fonte de renda, além disso, possui o maior rebanho bovino do estado. O número de veículos em 2020 foi de 45.295 (IBGE, 2021), o Gráfico 1 mostra o histórico do número de veículos no período entre 2006 à 2020.

Gráfico 1 - Número de veículos na Cidade de Açailândia-MA em função do ano

Fonte: Autor (2021)

Segundo IBGE (2021), em 2021, a cidade possuiu uma população estimada de 113783 habitantes, uma área territorial de 5805,159 km². Seu PIB per capita em 2018 era de 23289,73.

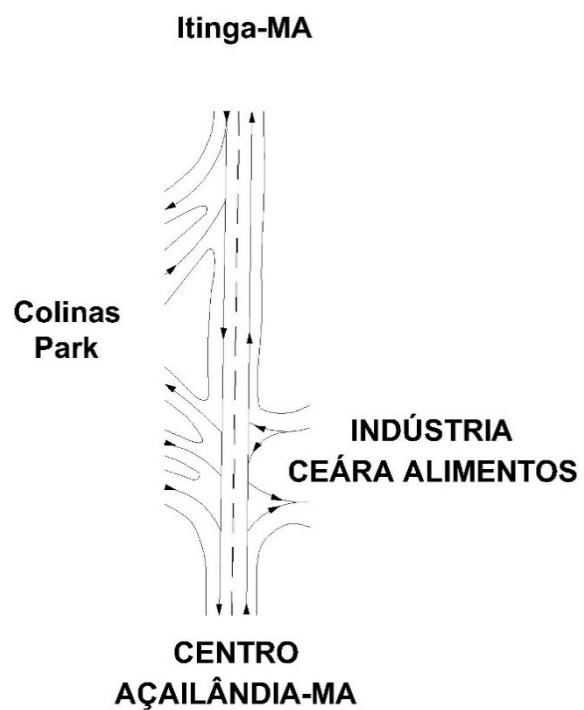
A interseção (Figura 18) a ser estudada é a entrada do loteamento Colinas Park que cruza com a BR 010, além de receber também parte da frota da BR 222.

O cruzamento dá acesso ao centro de Açailândia-MA, à cidade de Itinga-MA, ao loteamento Colinas Park e à indústria do Ceará Alimentos. A Figura 19 mostra os sentidos dos fluxos.

Figura 17 - Local de estudo.

Fonte: Google Earth adaptado (2021).

Figura 18 - Mapa de localização com sentido dos fluxos.



Fonte: Autor (2021).

4 METODOLOGIA

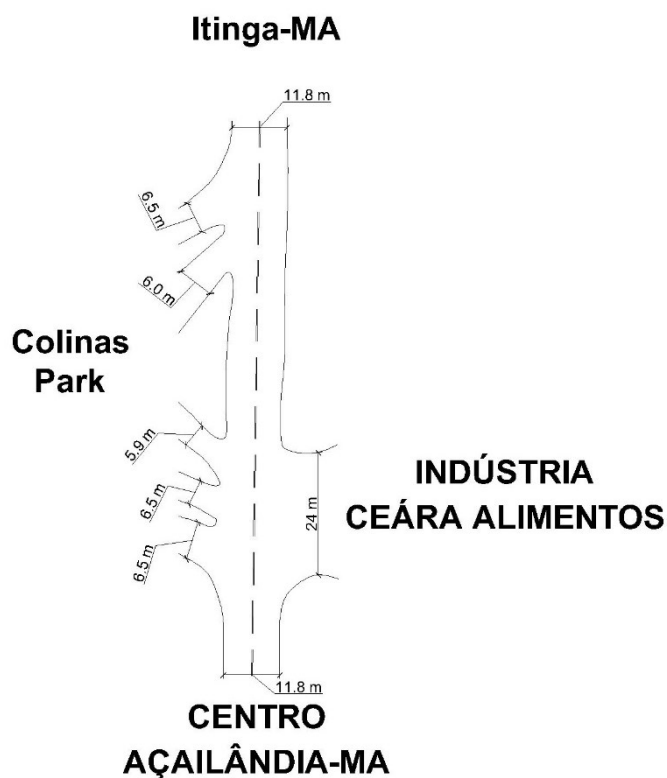
Para essa pesquisa foram seguidas as orientações do manual de estudo de tráfego do DNIT (2006), manual de projeto de interseções do DNIT (2005) e manual brasileiro de sinalização de trânsito (CONTRAN, 2014).

A pesquisa é classificada como descritiva de acordo com o objetivo geral, um estudo de caso de acordo com os procedimentos técnicos, e quantitativa de acordo com a sua abordagem.

Para a realização das análises, torna-se necessário conhecer a condição atual do local a ser estudado. Para isso, foram levantados os dados referentes ao volume de fluxo no horário de pico, a partir de métodos de contagem descritos por DNIT (2006). Foram também realizadas medições com trena no local: as medidas encontradas são mostradas na Figura 20.

Fonte: Autor (2021).

Figura 19 - Mapa das dimensões obtidas *in loco*.

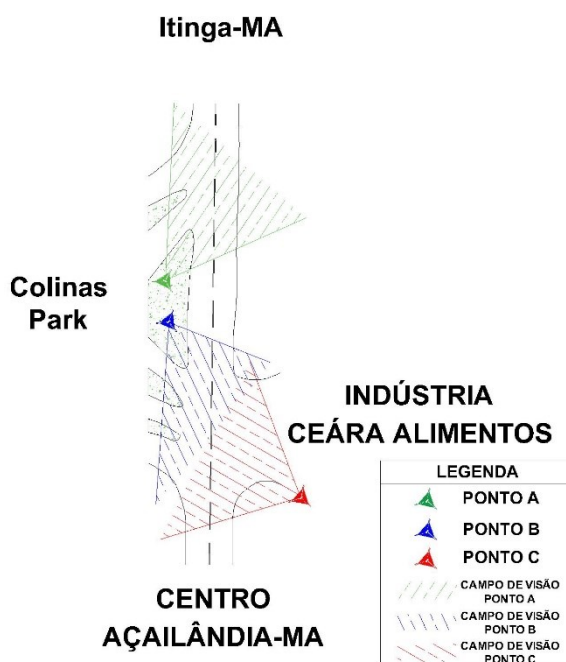


4.1 CONTAGEM DE VEÍCULOS

A contagem foi realizada com câmeras de celulares e tripés para gravação. Foram definidos 3 pontos de contagem (Figura 21) de forma a conseguir contar todas as rotas dos veículos.

Após visitas ao local, entrevista com os moradores próximos e um breve estudo do comportamento dos veículos na interseção, o dia de pico definido para contagem foi nas sextas-feiras nos horários das 16h30 à 18h30, conforme DNIT (2006). Com isso foi possível realizar a contagem nos dias 26/11/2021, 03/12/2021

Figura 20 - Pontos de contagens.



e 10/12/2021.

Fonte: Autor (2021).

Com as filmagens concluídas, os veículos foram contados e tabulados em planilhas Excel, classificando os veículos em Carros de passeio, Ônibus e Caminhões, em seguida transformados em UCP (Unidade de carro de passeio), passo fundamental.

As rotas possíveis na interseção estão definidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Rotas disponíveis no cruzamento.

Origem	Destino
Centro Açailândia-MA	Industria Ceára Alimentos
Centro Açailândia-MA	Itinga-MA
Centro Açailândia-MA	Colinas Park
Colinas Park	Itinga-MA
Colinas Park	Centro Açailândia-MA
Colinas Park	Industria Ceára Alimentos
Industria Ceára Alimentos	Itinga-MA
Industria Ceára Alimentos	Centro Açailândia-MA
Industria Ceára Alimentos	Colinas Park
Itinga-MA	Colinas Park
Itinga-MA	Centro Açailândia-MA
Itinga-MA	Colinas Park

Fonte: Autor (2021).

4.2 FLUXOGRAMA ATUAL

O Mapa de Fluxo atual da interseção foi desenvolvido a partir das contagens manuais e de cálculos realizados nas principais vias que compõem a interseção. Os dados coletados foram tabulados e convertidos para Unidades de Carro de Passeio (UCP) de acordo com os valores de fator de equivalência adequadas a cada categoria, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Fator de Equivalência.

Tipo de Veículo	VP	CO	SR/RE	M	B	SI
Fator de Equivalência	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Fonte: DNIT (2006).

Em que:

VP: representa os veículos de passeio;

CO: caminhões/ônibus;

SR/RE: são os semirreboques/reboques;

M: as motocicletas;

B: representa as bicicletas;

(SI) sem informações.

Para o caso em que se dispõe apenas de uma matriz de veículos sem classificação por tipo de veículo, adota-se o tipo “Sem Informação” (SI).

Posteriormente foi calculado o volume horário de pico (VHp) considerando a quantidade de veículos que passaram na interseção a cada hora durante todo o tempo de contagem. Assim, com o VHp determinado pode-se calcular o fator horário de pico (FHP) conforme a equação 1.

$$FHP = \frac{VHp_{m\acute{a}x}}{4 * UCP_{m\acute{a}x}} \quad (1)$$

Em que:

- FHP é o fator horário de pico;
- VHp_{máx} é o maior volume horário de pico, dentre o intervalo de contagem, em veíc/h;
- UCP_{máx} é o maior volume do período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Conforme DNIT (2006), o fator horário de pico varia entre 0,25 (fluxo totalmente concentrado em um dos períodos de 15 minutos) à 1,00 (fluxo completamente uniforme).

Assim, com a determinação do volume horário de pico para cada dia foi possível determinar qual é a hora de maior movimento na interseção.

Na sequência, calculou-se o volume médio diário (VMD) por meio da equação 2.

$$VMD = \frac{VHp}{0,125} \quad (2)$$

Em que:

VMD é o volume médio diário;

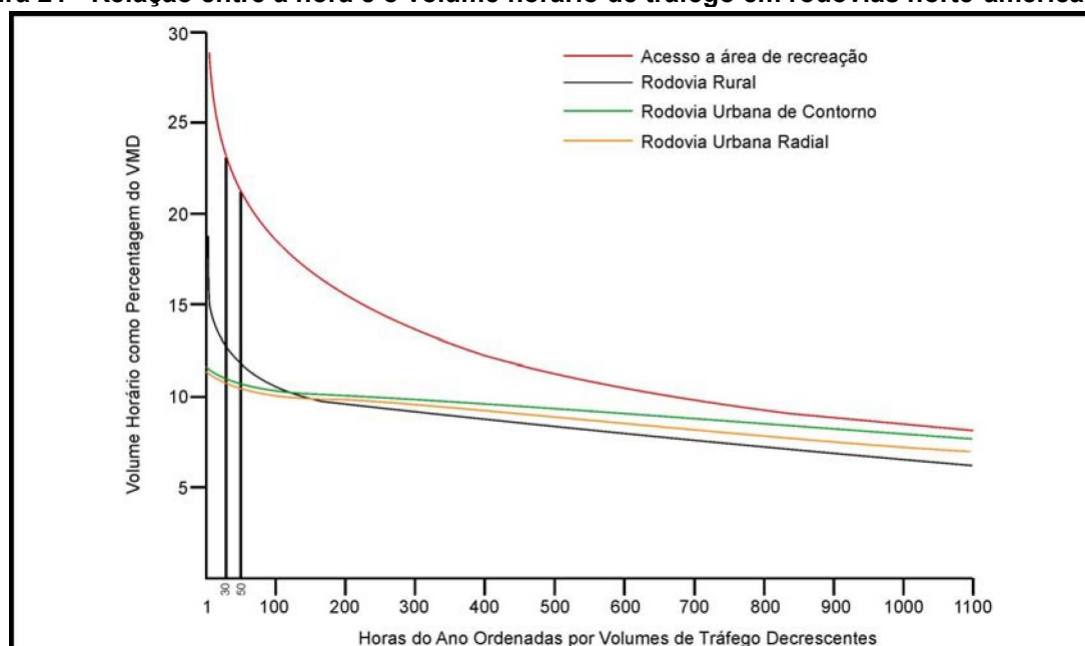
VHp é o volume horário de pico, em veíc/h.

Com base Figura 22 do Manual de Estudo de Tráfego, o Volume Horário de Pico corresponde a 12,5% do VMD, considerando o local como uma rodovia de contorno urbano.

Após a determinação do volume médio diário (VMD) na interseção, calculou-se então o volume horário de projeto atual (VHP_{atual}) (Equação 3). Em situações onde

não há disposição do projetista para contagens horárias contínuas, que envolvam um período de um ano inteiro, podemos determinar o VHP através do critério da “curva da enésima hora”. Esta curva (Figura 22) é elaborada ordenando-se de maneira decrescente todos os volumes horários anuais, apresentados em percentagem do volume médio diário (VMD), chamado de fator K. No Brasil, é sido mais permissivos na escolha do Volume Horário de Projeto, adotando-se o Volume da 50ª Hora, nos locais onde há disponibilidade de contagens mecanizadas permanentes. O valor de 8,5% do VMD, tem sido adotado como característico para rodovias rurais em que não há à disposição de informações mais precisas do comportamento do tráfego. (DNIT, 2006, p. 72).

Figura 21 - Relação entre a hora e o volume horário de tráfego em rodovias norte-americanas



Fonte: DNIT (2006).

$$VHP_{atual} = VMD * K \quad (3)$$

Em que:

VHP_{atual} é o volume horário de projeto atual;

VMD é o volume médio diário, em veíc/dia.

K = 0,085

4.3 FLUXOGRAMA FUTURO

O volume horário de projeto futuro (VHP_{futuro}) é calculado conforme Equação 4. Para essa interseção foi considerado um período de projeto para 12 anos.

$$VHP_{\text{futuro}} = t * VHP_{\text{atual}} \quad (4)$$

Em que:

- VHP_{futuro} é o volume horário de projeto futuro para um período de 12 anos.
- VHP_{atual} é o volume horário de projeto atual, em veíc/h;
- t taxa crescimento anual do tráfego.

A taxa de crescimento atual (t) é calculada através do método que consiste em um fator de crescimento, onde esse fator é calculado pela razão de dados conhecidos (BRASIL, 2006). Para esse estudo foi utilizado dados do IBGE, onde a frota de veículos era de 14.975 em 2009 e 47.507 em 2021, totalizando 12 anos, dessa forma os dados são aplicados na Equação (5).

$$t = \frac{47507}{14975} = 317,24 \% = 3,1724 \quad (5)$$

4.4 MATRIZ ORIGEM-DESTINO

Segundo DNIT (2006), é importante conhecer as origens e destinos dos veículos que chegam à interseção, de modo que seja possível determinar todos os fluxos dos diversos ramos, foi elaborado uma matriz para as duas situações em estudo, atual e futura.

4.5 MICROSSIMULAÇÃO DO TRÁFEGO




Após o levantamento de dados, foi possível criar a rede da simulação. Utilizou-se o Google Maps, conforme Figura 23, para exportar o cenário, e o NetEdit 1.12.0 disponível junto com o SUMO 1.12.0 para organizar o cenário. Como o próprio nome sugere, ele permite editar as configurações do arquivo rede (.net), possibilitando configurar a velocidade de via, número de faixas, entre outras funções. Após a configuração do .net, é necessária a criação do arquivo de rotas (.rou), onde é definido o fluxo de veículos de cada via, assim como definir os tipos de veículos que trafegam em determinada via, as características de cada veículos foram os padrões fornecidos pelo simulador, conforme Tabela 4, onde *passenger*, *trailer* e *bus* são os nomes dados para os veículos de passeio, caminhão e ônibus respectivamente.

Figura 22 - Imagem utilizada na microssimulação.



Fonte: Google Maps (2022).

Tabela 4 - Parâmetros utilizados para os tipos de veículos no SUMO

vClass (SVC)	example	shape (SVS)	length width height	minGap	a _{max} (²) accel	b(²) decel	b _e emergency decel	V _{max} ma xSpeed	seats	emissionClass (HBEFA3)	speed deviation
passenger		passenger	5 ⁽²⁹⁾	2.5m	2.6m/s ² (29)	4.5m/s ² (27)	9m/s ²	200km/h ⁽²⁹⁾	4	PC_G_EU4	0.1
			1.8m ⁽²⁹⁾								
			1.5m ⁽²⁹⁾								
truck											
trailer		truck/trailer	max. 18.75m ⁽¹³⁾ max. 2.55m ⁽¹³⁾ max. 4m ⁽¹³⁾	2.5m	1m/s ² (31)	see above	see above	see above	3	HDV	0.05
bus											
bus		bus	12m ⁽³⁾ 2.5m ⁽³⁾ 3.4m ⁽³⁾	2.5m	1.2m/s ² (18)	4m/s ² (27)	7m/s ²	85km/h ⁽³⁾	~85	Bus	0

Fonte: Fonte: Adaptado de SumoWiki (2022).

As velocidades máximas das vias seguem o que ocorre na realidade, 60km/h para a BR 010, 40km/h para as demais vias.

4.5.1 Arquivo .SUMOCFG

Com o arquivo de rede e de rotas prontos, foi criado o arquivo .sumocfg, em que é possível definir os arquivos de inserção de dados, o tempo total de execução, configurações de inserções aleatórias de veículos e também definir os arquivos de saída gerados.

Para os arquivos de saída, foram definidos os parâmetros *Summary* e o *Queue*. Com eles é possível obter parâmetros durante a execução e o comportamento das filas geradas pelo tráfego. A Tabela 5, resume os parâmetros utilizados na simulação para efeito de comparação.

Tabela 5 - Parâmetros utilizados para análise dos resultados

Parâmetro	Descrição
Ended	Quantidade de veículos que chegam ao destino final.
MeanWaitngTime (s)	Tempo médio de espera para entrar no sistema.
MeanTravelTime (s)	Tempo médio entre um veículo entrar na rede e terminar a viagem.
QueueLenght (m)	Tamanho médio de fila por faixa
QueueLenght<5km/h (m)	Tamanho médio de fila de carros andando a menos de 5km/h.
MeanSpeed (km/h)	Velocidade média com base no tempo médio de viagem e tamanho médio das rotas.

Fonte: Adaptado de SumoWiki (2022).

Com estes parâmetros, é possível realizar uma comparação temporal e espacial da situação de cada proposta de cada cenário de simulação.

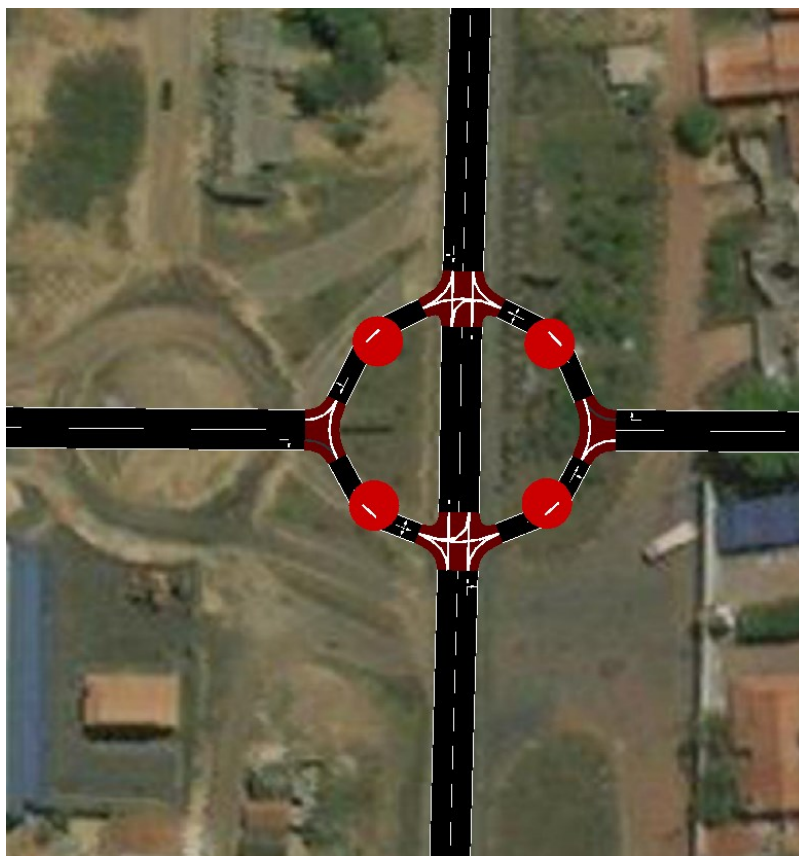
4.6 CENÁRIOS AVALIADOS

Para a realização das análises do tráfego, foram elaboradas alternativas para as simulações, além do caso atual, duas alternativas de cenário foram elaboradas para fins de comparação.

4.6.1 Caso 1

No caso 1 foi colocado uma rotatória do tipo vazada conforme Figura 24, pois foi dado a preferência para os veículos que trafegam pela BR 010. Com isso serão necessárias as alterações físicas na interseção e, conseqüentemente, alterações na sinalização vertical e horizontal.

Figura 23 - Rotatória vazada utilizada na simulação.

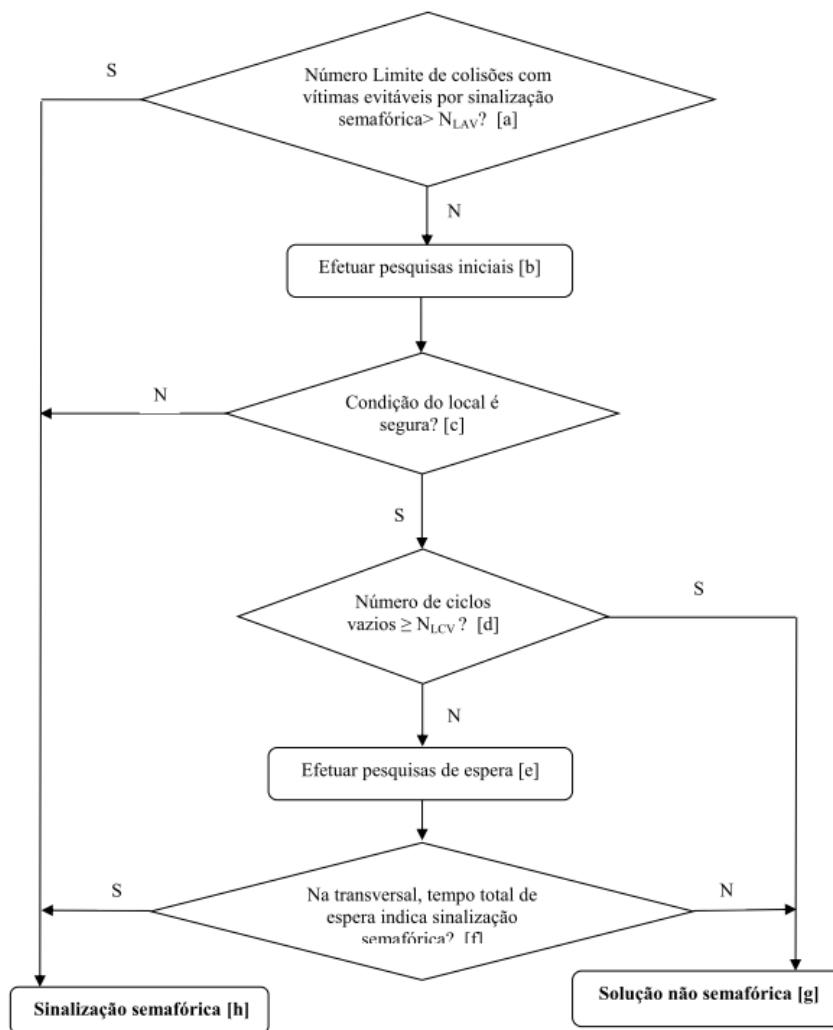


Fonte: Autor (2022).

4.6.2 Caso 2

No caso 2 foi verificado a necessidade de implementação semafórica conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume V - Sinalização Semafórica (2014). Para o estudo em locais existentes para abordagem de veículos onde não são previstas mudanças das características geométricas atuais e das áreas adjacentes, apresentam critérios a serem considerados para a verificação da necessidade da implementação de sinalização semafórica, conforme Figura 25. Em seguida, calculou-se o tempo de ciclo semafórico utilizando o software Semáforo 2.1.0, desenvolvido pelo Engenheiro italiano *Giofre Vincenzo Pasquale*, nele foi inserido dados do fluxo de veículos futuro para cada trajeto e largura das vias, os demais parâmetros foram utilizados o padrão fornecido pelo software.

Figura 24 - Estudos em locais existentes: abordagem veículos.



Legenda: S=Sim; N=Não

Fonte: Contran (2004).

4.6.3 Caso 3

O cenário atual é composto pela situação em que se encontra, caso fundamental para simular o problema que levou ao desenvolvimento desse trabalho.

4.7 DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

Com o auxílio do SUMO, foi possível definir o nível de serviço para cada cenário analisado. Para isso foi introduzido no software parâmetros do número de veículos que deixaram a simulação no intervalo desejado (*vehicleSum*); perda de tempo média para todo os veículos que passaram pela área (*meanTimeLoss*); número que entraram pela área, mas que ainda não saíram (*vehicleSumWithin*); perda de tempo média coletada por veículos que entraram e que ainda não saíram da área durante o intervalo definido para a simulação (*meanTimeLossWithin*). Com os dados disponibilizados pelo software foi aplicado a Equação 5 disponibilizada pelo *software* SUMO e classificado de acordo com a Tabela 6.

$$NS = \frac{\text{vehicleSum} * \text{meanTimeLoss} + \text{vehicleSumWithin} * \text{meanTimeLossWithin}}{\text{vehicleSum} + \text{vehicleSumWithin}} \quad (5)$$

Tabela 6 - Delimitações das classes de nível de serviço para interseções não semaforizadas

Nível de serviço	Controle de atraso médio (segundos/veículo)
A	0 - 10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25- 35
E	> 35 - 50
F	> 50

Fonte: adaptada, TRB (1994)

5 RESULTADOS E ANÁLISES

5.1 CONTAGEM DE VEÍCULOS

As contagens realizadas nos dias 26/12/2021, 03/12/2021 e 10/12/2021 conforme item 4.1 são apresentadas no Apêndice A, os dados foram divididos em intervalos de 15 min no horário das 16h30 às 18h30, organizados por tipo de veículo e data da contagem, sendo que para cada data e intervalos, veículos foram convertidos para UCP. A Tabela 7 mostra o modelo utilizado para a organização dos dados da contagem, os valores em azul mostram os maiores valores de UCP.

Tabela 7 - Contagem de veículos do movimento Colinas Park para Centro

Movimento: Colinas Park - Centro												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	65	2	0	68	56	4	0	62	84	1	1	88
16h45-17h00	98	4	0	104	67	0	0	67	92	1	1	96
17h00-17h15	75	4	0	81	83	2	0	86	107	5	1	117
17h15-17h30	87	3	0	92	104	3	0	109	98	1	0	100
17h30-17h45	97	2	0	100	114	3	0	119	104	4	0	110
17h45-18h00	96	3	1	103	73	7	0	84	92	3	0	97
18h00-18h15	80	1	0	82	76	1	0	78	78	2	0	81
18h15-18h30	85	3	0	90	83	0	0	83	93	3	0	98

Fonte: da Autor (2022).

5.2 VOLUME HORÁRIO DE PICO (VHP)

As Tabelas 8, 9 e 10 mostram todos os volumes horário de projeto calculados.

Tabela 8 - Volume horário de pico do dia 26/11/21 em UCP

Volume horário dia 26/11/21					
	16:30-17:30	16:45-17:45	17:00-18:00	17:15-18:15	17:30-18:30
Centro - Itinga	352	358	329	337	317
Centro - Colinas Park	364	400	425	440	467
Centro - Ceára	23	26	25	31	29
Itinga - Centro	332	359	357	366	365
Itinga - Colinas Park	23	23	22	19	21
Itinga - Ceára	0	0	0	2	2
Colinas Park - Centro	345	377	375	376	374
Colinas Park - Itinga	22	23	22	15	13
Colinas Park - Ceára	4	5	3	6	4
Ceára - Itinga	0	0	0	1	1
Ceára - Colinas Park	5	6	5	6	7
Ceára - Centro	22	27	30	49	52
Total	1489	1602	1591	1646	1650

Fonte: da Autor (2022).

Tabela 9 - Volume horário de pico do dia 03/12/21 em UCP

Volume horário dia 03/12/21					
	16:30-17:30	16:45-17:45	17:00-18:00	17:15-18:15	17:30-18:30
Centro - Itinga	331	330	339	339	379
Centro - Colinas Park	332	384	421	479	499
Centro - Ceára	15	19	25	28	33
Itinga - Centro	354	382	379	372	350
Itinga - Colinas Park	20	20	22	28	26
Itinga - Ceára	0	0	1	1	2
Colinas Park - Centro	324	380	397	388	363
Colinas Park - Itinga	28	32	28	18	17
Colinas Park - Ceára	2	3	4	5	4
Ceára - Itinga	1	1	1	3	5
Ceára - Colinas Park	3	4	9	12	13
Ceára - Centro	16	18	23	37	46
Total	1424	1572	1648	1708	1736

Fonte: da Autor (2022).

Tabela 10- Volume horário do dia 10/12/21 em UCP

Volume horário dia 10/12/21					
	16:30-17:30	16:45-17:45	17:00-18:00	17:15-18:15	17:30-18:30
Centro - Itinga	345	334	338	306	309
Centro - Colinas Park	369	412	418	459	473
Centro - Ceára	14	14	20	21	21
Itinga - Centro	352	352	358	351	339
Itinga - Colinas Park	22	23	22	22	18
Itinga - Ceára	2	4	4	4	5
Colinas Park - Centro	399	422	423	387	385
Colinas Park - Itinga	18	16	22	17	21
Colinas Park - Ceára	2	2	3	3	3
Ceára - Itinga	1	4	5	4	4
Ceára - Colinas Park	4	6	8	8	10
Ceára - Centro	25	27	27	35	41
Total	1552	1613	1645	1615	1627

Fonte: da Autor (2022)

Conforme as Tabelas 8, 9 e 10, foi possível verificar que o horário de pico é no horário de 17h30 às 18h30, pois nesse horário encontra-se o maior volume horário no valor de 1736 veículos de passeio, na data 03/12/21 destacado na cor verde. Sendo assim, os valores utilizados para simulação de tráfego está representado na Tabela 10.

Tabela 11 - Volume horário de pico em UCP

Volume horário de pico	
Centro - Itinga	379
Centro - Colinas Park	499
Centro - Ceára	33
Itinga - Centro	350
Itinga - Colinas Park	26
Itinga - Ceára	2
Colinas Park - Centro	363
Colinas Park - Itinga	17
Colinas Park - Ceára	4
Ceára - Itinga	5
Ceára - Colinas Park	13
Ceára - Centro	46

Fonte: da Autor (2022).

5.3 FATOR HORÁRIO DE PICO (FHP)

O fator horário de pico foi calculado para cada data conforme Equação 1, utilizando o maior valor horário de pico e o maior UCP para cada movimento, separado por data.

Tabela 12 - Fator horário de pico

	26/11/2021	03/12/2021	28/11/2021	Média
Colinas Park - Centro	0,91	0,84	0,91	0,88
Itinga-Centro	0,84	0,86	0,88	0,86
Centro-Itinga	0,86	0,92	0,79	0,86
Centro - Colinas Park	0,90	0,80	0,84	0,85
Itinga-Colinas Park	0,75	0,88	0,77	0,80
Colinas Park-Itinga	0,61	0,68	0,72	0,67
Itinga-Ceára	0,25	0,50	0,42	0,39
Centro - Ceára	0,69	0,87	0,66	0,74
Ceára-Itinga	0,25	0,42	0,42	0,36
Ceára-Colinas Park	0,58	0,65	0,83	0,69
Ceára-Centro	0,48	0,64	0,57	0,56
Colinas Park-Ceára	0,50	0,63	0,38	0,50

Fonte: Autor (2022).

Verifica que as rotas Colinas Park–Centro, Itinga-Centro e Centro-Itinga apresentam maior uniformidade durante 1 hora, por outro lado, as rotas Itinga-Ceára, Ceára-Itinga apresentam o fluxo concentrado em um dos períodos de 15 minutos.

5.4 VOLUME MÉDIO DIÁRIO (VMD)

Com os valores da Tabela 11, foi calculado o VMD, representado na Tabela 13, conforme Equação 2.

Tabela 13 - Volume médio diário em UCP

Movimento	Volume horário de pico (VHp)	Volume médio diário (VMD)
Centro - Itinga	379	3028
Centro - Colinas Park	499	3992
Centro - Ceára	33	264
Itinga - Centro	350	2800
Itinga - Colinas Park	26	208
Itinga - Ceára	2	16
Colinas Park - Centro	363	2900
Colinas Park - Itinga	17	132
Colinas Park - Ceára	4	32
Ceára - Itinga	5	40
Ceára - Colinas Park	13	104
Ceára - Centro	46	368
Total	1736	13884

Fonte: da Autor (2022).

Verifica que os trechos com maior média de fluxo de veículos no dia são nos movimentos Centro para Itinga, Centro para Colinas Park, Itinga para o Centro e Colinas Park para Centro.

5.5 VOLUME HORÁRIO DE PROJETO ATUAL

Através da Equação 3 e da Tabela 13, foi possível obter o volume horário de projeto atual, conforme Tabela 14.

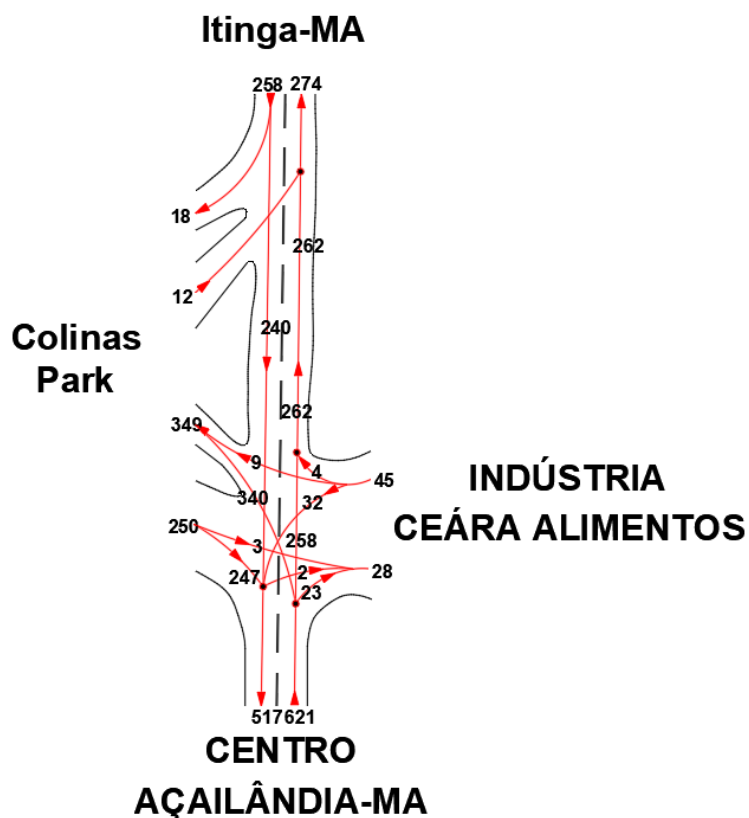
Tabela 14 - Volume horário de projeto atual em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2021

Movimento	Volume horário de pico (VHp)	Volume médio diário (VMD)	Volume horário de projeto atual
Centro - Itinga	379	3028	258
Centro - Colinas Park	499	3992	340
Centro - Ceára	33	264	23
Itinga - Centro	350	2800	238
Itinga - Colinas Park	26	208	18
Itinga - Ceára	2	16	2
Colinas Park - Centro	363	2900	247
Colinas Park - Itinga	17	132	12
Colinas Park - Ceára	4	32	3
Ceára - Itinga	5	40	4
Ceára - Colinas Park	13	104	9
Ceára - Centro	46	368	32
Total	1736	13884	1186

Fonte: da Autor (2022).

A Figura 26, ilustra o fluxograma para melhor compreensão do volume horário de projeto atual.

Figura 25 - Fluxograma atual em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2021



Fonte: da Autor (2022).

5.6 VOLUME HORÁRIO DE PROJETO FUTURO

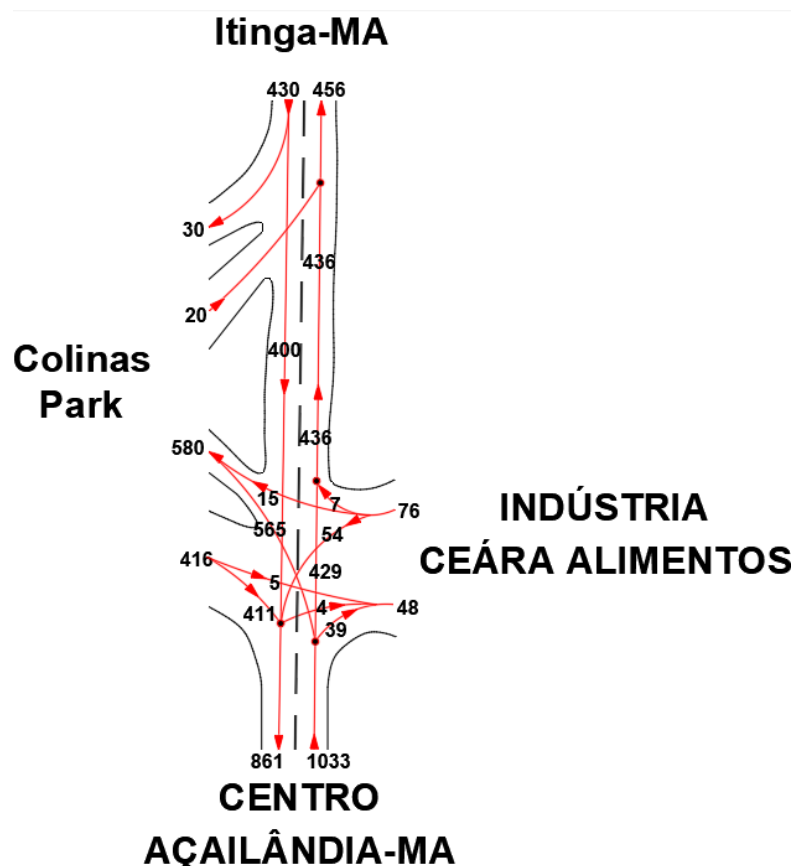
Assim como o item 5.5, seguindo a Equação 4, o volume horário de projeto futuro é apresentado na Tabela 15 assim como o fluxograma na Figura 27.

Tabela 15 – Volume horário de projeto futuro em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2033

Movimento	Volume horário de pico (VHp)	Volume médio diário (VMD)	Volume horário de projeto atual	Volume horário de projeto futuro (VHP)
Centro - Itinga	379	3028	258	429
Centro - Colinas Park	499	3992	340	565
Centro - Ceára	33	264	23	39
Itinga - Centro	350	2800	238	396
Itinga - Colinas Park	26	208	18	30
Itinga - Ceára	2	16	2	4
Colinas Park - Centro	363	2900	247	411
Colinas Park - Itinga	17	132	12	20
Colinas Park - Ceára	4	32	3	5
Ceára - Itinga	5	40	4	7
Ceára - Colinas Park	13	104	9	15
Ceára - Centro	46	368	32	54
Total	1736	13884	1186	1975

Fonte: Autor (2022).

Figura 26 - Fluxograma futuro em UCP no horário de 17h30 às 18h30 no ano de 2033



Fonte: da Autor (2022).

5.7 MATRIZ ORIGEM-DESTINO

Após elaborado o mapa de fluxogramas para a situação atual e futura, a matriz origem e destino é representada nas tabelas 16 e 17 respetivamente.

Tabela 16 - Matriz origem-destino atual.

Movimento		Matriz origem destino atual				Totais
		Destino				
Origem	Centro	-	340	23	258	621
	Colinas Park	247	-	3	12	262
	Ceára	32	9	-	4	45
	Itinga	238	18	2	-	258
	Totais	517	367	28	274	1186

Fonte: Autor (2022).

Tabela 17 - Matriz origem-destino futura.

Movimento		Matriz origem destino futura				Totais
		Destino				
Origem	Centro	-	565	39	429	1033
	Colinas Park	411	-	5	20	436
	Ceára	54	15	-	7	76
	Itinga	396	30	4	-	430
	Totais	861	610	48	456	1975

Fonte: Autor (2022)

5.8 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

5.8.1 Análise de viabilidade da implementação semafórica

Nesta seção será verificado através da Figura 24, a necessidade de implementação semafórica na interseção sob o ponto de vista dos veículos em vias existente.

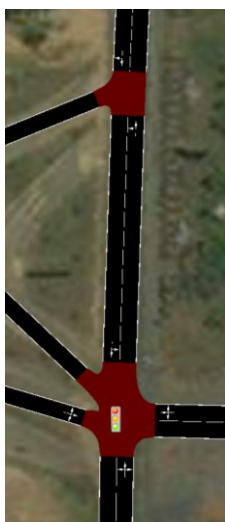
[a] - Número de colisões com vítimas evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que Nlav?

Conforme a justificado desse trabalho, o número de acidentes com atendimento hospitalar entre 01/2021 a 10/2021 foi alto. Segundo o Manual de Sinalização Semafórica – Volume V (CONTRA, 2014), o número de colisões com vítimas evitáveis deve ser maior que 3 nos últimos 12 meses ou 7 nos últimos 3 anos.

5.8.2 Tempo de ciclo

Com a necessidade de implementação semafórica comprovada, foi decidido adicionar 1 ponto semafórico conforme Figura 28, para isso foi necessário eliminar uma via com rota Colinas Park para Itinga-MA e com isso a via de saída do loteamento Colinas Park foi adicionada a rota em questão conforme Figura 29.

Figura 27 - Pontos semafóricos.



Fonte: Autor (2022)

Figura 28 - Alteração do sentido da rota Colinas Park para Itinga-MA



Com o ponto definido os dados foram adicionados no *software* Semáforo, Afim de calcular o tempo de ciclo semafórico, os dados implementados são representados na Figura 30.

Figura 29 - Dados implementados no *software* SEMAFORO.



Fonte: Autor (2022).

O software divide os dados por manobra. Para o caso em estudo existem 11 manobras diferentes, para isso foi adaptado ao software e numeradas de acordo com a Figura 31. O caso em estudo foi dividido em 4 fases:

- Fase 1: manobras 7,8 e 9.
- Fase 2: manobras 1, 2 e 3.
- Fase 3: manobras 10 e 11.
- Fase 4: manobras 5, 6 e 7.

Figura 30 - Manobras disponível para utilização no software Semaforo

Manobra	Descrição
1	Colinas Park para Itinga-MA
2	Colinas Park para Ceára Alimentos
3	Colinas Park para Centro
4	Ceára Alimentos para Centro
5	Ceára Alimentos para Colinas Park
6	Ceára Alimentos para Itinga-MA
7	Centro para Colinas Park
8	Centro para Itinga-MA
9	Centro para Ceára Alimentos
10	Itinga-MA para Ceára Alimentos
11	Itinga-MA para Centro

Fonte: Autor (2022).

Após o processamento dos dados no software, foram gerados os tempos semafóricos conforme Figura 32.

Figura 31 - Tempo dos ciclos em segundos

Manovre	Fasi Semaforo - Ciclo 132 [s]			
7,8,9	50	4	78	
1,2,3	57	26	4	45
10,11	90	21	4	17
4,5,6	118	7	4	3

Fonte: Autor (2022).

Verifica o ciclo completo do semáforo é de 132 segundos. A fase 1 possui o maior tempo de verde pois a soma do fluxo das suas manobras é a maior entre as demais, e seguindo essa mesma lógica, a fase 4 possui o menor tempo de verde, pois a soma do fluxo das suas manobras é a menor entre as demais.

5.9 MICROSSIMULAÇÃO

Nessa etapa os dados foram adicionados na simulação utilizando o *software* SUMO, o código fonte usado para os fluxos está representado nos apêndices B, C e D.

Após a realização das aplicações no *software* SUMO, os resultados obtidos com os parâmetros de saída (*Summary* e *Queue*) estão tabulados na Tabela 18.

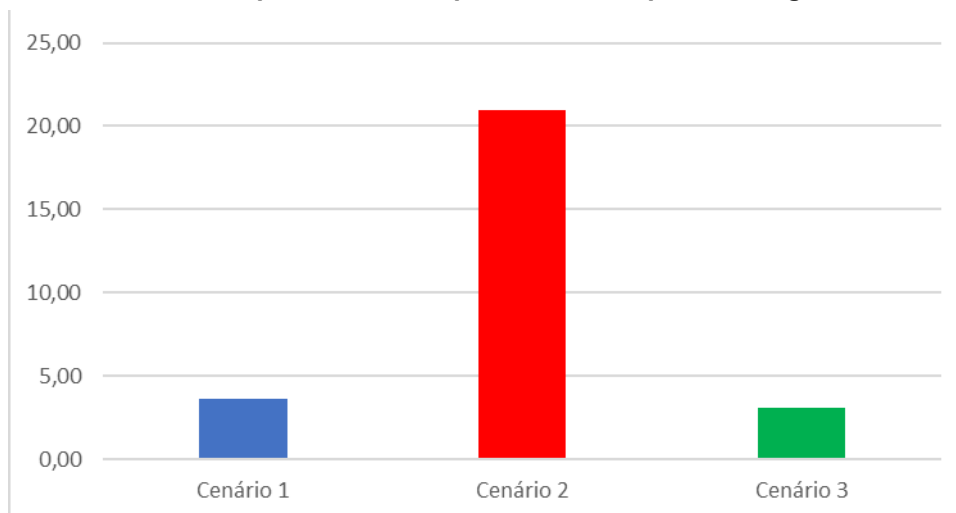
Tabela 18 - Resultados da comparação dos cenários

		Tempo médio de espera (s)	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (km/h)	Tempo médio de espera devido a fila (s)	Comprimento médio da fila para velocidades inferior a 5km/h (m)
		meanWaitingTime (s)	meanTravelTime (s)	meanSpeed (km/h)	queueing_time (s)	queueing_length_experimental (m)
Rotatoria	Cenário 1	3,61	34,99	33,38	2,12	10,55
Semáforo	Cenário 2	20,97	64,06	13,38	44,26	32,78
Atual	Cenário 3	3,05	36,71	29,46	17,98	11,10

Fonte: Autor (2022).

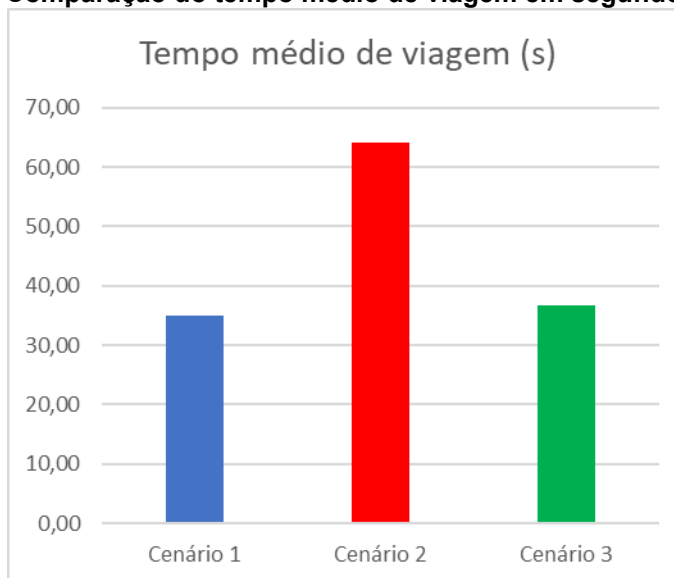
5.9.1 Comparação dos cenários analisados

Nessa etapa são comparados todos os cenários para cada parâmetro. No gráfico 2, é possível analisar que o maior tempo de médio de espera é dado para o cenário 2, devido a implementação do semáforo, por outro lado o menor tempo médio de espera é para o caso 3 sendo que a diferença para o caso 2 é mínima, com base nisso a implementação de rotatória na interseção não afetará tando o tempo em que um veículo espera sua vez para seguir viagem.

Gráfico 2 - Comparação do tempo médio de espera em segundos

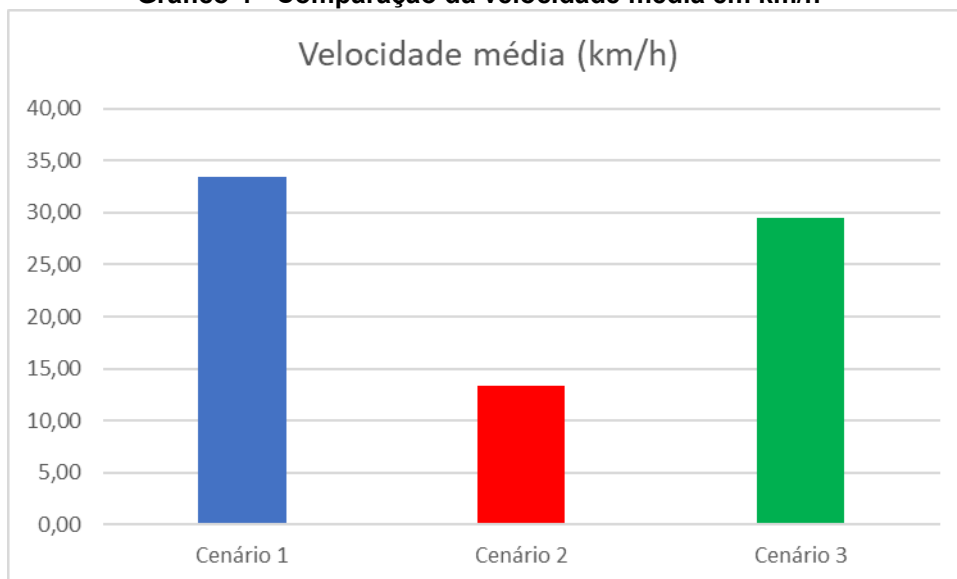
Fonte: Autor (2022).

No gráfico 3, o tempo médio de viagem para o cenário com opção de semáforo é maior em relação as demais, já o tempo para o cenário 1 e 3 são bem parecidos.

Gráfico 3 - Comparação do tempo médio de viagem em segundos

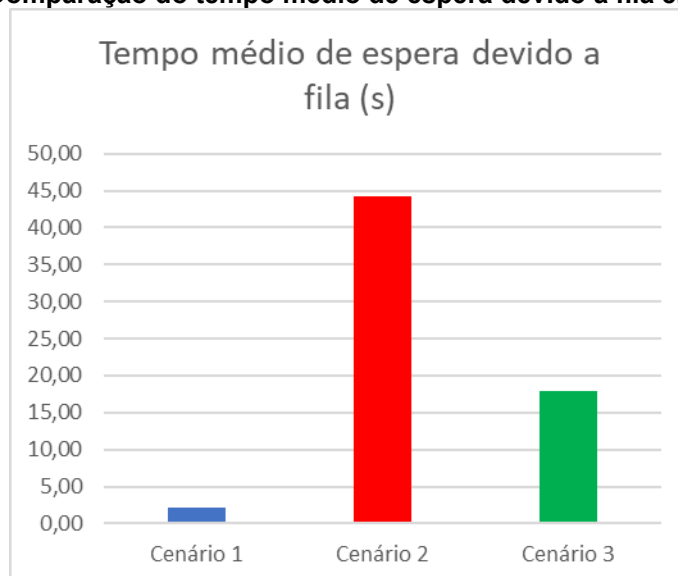
Fonte: Autor (2022).

No gráfico 4, a velocidade média de cada veículo para completar a sua rota é menor para a opção com semáforo, muito devido a parada no tempo de vermelho. No caso com rotatória a velocidade é a maior, pois a BR 010 é dada como preferencial e é onde possui o maior fluxo de tráfego.

Gráfico 4 - Comparação da velocidade média em km/h

Fonte: Autor (2022).

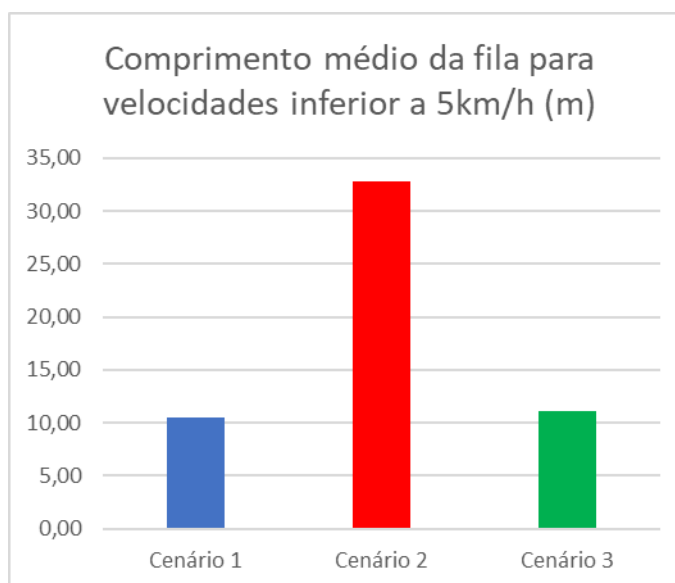
No gráfico 5, após um veículo entrar em uma fila, o tempo médio de esperar para continuar a viagem é bem maior no caso com semáforo. Por outro lado, no caso com rotatória o tempo é apenas 2,12 s.

Gráfico 5 - Comparação do tempo médio de espera devido a fila em segundos

Fonte: Autor (2022).

No gráfico 6, o comprimento da fila considerando os veículos com velocidades inferiores a 5 km/h é maior no caso semafórico e, nos casos 1 e 3, esse comprimento é praticamente o mesmo.

Gráfico 6 - Comparação do comprimento médio da fila para velocidade inferior a 5km/h em metros



Fonte: Autor (2022).

Os resultados analisados se mostram favoráveis ao cenário 1, sendo que o mesmo se mostrar satisfatório em quase todos os parâmetros, o fluxo de veículos flui normalmente somente com a utilização da rotatória sendo preferencial. Ainda mostram que o estudo realizado pela Prefeitura de Açailândia/MA que em partes é compatível com o estudado, porém existe sim a possibilidade do cenário 2 a implantação semaforica em contratempo com um custo mais elevado, mas não há necessidade de descarte na proposta.

5.10 NÍVEL DE SERVIÇO

Nesse tópico são apresentados os resultados obtidos para a classificação dos níveis de serviços para a situação atual, com rotatória e semaforica para os dados futuros.

5.10.1 Nível de serviço para a situação atual

Tabela 19 - Nível de serviço para a situação atual

	Tempo médio perdido (s)	Número de veículos que entraram e saíram da simulação	Número de veículos que entraram na simulação	Tempo médio perdido dos veículos que entraram na simulação (s)		
	meanTimeLoss	vehicleSum	vehicleSumWithin	meanTimeLossWithin	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Ceára Alimentos	8,07	6,33	0,00	0,00	8,07	A
Centro	72,04	44,00	12,25	34,48	63,86	F
Colinas Park	10,60	34,50	1,67	4,60	10,32	B
Itinga-MA	3,19	35,67	1,42	1,08	3,11	A

Fonte: Autor (2022).

Para essa situação é possível analisar que a via com origem centro é classificada como um fluxo forçado ou com muitas interrupções, justificando umas das maiores reclamações da população que trafega nessa interseção. Por outro lado as demais vias são consideradas aceitável de acordo com DNIT (2010).

5.10.2 Nível de serviço para a situação com semáforo

Tabela 20 - Nível de serviço para a situação semafórica

	Tempo médio perdido (s)	Número de veículos que entraram e saíram da simulação	Número de veículos que entraram na simulação	Tempo médio perdido dos veículos que entraram na simulação (s)		
	meanTimeLoss	vehicleSum	vehicleSumWithin	meanTimeLossWithin	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Ceára Alimentos	60,28	6,33	1,00	34,22	56,72	F
Centro	47,24	59,00	10,33	27,52	44,30	E
Colinas Park	35,37	21,00	2,67	51,28	37,16	E
Itinga-MA	50,99	26,50	4,83	44,26	49,95	E

Fonte: Autor (2022).

Verifica que com a implementação semafórica nenhuma das vias atende o aceitável, muito devido ao tempo médio perdido quando esperam o sinal verde liberar.

5.10.3 Nível de serviço para a situação com rotatória

Tabela 21 - Nível de serviço para a situação com rotatória

	Tempo médio perdido (s)	Número de veículos que entraram e saíram da simulação	Número de veículos que entraram na simulação	Tempo médio perdido dos veículos que entraram na simulação (s)		
	meanTimeLoss	vehicleSum	vehicleSumWithin	meanTimeLossWithin	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Ceára Alimentos	9,51	6,33	0,00	0,00	9,51	A
Centro	1,40	74,08	2,75	0,72	1,37	A
Colinas Park	1,73	36,25	1,17	0,42	1,68	A
Itinga-MA	1,63	35,75	1,00	0,90	1,61	A

Fonte: Autor (2022).

Com a situação que é implementado uma rotatória do tipo vazada, é observado que todas as situações são classificadas com fluxo livre, sendo assim a situação mais favorável.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A engenharia de tráfego está cada vez mais demonstrando a sua importância para o estudo de tráfego, com profissionais capacitados é possível fazer diversos tipos de estudos, como exemplo a microssimulação, onde nela são adicionados diferentes parâmetros a fim de analisar diversos cenários em busca da solução ótima.

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a melhor alternativa para melhoria do tráfego de uma interseção na cidade de Açailândia-MA, por meio de contagem de tráfego e da microssimulação utilizando o *software* SUMO.

Um dos principais impasses nesta pesquisa foi a contagem de veículos no local pois, devido à falta de equipamentos apropriados, foi necessário fazer de forma manual, utilizando câmeras de celulares e, para que isso acontecesse, foram necessários mais dois amigos para que através da filmagem conseguisse observar todas as vias.

Com os dados coletados foi possível analisar os cenários propostos. Observou-se que a opção com rotatória vazada é que se melhor apresenta, com um tempo médio de espera aceitável, menor tempo médio de viagem, maior velocidade média, menor tempo médio de espera para sair da fila e menor comprimento médio de fila. Por outro lado, o caso com a implementação semafórica se comportou como a alternativa menos apropriada, sendo a pior avaliado em todos os critérios, apesar desse ponto negativo é necessário observar que a chance de acidente é menor se comparado com a situação atual.

Cabe ressaltar que para adicionar uma rotatória vazada nesse local é necessário alterar a geometria da interseção. Com isso, o custo financeiro será bem maior se comparado com os demais casos. A opção com implantação semafórica irá ter um custo baixo inicial, porém demandará manutenções periódicas para o seu bom funcionamento.

Como sugestão para futuros trabalhos nessa interseção, é recomendado fazer contagens no mínimo período mínimo de quatro meses, conforme o CONTRAN (2014). Seria boa solução contratar um serviço de topografia para obter todas as medidas geométricas, a fim de se ter uma melhor visão na opção de alteração de sua geometria. Sugere-se também adicionar na contagem os pedestres e classificar os

veículos com os diferentes tipos, principalmente motocicletas, já que nessa região o número é considerável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC. Trânsito Ideal. **Educador: Sinalização de trânsito**. São Paulo.2018.

AKISHINO, Pedro. Pesquisa do tráfego existente – conceituações. Universidade Federal do Paraná, 2005. Disponível em: <<http://www.tecnologia.ufpr.br/portal/dtt/wp-content/uploads/sites/12/2018/02/PlanejTranspCap02.pdf>>. Acesso: 13 de abr. de 2022

ARAUJO, Julyver Modesto. Art. 60 – comentário. CTB digital. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/comentario/comentario60>. Acesso em: 20 abr. 2022.

ARAÚJO, Maria do Carmo Vila-Real de. Avaliação da qualidade do espaço público – redes viárias urbanas. Dissertação. Faculdade de Arquitetura da Cidade do Porto. Porto 2007.

BRASIL, Código de Trânsito Brasileiro. Código de Trânsito Brasileiro. Instituído pela Lei nº 9.503, de 23-9-97. 4 ed. Câmara dos deputados, 2010.

BRASIL, Ministério das Cidades. Caderno de referência para a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. SEMOB, 2006.

BRASIL, Ministério das Cidades. Caderno de referência para a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. SEMOB, Brasília, 2002.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. Manual de Sinalização Rodoviária. 3 ed., IPR 743. Rio de Janeiro: IPR, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/743_manuaisinalizacaorodoviaria.pdf>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

CONTRAN. Parecer 267/2014. Distribuição de responsabilidades por infrações de trânsito levada a efeito pela Portaria 59/2007 do DENATRAN.

CTB DIGITAL. Código de trânsito brasileiro. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art1> Acesso em: 18 de novembro de 2021.

DENATRAN. Manual Brasileiro de sinalização de trânsito. Volume V. MANUAL. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/normas/manual_de_sinalizacao_semaforica_DENATRAN.pdf Acesso em: 18 de novembro de 2021.

DETRAN PR. DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ. Manual de Habilitação. 5º ed. Paraná, 2002. Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/habilitacao/manualdehabilitacao/manualdehabparte1.pdf>>. Acesso: 10 abr. de 2022

DNIT. Manual de estudos de tráfego. Ministério dos Transportes – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. – Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. Manual de projetos de interseções. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/.%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CMANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf Acesso em: 18 de novembro de 2021.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. Manual de Projeto de Interseções – IPR 718. 2005. Rio de Janeiro: IPR. Disponível em: www.ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/. Acesso: 10 de abr. de 2022

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Geral. Manual de custos rodoviários. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2010.

FHWA. National Standards for Traffic Control Devices; the Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways; Revision. 2020.

GOLDNER, Hely Lopes. Direito administrativo brasileiro. 36. Ed. São Paulo: Malheiros, 2016.

GOOGLE EARTH. website. <http://earth.google.com/>, 2009.

GOOGLE MAPS, website. <https://www.google.com.br/maps/preview>, 2022.

GUIMARÃES, Rubens dos Santos. Legislação de Trânsito – Vias Terrestres. 2007. Disponível em: <http://www.rubensguimaraes.com.br/detran/aceas/conteudo.php?id=6&f=33&conteudo>. Acesso em: 20 abr. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pato Branco. 2009. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/acailandia/panorama> Acesso em: 18 de novembro de 2021.

KRITZ, J. Mangeli E. Xexéo G. Building na Ontology of Boardgame Mechanics based on the BoardGameGeek Database and the MDA Framework. SBGAMES 2017.

O QUE é uma interseção em nível? [S. I.], 17 abr. 2022. Disponível em: <<https://treinamento24.com/library/lecture/read/199158-o-que-e-uma-intersecao-em-nivel>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

PENNDOT, Ático; DOTTA Renata. Acidentes de trânsito: como evita-los. Porto Alegre, 2017.

PERKONS. Educador>> Sinalização de trânsito. Projeto Trânsito Ideal, [????]. Disponível em: <http://www.transitoideal.com.br/pt/artigo/4/educador/49/sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RIBEIRO.C. M. L.; Fontana, A. M. (2021). Aspectos de segurança de pedestres em rotatórias urbanas. 2º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia. Maputo: CLME.

ROBINSON, Bruce W. Roundabouts: Na Informational Guide. 2000.

SCARINGELLA, R. S. A crise de mobilidade urbana em São Paulo.2001.

SILVA, C. F. M. et al. Relato de experiência de educação nutricional para o incentivo do consumo do pescado entre escolas do ensino fundamental em Palmas, Tocantins. Em Extensão, Uberlândia, v. 16, n. 1, p. 140-149, jan./jun. 2017. Doi: 10.14393/REE-v16n12017_rel05.

TRB [1994]. Highway Capacity Manual. Spacial Report 209. National Research Council, Washington, D.C., 3º edição revisada.

VASCONCELOS, Arnaldo. Comentários ao código de trânsito brasileiro. 8. Ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1982.

APÊNDICE A – PLANILHAS DE CONTAGEM DO VOLUME DE TRÁFEGO NOS DIAS 26/11/21, 03/12/2021 E 10/12/2021.

Movimento: Colinas Park - Centro												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	65	2	0	68	56	4	0	62	84	1	1	88
16h45-17h00	98	4	0	104	67	0	0	67	92	1	1	96
17h00-17h15	75	4	0	81	83	2	0	86	107	5	1	117
17h15-17h30	87	3	0	92	104	3	0	109	98	1	0	100
17h30-17h45	97	2	0	100	114	3	0	119	104	4	0	110
17h45-18h00	96	3	1	103	73	7	0	84	92	3	0	97
18h00-18h15	80	1	0	82	76	1	0	78	78	2	0	81
18h15-18h30	85	3	0	90	83	0	0	83	93	3	0	98

Movimento: Itinga-Colinas Park												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	4	0	0	4	7	0	0	7	3	0	0	3
16h45-17h00	2	2	0	5	3	0	0	3	6	0	0	6
17h00-17h15	6	1	0	8	2	0	0	2	4	1	0	6
17h15-17h30	6	0	0	6	8	0	0	8	6	1	0	8
17h30-17h45	4	0	0	4	4	2	0	7	4	0	0	4
17h45-18h00	4	0	0	4	5	0	0	5	5	0	0	5
18h00-18h15	5	0	0	5	5	2	0	8	4	1	0	6
18h15-18h30	8	0	0	8	6	0	0	6	3	0	0	3

Movimento: Colinas Park-Itinga												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	2	1	0	4	1	0	0	1	6	1	0	8
16h45-17h00	3	2	0	6	5	2	0	8	1	0	0	1
17h00-17h15	5	3	0	10	7	3	0	12	2	4	0	8
17h15-17h30	1	1	0	3	4	2	0	7	1	0	0	1
17h30-17h45	5	0	0	5	2	2	0	5	4	1	0	6
17h45-18h00	2	2	0	5	3	1	0	5	4	2	0	7
18h00-18h15	2	0	0	2	1	0	0	1	3	0	0	3
18h15-18h30	1	0	0	1	6	0	0	6	5	0	0	5

Movimento: Itinga-Ceára												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h00-17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
17h30-17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
17h45-18h00	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
18h00-18h15	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15-18h30	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	2

Movimento: Centro - Ceára												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	6	0	0	6	5	0	0	5	1	1	0	3
16h45-17h00	9	0	0	9	2	0	0	2	2	0	0	2
17h00-17h15	5	0	0	5	4	0	0	4	3	1	0	5
17h15-17h30	3	0	0	3	4	0	0	4	5	0	0	5
17h30-17h45	9	0	0	9	7	1	0	9	2	0	0	2
17h45-18h00	6	1	0	8	8	0	0	8	5	2	0	8
18h00-18h15	11	0	0	11	7	0	0	7	6	0	0	6
18h15-18h30	1	0	0	1	8	1	0	10	3	1	0	5

Movimento: Ceára-Itinga												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h00-17h15	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h30-17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
18h00-18h15	1	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0
18h15-18h30	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0

Movimento: Ceára-Colinas Park												
Horário	26/11/2021				03/12/2021				28/11/2021			
	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP	Auto	Ônibus	Caminhão	Total UCP
16h30-16h45	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
16h45-17h00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17h00-17h15	2	0	0	2	2	0	0	2	3	0	0	3
17h15-17h30	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
17h30-17h45	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2
17h45-18h00	0	0	0	0	5	0	0	5	2	0	0	2
18h00-18h15	3	0	0	3	5	0	0	5	3	0	0	3
18h15-18h30	2	0	0	2	1	0	0	1	3	0	0	3

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Secretaria de Gestão Acadêmica
 Departamento de Biblioteca

APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA TRABALHOS ACADÊMICOS

1. Você tem conhecimento do trabalho que está sendo realizado na UTFPR que criará o padrão da instituição para elaboração de trabalhos acadêmicos?						
	EM	G	PG	P	TA	TOTAL
Sim						
Não						

2. Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa, de que maneira tomou conhecimento?						
	EM	G	PG	P	TA	TOTAL
Pela Internet, na página da instituição						
Pelo jornal da instituição						
Por outra maneira						

3. Na realização de trabalhos acadêmicos (relatório, TCC, dissertação, tese, etc.) você costuma consultar normas que norteiam a elaboração dos mesmos?						
	EM	G	PG	P	TA	TOTAL
Sempre						
Nunca						
Às vezes						

4. Se utiliza normas para elaboração de trabalhos acadêmicos, quais costuma consultar?						
	EM	G	PG	P	TA	TOTAL
ABNT						
UFPR						
A que seu orientador passou						
A elaborada pela biblioteca e professores de nosso Campus						
De outra instituição						

APÊNDICE A - Roteiro da entrevista

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1- Identificação Pessoal:

Nome: _____

D/N: _____

Nacionalidade: _____

Sexo: _____

Idade: _____

Outras pessoas que moram na casa:

Informante: _____

2- Encaminhado por: _____

Motivo da solicitação: _____

3 - Antecedentes Pessoais:

3.1- Concepção

Quanto tempo após o casamento? _____

Foi desejada? _____

Sexo esperado? _____

Abortos anteriores (espontâneos ou provocados e época) _____

Observações: _____

