

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LUCAS LORENZATTO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO SEMAFÓRICA NO
CRUZAMENTO DA AVENIDA TUPI COM AS RUAS GENUÍNO PIACENTINI E
IGUATEMI NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

LUCAS LORENZATTO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO SEMAFÓRICA NO
CRUZAMENTO DA AVENIDA TUPI COM AS RUAS GENUÍNO PIACENTINI E
IGUATEMI NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação do Curso de Engenharia Civil do Departamento de Construção Civil – DACOC – da Universidade Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Profº. MSc. Jairo Trombetta

PATO BRANCO

2021

27/08/2021

SEI/UTFPR - 2184030 - Graduação: Termo de Aprovação TCC Aluno



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEP. ACADEMICO DE CONSTR. CIVIL DACOC-PB

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA TUPI COM AS RUAS
GENUÍNO PIACENTINI E IGUATEMI NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

Por

LUCAS LORENZATTO

Monografia apresentada 20 de agosto de 2021, às 13h00min, no Campus PATO BRANCO da UTFPR, como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA CIVIL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. NEY LYZANDRO TABALIPA	Membro
Profª. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO	Membro
Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA	Orientador
Profª. Drª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) RAYANA CAROLINA CONTERNO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em (at) 20/08/2021, às 14:36, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) NEY LYZANDRO TABALIPA, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em (at) 20/08/2021, às 14:37, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) JAIRO TROMBETTA, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em (at) 23/08/2021, às 08:24, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) ELIZANGELA MARCELO SILIPRANDI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em (at) 23/08/2021, às 10:54, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orcao_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) 2184030 e o código CRC (and the CRC code) E90332CL.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares e amigos, que me incentivaram nos momentos difíceis dessa árdua caminhada.

EPÍGRAFE

Nosso futuro é uma casa construída com os materiais do nosso presente, sobre a planta do nosso passado.

Autor Desconhecido

RESUMO

LORENZATTO, LUCAS. **Estudo de viabilidade de implementação semafórica no cruzamento da Avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi na cidade de Pato Branco – PR.** (107 páginas). Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Acadêmico de Construção Civil – UTFPR, Pato Branco 2021.

A frota veicular cresceu consideravelmente em todo o país, na cidade de Pato Branco – PR, por exemplo, a frota aumentou em cerca de 60% nos últimos 10 anos. Entretanto, a infraestrutura das cidades raramente acompanha esse crescimento. Cabe então a engenharia de tráfego prover soluções considerando os principalmente os aspectos de fluidez, segurança e acessibilidade. O estudo a seguir trata-se de uma análise de implementação semafórica em uma interseção de grande fluxo de veículos na cidade de Pato Branco – PR, e avalia o cenário atual e futuro com base em taxas de crescimentos anuais da frota veicular. Toda a pesquisa e tratamento de dados coletados foi realizada seguindo as recomendações descritas nos manuais dos órgãos responsáveis. Os resultados evidenciaram que, apesar do grande volume de tráfego, a configuração atual da interseção mostrou-se eficiente, porém as projeções futuras de aumento tráfego indicaram uma incapacidade em comportar o fluxo futuro estimado. A solução desenvolvida neste trabalho possibilita uma alteração na interseção de estudo, visando trazer benefícios aos usuários do local.

Palavras-chave: Tráfego veicular. Sinalização semafórica. Rótula. Nível de serviço.

ABSTRACT

LORENZATTO, LUCAS. **Feasibility study of traffic implementation in crossing of Avenida Tupi with Ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi in city the Pato Branco - PR.** (107 pages). Civil Engineer, Undergraduating Theses (Bachelor Degree) – Departamento of Building Construction, Federal Technological University of Paraná – UTFPR, Pato Branco 2021.

The vehicle fleet grew considerably throughout the country, in the city of Pato Branco – PR, for example, the vehicle fleet increased by about 60% in the last 10 years. However, the infrastructure of cities rarely keeps pace with this growth. It is then up to traffic engineering to provide solutions considering mainly the aspects of fluidity, safety and accessibility. The study is an analysis of traffic light implementation (traffic light) in a point of great flow of vehicles in the city of Pato Branco – PR, and evaluates the current and future scenario based on annual growth rates of the vehicle fleet. All research and processing of collected data was carried out following the recommendations described in the manuals of responsible organs. The results showed that, despite the large volume of traffic, the current configuration of the intersection proved to be efficient, but future projections of increased traffic indicated an inability to accommodate the estimated future flow. The solution developed in this work allows a change in the study intersection, aiming to bring benefits to users of the place.

Key words: Traffic vehicular. Traffic light signaling. Roundabout. Service level.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Interseção em nível (rótula)	19
Figura 2 – Interseção em níveis diferentes (trevo completo)	21
Figura 3 – Tipos básicos de movimento	22
Figura 4 – Elementos de projeto de uma rótula	24
Figura 5 – Fluxos de tráfego em uma rótula moderna	26
Figura 6 – Exemplo de matriz origem/destino	26
Figura 7 – Equação da capacidade básica G_i	27
Figura 8 – Fator de redução (f_i) para uma entrada de rótula com uma faixa de tráfego	28
Figura 9 – Fator de redução (f_i) para uma entrada de rótula com duas faixas de tráfego	28
Figura 10 – Tempo médio de espera	30
Figura 11 – Cálculo de nível de serviço da rótula	30
Figura 12 – Nível de serviço da rótula	31
Figura 13 – Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular	34
Figura 14 – Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada	35
Figura 15 – Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação	37
Figura 16 – Procedimentos para a implantação e avaliação da sinalização semafórica	38
Figura 17 – Estrutura do estudo de implementação de sinalização semafórica	39
Figura 18 – Estudos em locais existentes: abordagem veículos	40
Figura 19 – Exemplos de acidentes evitáveis por sinalização semafórica	41
Figura 20 – Fator de equivalência em UCP	42
Figura 21 – Planilha para coleta de dados	45
Figura 22 – Ficha de contagem volumétrica I	49
Figura 23 – Ficha de contagem volumétrica II	50
Figura 24 – Ficha para contagem de tráfego em interseções	53
Figura 25 – Sumário dos fluxos	54
Figura 26 – Exemplo de fluxograma de tráfego em UCP	56
Figura 27 – Interseção abordada neste trabalho	57

Figura 28 – Interseção do estudo	59
Figura 29 – Crescimento da frota de veículos	60
Figura 30 – Fluxograma da metodologia empregada	61
Figura 31 – Volume (UCP) para cada hora da contagem realizada no Dia 1	62
Figura 32 – Volume (UCP) para cada hora da contagem realizada	63
Figura 33 – Fluxograma atual (2021) da rotatória em UCP	65
Figura 34 – Fluxograma da projeção (2033) da rotatória em UCP	66
Figura 35 – Matriz de volumes atual (2021) da rotatória em UCP	67
Figura 36 – Condições geométricas e complementares dos acessos da rotatória	67
Figura 37 – Capacidade e qualidade do tráfego atual (2021)	67
Figura 38 – Matriz de volumes futuros (2033) da rotatória em UCP	68
Figura 39 – Capacidade e qualidade do tráfego futura (2033)	68
Figura 40 – Sinalização do Acesso 1	70
Figura 41 – Geometria da interseção	71
Figura 42 – Fluxograma atual (2021) da rotatória em UCP	74
Figura 43 – Movimentos permitidos para cada faixa de rolamento do Acesso 1	75
Figura 44 – Movimentos permitidos para a faixa de rolamento do Acesso 2	76
Figura 45 – Movimentos permitidos para a faixa de rolamento do Acesso 3	77
Figura 46 – Movimentos permitidos para cada faixa de rolamento do Acesso 4	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivos gerais	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	SISTEMA VIÁRIO	16
2.1.1	Vias	16
2.2	INTERSEÇÕES	17
2.2.1	Classificação das interseções	17
2.2.1.1	Interseção em nível	17
2.2.1.2	Interseções em níveis diferentes	19
2.2.2	Movimentos em interseções	21
2.3	RÓTULAS	23
2.3.1	Princípios operacionais	24
2.3.2	Nível de serviço da rótula	25
2.3.2.1	Elaboração da Matriz Origem/Destino	25
2.3.2.2	Determinação da capacidade de entrada	27
2.3.2.3	Determinação da Capacidade Residual	29
2.3.2.4	Determinação do Tempo Médio de Espera	29
2.3.2.5	Determinação dos Níveis de Serviço	30
2.4	SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	32
2.4.1	Padrão de sinalização semafórica	33
2.4.1.1	Formas, cores e sinais	33
2.4.2	Tipos de semáforos	35
2.4.3	Critérios gerais para implantação da sinalização semafórica	38
2.4.3.1	Critérios para estudos em locais existentes: abordagem veículos	39
2.5	PESQUISAS DE TRÁFEGO	47
2.5.1	Contagens volumétricas	47
2.5.1.1	Contagens manuais	48
2.5.1.2	Contagens automáticas	51
2.5.2	Contagens em interseções	51
2.5.3	Tratamento de dados	54
3	METODOLOGIA	57

		11
4	RESULTADOS	62
4.1	HORA DE PICO E VOLUME HORÁRIO DE PROJETO	62
4.2	FLUXOGRAMA DO TRÁFEGO DO CRUZAMENTO	64
4.3	NÍVEL DE SERVIÇO DA RÓTULA	66
4.4	ANÁLISE DE VIABILIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO SEMAFÓRICA	68
4.5	SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	73
4.5.1	Acesso 1	75
4.5.2	Acesso 2	76
4.5.3	Acesso 3	76
4.5.4	Acesso 4	77
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	ANEXO A	83
	ANEXO B	107

1 INTRODUÇÃO

A engenharia moderna tem como sua especialidade a solução de problemas, baseada sempre nos conhecimentos científicos já estabelecidos. Porém o mundo em que vivemos, cada vez mais conectado e veloz, exige da engenharia uma visão de futuro, buscando não apenas uma solução, mas a solução mais eficiente. Dessa forma, a engenharia continua inovando e otimizando o tempo, espaço e recursos.

A engenharia de tráfego é um bom exemplo de inovação e adaptação. Com o aumento constante da frota veicular brasileira, o trânsito das cidades tende a se tornar cada vez mais caótico e as interseções são a primeira componente do sistema viário a ser sobrecarregada. Devemos então reavaliar as interseções e, possivelmente, alterá-las para melhor atender a demanda atual.

A frota veicular da cidade de Pato Branco - PR aumenta a cada ano, entre 2010 e 2020 aumentou mais de 60% (IBGE, 2009). Esse acréscimo sobrecarrega as vias e as interseções da cidade, podendo ser constatado diariamente.

Este trabalho tem como objeto de estudo o cruzamento entre a Avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi na cidade de Pato Branco – PR. Essa interseção aparenta estar sobrecarregada, principalmente em horários de pico com extensas filas de trânsito lento. Através da coleta de dados, seguido do cálculo do nível de serviço da rótula atual, será analisada a implementação de sinalização semafórica, a fim de melhorar o fluxo de veículos no cruzamento, baseando-se nas leis vigentes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Determinar a eficiência da interseção da Avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi na cidade de Pato Branco – PR, verificando a viabilidade de substituição da rótula por sinalização semafórica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Coletar e analisar dados sobre o tráfego no cruzamento, obtendo indicadores tais como: horário de pico e nível de serviço da rótula.
- Elaborar o fluxograma de tráfego do cruzamento.
- Analisar a possível implementação de sinalização semafórica.

1.2 JUSTIFICATIVA

A sociedade está em constante crescimento, tanto no aspecto populacional quanto no econômico. Esse crescimento depende, entre outros fatores, do aprimoramento da engenharia, buscando sempre as soluções mais eficientes para a infraestrutura das cidades.

Em Pato Branco, essa evolução é observada no aumento da frota veicular. Segundo o IBGE (2021), a frota da cidade em 2010 era de 40.422 veículos, já em 2020 era de 64.858 veículos. Um aumento considerável, dessa forma, a Engenharia de Tráfego torna-se cada vez mais importante no dia a dia das cidades, cabendo a ela determinar a melhor combinação possível dos equipamentos (veículos, vias, interseções, etc.), conforme o estudo de cada região, via ou interseção específica (DARONCHO, 2016.)

Esse cruzamento tem a incidência de filas, lentidão e até risco de acidentes devido a pouca clareza dos movimentos permitidos. Houve um

aumento significativo de tráfego nessa interseção nos últimos anos, em função principalmente de um novo acesso da BR 158 à cidade de Pato Branco. Este acesso chega primeiro a Rua Ivaí, segue à Rua Iguatemi e, por meio da interseção de estudo, descarrega na Avenida Tupi, uma das principais vias da cidade.

Esse tipo de estudo requer uma composição de dados sobre o tráfego da interseção. É importante destacar que não há conhecimento de qualquer estudo de alteração ou manutenção desse cruzamento, portanto uma análise da eficiência dessa interseção faz-se necessária. Para tanto, foi realizada uma contagem manual dos veículos, dividindo-os conforme suas categorias, podendo assim determinar o horário de pico e o nível de serviço da rótula, o que assegura a viabilidade do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA VIÁRIO

Segundo a ABNT (2016), o termo “sistema viário” é conjunto de vias, que podem ser rodovias, ferrovias, hidrovias e demais meios de transporte. Em resumo, é o conjunto de vias em uma determinada região.

Um sistema viário bem organizado é imprescindível para cidades em constante crescimento, pois sua eficiência afeta diretamente a locomoção de veículos, cargas e pessoas.

2.1.1 Vias

Conforme o Anexo 1 do CTB - Código Brasileiro de Trânsito (2008), as vias podem ser descritas como uma superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, incluindo a pista, calçada, acostamento, ilha e canteiro central.

Por sua vez, o CTB (2008) classifica-as dessa forma:

Via de trânsito rápido: caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta à propriedades e sem travessia de pedestres em nível.

Via arterial: caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade a vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

Via coletora: 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.

Via rural: estradas e rodovias.

Via urbana: ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificados ao longo de sua extensão.

Vias e áreas de pedestres: vias ou conjunto de vias destinadas à circulação prioritária de pedestres.

2.2 INTERSEÇÕES

O CTB (2008) descreve as interseções como todos os cruzamentos, entroncamentos e bifurcações, incluindo também as áreas formadas pelos mesmos.

As interseções são as áreas mais sobrecarregadas de veículos no perímetro urbano, devido ao encontro de vias de sentidos diferentes, bem como movimentos conflitantes, desta forma tendo sua capacidade reduzida.

Segundo o MPI - Manual de Projeto de Interseções (2005), utiliza-se para fins de projeto as seguintes definições:

Interseção: confluência, entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias.

Acesso: interseção de uma rodovia com uma via de ligação a propriedades marginais, de uso particular ou público.

Retorno: dispositivo de uma rodovia que permite a veículos de uma corrente de tráfego a transferência para a corrente de sentido contrário.

2.2.1 Classificação das interseções

2.2.1.1 Interseção em nível

Segundo o Manual de Projeto Interseções (2005), as interseções em nível podem ser definidas:

- a) Em função do número de ramos:

- Interseção de três ramos ou “T”: interseção em nível com três ramos. A designação “T” decorre de ser comum que um dos ramos se situe no prolongamento de outro.

- Interseção de quatro ramos: interseção em nível com quatro ramos.
- Interseção de ramos múltiplos: interseção em nível com cinco ou mais ramos.

b) Em função das soluções adotadas:

- Mínima: solução sem nenhum controle especial, aplicável normalmente onde o volume horário total (dois sentidos) da via principal for inferior a 300 e o da via secundária for inferior a 50.

- Gota: solução que adota uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda.

- Canalizada: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos.

- Rótula (rotatória): solução em que o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central.

- Rótula vazada: solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.

c) Em função do controle de sinalização:

- Sem sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.

- Com sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo.



Figura 1 – Interseção em nível (rótula)
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

2.2.1.2 Interseções em níveis diferentes

Conforme o Manual de Projeto Interseções (2005), as interseções em níveis diferentes podem ser de dois tipos gerais:

a) Cruzamento em níveis diferentes sem ramos, isto é, quando não há trocas de fluxos de tráfego entre as rodovias que se interceptam, desta forma não possuindo ramos de conexão. As vias se cruzam em níveis diferentes por meio de estruturas de separação dos greides. Esses cruzamentos são designados por:

- Passagem Superior: quando a rodovia principal passar sobre a via secundária.
- Passagem Inferior: quando a rodovia principal passar sob a via secundária.

b) Interconexão: além do cruzamento em desnível, a interseção possui ramos que conduzem os veículos de uma via à outra.

Normalmente as interconexões são classificadas em sete tipos básicos:

- Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos. O aspecto geral do projeto faz com que seja designada por “T” ou “Y”. Quando uma das correntes de tráfego de um ramo executar giro próximo de 270° a interconexão é designada por “trombeta”.
- Diamante: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. As conexões na via secundária são interseções em nível.
- Trevo completo: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços e à direita por conexões externas aos laços.
- Trevo parcial: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço.
- Direcional: interconexão que utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. Quando todos os movimentos de conversão são feitos por ramos direcionais a interconexão diz-se “totalmente direcional”.
- Semidirecional: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda.
- Giratório: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária.



Figura 2 – Interseção em níveis diferentes (trevo completo)
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

2.2.2 Movimentos em interseções

Segundo o Manual de Projeto de Interseções (2005), as correntes de tráfego são constituídas por conjuntos de veículos que circulam por uma mesma pista ou faixa de tráfego e no mesmo sentido.

Essa circulação é afetada por uma série de fatores, tais como: frequência de interseções, número e largura das faixas, distâncias de visibilidade, comprimentos e declividades de rampas, sinalização, iluminação, etc.

Conforme o Manual de Projeto de Interseções (2005), nas interseções o comportamento da corrente de tráfego dependerá de sua composição, volume, velocidade e tipo de interseção adotado. Este último é responsável pela natureza dos movimentos que se dão entre veículos de cada corrente, os quais se classificam em:

- **Movimentos de cruzamento:** quando a trajetória dos veículos de uma corrente corta a trajetória dos veículos de outra corrente. Tal movimento requer que os veículos de uma corrente passem pelos intervalos que surgem na outra ou que uma delas se interrompa momentaneamente.

- 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.

- Movimentos divergentes: 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 ou reduzir significativamente suas velocidades.

- Movimentos de entrecruzamento (entrelaçamento): quando a trajetória dos veículos de duas ou mais correntes independentes se combinam, formam uma corrente única e depois se separam.

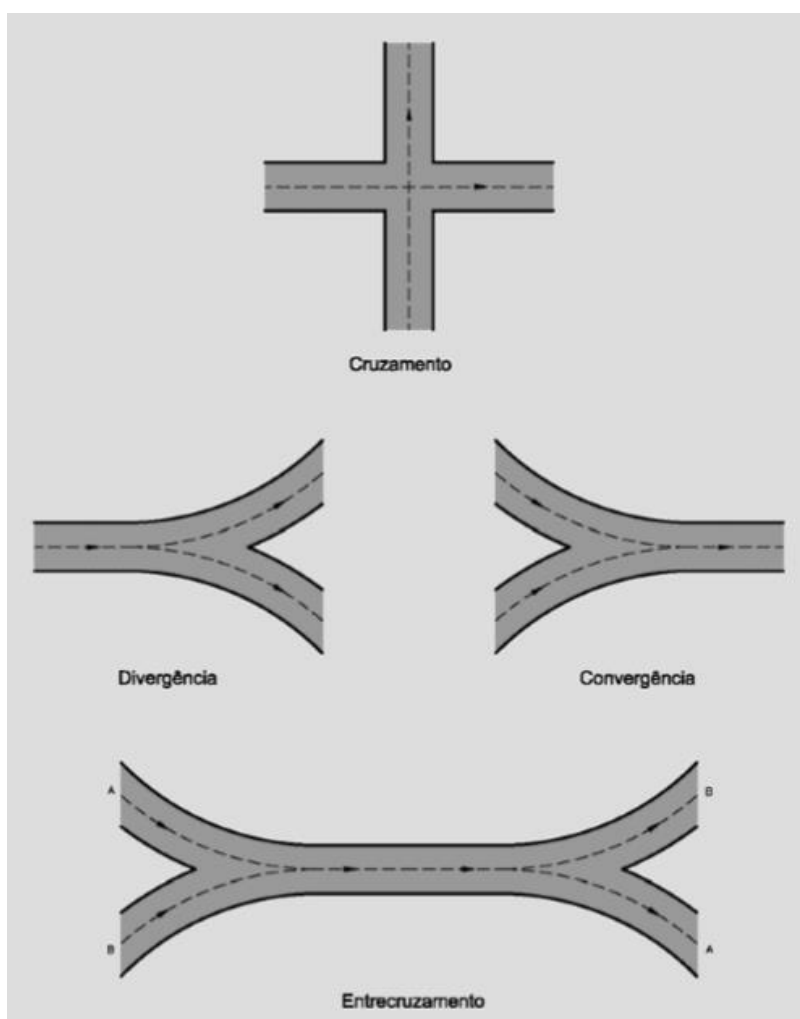


Figura 3 – Tipos básicos de movimento
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

2.3 RÓTULAS

Conforme o Manual de Projeto Interseções (2005) as rótulas são caracterizadas pelos seguintes princípios:

- Prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória. São utilizados sinais “Dê a preferência” ou “Parada Obrigatória” voltados para as correntes de tráfego que chegam à rotatória, dando clara preferência nos pontos de convergência para os veículos que vêm pela esquerda. Para entrar no fluxo da rotatória os veículos devem aguardar intervalos adequados da corrente de tráfego, causando o mínimo de interferência. Mesmo quando possuem mais de uma faixa de trânsito, as rótulas não são sujeitas a movimentos de entrecruzamento que interfiram no seu funcionamento.

- Deflexão do tráfego de entrada. A corrente de tráfego que entra na rotatória é canalizada pela ilha divisória de acesso, de modo a se inserir em um intervalo de tráfego ao longo da rotatória. A visão da ilha central, a ser obrigatoriamente contornada, complementa a orientação do veículo. Nos casos de rotatórias de pequenas dimensões, que não permitem o projeto de ilhas divisórias de acesso, a ilha central pode ser o fator principal de orientação do tráfego de entrada.

Conforme o Manual de Projeto de Interseções (2005), as rótulas variam de tamanho desde as “mini-rótulas” com círculo central de giro com cerca de 15 m de diâmetro, passando pelas “rótulas-compactas” com diâmetros de 30 a 35 m e chegando às “grandes rótulas” com diâmetro da ordem de 150 m (principalmente usada em áreas rurais).

O Manual de Projeto de Interseções (2005) também informa que a maior segurança obtida nas rótulas decresce um pouco com o uso de diâmetros maiores do que 75 m, por permitirem velocidades mais elevadas. Em trechos urbanos está sendo adotado no Brasil as mini-rótulas com raios variando de 1 a 8 m.

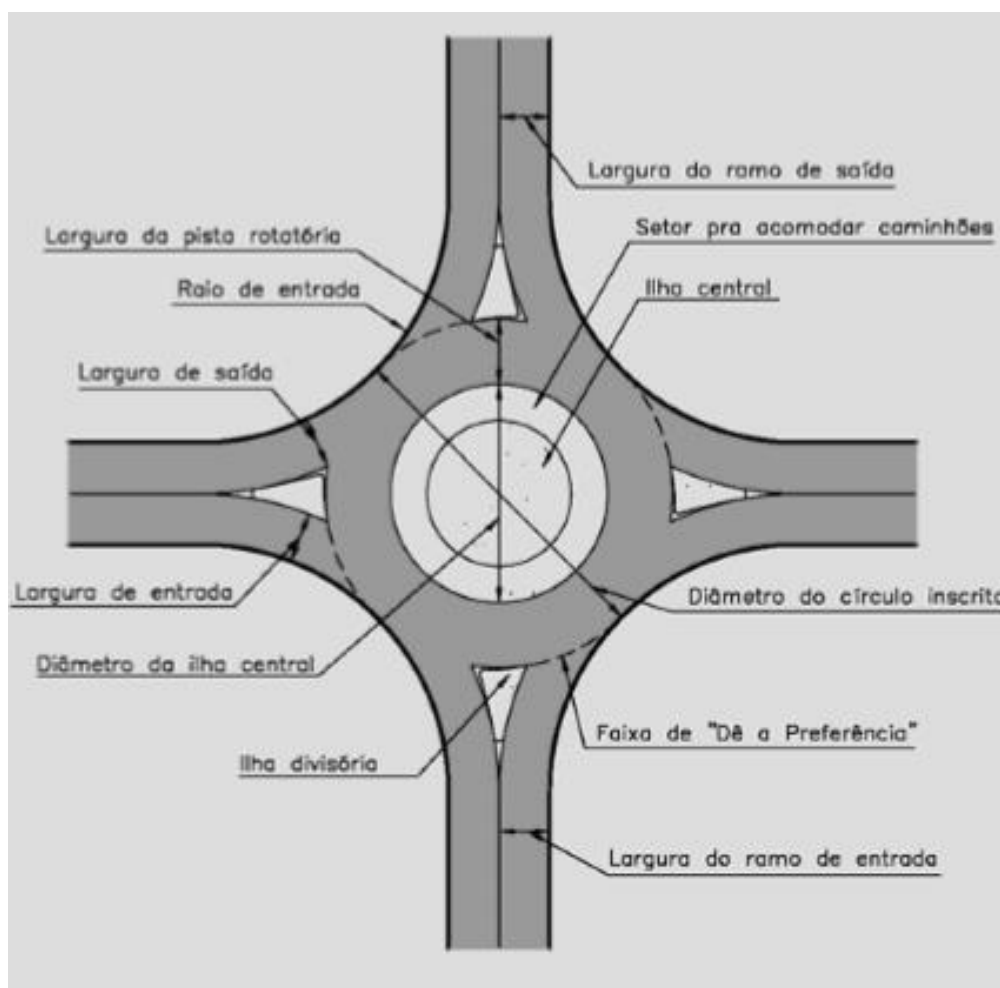


Figura 4 – Elementos de projeto de uma r#33tula
Fonte – Manual de Projeto Interse#33#3es (2005).

2.3.1 Princ#33pios operacionais

Com base no Manual de Projeto Interse#33#3es (2005), dois aspectos do comportamento dos motoristas s#33o particularmente importantes para garantir um bom desempenho da r#33tula: a obedi#33ncia #33 regra de prioridade e a utiliza#33#3o adequada das larguras das vias.

Conforme o Manual de Projeto de Interse#33#3es (2005), outro princ#33pio operacional consider#33vel #33 a velocidade desenvolvida pelos ve#33culos nas aproxima#33#3es. Ela deve ser reduzida, pois as caracter#33sticas do projeto impedem que os ve#33culos atravessem direto a interse#33#3o. Conseq#33entemente, os movimentos de giro n#33o poder#33o ser realizados a velocidades incompat#33veis com a seguran#33a, sobretudo no caso de ve#33culos mais pesados. Tamb#33m o fato dos ve#33culos que est#33o entrando terem que ceder a vez #33 aqueles que j#33 circulam na

rotatória impede que as velocidades sejam elevadas, com importante reflexo na redução dos acidentes.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções (2005), o projeto da rótula envolve o atendimento de um determinado volume de tráfego, de veículos de projeto selecionados, com grau de segurança adequada. A segurança é obtida quando a geometria força o tráfego a entrar na rótula e circular com velocidades baixas, o que se consegue com raios de giro pequenos e faixas estreitas de circulação. Por outro lado, a capacidade da rótula é negativamente afetada por estas características, ou seja, a capacidade para atender à demanda do tráfego diminui quando se reduzem os raios e larguras.

2.3.2 Nível de serviço da rótula

O nível de serviço está ligado a diversas categorias de operações de uma rodovia, quando esta se adapta a variados volumes de tráfego. É uma avaliação qualitativa das condições operacionais de um fluxo de tráfego baseada em função da velocidade, volume e capacidade da via (OLIVEIRA, 2005).

2.3.2.1 Elaboração da Matriz Origem/Destino

Segundo o Manual de Interseções do DNIT (2005) é necessário elaborar uma Matriz Origem/Destino para determinar os fluxos de cada ramo da interseção, independente da solução adotada para o projeto.

Para o caso de uma rotatória de 4 ramos, a Figura 5 demonstra as correntes de tráfego e a Figura 6 exemplifica a Matriz com valores fictícios.

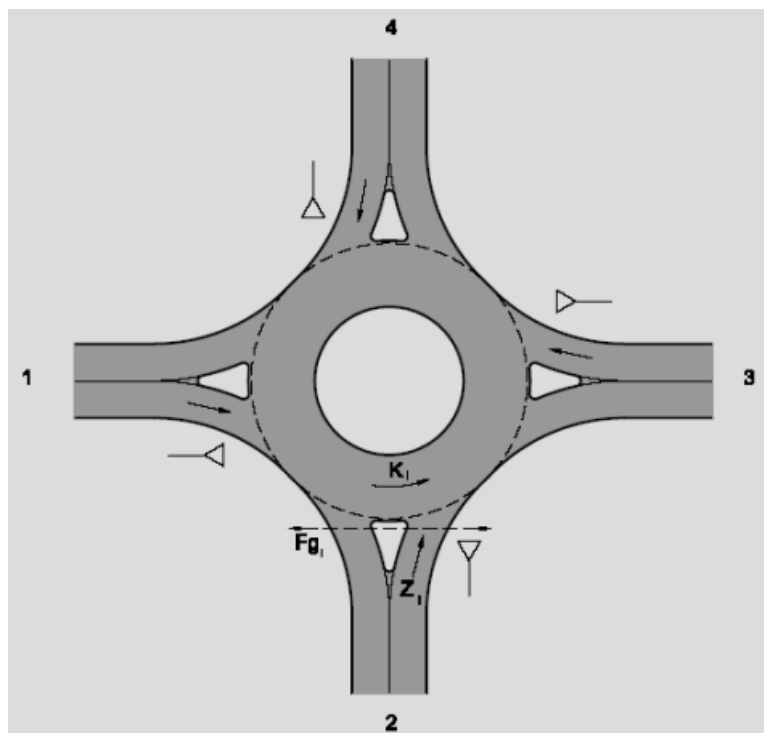


Figura 5 – Fluxos de tráfego em uma rótula moderna
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

Origem \ Destino	Destino				Total
	1	2	3	4	
1	0	110	700	165	975
2	110	0	165	200	475
3	700	165	0	110	975
4	165	200	110	0	475
Total	975	475	975	475	2900

Figura 6 – Exemplo de matriz origem/destino
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

O Manual de Interseções do DNIT (2005) também destaca o significado de alguns termos da matriz de origem/destino:

- As origens são indicadas na primeira coluna e os destinos na primeira linha;
- Os volumes de tráfego que chegam a rotatória são Z_1 , Z_2 , Z_3 e Z_4 ;
- Os volumes de tráfego na rotatória antes de cada entrada, K_1 , K_2 , K_3 e K_4 são calculados pelas expressões:

$$K_1 = O_{3D2} + O_{4D2} + O_{4D3}$$

$$K_2 = O_{1D3} + O_{1D4} + O_{4D3}$$

$$K3 = O2D1 + O1D4 + O2D4$$

$$K4 = O2D1 + O3D1 + O3D2$$

2.3.2.2 Determinação da capacidade de entrada

Com a posse dos volumes de tráfego de cada entrada da rotatória, podemos determinar a Capacidade Básica (G_i) de cada entrada (i) com auxílio da equação indicada pelo Manual de Interseções do DNIT (2005), presente na Figura 7.

$$G_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{t_{\min} \cdot K_i}{n_k \cdot 3600} \right)^{n_k} \cdot \frac{n_z}{t_f} \cdot \exp \left[- \frac{K_i}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2} - t_{\min} \right) \right]$$

Figura 7 – Equação da capacidade básica G_i
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

Onde:

G_i = capacidade básica da entrada i , em UCP/h;

K_i = fluxo de tráfego na pista rotatória, em UCP/h;

n_{ki} = número de faixas de tráfego na pista rotatória antes da entrada i ;

n_{zi} = número de faixas de tráfego na entrada i ;

t_g = valor médio do intervalo mínimo entre veículos na rotatória, aceitável por veículos na entrada aguardando oportunidade de se inserir na rotatória, em segundos;

t_f = valor médio do intervalo entre dois veículos sucessivos da entrada, que entram no mesmo intervalo de veículos da rotatória, em segundos;

t_{\min} = valor mínimo do intervalo entre veículos da rotatória, em segundos.

Na Alemanha são adotados os valores: $t_g = 4,1$ s, $t_f = 2,9$ s, $t_{\min} = 2,1$ s, que são recomendados para o Brasil, até que se determine experimentalmente valores mais condizentes com nossas condições.

De acordo com DNIT (2005), para cada entrada da rotatória, deve-se determinar o Fator de Pedestres (f_i) em função do número de pedestres por hora

(F_g/h). Esse fator equaliza as condições da interseção com a realidade, pois leva em conta a redução de capacidade causada pela interferência de pedestres que circulam nas vias de acesso. Pode-se encontrar esses fatores nas Figuras 8 e 9.

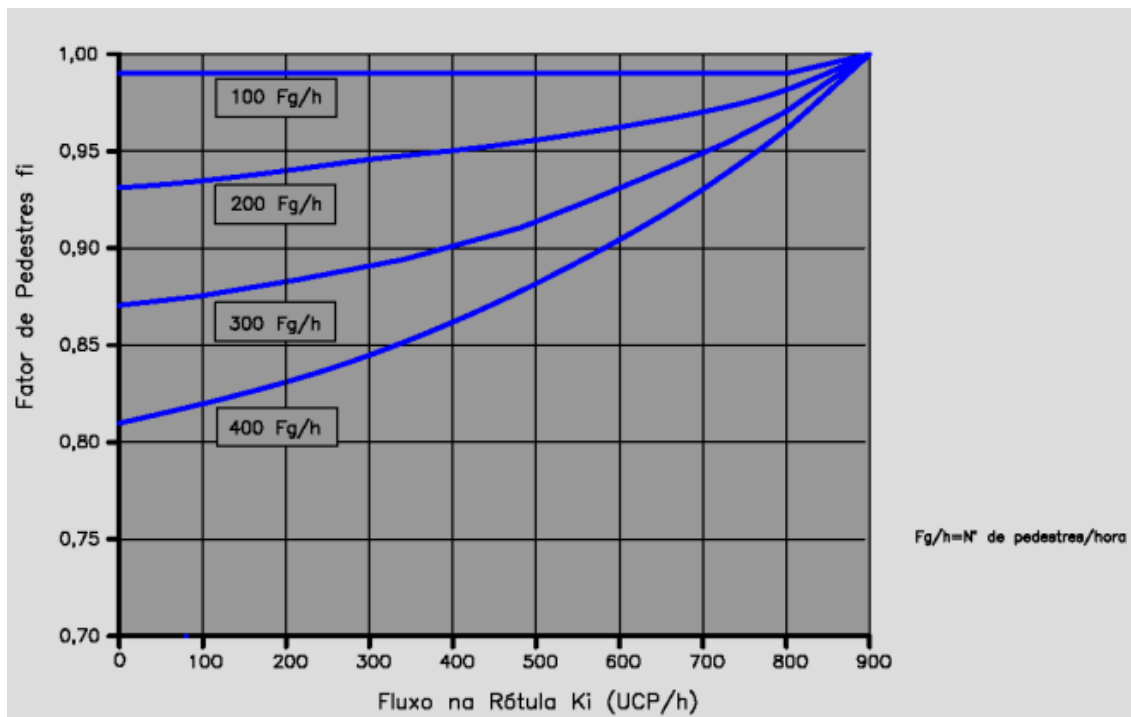


Figura 8 – Fator de redução (f_i) para uma entrada de rótula com uma faixa de tráfego
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

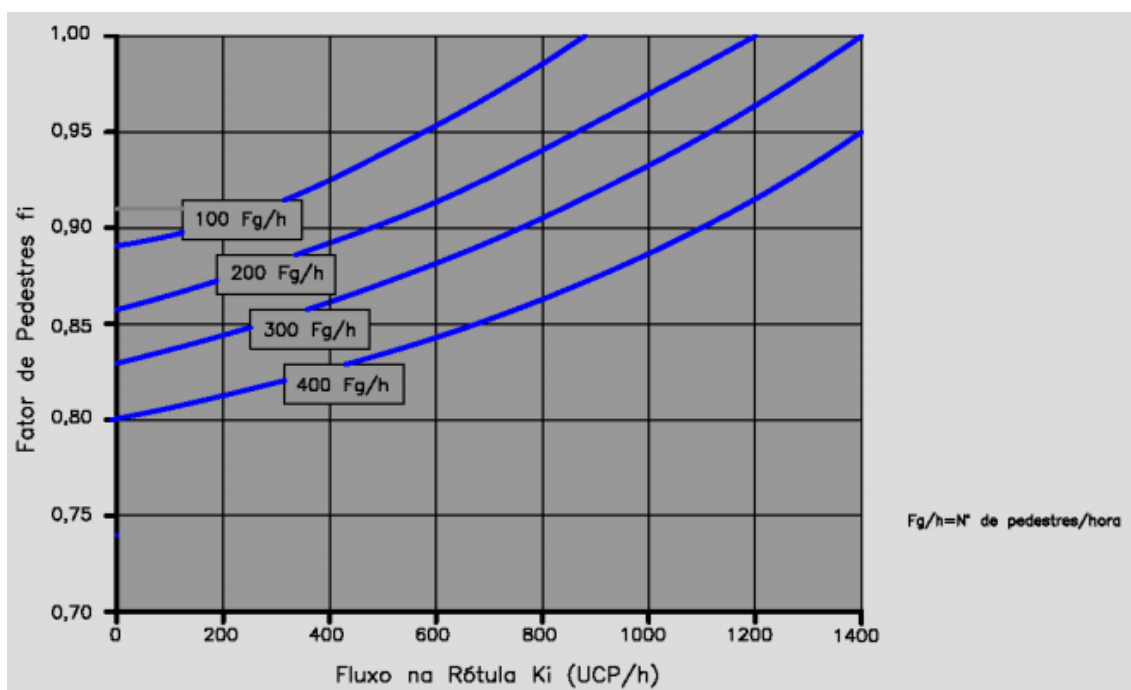


Figura 9 – Fator de redução (f_i) para uma entrada de rótula com duas faixas de tráfego

Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

A capacidade da entrada (i) é enfim determinada com a aplicação desse fator f_i :

$$C_i = G_i \times f_i$$

Onde:

C_i = capacidade da entrada, em UCP/h

G_i = capacidade básica da entrada, em UCP/h

f_i = fator de pedestres

2.3.2.3 Determinação da Capacidade Residual

Segundo o Manual de Interseções (2005) a capacidade residual pode ser obtida através da aplicação da seguinte fórmula:

$$R_i = C_i \times Z_i$$

Onde:

R_i = capacidade residual, em UCP/h

C_i = capacidade da entrada, em UCP/h

Z_i = fluxo de entrada, em UCP/h

2.3.2.4 Determinação do Tempo Médio de Espera

Segundo o Manual de Interseções (2005) o Tempo Médio de Espera (TME_i) de cada entrada pode ser obtido por interpolação dos valores do gráfico exposto na Figura 10, em função da capacidade residual (R_i) e da capacidade (C_i).

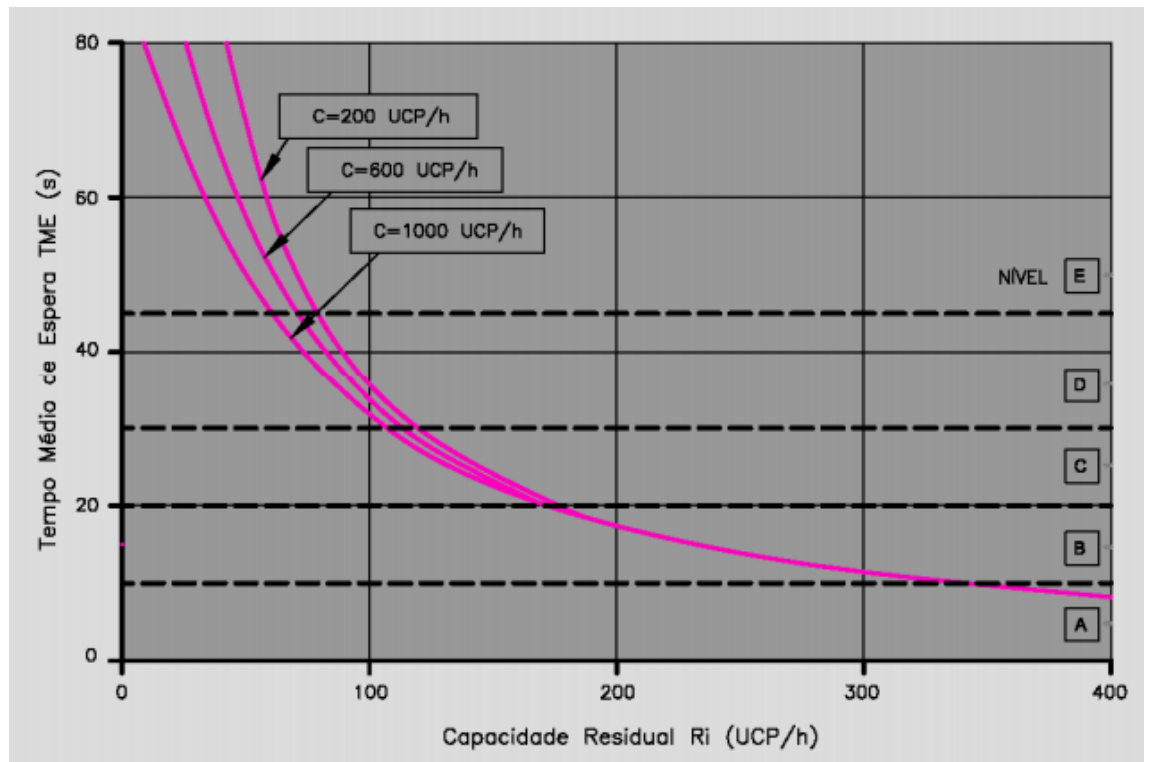


Figura 10 – Tempo médio de espera
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

2.3.2.5 Determinação dos Níveis de Serviço

Para a obtenção do nível de serviço de uma rótula é utiliza-se uma equação, exposta na Figura 11, estabelecida pelo Manual de Projeto Interseções (2005):

$$TIMER = \frac{1}{4} \sum (Z_i \cdot TME_i) / (\sum Z_i)$$

onde:

TMER= tempo médio de espera na rótula, em segundos

Z_i = fluxo na entrada i, em UCP/h

TME_i = tempo de espera na entrada i, em segundos

Figura 11 – Cálculo de nível de serviço da rótula
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

Através do valor obtido, seguindo as diretrizes do MPI (2005), o nível de serviço da rótula pode ser classificado e descrito conforme a Figura 12.

Tempo médio de espera TME (s)	Nível de serviço (NS)
≤ 10	A
≤ 20	B
≤ 30	C
≤ 45	D
> 45	E
$R_i < 0$	F

Figura 12 – Nível de serviço da rótula
Fonte – Manual de Projeto Interseções (2005).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, em seu Manual de Interseções de 2005, os níveis de serviço representam:

- Nível A: A maioria dos veículos da corrente de tráfego pode passar livremente pela interseção, praticamente sem sofrer atraso.
- Nível B: A capacidade de deslocamento dos veículos da corrente secundária é afetada pelo fluxo preferencial. Os tempos de espera são pequenos.
- Nível C: Os motoristas da corrente secundária têm que estar atentos a um número expressivo de veículos da corrente principal. Os tempos de espera são sensíveis. Começam-se a formar retenções de veículos, mas sem grande extensão e duração.
- Nível D: A maioria dos motoristas da corrente secundária é forçada a efetuar paradas, com sensível perda de tempo. Para alguns dos veículos os tempos de espera podem ser elevados. Mesmo que se formem retenções de extensões maiores, elas voltam a se reduzir. O movimento do tráfego permanece estável.
- Nível E: Formam-se retenções de veículos, que não se reduzirão enquanto permanecerem os mesmos volumes de tráfego. Os tempos de espera tornam-se muito elevados. Pequenos aumentos das interferências entre veículos podem provocar colapso do tráfego. Foi atingida a capacidade.

- Nível F: O número de veículos que chegam à interseção durante um longo intervalo de tempo é superior à capacidade. Formam-se longas e crescentes filas de veículos, com elevados tempos de espera. Esta situação é aliviada apenas com sensível queda dos volumes de tráfego. A interseção está sobrecarregada.

O nível de serviço de cada ramo da interseção e da rótula como um todo devem ser no máximo D. Caso não seja atendido essas condições deve-se optar por outra solução, isto é, outro tipo de interseção.

2.4 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), 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.

Conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), a sinalização semafórica é classificada segundo sua função, que pode ser de: regulamentar o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e pedestres numa interseção, ou advertir condutores e pedestres sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa na via.

Na implantação da sinalização de trânsito deve-se ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via, garantindo a real eficácia dos sinais. Para isso, é preciso assegurar à sinalização semafórica os mesmos princípios da sinalização de trânsito em geral. Esses princípios, segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), são estes:

- Legalidade: estar de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro CTB e legislação complementar;
- Suficiência: permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;
- Padronização: seguir um padrão legalmente estabelecido e atender à regra de que situações iguais devem ser sinalizadas segundo os mesmos critérios;

- Clareza: transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão; evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem;
- Precisão e confiabilidade: ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade; atender aos requisitos técnicos mínimos de segurança viária e fluidez, alternando o direito de passagem de movimentos conflitantes;
- Visibilidade e legibilidade ser vista à distância necessária e em tempo hábil para a tomada de decisão;
- Manutenção e conservação estar permanentemente limpa, conservada e visível; sofrer as adequações necessárias, tais como reprogramação, atualização e remoção, acompanhando a dinâmica do trânsito.

2.4.1 Padrão de sinalização semafórica

2.4.1.1 Formas, cores e sinais

Conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) as diferentes combinações de forma, cor e sinal integrantes da sinalização semafórica possuem significados distintos e transmitem informações específicas ao condutor e pedestre.

Nas Figuras 13 e 14 são apresentadas as combinações envolvendo, respectivamente, focos de forma circular e retangular, conforme o estabelecido pelo CONTRAN.

As cores dos focos da sinalização semafórica devem seguir as especificações das Normas ABNT NBR 7995 – 2013 e NBR 15889 – 2019.




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

Figura 13 – Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

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

Figura 14 – Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

2.4.2 Tipos de semáforos

O semáforo, ou grupo focal, é o conjunto obtido pela montagem de um ou mais focos luminosos com suas faces voltadas para o sentido do movimento. Os grupos focais são empregados na sinalização semafórica de regulamentação e advertência, de acordo com a disposição apresentada na Resolução No 160/04 do CONTRAN (Anexo II do CTB).

Os tipos de semáforos empregados na sinalização semafórica de regulamentação estão descritos abaixo, conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), e exemplificados na Figura 15.

- Veicular (exceto de ciclista): o grupo focal veicular possui três indicações luminosas: vermelha, amarela e verde, dispostas nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal.

- Veicular direcional: o grupo focal veicular direcional possui três indicações luminosas: vermelha com seta, amarela com ou sem seta e verde com seta, dispostas nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal.

- Veicular direção livre: o grupo focal veicular direção livre é constituído somente pelo foco verde com seta. A seta deve ser orientada ou para cima, ou para a direita ou para a esquerda.

- Veicular controle de acesso específico: o grupo focal possui focos vermelho e verde, dispostos nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal, para uso exclusivo em controles do tipo praças de pedágio e balsa.

- Veicular controle ou faixa reversível: o grupo focal é formado por um foco vermelho com símbolo “X” e por um foco verde com seta orientada para baixo, dispostos nesta ordem, da esquerda para a direita, na posição horizontal.

- Pedestres: os grupos focais de pedestres são compostos por focos vermelho e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical.

- Ciclistas: os grupos focais de ciclistas são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical.

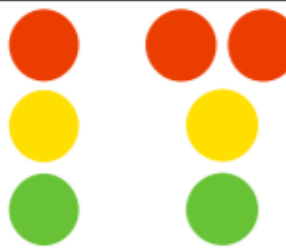

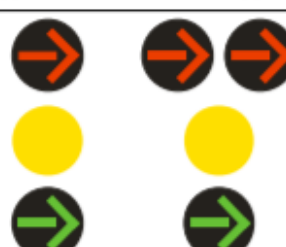







TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular	 <p>Observação: O grupo focal pode ser configurado com vermelho 300mm e amarelo/verde 200mm</p>	 <p>Observação: Só utilizar quando projetado sobre a via</p>
Veicular Direcional	 <p>Observação: Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.</p>	 <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Só utilizar quando projetado sobre a via. ✓ Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.
Veicular Direção Livre		
Veicular Controle de Acesso Específico		
Veicular Controle ou Faixa Reversível	Em semáforos de LED pode ser usado foco único.	
Pedestre		
Ciclista		

Figura 15 – Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

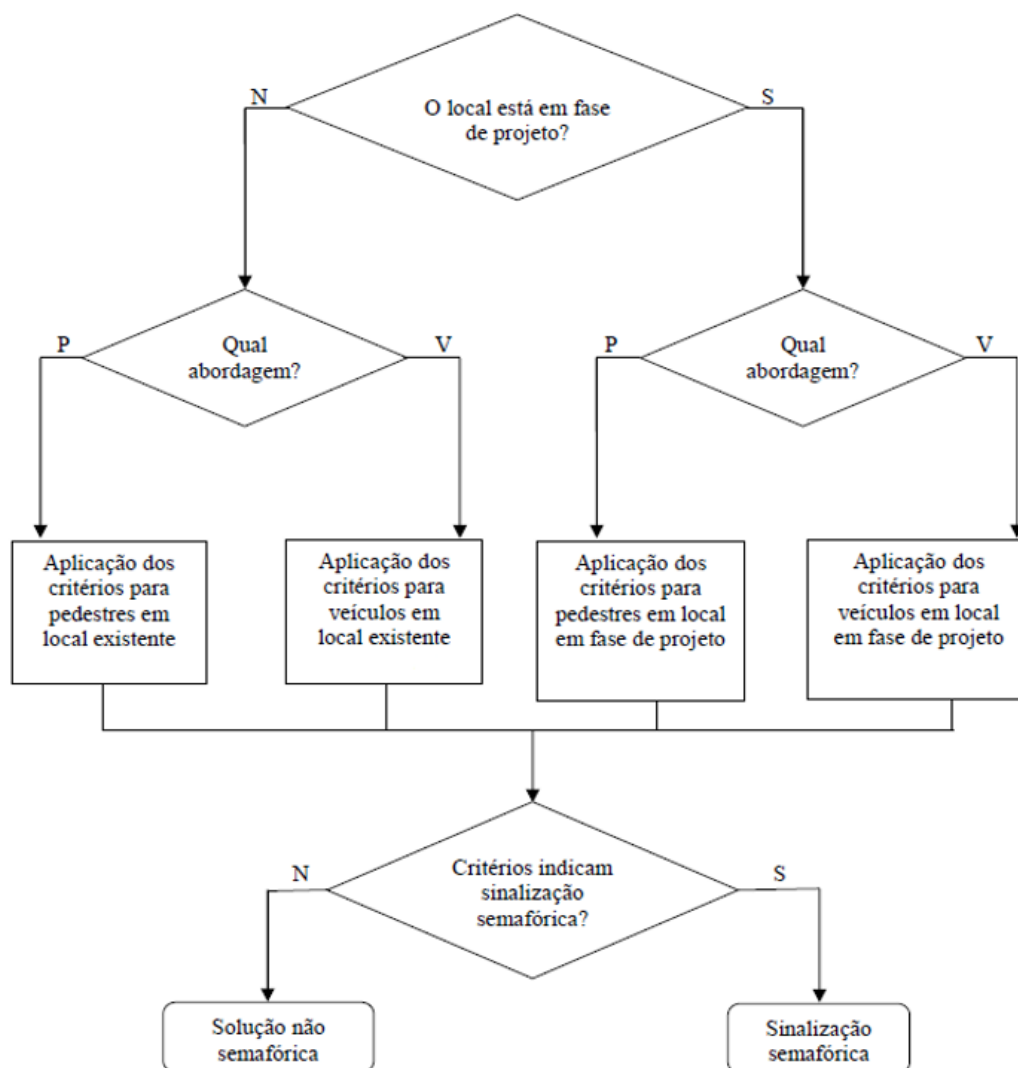
2.4.3 Critérios gerais para implantação da sinalização semafórica

Para a implantação da sinalização semafórica devem ser seguidos alguns procedimentos, descritos no fluxograma exposto na Figura 16.



Figura 16 – Procedimentos para a implantação e avaliação da sinalização semafórica
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

Conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) os critérios estabelecidos para a implantação da sinalização semafórica devem levar em conta, inicialmente, se o local em estudo está em fase de projeto. Em seguida, deve ser definida a abordagem principal do estudo, em termos do tipo de usuário que será prioritariamente considerado: veículo ou pedestre. No fluxograma da Figura 17 é apresentada a estrutura geral para a realização do estudo para implantação de sinalização semafórica.



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

Figura 17 – Estrutura do estudo de implementação de sinalização semafórica
 Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

2.4.3.1 Critérios para estudos em locais existentes: abordagem veículos

O fluxograma da Figura 18 apresenta os critérios a serem considerados para verificação da necessidade da implantação de sinalização semafórica sob a ótica da necessidade dos veículos, em local onde não estão previstas mudanças nas características atuais de geometria e das áreas adjacentes.

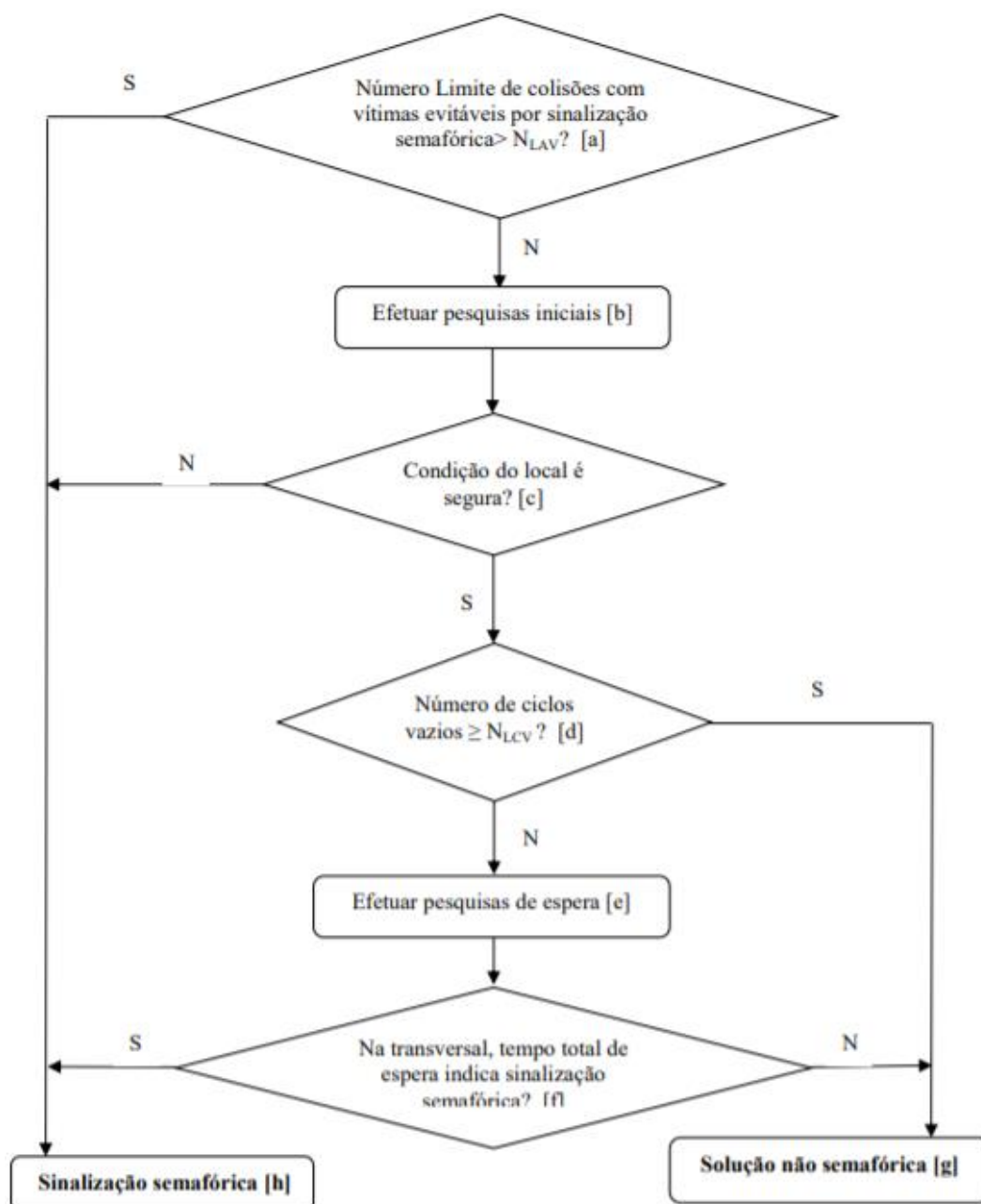


Figura 18 – Estudos em locais existentes: abordagem veículos
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) descreve os blocos do fluxograma da Figura 18 da seguinte forma:

[a] - Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que N_{LAV} ?

O número mínimo limite de colisões com vítimas, evitáveis por sinalização semafórica, (N_{LAV}), que justifica a implantação de sinalização semafórica é igual a 7, observado nos últimos 3 anos ou 3 nos últimos 12 meses.

Na Figura 19 são apresentados alguns exemplos de acidentes que podem ser evitados com a adoção da sinalização semafórica.

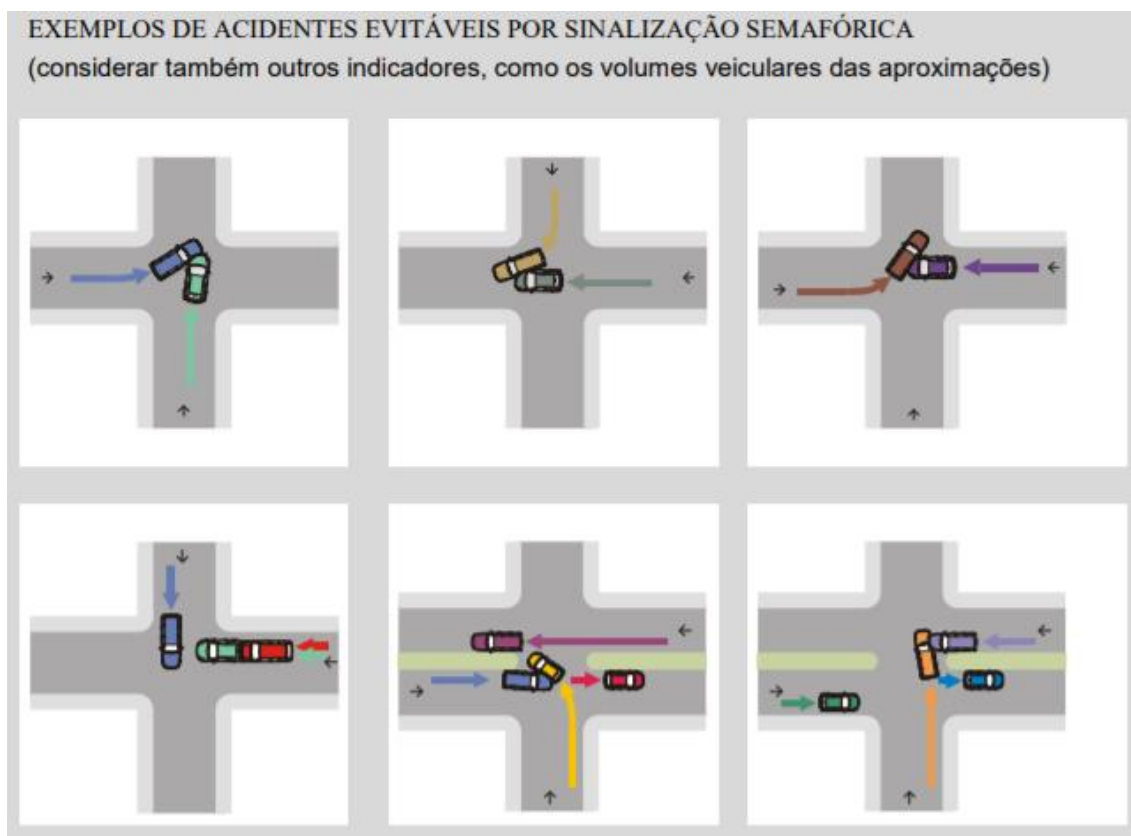


Figura 19 – Exemplos de acidentes evitáveis por sinalização semafórica
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

[b] – Efetuar pesquisas iniciais

Efetuar contagem classificada de veículos (número de veículos por tipo) em todas as aproximações da interseção durante a sua hora-pico. Em seguida, calcular o número de veículos equivalentes, a partir da conversão de todos os tipos de veículos observados em unidades de carros de passeio (UCP), conforme mostrado na Figura 20.

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

Figura 20 – Fator de equivalência em UCP
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

[c] – Condição do local é segura?

Verificar se o local apresenta características que comprometam a segurança dos usuários na interseção. Essas características referem-se principalmente à geometria da via nas proximidades da interseção (curvas horizontais ou verticais), à existência de edificações ou outros elementos que dificultem a visibilidade entre os movimentos conflitantes, ou à configuração da interseção que dificulta a percepção natural de qual via é a via principal.

[d] – Número de ciclos vazios é maior ou igual a N_{LCV} ?

A implantação da sinalização semafórica na abordagem veicular visa, principalmente, propiciar segurança e fluidez ao fluxo da via secundária. Assim, para o caso da utilização de sinalização semafórica de tempo fixo, é preciso verificar se, para o tempo de ciclo que a sinalização semafórica teria caso fosse instalada, existiriam ciclos sem nenhuma demanda na via secundária, isto é, ciclos vazios. Para que a sinalização semafórica seja instalada segundo este critério, o número de ciclos vazios por hora, na hora-pico, deve ser menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora (NC). A estimativa do número de ciclos vazios na hora-pico é feita de acordo com os passos a seguir:

- Passo 1: determinação do tempo de ciclo (C) em segundos, que a sinalização semafórica teria no caso de interseção inserida em via com

sinalização semafórica operando de modo coordenado, adoção do tempo de ciclo da rede. O tempo de ciclo da rede somente deve ser considerado se pelo menos uma das interseções adjacentes estiver a menos de 500 metros da interseção estudada.

- Passo 2: determinação do número de ciclos por hora (NC)

$$NC = \frac{3600}{C}$$

- Passo 3: determinação do fluxo total das aproximações da via secundária (FTS), expresso em termos de unidade de carros de passeio (UCP) por hora.

- Passo 4: determinação do número médio de veículos por ciclo, em termos de UCP, nas aproximações da via secundária (m).

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

- Passo 5: determinação do número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária, ou seja, do número de ciclos em que não existem veículos na via secundária chegando à interseção.

$$NCV = e^{-m} \times NC$$

onde: e = base dos logaritmos neperianos (igual a 2,72)

[e] – Efetuar pesquisas de espera

Determinar o tempo total de espera dos veículos da via secundária. O procedimento para o levantamento desse tempo em campo, conforme apresentado no Apêndice 4 do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014).

Atividades preliminares:

- Estabelecer qual será a aproximação da via secundária a ser pesquisada para o caso da via ser de mão dupla.

- Escolher o horário a ser pesquisado. A pesquisa deve ser feita durante a hora mais crítica em termos de espera, do ponto de vista da via secundária.

- Uma vez estabelecido o horário a ser pesquisado, o trabalho de campo deve ser planejado, tomando o cuidado de se escolher um dia típico, ou seja, com o comportamento normal do trânsito, para efetuar a pesquisa.

Em relação aos dados a serem coletados, o manual determina contar a quantidade de veículos equivalentes que esperam em fila a cada intervalo de 5 segundos, para deixar a via secundária e cruzar ou entrar na principal. Para efeito do estudo em questão, as motos não devem ser contadas, já que as mesmas não são consideradas nas pesquisas de tempo de espera. Os resultados devem ser registrados em uma planilha, cujo modelo é mostrado na Figura 21.

TEMPO TOTAL DE ESPERA DOS VEÍCULOS EM UMA APROXIMAÇÃO DA VIA SECUNDÁRIA

Cruzamento:			
Aproximação:		Sentido:	
Data:	Hora de início:	Hora de término:	
Pesquisadores:			
Observações:			

		Número de veículos que está na fila na aproximação pesquisada (ucp)												
		SEGUNDOS											Sub Total	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
MINUTOS	0													0
	1													0
	2													0
	3													0
	4													0
	5													0
	6													0
	7													0
	8													0
	9													0
	10													0
	11													0
	12													0
	13													0
	14													0
	15													0
	16													0
	17													0
	18													0
	19													0
	20													0
	21													0
	22													0
	23													0
	24													0
	25													0
	26													0
	27													0
	28													0
	29													0
MINUTOS	30													0
	31													0
	32													0
	33													0
	34													0
	35													0
	36													0
	37													0
	38													0
	39													0
	40													0
	41													0
	42													0
	43													0
	44													0
	45													0
	46													0
	47													0
	48													0
	49													0
	50													0
	51													0
	52													0
	53													0
	54													0
	55													0
	56													0
	57													0
	58													0
	59													0
													TOTAL	0

Figura 21 – Planilha para coleta de dados
Fonte – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), Apêndice 4.

Para cada célula da planilha, deve-se anotar os veículos equivalentes na fila a cada 5 segundos. Na coluna subtotal deverá estar a soma de toda a linha. No campo TOTAL será realizada a soma de todos esses dados e esse valor,

multiplicado por 5 (cinco), determina o tempo total de espera dos veículos na via secundária, expresso em UCP x segundo.

[f] – Na transversal, tempo total de espera indica sinalização semafórica?

Se o tempo total de espera for inferior a 6.000 UCP x segundo, por hora, que corresponde a um atraso médio de 15 segundos sofrido por um fluxo de 400 UCP/hora na via secundária (sem considerar as motos), a sinalização semafórica não deve ser implantada.

No caso do tempo total de espera ser superior a 14.000 UCP x segundo, por hora, que corresponde a um atraso médio de 35 segundos sofridos por um fluxo de 400 UCP/hora na via secundária (sem considerar as motos), a sinalização semafórica deve ser implantada.

Para tempo total de espera entre 6.000 e 14.000 UCP x segundo, por hora, a decisão para implantação da sinalização semafórica fica condicionada a análises complementares por parte do técnico encarregado do estudo.

[g] – Solução não semafórica

Adotar solução que promova a segurança do tráfego na interseção sem comprometer desnecessariamente a fluidez da via principal. Dentre as soluções possíveis, destaca-se: redução das velocidades nas aproximações, adequação da geometria, implantação de minirrotatórias e mudança no sentido de circulação com eliminação do conflito.

[h] – Sinalização semafórica

Definir a estratégia e o tipo de controle a ser propiciado pela sinalização semafórica.

2.5 PESQUISAS DE TRÁFEGO

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego (2006) os procedimentos normalmente utilizados para levantamentos de dados de campo são as pesquisas, que podem ser feitas mediante entrevistas ou por observação direta. As pesquisas por entrevista requerem um questionário realizado com usuários das vias, já a observação direta consiste em registrar os fenômenos de trânsito tal como são, sem perturbá-los.

A pesquisa com método de observação, para Rúdio (2002), possui um caráter mais abrangente, visto que não se trata apenas de ver, mas também de examinar e é uma das formas mais frequentes para conhecer pessoas, coisas, acontecimentos e fenômenos.

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 determinada unidade de tempo (DNIT, 2006).

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.

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego (2006), as contagens volumétricas para estudos em áreas rurais classificam-se em:

- Contagens globais: é registrado o número de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente de seu sentido, agrupando-os geralmente pelas suas diversas classes. São empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego.

- Contagens direcionais: é registrado o número de veículos por sentido do fluxo e são empregadas para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais, justificação de controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes, etc.

- Contagens classificatórias: são registrados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. São empregadas para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas.

2.5.1.1 Contagens manuais

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego (2006) as contagens manuais são feitas por pesquisadores, com auxílio de fichas e contadores manuais. São ideais para a classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas. Para contagens em vias urbanas é comum adotar um critério de agrupamento de veículos com base em características semelhantes de operação (automóveis, ônibus e caminhões).

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego (2006), o processo normal de coleta consiste em utilizar contadores manuais mecânicos presos em uma prancheta, na qual está também a ficha para transcrição dos dados.

O Manual de Estudos de Tráfego (2006) determina duas fichas para a realização de contagens. A ficha I (Figura 22) é mais adequada para trechos com baixo volume de tráfego, e deverá incluir os tipos de veículos previstos no trecho. Prevê-se contagem manual, que poderá ser feita com traços a lápis para cada veículo e totalizada por sentido, para cada intervalo de tempo escolhido. A ficha II (Figura 23) prevê a utilização de contadores manuais mecânicos, escrevendo-se os totais de cada intervalo horário, para cada tipo de veículo e preenchendo uma ficha para cada sentido.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA

ESTÁGIO _____

RODovia _____

CÓD. PNV _____

LOCAL DA CONTAGEM
MARCO QUILOMÉTRICO _____

POSTO _____

TRECHO

A _____ **B** _____

DIETADACONTAGEM _____

HORÁRIO _____

HORATÉRMINO _____

SENTEDO

A	B
→	←

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VEÍCULO	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	TOTAL
ÔNIBUS																									
2C																									
3C																									
2C																									
3C																									
4C																									
251																									
252																									
253																									
352																									
353																									
35252																									
2C2																									
2C3																									
3C2																									
3C3																									
OUTROS																									
TOTAL																									

Figura 23 – Ficha de contagem volumétrica II
 Fonte – Manual de Estudos de Tráfego (2006).

2.5.1.2 Contagens automáticas

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego (2006) as contagens manuais são feitas através de contadores automáticos de diversos tipos, em que os veículos são detectados através de tubos pneumáticos ou dispositivos magnéticos, sonoros, radar, células fotoelétricas, etc. Atualmente são usados contadores registradores acoplados a computadores, que fornecem um registro permanente dos volumes e podem ser programados para outros objetivos específicos.

Apresentam a desvantagem do custo elevado e de sua exposição a roubos e vandalismo. Entretanto, seu constante aperfeiçoamento tecnológico tem reduzido continuamente seus custos e dimensões, e tornado cada vez mais fácil ocultar os equipamentos.

2.5.2 Contagens em interseções

A definição da solução a adotar para uma determinada interseção e o dimensionamento de seus ramos dependem necessariamente do volume e das características do tráfego que circulará no ano de projeto (DNIT, 2006).

As contagens em interseções são realizadas visando a obtenção de dados necessários à elaboração de seus fluxogramas, projetos de canalização, identificação dos movimentos permitidos, cálculos de capacidade e análise de acidentes.

Os dados de tráfego deverão incluir os Volumes Médios Diários (VMD) e os Volumes Horários de Projeto (VHP). Deverão ser representados em fluxogramas indicativos das diversas correntes de veículos, classificados de acordo com as finalidades do estudo, pelo menos em carros de passeio, ônibus e veículos de carga.

No caso de interseções existentes, esses dados serão obtidos a partir de contagens, em pontos apropriados. Em trechos virgens, serão obtidos por meio de pesquisas complementadas por contagens de volume.

Para obtenção dos dados necessários ao estudo das interseções deverão ser levantadas as seguintes informações:

- Determinação preliminar dos períodos de pico de tráfego, através do exame de contagens de tráfego eventualmente existentes ou de observação específica do local, complementada com consultas a autoridades locais em condições de prestar informações confiáveis. Nessa pesquisa se procurará identificar os dias de semana e períodos horários em que ocorrem os picos de tráfego.

- Identificação das características dos veículos de maiores dimensões que ocorrem normalmente na interseção.

- Identificação de elementos existentes que permitam determinar fatores de sazonalidade para ajustamento dos resultados das contagens ao período do ano de maior fluxo de tráfego.

- Identificação de elementos existentes que permitam determinar os fatores de expansão necessários à determinação do Volume Médio Diário (VMD) das diversas correntes da interseção.

- Levantamento de valores de taxas de crescimento a aplicar aos volumes determinados nas contagens, obtidos de estudos socioeconômicos ou estudos de tráfego existentes.

O Manual de Estudos de Tráfego (2006) orienta os pesquisadores a utilizar uma ficha específica para contagens em interseções, mostrada na Figura 24.

CONTAGEM EM INTERSEÇÕES

A	B	C	D	E	F	G
FOLHA	POSTO	TEMPO	DIA DA SEMANA	DATA	ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO	PESQUISADOR
Nº _____	Nº _____	<input type="checkbox"/> SOL <input type="checkbox"/> CHUVA <input type="checkbox"/> NUBLADO	<input type="checkbox"/> DOM <input type="checkbox"/> SEG <input type="checkbox"/> TER <input type="checkbox"/> QUA <input type="checkbox"/> QUI <input type="checkbox"/> SEX <input type="checkbox"/> SAB	/ /		
HORA	DE		DE		DE	
	SENTIDO	PARA	SENTIDO	PARA	SENTIDO	PARA
DE	MOVIMENTO		MOVIMENTO		MOVIMENTO	
	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO
DE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATÉ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 24 – Ficha para contagem de tráfego em interseções
 Fonte – Manual de Estudos de Tráfego (2006).

De posse desses valores é necessário reagrupá-los em períodos corridos de uma hora, a fim de localizar a hora de pico da interseção como um todo. A Hora de Pico é o conjunto de 4 intervalos consecutivos de 15 minutos que apresenta maior volume de tráfego. Para tanto, deve-se somar os valores de todos os movimentos dentro dos mesmos 15 minutos (achando o volume deste período), adicionando depois 4 passos consecutivos, para totalizar uma hora corrida.

A hora de pico é aquela que apresentar maior volume total. Desta forma, pode-se calcular:

- Horas de pico de cada movimento e seus respectivos volumes.
- Horas de pico da interseção como um todo (soma de todos os movimentos) e volumes de cada movimento nessas horas.

Convém observar que as horas de picos dos diversos ramos podem não coincidir com a hora de pico da interseção como um todo.

O Fator de Hora de Pico (FHP) da interseção é definido pela razão do volume da hora de pico sobre o fluxo horário do período de 15 minutos mais carregado da hora de pico. O fluxo horário é 4 vezes o volume de 15 minutos. Logo, o Fator de Hora de Pico será:

$$FHP = \frac{VHP}{4 \times FH15min}$$

A Figura 26 apresenta um exemplo de fluxograma de tráfego em UCP, abrangendo todos os movimentos diretos e de conversão.

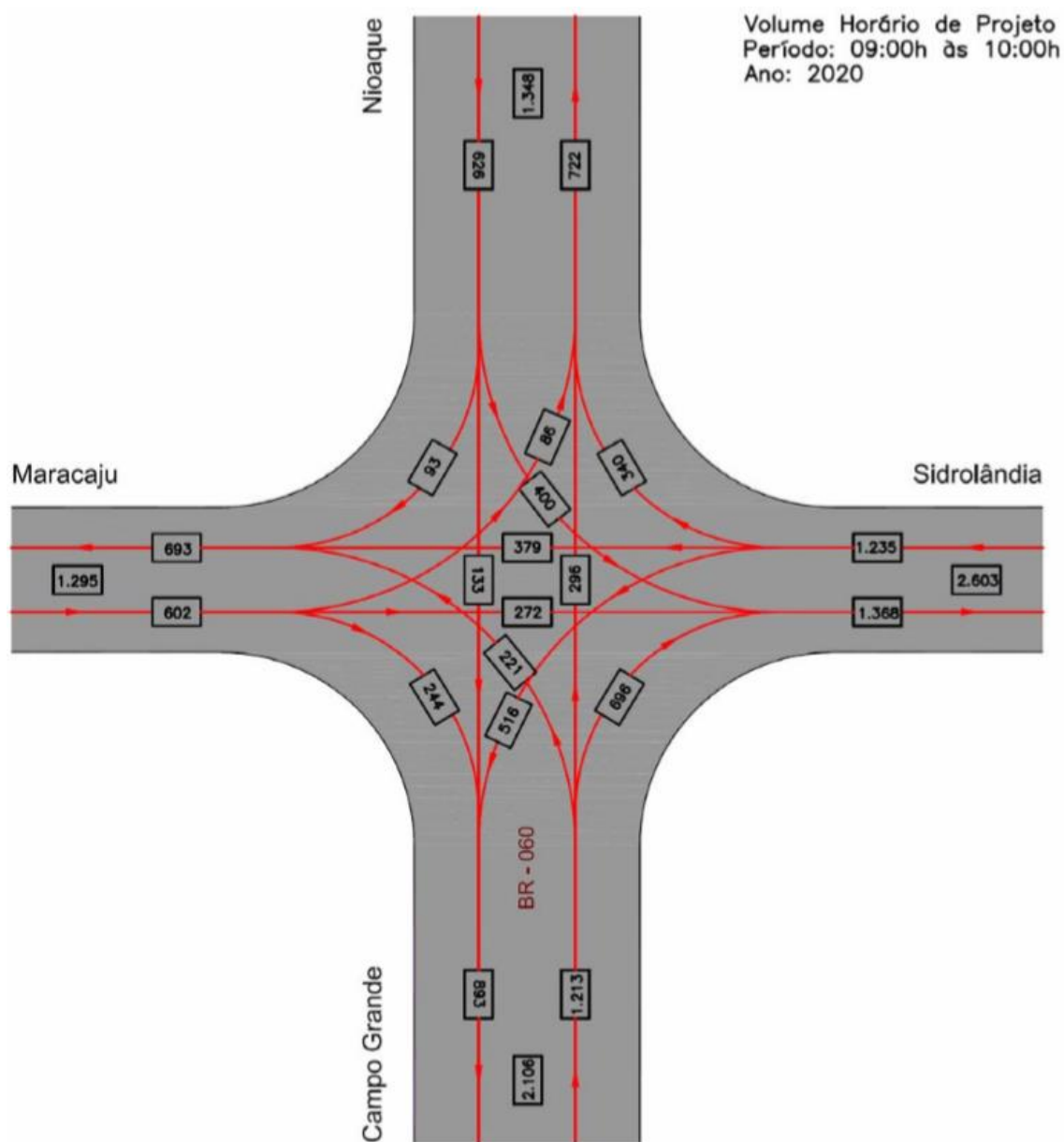


Figura 26 – Exemplo de fluxograma de tráfego em UCP
Fonte – Manual de Estudos de Tráfego (2006).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser classificado como um estudo de caso isolado e uma pesquisa quantitativa, direcional e classificatória. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade, considerando que o quadro geral tem a sua melhor descrição com o processamento dos dados brutos, obtidos com instrumentos padronizados e neutros. Em síntese, a pesquisa quantitativa utiliza-se da linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno (FONSECA, 2002).

O objetivo geral deste estudo de caso é a implementação de sinalização semafórica a fim de propiciar maior fluidez ao tráfego na interseção entre a Avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi na cidade de Pato Branco – PR. Uma imagem de satélite dessa interseção pode ser observada na Figura 27.



**Figura 27 – Interseção abordada neste trabalho
Fonte – Google Maps (2021).**

Os dados foram coletados através da observação humana, com o auxílio de fichas de contagem, normatizadas pelo Manual de Estudos de Tráfego (2006).

A contagem manual foi efetuada classificando os veículos por tipo, em seguida, foram convertidos em unidades de carros de passeio (UCP) conforme orienta o DNIT.

As contagens iniciaram com o intuito de determinar o horário de pico da interseção, com base na observação da interseção e sugestão do DNIT (2006) foram selecionados dois horários: 11h45min a 13h45min e 17h00min a 19h00min. Contabilizadas em intervalos de 15 minutos em 15 minutos.



Figura 28 – Interseção do estudo
 Fonte – Google Maps, edição própria (2019).

Os movimentos contabilizados partiram de cada ponto enumerado na Figura 28 para os demais, por exemplo: movimentos ponto 1 ao ponto 2 (1-2), 1-3, 1-4, 2-1, 2-3, e assim sucessivamente, os retornos tiveram amostragens inexpressivas e não foram considerados. As contagens obtidas foram organizadas em planilhas e estão expostas na seção Apêndice.

Efetuaram-se contagens durante 5 dias seguidos. As contagens iniciaram no dia 26 de julho de 2021 (segunda-feira) e encerraram-se em 30 de julho de 2021 (sexta-feira).

Para definição da taxa de crescimento, se utilizou de base a taxa de crescimento nacional e local, tendo como tempo de estudo o período entre os

anos de 2010 e 2020. Calculou-se as duas e tomou-se a média delas como sendo a taxa de crescimento adotada. Na Figura 29 estão disponibilizados os dados das frotas de veículos no âmbito nacional e local, respectivamente. Os dados foram retirados do site do IBGE.

Âmbito	Ano	
	2010	2020
Pato Branco	40.442	64.858
Nacional	64.817.974	107.948.371

Figura 29 – Crescimento da frota de veículos
Fonte – IBGE (2021).

Em seguida, podemos analisar a possibilidade de reestruturação do cruzamento e se necessário, a implantação de sinalização semafórica. O trabalho então foi desenvolvido conforme o fluxograma da Figura 30.

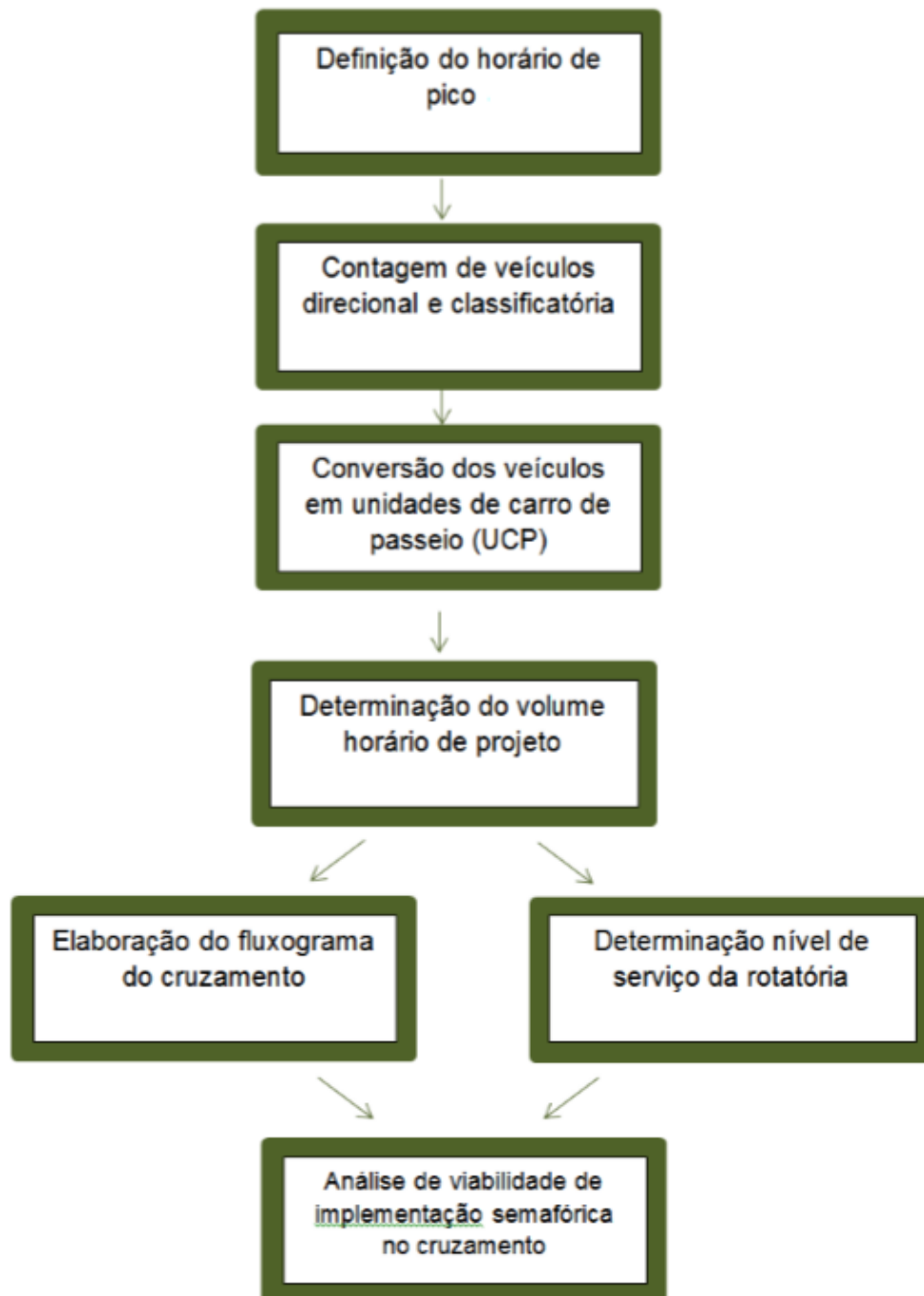


Figura 30 – Fluxograma da metodologia empregada
Fonte – PEDROSO (2019).

4 RESULTADOS

4.1 HORA DE PICO E VOLUME HORÁRIO DE PROJETO

A hora de pico foi determinada analisando os dados coletados na contagem manual realizada. A hora de pico dá-se pelo maior volume somando-se 4 intervalos de contagem consecutivos, expressos em unidades de carro de passeio (UCP). As contagens manuais foram realizadas nos dias 26, 27, 28, 29 e 30 de julho de 2021.

Nas contagens do Dia 1, expostas na Figura 31, as contagens realizadas no período entre 11h45min e 13h45min obtiveram valor menor que os medidos entre as 17h e 19h. Dessa forma, ficou evidente que a hora pico seria encontrada entre o período das 17h às 19h. Portanto, o intervalo das 11h45min às 13h45min foi descartado das futuras contagens.

Dia 1 - 26/07	Volume de Veículos (UCP)
11:45 - 12:45	1202,85
12:00 - 13:00	1162,33
12:15 - 13:15	1146,09
12:30 - 13:30	1247,94
12:45 - 13:45	1419,43
17:00 - 18:00	1548,31
17:15 - 18:15	1640,28
17:30 - 18:30	1732,57
17:45 - 18:45	1752,88
18:00 - 19:00	1685,54

Figura 31 – Volume (UCP) para cada hora da contagem realizada no Dia 1
Fonte – Autoria Própria (2021).

Dia 1	Volume (UCP)	Dia 2	Volume (UCP)	Dia 3	Volume (UCP)
Horário		Horário		Horário	
17:00 - 18:00	1548,31	17:00 - 18:00	1440,95	17:00 - 18:00	1695,61
17:15 - 18:15	1640,28	17:15 - 18:15	1574,89	17:15 - 18:15	1763,57
17:30 - 18:30	1732,57	17:30 - 18:30	1660,17	17:30 - 18:30	1775,89
17:45 - 18:45	1752,88	17:45 - 18:45	1668,50	17:45 - 18:45	1664,59
18:00 - 19:00	1685,54	18:00 - 19:00	1587,54	18:00 - 19:00	1507,34
Dia 4	Volume (UCP)	Dia 5	Volume (UCP)		
Horário		Horário			
17:00 - 18:00	1566,04	17:00 - 18:00	1737,00		
17:15 - 18:15	1687,95	17:15 - 18:15	1831,29		
17:30 - 18:30	1710,91	17:30 - 18:30	1887,29		
17:45 - 18:45	1662,25	17:45 - 18:45	1862,95		
18:00 - 19:00	1491,65	18:00 - 19:00	1662,32		

Figura 32 – Volume (UCP) para cada hora da contagem realizada
Fonte – Autoria Própria (2021).

Conforme a Figura 32, observa-se que a hora pico se deu no Dia 5 (sexta-feira, 30 de julho) entre 17h30min e 18h30min e com um volume de 1887,29 UCP. Para o cálculo do volume horário de projeto (VHP), este valor foi considerado como o volume horário máximo (VH) no ano.

Conforme o Manual de Estudo de Tráfego (DNIT-2006), página 65, Figura 14, considerando-se uma rodovia urbana radial, o volume horário máximo (VH) no ano equivale a cerca de 12% do volume médio diário (VMD). Assim, definiu-se o volume médio diário:

$$VMD = \frac{1887,29}{0,12}$$

$$VMD = 15727,42 \text{ UCP}$$

Usualmente no Brasil se adota o quinquagésimo maior volume horário (VH50) como volume horário de projeto (VHP), sendo este equivalente a 8,5% do volume médio diário (VMD).

$$VHP = 15727,42 \times 0,085$$

$$VHP = 1336,83 \text{ UCP}$$

Realizou-se um estimativa de tráfego futuro utilizando dados locais, referentes a frota de Pato Branco e a nacional nos últimos 10 anos. Utilizando também a fórmula de crescimento geométrico foi possível obter a taxa de crescimento anual local (Pato Branco) e nacional. Seguidamente, calculou-se uma média aritmética para obter a taxa de crescimento anual a ser utilizada neste trabalho.

Taxa de crescimento de Pato Branco:

$$64858 = 40422 (1 + a_{pb})^{10}$$

$$a_{pb} = 4,84\%$$

Taxa de crescimento nacional:

$$107948371 = 64817974 (1 + a_{br})^{10}$$

$$a_{br} = 5,23\%$$

Taxa de crescimento a ser utilizada nesse trabalho:

$$a_{tr} = \frac{4,84\% + 5,23\%}{2}$$

$$a_{tr} = 5,04 \%$$

4.2 FLUXOGRAMA DO TRÁFEGO DO CRUZAMENTO

O fluxograma apresentado na Figura 33, demonstra os movimentos e seus volumes expressos em UCP, estes dados são referentes ao Volume Horário de Projeto (VHP).

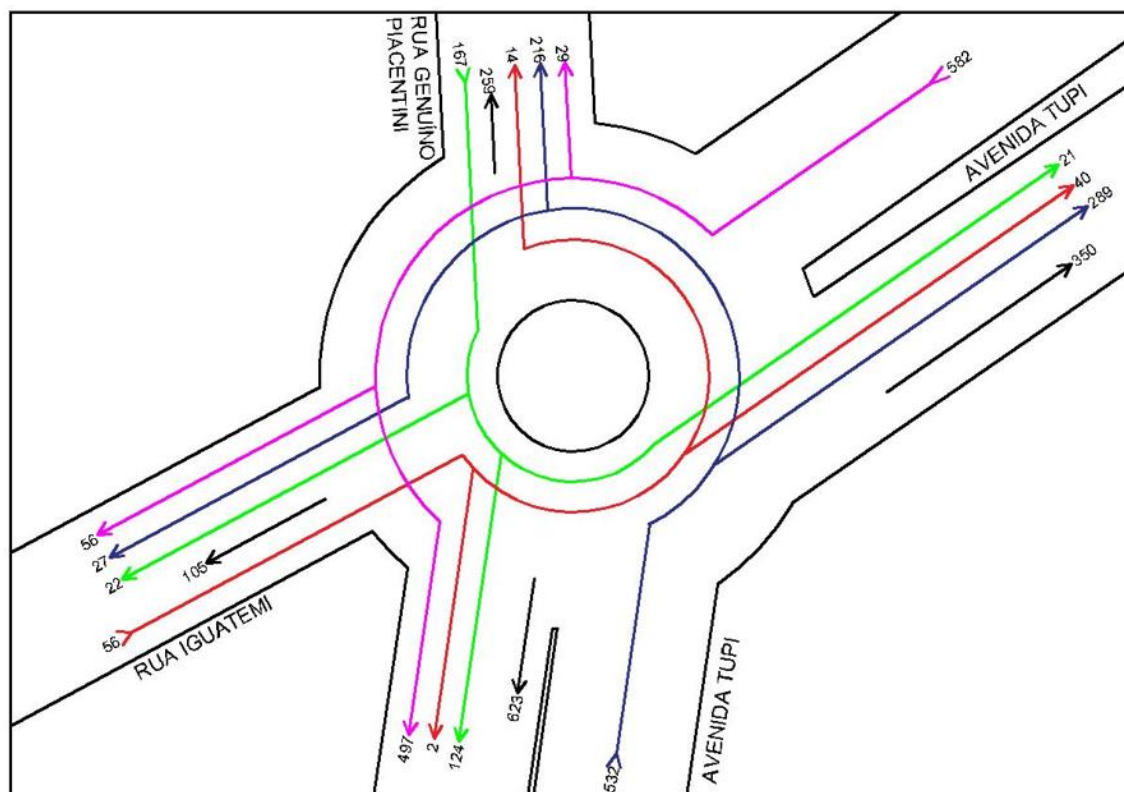


Figura 33 – Fluxograma atual (2021) da rotatória em UCP
Fonte – Autoria Própria (2021).

Realizou-se uma projeção geométrica sobre o volume de veículos, prevendo um aumento da frota nos próximos 12 anos, para essa projeção utilizou-se o fator a_{tr} , o qual já foi calculado neste trabalho. A Figura 34 expõe o fluxo de veículos estimado, em UCP, no ano de 2033.

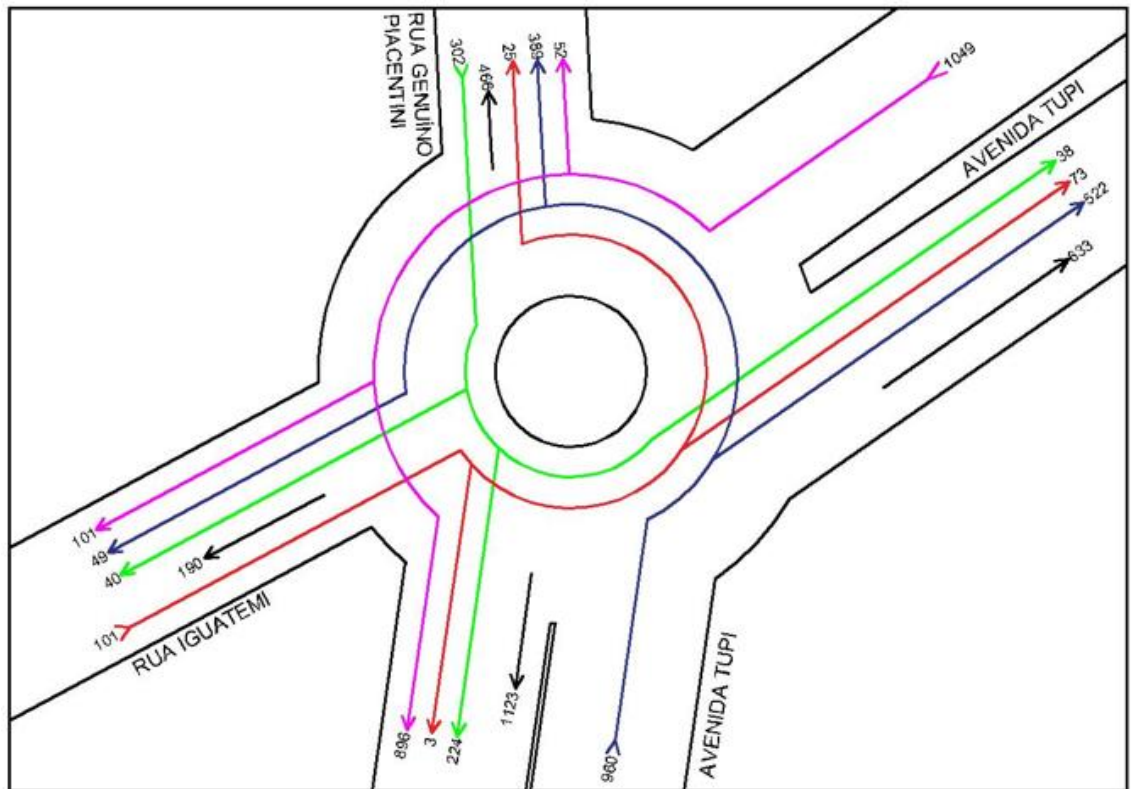


Figura 34 – Fluxograma da projeção (2033) da rotatória em UCP
Fonte – Autoria Própria (2021).

4.3 NÍVEL DE SERVIÇO DA RÓTULA

Para calcular o nível de serviço da rotatória utilizou-se o Volume Horário de Projeto como base para a matriz origem/destino, conforme a Figura 35. Na Figura 36, expõe-se as condições dos acessos da rotatória.

Matriz de Volumes em Unidades de Carros de Passeio						
Origem	Destino				Total do Acesso Zi	Total do Arco Ki
	1	2	3	4		
1	0	28,8	55,9	496,8	581,5	256,6
2	21	0	22,2	124,4	167,6	579,6
3	40,4	13,9	0	1,4	55,7	642,2
4	289,3	215,8	26,9	0	532	75,3

Figura 35 – Matriz de volumes atual (2021) da rotatória em UCP
Fonte – Autoria Própria (2021).

Condições Geométricas e Complementares			
Nome do Acesso	Nº do Acesso	Fluxo de Tráfego	Nº de Faixas
Avenida Tupi - Centro	1	Z1	1
		K1	1
Rua Genuíno Piacentini	2	Z2	1
		K2	1
Rua Iguatemi	3	Z3	1
		K3	1
Avenida Tupi - Bairros	4	Z4	1
		K4	1

Figura 36 – Condições geométricas e complementares dos acessos da rotatória
Fonte – Autoria Própria (2021).

Com esses dados e informações, determinou-se a capacidade e a qualidade do tráfego, todas essas informações se resumem no nível de serviço de cada entrada da rótula, conforme mostra a Figura 37. Vale destacar que o fator de pedestres foi observado, porém houve uma incidência muito baixa de pedestres circulando pela interseção, dessa forma os fatores f permaneceram inalterados.

Determinação da Capacidade e da Qualidade do Tráfego									
Acesso ou Arco	Acesso Zi (p/h)	Arco Ki (p/h)	Capacidade Básica Gi (p/h)	Fator de Pedestres f	Capacidade Ci (p/h)	Acesso	Capacidade Residual Ri (p/h)	Tempo Médio de Espera TMS (s)	Nível de Serviço
1	581,50	256,60	1014,99	1	1014,99	1	433,49	7	A
2	167,60	579,60	752,04	1	752,04	2	584,44	6	A
3	55,70	642,00	703,94	1	703,94	3	648,24	5	A
4	532,00	75,00	1173,54	1	1173,54	4	641,54	5	A

Figura 37 – Capacidade e qualidade do tráfego atual (2021)
Fonte – Autoria Própria (2021).

A rotatória atende bem o tráfego atual, verificou-se se o mesmo acontecerá em uma projeção de 12 anos, mantendo as mesmas condições

geométricas atuais. Os volumes estimados para 2033 estão expostos na Figura 38. A capacidade, a qualidade do tráfego e o nível de serviço da rótula, para essa projeção, estão expostas na Figura 39.

Matriz de Volumes em Unidades de Carros de Passeio						
Origem	Destino				Total do Acesso Zi	Total do Arco Ki
	1	2	3	4		
1	0	51,9	100,9	896,3	1049,1	463
2	37,9	0	40	224,4	302,3	1045,8
3	72,8	25,1	0	2,6	100,5	1158,6
4	521,9	389,3	48,6	0	959,8	135,8

Figura 38 – Matriz de volumes futuros (2033) da rotatória em UCP
Fonte – Autoria Própria (2021).

Determinação da Capacidade e da Qualidade do Tráfego									
Acesso ou Arco	Acesso Zi (p/h)	Arco Ki (p/h)	Capacidade Básica Gi (p/h)	Fator de Pedestres f	Capacidade Ci (p/h)	Acesso	Capacidade Residual Ri (p/h)	Tempo Médio de Espera TMS (s)	Nível de Serviço
1	1049,10	463,00	844,22	1	844,22	1	-204,88	81	F
2	302,30	1045,80	412,60	1	412,60	2	110,30	31	D
3	100,50	1158,60	337,11	1	337,11	3	236,61	15	B
4	959,80	135,80	1119,57	1	1119,57	4	159,77	21	C

Figura 39 – Capacidade e qualidade do tráfego futura (2033)
Fonte – Autoria Própria (2021).

Na projeção de 12 anos a rotatória será ineficiente para essa interseção, pois o nível de serviço do Acesso 1 (Avenida Tupi – Centro) é considerado F, lembrando que o nível de serviço máximo admitido em cada acesso é D. Dessa forma, um estudo para uma possível modificação se justifica, uma vez que os dados comprovam que em alguns anos será necessária uma alteração. Portanto, prosseguiu-se com o estudo sobre implementação semaforica nessa interseção.

4.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO SEMAFÓRICA

[a] - Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semaforica, é maior do que N_{LAV} ?

Como já mencionado neste trabalho, o número mínimo limite de colisões com vítimas, evitáveis por sinalização semafórica, (N_{LAV}), que justifica a implantação de sinalização semafórica é igual a 7, observado nos últimos 3 anos ou 3 nos últimos 12 meses.

Houve um contato com o 3º BPM – Terceiro Batalhão da Polícia Militar no dia 02 de agosto de 2021, porém a informação não foi obtida. Portanto, foi realizada uma entrevista com alguns funcionários do posto de combustível localizado em frente a interseção, estes relataram que a incidência de acidentes é alta, estimou-se cerca de um acidente por semana. Quando analisamos os acidentes com vítimas esse dado diminui bastante, estimasse uma vítima por ano.

Considerou-se então que a interseção semafórica não se justifica com base nesse quesito. Uma vez que o número de colisões com vítimas é menor que o N_{LAV} .

[b] – Efetuar pesquisas iniciais

Os dados de tráfego coletados para o cálculo de nível de serviço da rótula serviram como base para os cálculos necessários nessa análise.

[c] – Condições do local é segura?

No dia 30 de julho de 2021 analisou-se a condição do pavimento das vias da interseção, as quais encontravam-se em boas condições, sem fendas ou irregularidades.

A sinalização vertical e horizontal nos acessos da interseção encontravam-se em estado satisfatório, com utilização das seguintes sinalizações: dê a preferência, indicação de sentido e parada obrigatória. As faixas de pedestre também encontram-se em boas condições. Na Figura 40, observa-se o Acesso 1 (Avenida Tupi – Centro) bem como as sinalizações descritas.



Figura 40 – Sinalização do Acesso 1
Fonte – Autoria Própria (2021).

A geometria do cruzamento causa insegurança nos usuários da via. Conforme observa-se na Figura 41, o ângulos claramente não são retos (90°) entre suas vias.



Figura 41 – Geometria da interseção
 Fonte – Google Maps, edição própria (2019).

Um exemplo de que a geometria da interseção é ambígua, a rótula tem apenas uma faixa de tráfego, porém o Acesso 1 conta com duas faixas de tráfego. A faixa da direita é destinada apenas à realização do movimento 1-2, porém a imprudência ou a imperícia dos condutores de veículos geram problemas, como a tentativa de realizar o movimento 1-4 utilizando a faixa da direita, essa tentativa gera um movimento conflitante com o movimento 1-3. Durante as contagens manuais esse conflito foi observado por várias vezes.

O critério de segurança indica a necessidade de sinalização semafórica no local, porém deu-se sequência na pesquisa a fim de avaliar a interseção nos demais itens.

[d] – Número de ciclos vazios é maior ou igual a N_{LCV} ?

Com base nos demais semáforos presentes na cidade de Pato Branco, estabelece-se para este trabalho o valor de tempo de ciclo (C) de 80 segundos. Para determinar o número de ciclos por hora (NC), calcula-se:

$$NC = \frac{3600}{C}$$

$$NC = \frac{3600}{80}$$

$$NC = 45 \text{ ciclos por hora}$$

Em seguida, determina-se o fluxo total das aproximações da via secundária (FTS) em termos de unidades de carros de passeio (UCP) por hora. Considerou-se como via secundária a Rua Genuíno Piacentini, a qual teve como FTS: 167 UCP/h.

Posteriormente, calcula-se o número médio de veículos por ciclo, em termos de UCP, nas aproximações da via secundária (m).

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

$$m = \frac{167}{45}$$

$$m = 3,71$$

Na média passariam 3,71 unidades de carro de passeio por ciclo.

Seguidamente, calcula-se o número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária (NCV).

$$NCV = e^{-m} \times NC$$

$$NCV = e^{-3,71} \times 45$$

$$NCV = 1,10$$

O Manual de Sinalização Semafórica do CONTRAN determina que o número de ciclos vazios (N_{Lcv}) deve ser menor ou igual a 10% do total de ciclos por horas, ou seja, 4,5 ciclos.

Como este critério foi atendido, se deu sequência ao estudo.

[e] – Efetuar pesquisas de espera

A pesquisa de espera foi realizada no dia 2 de agosto de 2021. O horário escolhido foi das 17h30min até as 18h30min. O valor encontrado para a hora de estudo, já com fator de equivalência foi de 6575 UCP x segundo.

A planilha preenchida se encontra no Anexo B.

[f] - Na transversal, tempo total de espera indica sinalização semafórica?

O tempo total de espera ficou no intervalo de 6000 à 14000 UCP x segundo, isso significa que, por hora, a decisão para implantação da sinalização semafórica fica condicionada a análises complementares.

4.5 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Inicialmente realizou-se uma análise do volume de tráfego em cada acesso, bem como qual o movimento de maior incidência. Dessa forma, apresenta-se novamente, na Figura 42, o fluxograma do tráfego da interseção, o qual demonstra os movimentos e seus volumes expressos em UCP, estes dados são referentes ao Volume Horário de Projeto (VHP).

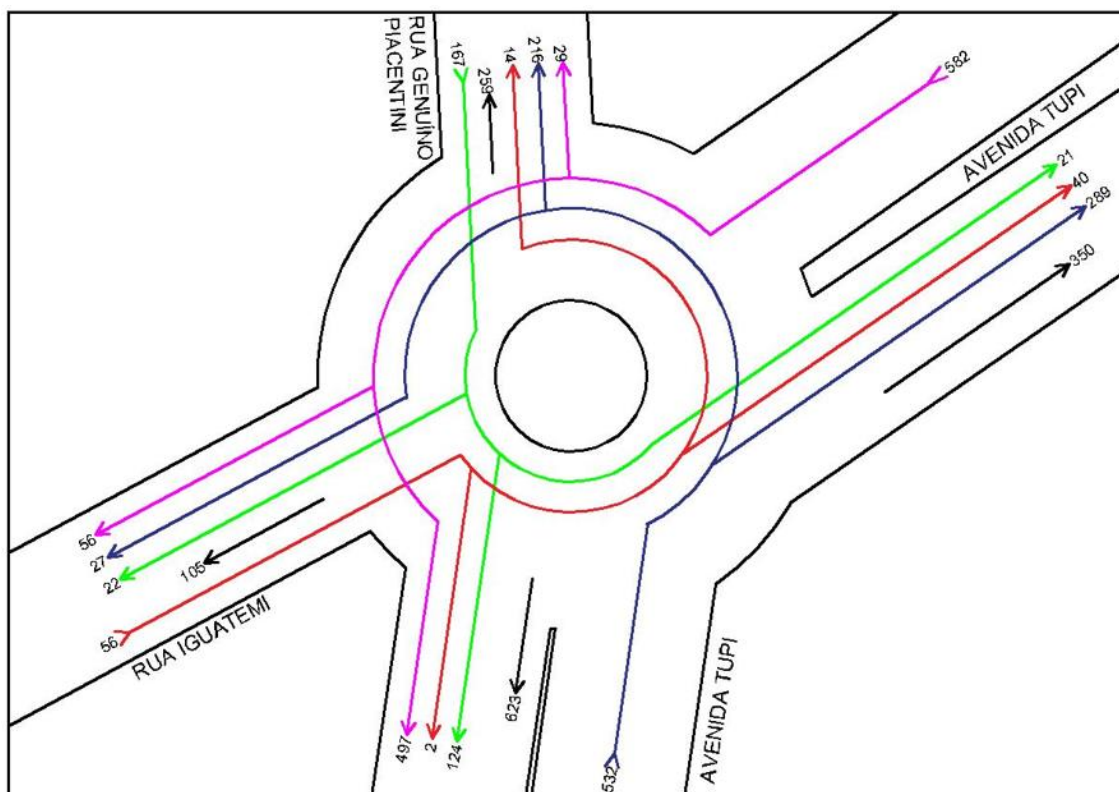


Figura 42 – Fluxograma atual (2021) da rotatória em UCP
Fonte – Autoria Própria (2021).

Os acessos 1 e 4 tem volume de tráfego parecidos, 582 UCP e 532 UCP, respectivamente. Nota-se que pouco mais de 85% do volume que aproxima-se pelo Acesso 1 realiza o Movimento 1-4 (Avenida Tupi – Centro para Avenida Tupi – Bairros). Já no Acesso 4, pouco mais de 50% do volume executa o Movimento 4-1 (Avenida Tupi – Bairros para Avenida Tupi – Centro).

Os volumes de aproximação nos acessos 2 e 3, 167 UCP e 56 UCP, respectivamente, são bem inferiores aos dos acessos 1 e 4.

Os movimentos 1-4 e 4-1 não são conflitantes, dessa forma, elaborou-se uma solução a fim de priorizar esses movimentos. Optou-se por utilizar sinalização semafórica veicular nos acessos 1, 2 e 3. Já no acesso 4, optou-se por utilizar a sinalização semafórica veicular direcional, esses tipos de semáforo estão descritos no item 2.4.2 deste trabalho.

4.5.1 Acesso 1

O Acesso 1 (Avenida Tupi – Centro) conta com duas faixas de aproximação, dessa forma é necessário restringir os movimentos permitidos para cada faixa de rolamento.

Os acessos 2 e 3 contam com apenas uma faixa de recepção de fluxo, ou seja, não é recomendado permitir que ambas as faixas de rolamento do Acesso 1 descarreguem no Acesso 2 ou no Acesso 3.

Dessa forma, a faixa da esquerda é exclusiva para o Movimento 1-4. Já os veículos que entrarem na interseção pela faixa da direita podem realizar os movimentos 1-2, 1-3 e 1-4. Conforme observa-se na Figura 43.

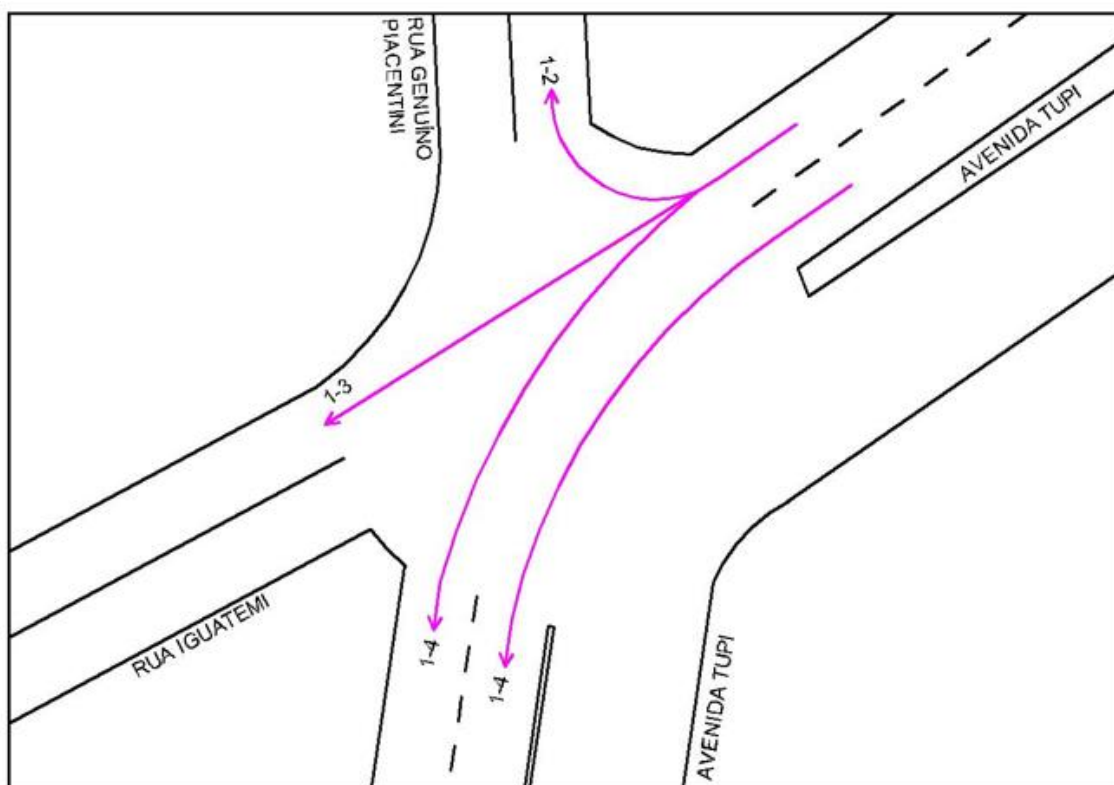


Figura 43 – Movimentos permitidos para cada faixa de rolamento do Acesso 1
 Fonte – Autoria Própria (2021).

A sinalização semafórica é veicular vertical com 3 cores: vermelha, amarela e verde, conforme exposto na Figura 14 deste trabalho.

É importante destacar que a faixa da esquerda possuiria uma sinalização de regulamentação “vire à esquerda”.

4.5.2 Acesso 2

O Acesso 2 (Rua Genuíno Piacentini) conta com apenas uma faixa de aproximação, dessa forma não é necessária a restrição de movimentos. A exemplificação dos movimentos permitidos encontra-se na Figura 44.

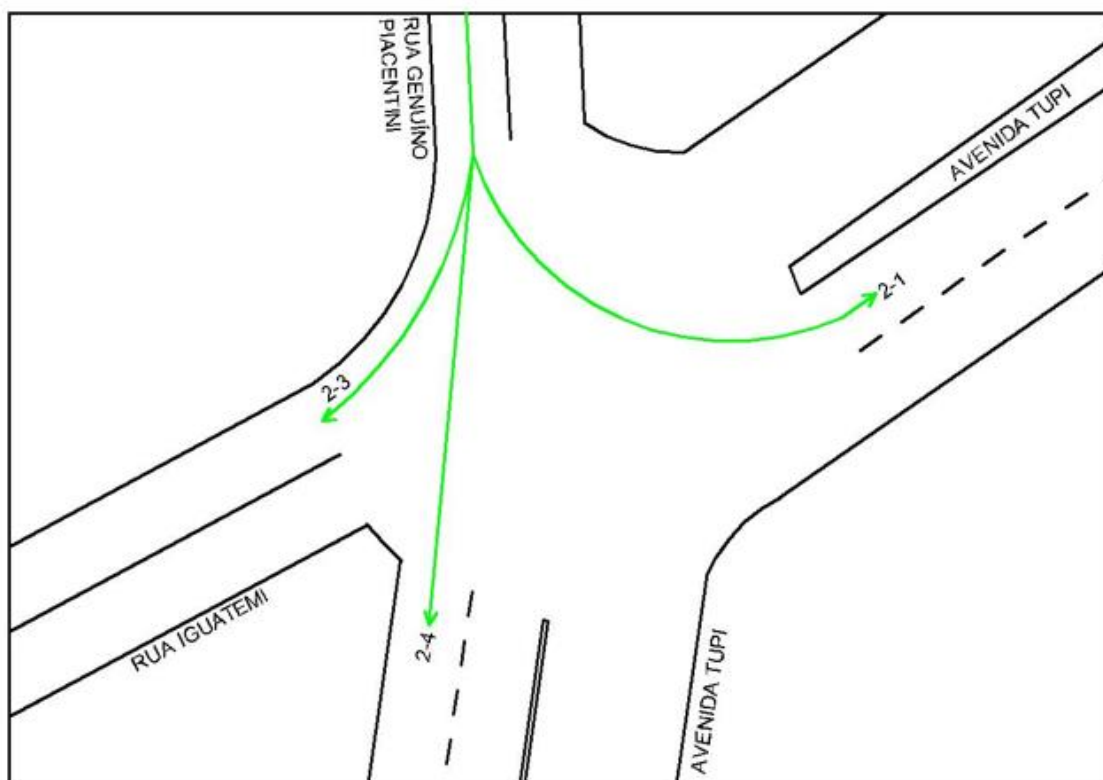


Figura 44 – Movimentos permitidos para a faixa de rolamento do Acesso 2
Fonte – Autoria Própria (2021).

A sinalização semafórica é veicular vertical com 3 cores: vermelha, amarela e verde, conforme exposto na Figura 14 deste trabalho.

4.5.3 Acesso 3

O Acesso 3 (Rua Iguatemi) conta com apenas uma faixa de aproximação, dessa forma não é necessária a restrição de movimentos. A exemplificação dos movimentos permitidos encontra-se na Figura 45.

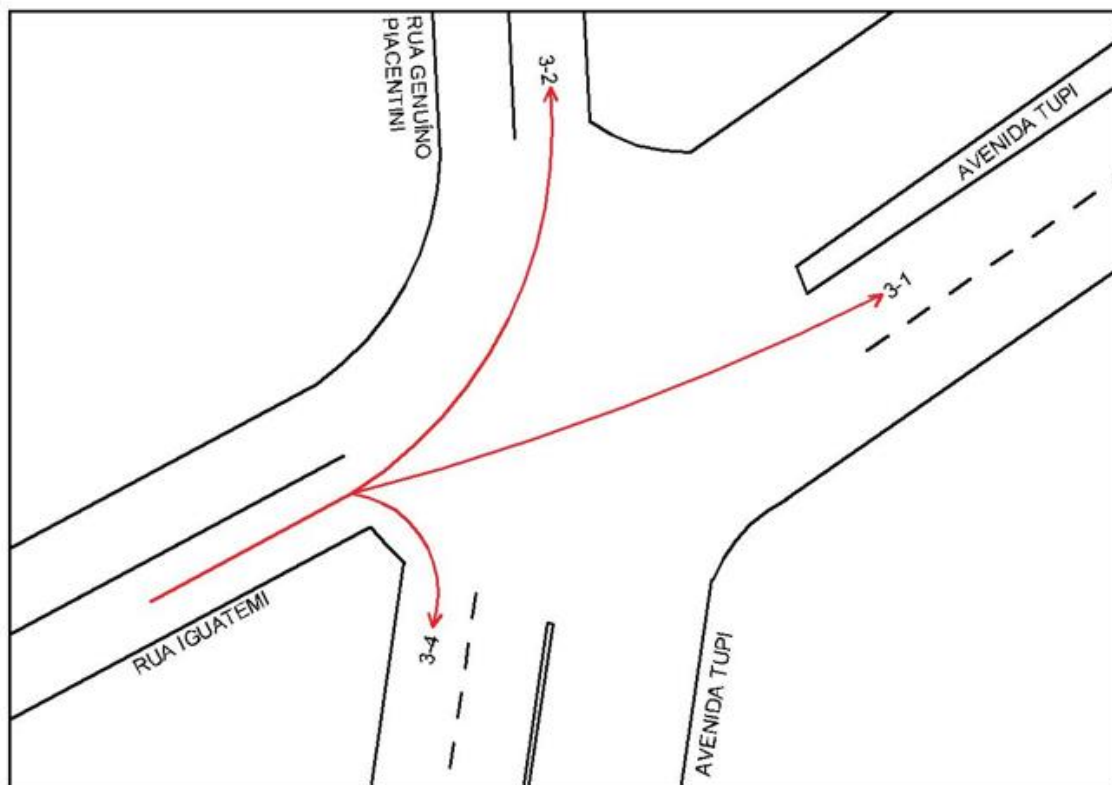


Figura 45 – Movimentos permitidos para a faixa de rolamento do Acesso 3
Fonte – Autoria Própria (2021).

A sinalização semafórica é veicular vertical com 3 cores: vermelha, amarela e verde, conforme exposto na Figura 14 deste trabalho.

4.5.4 Acesso 4

O Acesso 4 (Avenida Tupi – Bairros) conta com duas faixas de aproximação, dessa forma é necessário restringir os movimentos permitidos para cada faixa de rolamento.

Os acessos 2 e 3 contam com apenas uma faixa de recepção de fluxo, ou seja, não é recomendado permitir que ambas as faixas de rolamento do Acesso 4 descarreguem no Acesso 2 ou no Acesso 3.

Dessa forma, a faixa da direita é exclusiva para o Movimento 4-1. Já os veículos que entrarem na interseção pela faixa da esquerda podem realizar os movimentos 4-1, 4-2 e 4-3. Conforme observa-se na Figura 46.

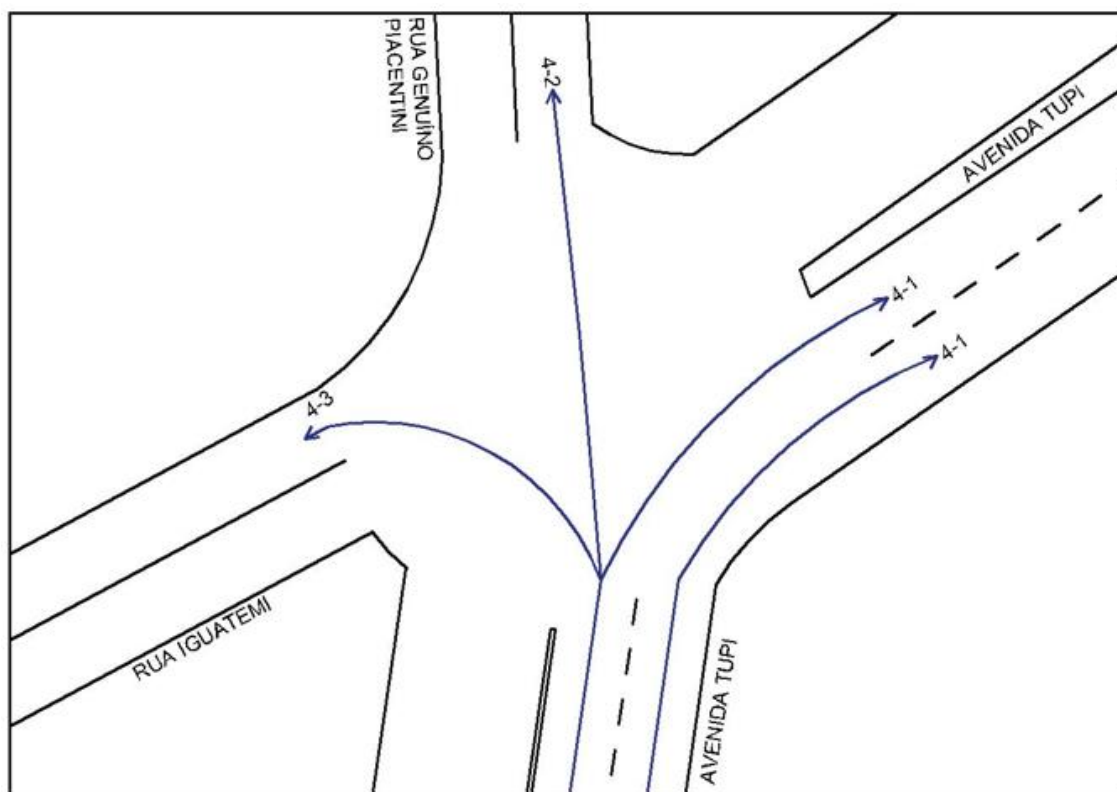


Figura 46 – Movimentos permitidos para cada faixa de rolamento do Acesso 4
Fonte – Autoria Própria (2021).

A sinalização semafórica para a faixa da esquerda é veicular vertical com 3 cores: vermelha, amarela e verde, conforme exposto na Figura 14 deste trabalho.

Para a faixa da direita utilizou-se a sinalização veicular direcional, isto é, essa solução permite o Movimento 4-1 durante a abertura do ciclo do Acesso 1, já que este movimento não interfere nos movimentos 1-2, 1-3 e 1-4. Assim podendo diminuir o tempo do ciclo do Acesso 4, possibilitando um ciclo maior para os outros acessos.

É importante destacar que a faixa da direita possuiria uma sinalização de regulamentação “vire à direita”.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Engenharia de Tráfego é por vezes esquecida durante o curso de Engenharia Civil, é verdade que de fato existem muitas áreas de atuação nessa profissão, porém essa área torna-se a cada dia mais importante devido ao crescimento populacional em geral. A engenharia de tráfego deve prezar pela excelência, sempre buscando a melhor solução em todos os aspectos.

O problema abordado durante o trabalho foi o crescente fluxo de veículos na cruzamento da Avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi. Através das contagens manuais, foi possível calcular o nível de serviço da rotatória, bem como da eficiência da mesma.

A principal dificuldade durante a pesquisa foram as contagens de volume de tráfego, que estavam programadas para abril de 2020, porém a pandemia da COVID-19 alterou drasticamente o tráfego das cidades. Caso os dados tivessem sido coletados no período inicialmente preestabelecido a viabilidade e confiabilidade desse estudo poderia estar comprometida. Hoje, o tráfego das cidades brasileiras pode ser considerado normalizado, então a confiabilidade desse estudo pode ser considerada boa.

Os objetivos do estudo foram alcançados, os dados foram devidamente coletados e tratados, obtendo o nível de serviço da rotatória e o fluxograma de tráfego do cruzamento.

A confecção dos fluxogramas presente e futuro para a interseção, além de visualizar os movimentos e as respectivas quantidades de veículos, também possibilitou uma análise clara da interferência entre os diversos fluxos; dando condições de se calcular a capacidade de tráfego dos diversos ramos de acesso e o respectivo nível de serviço da interseção.

Para o tráfego atuando atualmente os níveis de serviço são bons, apresenta também uma sinalização bem clara, as velocidades limites e os tempos de espera são baixos, dessa forma a rotatória cumpre bem seu papel. Já, projetando-se o tráfego para o futuro, 12 anos, com a previsão do aumento do fluxo de veículos a tendência é que haja tempos de espera muito elevados e congestionamentos.

Este resultado aponta para uma necessidade de planejamento, por parte da Prefeitura Municipal de Pato Branco que é responsável pela malha viária

urbana, no intuito de buscar soluções para o futuro próximo, minimizando a probabilidade de maiores dificuldades.

O estudo para a implementação semafórica restringiu-se para a análise de possíveis tipos de semáforo em função dos sentidos de maior ou menor de fluxo. O estudo de programação semafórica envolvendo o seu tempo de ciclo poderá ser assunto de um futuro trabalho.

Como a rotatória satisfaz os objetivos, não ocasionando transtornos aos usuários, conclui-se que a instalação de semáforo, neste momento, ocasionaria paradas forçadas no tráfego. Situação, ao nosso ver não recomendada na atualidade.

É de grande valia analisar a malha viária urbana de modo mais detalhado com o intuito de ter uma visão mais ampla de todo o impacto que a implementação semafórica pode trazer. Esse estudo expandido pode trazer benefícios a quem passa diariamente não só no cruzamento alvo deste trabalho, mas também a usuários de diversos pontos das vias urbanas de Pato Branco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050:2016**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

CTB DIGITAL. **Código de trânsito brasileiro**. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art1> Acesso em: 26 de julho de 2021a.

CTB DIGITAL. **Código de trânsito brasileiro**. Disponível em: https://www.ctbdigital.com.br/arquivos/anexo_1.pdf Acesso em: 26 de julho de 2021b.

DENATRAN. **Manual Brasileiro de sinalização de trânsito**. Volume V. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/normas/manual_de_sinalizacao_semaforica_DENATRAN.pdf Acesso em: 26 de julho de 2021.

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: 26 de julho de 2021.

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

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pato Branco. 2009. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pato-branco/pesquisa/22/28120?tipo=grafico&ano=2009> Acesso em: 26 de julho de 2021.

OLIVEIRA, Gedeão. **Projeto geométrico de interseção em rótula estudo de caso no entroncamento da ES-010 com a ES-257**/ Gedeão Melo de Oliveira, Ingrid Daniel Madeira, Letícia Lima de Almeida, Nahiara Machado dos Santos - Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2005. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/projeto-geométrico-de-intersecao-em-rotula-estudo-de-caso-do-entroncamento-da-es-010-com-a-es-257.pdf> Acesso em: 26 de julho de 2021.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 30. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

DARONCHO, Celio. **Curso de Logística, FATEC Zona Leste**. 2016. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/76685496/apostila-16-2> Acesso em: 26 de julho de 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

PEDROSO, Jorge Luís Koerig. **Análise de implementação semafórica no cruzamento da Avenida Tupi com a Rua Nereu Ramos na cidade de Pato Branco – Pr.** Pato Branco: UTFPR, 2019.

ANEXO A

PLANILHAS COM VALORES COLETADOS, CONVERTIDOS EM VEÍCULOS EQUIVALENTES CONFORME FIGURA 21 CONTIDA NO ITEM 2.4

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	3	1		1		5,33
12:00 - 12:15	1					1
12:15 - 12:30	2					2
12:30 - 12:45	1					1
12:45 - 13:00	3					3
13:00 - 13:15	3			1		5
13:15 - 13:30	4	2				4,66
13:30 - 13:45	1					1

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	10	2				10,66
12:00 - 12:15	24	11				27,63
12:15 - 12:30	12	6				13,98
12:30 - 12:45	7	2				7,66
12:45 - 13:00	5					5
13:00 - 13:15	10	1				10,33
13:15 - 13:30	8					8
13:30 - 13:45	19	3		1		21,99

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	110	41	4	6	4	155,53
12:00 - 12:15	123	38	6	8	1	166,54
12:15 - 12:30	103	15	5	2		121,95
12:30 - 12:45	58	6	1	3		67,98
12:45 - 13:00	80	19	3	1	1	97,27
13:00 - 13:15	82	16	2	1		93,28
13:15 - 13:30	103	33	1	3	1	124,89
13:30 - 13:45	125	42	4	5		156,86

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	2					2
12:00 - 12:15		1				0,33
12:15 - 12:30	2					2
12:30 - 12:45	4	1				4,33
12:45 - 13:00	4					4
13:00 - 13:15	2					2
13:15 - 13:30						0
13:30 - 13:45	2					2

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	1	3				1,99
12:00 - 12:15	7	3				7,99
12:15 - 12:30	2					2
12:30 - 12:45						0
12:45 - 13:00						0
13:00 - 13:15			1			2
13:15 - 13:30						0
13:30 - 13:45	1		1			3

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	47	9		1		51,97
12:00 - 12:15	31	9				33,97
12:15 - 12:30	17	4				18,32
12:30 - 12:45	12	4			1	16,32
12:45 - 13:00	16	6				17,98
13:00 - 13:15	27	6				28,98
13:15 - 13:30	20	9				22,97
13:30 - 13:45	24	6				25,98

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	1	9				3,97
12:00 - 12:15	9	3				9,99
12:15 - 12:30	3	2				3,66
12:30 - 12:45	18	1				18,33
12:45 - 13:00	21	3				21,99
13:00 - 13:15	11	1				11,33
13:15 - 13:30	22	7				24,31
13:30 - 13:45	15	4				16,32

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00		1				0,33
12:00 - 12:15			1			2
12:15 - 12:30						0
12:30 - 12:45	3		1			5
12:45 - 13:00	1	1				1,33
13:00 - 13:15	3		1			5
13:15 - 13:30			1			2
13:30 - 13:45						0

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00		2				0,66
12:00 - 12:15						0
12:15 - 12:30						0
12:30 - 12:45	2					2
12:45 - 13:00						0
13:00 - 13:15						0
13:15 - 13:30		1				0,33
13:30 - 13:45						0

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	68	13	1	3		80,29
12:00 - 12:15	85	10				88,3
12:15 - 12:30	52	10				55,3
12:30 - 12:45	62	9	3	9	1	91,97
12:45 - 13:00	87	9	3	1	1	100,97
13:00 - 13:15	125	22	3	2		142,26
13:15 - 13:30	90	18	2	3		105,94
13:30 - 13:45	119	18	2	4		136,94

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00	22	8				24,64
12:00 - 12:15	41	12	1			46,96
12:15 - 12:30	15	2		2	1	22,66
12:30 - 12:45	18	5				19,65
12:45 - 13:00	43	9				45,97
13:00 - 13:15	61	13		1		67,29
13:15 - 13:30	41	14		1		47,62
13:30 - 13:45	35	8				37,64

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
11:45 - 12:00		2				0,66
12:00 - 12:15	1					1
12:15 - 12:30	1					1
12:30 - 12:45	2					2
12:45 - 13:00						0
13:00 - 13:15	2					2
13:15 - 13:30	4					4
13:30 - 13:45	4			1		6

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5		1			7
17:15 - 17:30	5					5
17:30 - 17:45	8	1				8,33
17:45 - 18:00	8					8
18:00 - 18:15	9	3		1		11,99
18:15 - 18:30	9	2		1		11,66
18:30 - 18:45	5	2				5,66
18:45 - 19:00	11	2				11,66

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	22	3		1		24,99
17:15 - 17:30	14	5		2	1	22,65
17:30 - 17:45	12	2	1			14,66
17:45 - 18:00	15	5				16,65
18:00 - 18:15	9	5				10,65
18:15 - 18:30	22	5				23,65
18:30 - 18:45	21	3		1		23,99
18:45 - 19:00	18	5				19,65

Dia 1 - 26/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	124	24	3	6		149,92
17:15 - 17:30	127	16	3	4	2	152,28
17:30 - 17:45	97	14		4		109,62
17:45 - 18:00	135	16	4	3	2	160,28
18:00 - 18:15	168	25	3	5	2	198,25
18:15 - 18:30	159	22	3	8	3	197,26
18:30 - 18:45	122	18	4	3	1	144,94
18:45 - 19:00	112	13	3	2		126,29

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	4	1				4,33
17:15 - 17:30	2	3		1		4,99
17:30 - 17:45	4					4
17:45 - 18:00		1				0,33
18:00 - 18:15						0
18:15 - 18:30	6					6
18:30 - 18:45	3					3
18:45 - 19:00	2					2

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	1					1
17:15 - 17:30	1					1
17:30 - 17:45	1					1
17:45 - 18:00	2					2
18:00 - 18:15	4					4
18:15 - 18:30	3		1			5
18:30 - 18:45	1				1	4
18:45 - 19:00	1		1	1		5

Dia 1 - 26/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	42	9		1		46,97
17:15 - 17:30	49	11				52,63
17:30 - 17:45	37	5				38,65
17:45 - 18:00	51	12		2		58,96
18:00 - 18:15	54	12				57,96
18:15 - 18:30	49	8				51,64
18:30 - 18:45	47	5				48,65
18:45 - 19:00	31	6				32,98

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	8	1				8,33
17:15 - 17:30	7					7
17:30 - 17:45	6	1		3		12,33
17:45 - 18:00	3			1		5
18:00 - 18:15	8	2				8,66
18:15 - 18:30	7	3				7,99
18:30 - 18:45	4	1				4,33
18:45 - 19:00	8					8

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	4	2				4,66
17:15 - 17:30	3	1	1	1		7,33
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	2		1	1		6
18:00 - 18:15	8					8
18:15 - 18:30	7	3				7,99
18:30 - 18:45	4	1				4,33
18:45 - 19:00	7					7

Dia 1 - 26/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	1					1
17:15 - 17:30	1					1
17:30 - 17:45	1					1
17:45 - 18:00						0
18:00 - 18:15						0
18:15 - 18:30						0
18:30 - 18:45						0
18:45 - 19:00						0

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	72	12	1			77,96
17:15 - 17:30	57	9	2			63,97
17:30 - 17:45	67	9	2	2		77,97
17:45 - 18:00	58	8	3	2		70,64
18:00 - 18:15	95	17	2	2		108,61
18:15 - 18:30	73	15	2	2		85,95
18:30 - 18:45	64	13	2			72,29
18:45 - 19:00	61	15	1	2		71,95

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	63	9		1		67,97
17:15 - 17:30	51	9			1	56,97
17:30 - 17:45	73	10		1		78,3
17:45 - 18:00	75	7		1		79,31
18:00 - 18:15	73	5		2		78,65
18:15 - 18:30	56	10	1	4		69,3
18:30 - 18:45	54	6	1			57,98
18:45 - 19:00	51	10	1			56,3

Dia 1 - 26/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5					5
17:15 - 17:30	3	1		1		5,33
17:30 - 17:45	7					7
17:45 - 18:00	4			1		6
18:00 - 18:15	4	1				4,33
18:15 - 18:30	4			1		6
18:30 - 18:45	7					7
18:45 - 19:00	5					5

Dia 2 - 27/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5			1		7
17:15 - 17:30	3					3
17:30 - 17:45	5					5
17:45 - 18:00	2					2
18:00 - 18:15	3					3
18:15 - 18:30	5	2				5,66
18:30 - 18:45	6	1				6,33
18:45 - 19:00	3	1				3,33

Dia 2 - 27/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	9	3				9,99
17:15 - 17:30	13	3				13,99
17:30 - 17:45	14	4				15,32
17:45 - 18:00	16	3				16,99
18:00 - 18:15	17	1				17,33
18:15 - 18:30	19	3				19,99
18:30 - 18:45	20	3				20,99
18:45 - 19:00	17	2		1		19,66

Dia 2 - 27/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	95	17	3		1	109,61
17:15 - 17:30	104	19	3	3	1	125,27
17:30 - 17:45	156	22	1	1	1	170,26
17:45 - 18:00	170	19	4	2	1	191,27
18:00 - 18:15	178	27	4	4		202,91
18:15 - 18:30	177	26	4	3		199,58
18:30 - 18:45	144	19	4	2		162,27
18:45 - 19:00	137	13	2	3		151,29

Dia 2 - 27/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	6	1				6,33
17:15 - 17:30	3	2				3,66
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	3			1		5
18:00 - 18:15	2					2
18:15 - 18:30	2					2
18:30 - 18:45	2	1				2,33
18:45 - 19:00	3					3

Dia 2 - 27/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	2					2
17:15 - 17:30	2					2
17:30 - 17:45			1			2
17:45 - 18:00	3		1			5
18:00 - 18:15	4			1		6
18:15 - 18:30	2		1			4
18:30 - 18:45		1				0,33
18:45 - 19:00	1		1			3

Dia 2 - 27/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	33	6		1		36,98
17:15 - 17:30	29	9		3	1	40,97
17:30 - 17:45	25	6				26,98
17:45 - 18:00	36	11				39,63
18:00 - 18:15	42	8	1			46,64
18:15 - 18:30	35	9			1	40,97
18:30 - 18:45	28	4		1		31,32
18:45 - 19:00	19	4		1		22,32

Dia 2 - 27/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	6	1		1		8,33
17:15 - 17:30	5	1		1		7,33
17:30 - 17:45	4					4
17:45 - 18:00	6	1		4		14,33
18:00 - 18:15	6	2				6,66
18:15 - 18:30	9	3				9,99
18:30 - 18:45	7	1				7,33
18:45 - 19:00	6	1				6,33

Dia 2 - 27/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	1					1
17:15 - 17:30	1		1			3
17:30 - 17:45						0
17:45 - 18:00	2		1			4
18:00 - 18:15	2					2
18:15 - 18:30	1					1
18:30 - 18:45			1			2
18:45 - 19:00	2					2

Dia 2 - 27/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15						0
17:15 - 17:30						0
17:30 - 17:45						0
17:45 - 18:00						0
18:00 - 18:15						0
18:15 - 18:30						0
18:30 - 18:45						0
18:45 - 19:00						0

Dia 2 - 27/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	51	11	1	1	1	61,63
17:15 - 17:30	63	11	3	1	1	77,63
17:30 - 17:45	73	13	1	2	1	86,29
17:45 - 18:00	86	20	4			100,6
18:00 - 18:15	71	16	1	2		82,28
18:15 - 18:30	77	18	1			84,94
18:30 - 18:45	81	18	3			92,94
18:45 - 19:00	74	17	2			83,61

Dia 2 - 27/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	41	7		1		45,31
17:15 - 17:30	58	9		1		62,97
17:30 - 17:45	49	9	1	2		57,97
17:45 - 18:00	45	7		1		49,31
18:00 - 18:15	52	10				55,3
18:15 - 18:30	46	9	1	1		52,97
18:30 - 18:45	46	7				48,31
18:45 - 19:00	43	11		1		48,63

Dia 2 - 27/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5					5
17:15 - 17:30	4					4
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	2					2
18:00 - 18:15	3					3
18:15 - 18:30	8					8
18:30 - 18:45	8					8
18:45 - 19:00	6					6

Dia 3 - 28/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	3					3
17:15 - 17:30	5					5
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	2					2
18:00 - 18:15	3					3
18:15 - 18:30	5	2				5,66
18:30 - 18:45	6	1				6,33
18:45 - 19:00	3	1				3,33

Dia 3 - 28/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	19	3				19,99
17:15 - 17:30	16	2				16,66
17:30 - 17:45	10	3	1	1	1	17,99
17:45 - 18:00	12	3				12,99
18:00 - 18:15	14	1				14,33
18:15 - 18:30	19	2				19,66
18:30 - 18:45	17	2				17,66
18:45 - 19:00	18					18

Dia 3 - 28/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	124	21	3	6	2	154,93
17:15 - 17:30	151	20	3	7	1	180,6
17:30 - 17:45	163	19		9		187,27
17:45 - 18:00	176	23	4	3	1	200,59
18:00 - 18:15	165	22	2	3	1	185,26
18:15 - 18:30	161	18	4	1	1	179,94
18:30 - 18:45	118	15	3		1	131,95
18:45 - 19:00	108	14	2	1	1	121,62

Dia 3 - 28/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	2	1				2,33
17:15 - 17:30	4					4
17:30 - 17:45	4					4
17:45 - 18:00	2	1				2,33
18:00 - 18:15	1					1
18:15 - 18:30	3					3
18:30 - 18:45						0
18:45 - 19:00	4					4

Dia 3 - 28/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	1					1
17:15 - 17:30	1					1
17:30 - 17:45		1		1		2,33
17:45 - 18:00	5					5
18:00 - 18:15	6					6
18:15 - 18:30	3		1			5
18:30 - 18:45	1					1
18:45 - 19:00	2		1			4

Dia 3 - 28/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	22	3		1	1	27,99
17:15 - 17:30	25	3		1		27,99
17:30 - 17:45	31	5	1	1		36,65
17:45 - 18:00	39	8				41,64
18:00 - 18:15	39	7		1	1	46,31
18:15 - 18:30	42	8		1	1	49,64
18:30 - 18:45	25	7		2	1	34,31
18:45 - 19:00	20	3		1		22,99

Dia 3 - 28/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	10	1				10,33
17:15 - 17:30	13	2		1	1	18,66
17:30 - 17:45	6	2				6,66
17:45 - 18:00	17	2		2		21,66
18:00 - 18:15	7					7
18:15 - 18:30	5	1				5,33
18:30 - 18:45	7	2				7,66
18:45 - 19:00	8					8

Dia 3 - 28/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5			1		7
17:15 - 17:30	4		1			6
17:30 - 17:45	2	1				2,33
17:45 - 18:00	2		1			4
18:00 - 18:15	3					3
18:15 - 18:30	1					1
18:30 - 18:45	1		1			3
18:45 - 19:00	1			1		3

Dia 3 - 28/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	1					1
17:15 - 17:30	2					2
17:30 - 17:45						0
17:45 - 18:00						0
18:00 - 18:15						0
18:15 - 18:30						0
18:30 - 18:45						0
18:45 - 19:00						0

Dia 3 - 28/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	72	12	3	3		87,96
17:15 - 17:30	88	15	1	2	1	101,95
17:30 - 17:45	93	18	1	4	1	111,94
17:45 - 18:00	110	20	4	2		128,6
18:00 - 18:15	94	21		1		102,93
18:15 - 18:30	78	15	2	3	1	95,95
18:30 - 18:45	71	17	3	1		84,61
18:45 - 19:00	75	15	1	1		83,95

Dia 3 - 28/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	39	6		3		46,98
17:15 - 17:30	36	6		1	1	42,98
17:30 - 17:45	47	8		1	1	54,64
17:45 - 18:00	55	7				57,31
18:00 - 18:15	51	7		2		57,31
18:15 - 18:30	46	6	1	1	1	54,98
18:30 - 18:45	32	4				33,32
18:45 - 19:00	40	6			1	44,98

Dia 3 - 28/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	2					2
17:15 - 17:30	8					8
17:30 - 17:45	7	1		1		9,33
17:45 - 18:00	4					4
18:00 - 18:15	6	1				6,33
18:15 - 18:30	7					7
18:30 - 18:45	5					5
18:45 - 19:00	9					9

Dia 4 - 29/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	2	1				2,33
17:15 - 17:30	3					3
17:30 - 17:45	5					5
17:45 - 18:00	3	2				3,66
18:00 - 18:15	4					4
18:15 - 18:30	4	1				4,33
18:30 - 18:45	6	3				6,99
18:45 - 19:00	4	2				4,66

Dia 4 - 29/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	15	1				15,33
17:15 - 17:30	12	1				12,33
17:30 - 17:45	11	2				11,66
17:45 - 18:00	16	3		1		18,99
18:00 - 18:15	17	3				17,99
18:15 - 18:30	15	4		1		18,32
18:30 - 18:45	19	2				19,66
18:45 - 19:00	11	1				11,33

Dia 4 - 29/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	111	14	2	4	1	130,62
17:15 - 17:30	147	20	4	4	2	175,6
17:30 - 17:45	160	22	1	5	1	182,26
17:45 - 18:00	172	20	3	3	1	193,6
18:00 - 18:15	162	22	2	2	1	180,26
18:15 - 18:30	155	20	3	3		173,6
18:30 - 18:45	122	17	4	2	1	142,61
18:45 - 19:00	112	12	2	2		123,96

Dia 4 - 29/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	4					4
17:15 - 17:30	5					5
17:30 - 17:45	4	1				4,33
17:45 - 18:00	4					4
18:00 - 18:15	3					3
18:15 - 18:30	2	1				2,33
18:30 - 18:45	4	1				4,33
18:45 - 19:00	3					3

Dia 4 - 29/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15						0
17:15 - 17:30	3					3
17:30 - 17:45	2					2
17:45 - 18:00	6					6
18:00 - 18:15	6					6
18:15 - 18:30	4		1			6
18:30 - 18:45	3					3
18:45 - 19:00	3		1			5

Dia 4 - 29/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	18	2		1		20,66
17:15 - 17:30	22	3		1		24,99
17:30 - 17:45	30	4	1			33,32
17:45 - 18:00	34	5		1		37,65
18:00 - 18:15	37	6				38,98
18:15 - 18:30	38	5			1	42,65
18:30 - 18:45	28	4		2		33,32
18:45 - 19:00	22	2		1		24,66

Dia 4 - 29/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	11					11
17:15 - 17:30	12	1		1		14,33
17:30 - 17:45	10	2		1		12,66
17:45 - 18:00	14	2		1		16,66
18:00 - 18:15	9	2		1		11,66
18:15 - 18:30	6	1				6,33
18:30 - 18:45	6	1				6,33
18:45 - 19:00	6					6

Dia 4 - 29/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	3	1				3,33
17:15 - 17:30	5		1			7
17:30 - 17:45	4					4
17:45 - 18:00	4		1	1		8
18:00 - 18:15	4					4
18:15 - 18:30	3			1		5
18:30 - 18:45	2		1			4
18:45 - 19:00	3					3

Dia 4 - 29/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15						0
17:15 - 17:30						0
17:30 - 17:45						0
17:45 - 18:00						0
18:00 - 18:15	1					1
18:15 - 18:30		1				0,33
18:30 - 18:45						0
18:45 - 19:00						0

Dia 4 - 29/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	61	9	2	1	1	72,97
17:15 - 17:30	75	14	2	3	1	92,62
17:30 - 17:45	88	14	2	4		104,62
17:45 - 18:00	107	18	3	4	1	129,94
18:00 - 18:15	85	20	1	1		95,6
18:15 - 18:30	81	16	1	1	1	93,28
18:30 - 18:45	76	15	3	3		92,95
18:45 - 19:00	64	15	1	1		72,95

Dia 4 - 29/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	32	5		2		37,65
17:15 - 17:30	31	5		2	1	39,65
17:30 - 17:45	42	7				44,31
17:45 - 18:00	47	8		1		51,64
18:00 - 18:15	49	7		1	1	56,31
18:15 - 18:30	38	7	1	1		44,31
18:30 - 18:45	36	7				38,31
18:45 - 19:00	41	6		1		44,98

Dia 4 - 29/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	4					4
17:15 - 17:30	3					3
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	4	1		1		6,33
18:00 - 18:15	5					5
18:15 - 18:30	7					7
18:30 - 18:45	7					7
18:45 - 19:00	6	1				6,33

Dia 5 - 30/07	Movimento 1-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5					5
17:15 - 17:30	7					7
17:30 - 17:45	5					5
17:45 - 18:00	8					8
18:00 - 18:15	9	4				10,32
18:15 - 18:30	17	1				17,33
18:30 - 18:45	10	1				10,33
18:45 - 19:00	9	3				9,99

Dia 5 - 30/07	Movimento 1-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	12	3				12,99
17:15 - 17:30	16	3				16,99
17:30 - 17:45	14	1				14,33
17:45 - 18:00	17	5				18,65
18:00 - 18:15	24	4				25,32
18:15 - 18:30	17	2			1	20,66
18:30 - 18:45	16	1				16,33
18:45 - 19:00	14	1				14,33

Dia 5 - 30/07	Movimento 1-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	113	18	3	1		126,94
17:15 - 17:30	145	22	3	1		160,26
17:30 - 17:45	119	15	2	1	2	135,95
17:45 - 18:00	175	21	4	2		193,93
18:00 - 18:15	157	17	1	3	1	173,61
18:15 - 18:30	171	21	6	4		197,93
18:30 - 18:45	131	18	4	1		146,94
18:45 - 19:00	118	15	3	2		132,95

Dia 5 - 30/07	Movimento 2-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	6					6
17:15 - 17:30	3					3
17:30 - 17:45	7	1		2		11,33
17:45 - 18:00	8					8
18:00 - 18:15	7	1				7,33
18:15 - 18:30	3					3
18:30 - 18:45	4					4
18:45 - 19:00	5	1				5,33

Dia 5 - 30/07	Movimento 2-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15				1		2
17:15 - 17:30	2					2
17:30 - 17:45	8		1			10
17:45 - 18:00	9					9
18:00 - 18:15	2				1	5
18:15 - 18:30	5	1	1			7,33
18:30 - 18:45	5					5
18:45 - 19:00	4		1			6

Dia 5 - 30/07	Movimento 2-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	22	4				23,32
17:15 - 17:30	41	6		1		44,98
17:30 - 17:45	35	6		2		40,98
17:45 - 18:00	52	9				54,97
18:00 - 18:15	38	4				39,32
18:15 - 18:30	36	7		1		40,31
18:30 - 18:45	29	5		1		32,65
18:45 - 19:00	22	4				23,32

Dia 5 - 30/07	Movimento 3-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	18	1				18,33
17:15 - 17:30	7	1				7,33
17:30 - 17:45	12	2				12,66
17:45 - 18:00	14			4		22
18:00 - 18:15	12	1				12,33
18:15 - 18:30	10					10
18:30 - 18:45	8					8
18:45 - 19:00	9	1				9,33

Dia 5 - 30/07	Movimento 3-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	6	1				6,33
17:15 - 17:30	2		1			4
17:30 - 17:45	3					3
17:45 - 18:00	5		1	1		9
18:00 - 18:15	1	2				1,66
18:15 - 18:30	6					6
18:30 - 18:45	2					2
18:45 - 19:00	2	1				2,33

Dia 5 - 30/07	Movimento 3-4					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15						0
17:15 - 17:30	1					1
17:30 - 17:45	2					2
17:45 - 18:00						0
18:00 - 18:15						0
18:15 - 18:30						0
18:30 - 18:45	1					1
18:45 - 19:00						0

Dia 5 - 30/07	Movimento 4-1					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	118	15	1	2		128,95
17:15 - 17:30	80	14	2	1		90,62
17:30 - 17:45	76	15	2	1		86,95
17:45 - 18:00	98	17	4	3	1	120,61
18:00 - 18:15	95	22	1	1		106,26
18:15 - 18:30	83	17	2	1		94,61
18:30 - 18:45	74	17	2	2		87,61
18:45 - 19:00	71	15	1	1		79,95

Dia 5 - 30/07	Movimento 4-2					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	46	4		1		49,32
17:15 - 17:30	67	5		1		70,65
17:30 - 17:45	61	4		2		66,32
17:45 - 18:00	73	5		2	1	81,65
18:00 - 18:15	80	5		4		89,65
18:15 - 18:30	64	3	1			66,99
18:30 - 18:45	47	4		2		52,32
18:45 - 19:00	45	5		1		48,65

Dia 5 - 30/07	Movimento 4-3					
Horário	Automóveis	Motos	Ônibus	CM 2 eixos	CM 3 eixos	Conversão
17:00 - 17:15	5	1				5,33
17:15 - 17:30	9	1				9,33
17:30 - 17:45	8					8
17:45 - 18:00	13					13
18:00 - 18:15	3			1	1	8
18:15 - 18:30	9					9
18:30 - 18:45	6					6
18:45 - 19:00	6					6

ANEXO B

PLANILHA COM VALORES COLETADOS PARA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE ESPERA NA VIA SECUNDÁRIA DA ROTATÓRIA, CONVERTIDA EM VEÍCULOS EQUIVALENTES CONFORME FIGURA 21 DO ITEM 2.4

		SEGUNDOS												SUB TOTAL
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
M I N U T O S	0	2	2	1	1	0	0	1	1	2	1	1	0	12
	1	0	0	0	1	1	2	2	3	2	1	1	1	14
	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	27
	3	3	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	10
	4	1	3	3	4	4	4	4	4	3	3	1	1	35
	5	2	2	3	3	3	2	0	0	1	1	0	0	17
	6	0	1	2	2	1	2	2	0	0	1	0	0	11
	7	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	19
	8	2	3	2	2	1	2	2	0	0	1	1	1	17
	9	1	1	2	2	1	0	0	1	0	1	2	2	13
	10	2	2	1	0	0	0	0	0	2	2	1	1	11
	11	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	2	2	21
	12	2	3	3	1	0	0	0	0	1	1	2	2	15
	13	2	3	3	2	0	1	1	1	1	1	1	1	17
	14	1	1	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0	11
	15	0	0	2	3	3	3	4	4	2	0	0	1	22
	16	1	1	1	3	3	3	4	4	3	1	1	1	26
	17	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	13
	18	3	3	3	2	2	2	2	1	1	3	4	4	30
	19	5	5	4	2	2	2	1	2	2	0	0	2	27
	20	2	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	21
	21	1	1	2	4	4	4	4	3	3	2	1	2	31
	22	4	4	4	4	3	2	2	2	2	3	4	4	38
	23	4	3	3	3	1	0	0	0	2	2	2	2	22
	24	2	4	4	3	1	0	0	1	1	1	1	1	19
	25	2	2	4	4	4	2	0	0	0	1	1	2	22
	26	2	2	3	3	3	1	0	0	0	0	0	2	16
	27	2	3	3	3	3	3	2	0	0	1	1	1	22
	28	1	2	2	3	3	3	3	2	0	0	0	0	19
	29	1	1	1	0	0	0	2	2	2	3	4	4	20
	30	4	5	5	5	5	4	4	3	3	4	3	3	48
	31	3	3	4	5	5	5	5	4	3	3	4	3	47
	32	3	2	0	0	1	1	2	4	4	4	2	2	25
	33	2	2	2	3	3	4	3	2	0	0	0	1	22
	34	1	3	3	2	2	2	1	0	0	2	3	3	22
	35	3	3	5	5	4	2	2	2	2	3	3	2	36
	36	0	0	1	2	2	2	4	4	4	3	1	1	24
	37	2	2	2	2	2	4	4	3	1	1	0	0	23
	38	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	3	23
	39	1	0	0	0	1	1	0	0	1	3	3	3	13
	40	3	2	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	17
	41	2	3	3	5	5	5	4	2	2	2	1	1	35
	42	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	3	27
	43	1	0	0	1	2	2	2	0	0	1	1	0	10
	44	0	1	2	2	2	2	3	3	3	2	0	0	20
	45	1	1	1	1	3	3	2	1	1	2	4	5	25
	46	5	5	5	4	2	2	2	2	2	3	3	2	37
	47	0	0	1	1	1	1	3	3	3	4	4	4	25
	48	4	5	4	2	1	1	1	1	1	1	0	0	21
	49	0	2	2	3	3	2	2	1	1	2	2	2	22
	50	2	2	0	0	0	1	1	1	3	3	3	3	19
	51	1	0	0	0	0	0	2	2	2	3	3	4	17
	52	4	3	3	2	1	0	0	1	1	1	1	1	18
	53	1	1	2	2	3	4	3	1	1	0	0	0	18
	54	0	0	1	1	1	2	2	3	5	5	5	4	29
	55	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	2	2	32
	56	2	1	0	0	0	1	1	1	3	3	3	2	17
	57	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	3	2	18
	58	0	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	18
	59	0	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	9
TOTAL													1315	