

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JAMES ANTUNES TAGLIARI JUNIOR

**ESTUDO DE CASO: RESTAURAÇÃO DA AVENIDA MINAS GERAIS EM
APUCARANA – PARANÁ, APÓS A IMPLANTAÇÃO DO CONTORNO LESTE**

APUCARANA

2022

JAMES ANTUNES TAGLIARI JUNIOR

**ESTUDO DE CASO: RESTAURAÇÃO DA AVENIDA MINAS GERAIS EM
APUCARANA – PARANÁ, APÓS A IMPLANTAÇÃO DO CONTORNO LESTE**

**CASE STUDY: RESTORATION OF AVENUE MINAS GERAIS IN APUCARANA -
PARANÁ, AFTER IMPLEMENTATION OF THE EASTER CONTOUR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Msc. Lucas Lauer Verdade.

APUCARANA

2022



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

JAMES ANTUNES TAGLIARI JUNIOR

**ESTUDO DE CASO: RESTAURAÇÃO DA AVENIDA MINAS GERAIS EM
APUCARANA – PARANÁ, APÓS A IMPLANTAÇÃO DO CONTORNO LESTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 13/Junho/2022

Lucas Lauer Verdade
Mestre em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Adriana Macedo Patriota Faganello
Doutora em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Sarah Honorato Lopes da Silva
Doutora em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**APUCARANA
2022**

Dedico este trabalho à minha família, esposa e a todos que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pela oportunidade de estar onde estou, com quem estou e ser quem sou.

Agradeço também a minha família, tanto minha esposa e parceira, Amanda, quanto aos meus pais, James e Mônica, que sempre me apoiaram nas escolhas e decisões que tomei durante a vida, sou quem sou graças a vocês, obrigado.

Agradeço ao meu orientador Prof. ME. Lucas Lauer Verdade, pela cobrança em momentos necessários, pelo conhecimento e ideias compartilhadas e confiadas a mim.

Aos meus amigos e colegas que se fizeram durante o curso, Vinicius, Daniel e Fernando, por sempre me ajudarem muito.

A banca examinadora pelas ideias, colaboração e apoio, secretaria do curso, professores, pelo conhecimento compartilhado, e colaboradores do campus.

As empresas que trabalhei durante o curso, por 4 anos a VCS Serviços me sustentou, adaptando horários e sempre me ajudando. A Prestes Construtora, por todo conhecimento confiado neste último ano e pelas oportunidades de conhecimento e crescimento.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa. Obrigado!

RESUMO

Com o crescimento desordenado das cidades e da frota veicular, cada vez mais se mostra necessários estudos sobre o tráfego urbano. Apucarana por estar entre grandes cidades, tais como Maringá e Londrina, se torna caminho das mesmas. Para evitar que todo o fluxo que chega na cidade, passe por ela, são criados contornos. Apucarana já conta com dois, porém ainda existe o projeto de mais um, o contorno Leste. Como ainda não se tem o mesmo, o estudo faz a simulação da diminuição dos veículos após a implantação do mesmo. Escolhidos dois pontos de movimento e importância, tanto no sentido da rodovia quanto no sentido centro-bairro. Foram analisadas quanto ao volume de veículos por hora e tempos semafóricos tendo ideia assim de sua saturação. Com base no Código Brasileiro de Trânsito, foram testados todos os requisitos de verificação semafórica, fazendo a adaptação para o que existe hoje nos locais e trabalhando com três hipóteses de diminuição volumétrica após a instalação do contorno Leste da cidade. Os resultados encontrados, mostram o quanto a via está saturada e que mesmo com a instalação do contorno, a diminuição só seria eficaz para os pontos, se a redução fosse maior de 50% dos veículos que hoje trafegam por lá. Diante das três hipóteses, pode-se entender que a via também precisa de outras melhorias e projetos, além do contorno leste.

Palavras-chave: Apucarana; contagem volumétrica de veículos; sinalização semafórica; tempo de semáforo; contorno Leste de Apucarana.

ABSTRACT

With the disorderly growth of cities and the vehicular fleet, studies on urban traffic are increasingly necessary. Apucarana, because it is between large cities, such as Maringá and Londrina, becomes their path. To prevent all the flow that arrives in the city from passing through it, contours are created. Apucarana already has two, but there is still a project for one more, the East contour. As the same is not yet available, the study simulates the decrease in vehicles after its implementation. Two points of movement and importance were chosen, both towards the highway and towards the center-neighborhood. They were analyzed regarding the volume of vehicles per hour and traffic light times, thus having an idea of their saturation. Based on the Brazilian Traffic Code, all traffic light verification requirements were tested, adapting to what exists today in the places and working with three hypotheses of volumetric decrease after the installation of the eastern contour of the city. The results found show how saturated the road is and that even with the installation of the contour, the reduction would only be effective for the points, if the reduction were greater than 50% of the vehicles that travel there today. Given the three hypotheses, it can be understood that the road also needs other improvements and projects, in addition to the eastern contour.

Keywords: Apucarana; volumetric counting of vehicles; traffic lights; traffic light time; East contour of Apucarana.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Veículo de tração automotor	19
Figura 2 - Veículo de tração humana	20
Figura 3 - Reboque e semirreboque	21
Figura 4 - Exemplo de sinalização horizontal	25
Figura 5 - Exemplo de sinalização vertical.....	27
Figura 6 - Exemplo de sinalização semafórica - Vermelho.....	30
Figura 7 - Exemplo de sinalização semafórica – Verde	30
Figura 8 - Município de Apucarana – sem escala definida	43
Figura 9 - Visualização do ponto 01 – sem escala definida.....	45
Figura 10 - Fotografia do ponto 01	45
Figura 11 - Fotografia 02 ponto 01	46
Figura 12 - Visualização do ponto 02 – sem escala definida.....	47
Figura 13 - Fotografia do ponto 02	47
Figura 14 - Tela do aplicativo usado para contagem - Contador UX	48
Figura 15 - Caracterização do ponto 01 – sem escala definida.....	50
Figura 16 - Caracterização do ponto 02 – sem escala definida.....	51
Figura 17 - Pontos de estudo do relatório.....	52
Figura 18 - Movimentos e conflitos - Ponto 01	57
Figura 19 - Movimentos e conflitos - Ponto 02	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vias Urbanas - Vias e suas velocidades máximas	17
Quadro 2 - Estradas Rurais - Vias e suas velocidades máximas	17
Quadro 3 - Largura das vias	18
Quadro 4 - Principais dimensões básicas dos veículos de projeto	22
Quadro 5 - Indicação de sinalização vertical de regulamentação	26
Quadro 6 - Indicação de sinalização vertical de advertência	26
Quadro 7 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular	28
Quadro 8 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (continuação)	29
Quadro 9 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada	29
Quadro 10 - Valores veiculares mínimos	31
Quadro 11 - Via principal com volume maior	32
Quadro 12 - Volume alto de pedestres e veículos	32
Quadro 13 - Detalhamento da subetapa I	34
Quadro 14 - Detalhamento das subetapas III	36
Quadro 15 - Detalhamento das subetapas etapa IV	40
Quadro 16 - Datas contagem volumétrica - Ponto 01	49
Quadro 17 - Datas contagem volumétricas - Ponto 02	49
Quadro 18 - Valores de estimativa de redução	53
Quadro 19 - Valores contagem volumétrica - Ponto 01	54
Quadro 20 - Valores contagem volumétrica - Ponto 02	55
Quadro 21 - Quantitativo relatório - Ponto 01 - PRF Apucarana	55
Quadro 22 - Quantitativo relatório - Ponto 02 - PRE Rolândia	55
Quadro 23 - Revisão caminhões relatório x contagem – Ponto 01	56
Quadro 24 - Revisão caminhões relatório x contagem – Ponto 02	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frota de veículos por ano em Apucarana/PR.....	44
Gráfico 2 - Diagrama de tempo ponto 01 - Atual	59
Gráfico 3 - Diagrama de tempo ponto 02 - Atual	60
Gráfico 4 - Diagrama de tempo ponto 01 - Atual corrigido	61
Gráfico 5 - Diagrama de tempo ponto 02 - Atual corrigido	62
Gráfico 6 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 01	63
Gráfico 7 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 01 - Adaptado.....	64
Gráfico 8 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 01	64
Gráfico 9 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 02	65
Gráfico 10 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 02	65
Gráfico 11 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 03	66
Gráfico 12 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 03	67

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Detalhes da subetapa I	33
Fluxograma 2 - Detalhes da subetapa III	35
Fluxograma 3 - Detalhes da subetapa IV.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO	Veículos comerciais rígidos, não articulados
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
O	Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões
PLANMOB	Plano de Mobilidade
PRE	Polícia Rodoviária Estadual
PRF	Polícia Rodoviária Federal
RE	Veículos comerciais com reboque
SR	Veículos comerciais articulados
CO	Veículos comerciais rígidos, não articulados
VP	Veículos Leves
ZPA	Zonas de Proteção Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivo	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivo Específico.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Sistema viário e trânsito urbano	16
2.2	Tipos de vias	16
2.3	Tipos de veículos	19
2.4	Tipos de usuários	22
2.5	Controles de tráfego	23
2.6	Sinalização horizontal	23
2.7	Sinalização vertical	25
2.8	Sinalização semafórica	27
2.8.1	Formas, cores e sinais	28
2.8.2	Controladores semafóricos.....	31
2.8.3	Métodos para identificar a necessidade de implantação de semáforos .	31
2.8.4	Métodos de programação de semáforo.....	33
<u>2.8.4.1</u>	<u>Fluxo de saturação</u>	<u>36</u>
<u>2.8.4.2</u>	<u>Taxa de ocupação</u>	<u>37</u>
<u>2.8.4.3</u>	<u>Tempo perdido</u>	<u>37</u>
<u>2.8.4.4</u>	<u>Tempo de ciclo</u>	<u>37</u>
<u>2.8.4.5</u>	<u>Tempo verde real e verde efetivo</u>	<u>38</u>
2.9	Métodos de contagem	40
2.10	Artigos relacionados	42
3	METODOLOGIA	43
3.1	Estudo de caso: restauração da Avenida Minas Gerais em Apucarana – Paraná, após a implantação do contorno leste	43
3.2	Locais de estudo	44
3.3	Etapas da pesquisa	47
3.3.1	Levantamento volumétrico dos pontos	49
3.3.2	Estudo do plano da metrópole Paraná Norte	51
3.3.3	Avaliação dos dados levantados	52

4	RESULTADOS.....	54
4.1	Levantamento volumétrico dos pontos.....	54
4.2	Estudo do plano da metrópole Paraná Norte.....	55
4.3	Avaliação dos dados levantados	56
4.3.1	Diagrama de tempo atual	58
4.3.2	Diagrama de tempo atual – Adaptado ao CONTRAN	60
4.3.3	Diagrama de tempo – Hipótese 01	62
4.3.4	Diagrama de tempo – Hipótese 02	65
4.3.5	Diagrama de tempo – Hipótese 03	66
5	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A - Fichas de contagem.....	75
	ANEXO A - Tabela 1.25 e 1.38 - Relatório De Contextualização Final Do Plano Da Metrópole Paraná Norte, de 2019.	81

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Xavier (2005), a sustentabilidade da mobilidade urbana tem sido comprometida pelo crescimento urbano desordenado, aumento da motorização e declínio do transporte público. Diante disso, ainda segundo o autor, somente em dez capitais brasileiras, perde-se cerca 240 milhões de horas por ano em congestionamentos.

Ao se pensar no crescimento desordenado, o Paraná no ano de 2021, teve um crescimento populacional de 0,70%, com relação ao ano anterior. Já Apucarana cresceu cerca de 0,88%, média acima do estado, que mostra como é importante o estudo do sistema viário, que tem como necessidade atender a essa maior demanda., segundo o IBGE (2021).

O sistema viário não tem acompanhado o crescimento do número de veículos nas vias que, segundo o anuário do DETRAN (2020), tem aumentado em média de 3,38% ao ano. Somando-se a isso, o governo estadual tem sido cobrado para a elaboração de novas políticas e tecnologias, como fonte de melhoria do trânsito urbano. Ainda segundo o anuário, Apucarana teve sua frota veicular acima da média do Paraná, que foi de 2,80%, enquanto a de Apucarana 3,08%.

Além disso, segundo Campos (2013) o planejamento de transporte, tem como finalidade a adequação do transporte de uma região com seu desenvolvimento, verificando suas características estruturais, melhorando o que já existe ou criando sistemas.

Nessa perspectiva, diante do crescimento veicular dos últimos anos, percebe-se a necessidade de fazer estudos internos a cidades, tal como a restauração de grandes avenidas.

Portanto, o trabalho tem como intuito realizar o planejamento de duas intersecções que cruzam a Avenida Minas Gerais, na cidade de Apucarana, Paraná, fazendo uma projeção após a implantação do contorno Leste.

1.1 Justificativa

Segundo Setti (2002), as intersecções são pontos críticos das cidades, devido ao seu potencial de gerar congestionamentos, o que pode afetar de maneira significativa o sistema viário. Assim são necessários estudos do tema, para viabilidade de implantação de controladores de tráfego. Somado as intersecções temos

evidenciado o aumento significativo da frota e o não acompanhamento da infraestrutura urbana.

De acordo com Solek e Marcusso (2018), quando a infraestrutura da via existente não é compatível com a demanda, perdesse fluidez de tráfego e as pessoas demoram mais tempo para chegarem a seus destinos.

Diante de tudo isso ainda temos de pensar no meio ambiente, que também é diretamente atingido com o trânsito. A poluição se faz pelos gases emitidos pelos veículos, o principal deles é o monóxido de carbono. Esses gases emitidos pelos veículos, segundo Guarieiro, Vasconcellos e Solci (2011), são responsáveis por cerca de 10% de todos os gases emitidos no mundo. Sendo assim, com o tempo de exposição no trânsito devido aos congestionamentos, os usuários ficam sujeitos a alergias, irritações e problemas respiratórios.

O estudo tem como finalidade avaliar o desempenho dos controladores de tráfego presentes na Avenida Minas Gerais, em Apucarana, Paraná, após a implantação do contorno Leste da cidade.

Devido a avenida atravessar a cidade, divide bairros e centros, faz-se assim necessário o trânsito por ela, porém com o crescimento veicular e falta de projetos de sustentabilidade da mobilidade, isso têm se tornado cada vez mais difícil, o que gera assim atrasos, acidentes, imprudência e até mesmo estresse.

O estudo busca evidenciar isso e propor soluções de melhoria para o que já se tem hoje e ainda mais, prever a implantação do contorno Leste da cidade, o que visa buscar mais eficiência e mobilidade.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos e projetar soluções semaforicas, em duas intersecções da Avenida Minas Gerais, após implantação do Contorno Leste de Apucarana, no Paraná.

1.2.2 Objetivo Especifico

- Analisar as condições de operação dos semáforos.
- Caracterizar a operação do semáforo.

- Projetar melhorias para a via em estudo, com auxílio de normas e leis de trânsito.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema viário e trânsito urbano

As cidades são compostas por ruas e avenidas, que juntas formam as redes viárias, ou o sistema viário, e o sistema de trânsito urbano é formado por normas para os deslocamentos de pessoas e veículos (SIMÕES; SIMÕES, 2016).

O sistema de transportes é formado por um conjunto de partes ou subsistemas que interagem entre si, para atingir um determinado objetivo, de acordo com um planejamento. A seguir serão explicadas as partes constituintes de um sistema de transportes:

- vias são caracterizadas como a superfície por onde se transita veículos, usuários e animais. Considera-se como parte da via todas as suas partes, isto é, pista, calçada, acostamento, ilha e canteiro central (CTB, 1997).
- veículos são os elementos que promovem o deslocamento: automóveis, caminhões, motocicletas, bicicletas, elevadores, navios, aviões, helicópteros, trens, cavalos (ALBANO, 2016).

Usuários são aqueles que fazem uso do sistema, nas mais diferentes configurações: pedestre, motorista, passageiro, motociclista, ciclista, transportador, etc. Terminais são os locais destinados para a realização das operações de carga, descarga e armazenamento de mercadorias. Estações são os locais que atendem às necessidades de embarque e de desembarque de passageiros, bem como de integração entre diferentes modalidades de transportes. Operação do sistema é a forma como os veículos e usuários utilizam uma rede de transportes, que busca às condições de conforto e de segurança e às regras estabelecidas. Meio ambiente é tudo que envolve, cerca e afeta os componentes do sistema: chuva, sol, neblina, neve, noite, dia, vento, fumaça, poluição, ruídos, congestionamentos e acidentes (ALBANO, 2016).

2.2 Tipos de vias

Segundo o CTB (2008), as vias urbanas são classificadas da seguinte forma.

- Via de trânsito rápido – sem interseções e travessia em nível, tem acessos especiais, também não dá acesso aos lotes lindeiros. No geral somente cidade maiores têm essa via (SIMÕES; SIMÕES, 2016).
- Via arterial – geralmente controlada por semáforos e com cruzamentos em nível, com acesso aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, que possibilita assim o trânsito entre regiões (CTB, 2008).
- Via coletora – como o próprio nome já diz, destinada a coletar e distribuir o trânsito das vias de trânsito rápido ou arterial, que possibilita o trânsito dentro das regiões da cidade, essa já possuindo acesso aos lotes lindeiros (CTB, 2008)
- Via local – são aquelas que possuem interseções em nível, não possuindo semáforo, destinada apenas ao acesso local, lotes lindeiros ou a áreas restritas. Outra característica importante é sua baixa velocidade, se comparada as outras (RUIZ-PADILLO, 1980).

O Quadro 1 mostra as velocidades máxima permitidas de acordo com cada tipo de via.

Quadro 1 - Vias Urbanas - Vias e suas velocidades máximas

Tipo de via	Velocidade máxima
De trânsito rápido	80 km/h
Arterial	60 km/h
Coletora	40 km/h
Local	30 km/h

Fonte: CTB (2008)

Já as vias rurais têm a diferença apenas pela pavimentação ou não da via, sendo assim rodovias são pavimentadas e estradas não são pavimentadas. Suas velocidades também têm influência do tipo do pavimento como mostra o Quadro 2 (RUIZ-PADILLO, 1980).

Quadro 2 - Estradas Rurais - Vias e suas velocidades máximas

Tipo da via	Velocidade máxima
Rodovias com Pista Dupla	110 km/h
Rodovias com Pista Simples	100 km/h
Estradas	60 km/h

Fonte: Ruiz-Padillo (1980)

Ao se conhecer os tipos e velocidades aplicáveis em cada tipo de via, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Cidade de São Paulo (2021), classifica as vias com larguras mínimas, desejáveis e máximas, como é mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Largura das vias

Tipo da via	Largura mínima (m)	Largura desejável (m)	Largura máxima (m)
Vias de trânsito rápido	3,2	3,5	3,5
Vias arteriais	3,0	3,2	3,5
Vias coletoras	2,7	2,9	3,5
Vias locais	2,5	2,7	3,0

Fonte: Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Cidade de São Paulo (2021)

A cidade em estudo, Apucarana, conta com um Decreto de Leis do Sistema Viário (2020) que estabelece no seu capítulo 2, seção 1, artigo 5º, uma classificação para suas vias, sendo elas: avenida das torres, vias estruturais, vias perimetrais, vias marginais, avenida central, anéis centrais, vias paisagísticas, vias locais e vias internas de condomínios. Detalhadas a seguir:

- Avenida das Torres de Transmissão de Energia Elétrica: avenida com canteiro central maior, afim de garantir maior segurança para os usuários da via, com linha de transmissão por sua extensão (APUCARANA, 2020);
- Vias Estruturais: vias com os maiores fluxos de tráfego da cidade (APUCARANA, 2020);
- Vias Perimetrais: vias de utilização nos deslocamentos mais longos, de maior distância, que também desvia do centro urbano, que absorve o fluxo gerado pelas vias coletoras e estruturais, cria-se assim um contorno viário de ligação (APUCARANA, 2020);
- Vias Marginais: vias laterais destinadas para o trânsito secundário ao longo de rodovias, que têm como função principal, facilitar o acesso a lotes lindeiros, dando assim ao usuário uma maior segurança devido a menor velocidade aplicada (APUCARANA, 2020);
- Avenida Central: avenida principal da cidade, no caso estudado Avenida Curitiba (APUCARANA, 2020);

- Vias Paisagísticas: de acordo Lei n° 333/99, de 23 de dezembro 1999, Capítulo 1, Seção 2, artigo 5 define que as vias paisagísticas são aquelas que delimitam Zonas de Proteção Ambiental (ZPA) em torno de nascentes e cursos d'água (MARINGÁ, 1999);
- Vias Internas de Condomínio: via para circulação de veículos em condomínio horizontal (APUCARANA, 2020);

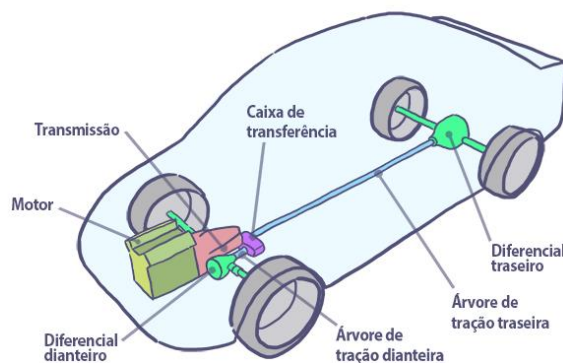
2.3 Tipos de veículos

De acordo com o CTB (2008), Capítulo IX – Dos Veículos, artigo 96, existem três formas de classificação dos veículos. Estes são classificados quanto a tração, quanto à espécie e quanto à categoria:

- Tração: essa classificação refere-se a como o veículo é colocado em movimento;

Se os veículos possuem um motor de propulsão que o faça transitar por conta própria, esse é chamado de automotor, como demonstrado na Figura 1, e esse motor pode ser a combustão, elétrico ou qualquer outro tipo de motor que o coloque em movimento, exceto os veículos movidos sobre trilhos e veículos conectados a redes elétricas (RUIZ-PADILLO, 1980).

Figura 1 - Veículo de tração automotor



Fonte: Adaptado de APROVADETRAN (2021)

Ainda segundo o CTB (2008), os demais veículos são aqueles que não tem motor próprio e dependem de uma ação externa para os colocarem em movimento, esses podem ser de propulsão humana, de tração animal, reboques e semirreboques.

Os veículos de tração humana podem ser de dois tipos, um deles para o transporte de passageiros, que é a bicicleta e outro, para o transporte de cargas, que é o carro de mão. Da mesma forma, os veículos de tração animal se classificam, um deles para o transporte de passageiros, que é a charrete e outro, para o transporte de cargas, que é a carroça. (CTB, 2008). A Figura 2 mostra um exemplo de veículo com tração humana.

Figura 2 - Veículo de tração humana



Fonte: CartunistaSolda (2021)

Já os reboque e semirreboques são veículos que dependem de outro veículo automotor para se deslocarem, a diferença entre eles é a maneira que são tracionados, o reboque é engatado atrás do veículo de tração, já o semirreboque apoia-se sobre o veículo de tração ou é ligado por meio de uma articulação. (CTB, 2008). Está exposto na Figura 3, a diferença entre reboque e semirreboque.

Figura 3 - Reboque e semirreboque



Fonte: Tecfil (2021)

Ainda sobre a classificação do CTB (2008), podemos observar:

- **Espécie:** já essa classificação é relacionada a sua utilidade, ou seja, para que o veículo serve. Podem ser de sete diferentes espécies: de passageiros, de carga, misto, de competição, de tração, especial e de coleção;
- **Categoria:** por última classificação do veículo vem quanto à sua propriedade, que pode ter administração pública ou de órgão de representação diplomática, de pessoa física ou jurídica, ou de formação de condutores (SIMÕES; SIMÕES, 2006);

Existe também uma classificação do Manual de Projeto de Interseções, do DNIT (2006), que classifica os veículos usuais em cinco categorias, a serem adotadas em cada caso conforme as características predominantes do tráfego:

- **VP** - Representa os veículos leves, semelhantes com automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares;
- **CO** - Representa os veículos comerciais rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente com dois eixos e quatro a seis rodas;
- **O** - Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos;

- SR - Representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semirreboque. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal para veículos dessa categoria;
- RE - Representa os veículos comerciais com reboque. É composto de uma unidade tratora simples, um semirreboque e um reboque, frequentemente conhecido como bitrem. Seu comprimento é o máximo permitido pela legislação;

O Quadro 4 resume as principais dimensões básicas dos veículos de projeto recomendados para utilização nos projetos de rodovias, interseções e instalações correlatas (CTB, 2008).

Quadro 4 - Principais dimensões básicas dos veículos de projeto

Designação do veículo tipo	Veículos leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semirreboques (SR)	Reboques (RE)
Características					
Largura Total (m)	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento Total (m)	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8

Fonte: Adaptado do CTB (2008)

2.4 Tipos de usuários

Os usuários do trânsito são aqueles que fazem a utilização do mesmo, que estão na via, nos passeios ou passagens, que pode ser o pedestre, passageiro, ciclista ou condutor. O CTB (2008) traz para cada um deles orientações, algumas delas apresentadas abaixo.

Os pedestres que atravessam a via sobre as faixas delimitadas (faixas de pedestre ou indicação similar ao pedestre) terão prioridade de passagem, exceto quando houve sinalização semaforica, como cita o artigo 71, do CTB (2008). Os ciclistas que estiverem a empurrar a bicicleta equiparam-se aos pedestres, têm assim os mesmos direitos e deveres, caso esteja sobre a bicicleta, a mesma é considerada

um veículo, e assim deve respeitar as regras de circulação (sinalização, semáforo, e faixa de pedestre), como qualquer outro (BRASIL, 2016).

2.5 Controles de tráfego

Para controle de tráfego das vias anteriormente apresentadas, o CTB (2008), no artigo 215, capítulo 15, mostra que se o local não for sinalizado terá preferência de passagem: a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente da via, aquele que estiver circulando por ela; b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela; C) nos demais casos, o que vier da direita do condutor.

Para cruzamentos com sinal de parada obrigatória ou dê a preferência, a via preferencial não precisa realizar a parada, tendo assim preferência, já a via secundária, pode conter o sinal de PARE, o que exige assim sua parada ou o Dê a Preferência, que exige que o condutor diminua a velocidade ou pare para cruzar a via preferencial. Indica-se a utilização deste tipo de controle de tráfego em vias com volume médio de tráfego (CTB, 2008).

Já o cruzamento com semáforo, proporciona a alternância do direito de passagem por indicações luminosas, sendo elas: a) Verde: siga; b) Amarela: atenção; c) Vermelha: pare. Esse tipo de controle de tráfego é indicado para vias com altos volumes de tráfego (DENATRAN, 1984).

As rotatórias são dispositivos de ordenamento e canalização de trânsito, geralmente na forma circular, empregadas quando várias vias se encontram num mesmo local (CTB, 2008). A rotatória também pode ser usada como um dispositivo de regulador de velocidade, faz-se assim com que condutor ao se aproximar, reduzir a velocidade (SOUZA E RAIA JUNIOR, 2016).

E por último controlador de tráfego, os retornos, dispositivos esses que permitem uma mudança de direção de 180° no sentido. Geralmente aplica-se uma parada, ao se fazer o retorno (CTB, 2008).

2.6 Sinalização horizontal

Segundo Simões e Simões (2016), a sinalização horizontal ou de solo, é um subsistema da sinalização viária, utiliza linhas e marcações, símbolos e legendas, pintados sobre o pavimento, que tem como função principal organizar, regulamentar,

advertir ou indicar o modo seguro e correto de transitar na via, válida tanto para veículos como para pedestres, que se soma a sinalização vertical.

A sinalização deve ser branca e impressa dentro das faixas de tráfego, com dimensões de acordo com a velocidade da via. Segundo o DETRAN do Piauí (2021), a sinalização horizontal é dividida em algumas categorias de cores:

- Amarela: utilizada para delimitação de faixa e proibição de estacionamento e/ou parada (CONTRAN, 2007);
- Vermelha: utilizado para marcação de vias destinadas ao ciclismo, também utilizados em alguns símbolos de hospitais e farmácias (CONTRAN, 2007);
- Branca: ao contrário da amarela, a mesma regulamenta fluxos no mesmo sentido, delimita também a regularização de estacionamentos e faixas de pedestres (DETRAN-PI, 2021);
- Preto: utilizado somente para proporcionar contraste entre pavimento e a pintura (DETRAN-PI, 2021);

Ainda segundo o DETRAN-PI (2021), todas essas faixas e marcações podem ser contínuas, interrompidas e destinadas aos pedestres, como é apresentado a seguir:

- Faixa amarela contínua: faixa utilizada entre dois fluxos, indica que os veículos não podem passar para o outro lado da faixa, proibindo assim ultrapassagens e conversões. Se traçada transversalmente, indica onde o veículo deve deter-se quando a sinalização mandar parar (CONTRAN, 2007);
- Faixa branca contínua: quando traçada entre duas faixas, indica que as vias são de mesmo sentido, porém proibindo a mudança de faixa pelo veículo. Também pode indicar, se transversalmente, a faixa de pedestres (CONTRAN, 2007);
- Faixa amarela interrompida: quando traçadas ao longo da pista de rolamento, indica que as mesmas têm sentidos oposto, porém pode-se fazer a ultrapassagem de outros veículos (DETRAN-PI, 2021);

- Faixa branca interrompida: quando traçada ao longo da pista de rolamento, indica que as mesmas têm o mesmo sentido, permitindo assim, passar de uma para a outra (DETRAN-PI, 2021);
- Faixa de pedestre: faixa transversal ao eixo da pista, que delimita a área para passagem de pedestres. Muito necessário nas ruas, principalmente aquelas de maior fluxo de veículos, por ser uma área no qual o pedestre tem prioridade sobre o veículo, garantindo assim maior segurança para o mesmo (CONTRAN, 2007);

A Figura 4 é um exemplo da sinalização horizontal.

Figura 4 - Exemplo de sinalização horizontal



Fonte: Aatoria própria (2021)

2.7 Sinalização vertical

A sinalização vertical é feita por placas verticais, ao lado ou acima da via, com mensagens impressas. Tendo como função, somar-se com a sinalização horizontal, afim de colaborar para segurança, fluidez e canalização do trânsito, outra função interessante deste tipo de sinalização é que a mesma pode ter função informativa. A sinalização é classificada de três formas, regulamentação, advertência e indicação. (SIMÕES; SIMÕES, 2016):

- Sinalização vertical de regulamentação: tem como objetivo, transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias, validas tanto para vias urbanas quanto para vias rurais (CONTRAN, 2007);

A principal forma de indicação do tipo de regulamentação são as placas circulares com cores vermelhas, brancas e pretas, assim como demonstrado no Quadro 5 (SIMÕES; SIMÕES, 2016):

Quadro 5 - Indicação de sinalização vertical de regulamentação


Forma	Cor	
	 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO PROIBIÇÃO	Fundo
Símbolo		Preta
Tarja		Vermelha
Orla		Vermelha
Letras		Preta

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007)

- Sinalização vertical de advertência: segundo o CONTRAN (2007), esse tipo de sinalização tem a função principal de alertar os motoristas de condições potencialmente perigosas, obstáculos, ou restrições existentes a frente na via;

A principal forma de indicação do tipo de advertência, tem sua forma quadrada, onde as diagonais devem ficar na posição vertical, possuindo fundos amarelos e simbologia em preto e uma tarja no seu contorno preta, como apresentado no Quadro 6:

Quadro 6 - Indicação de sinalização vertical de advertência

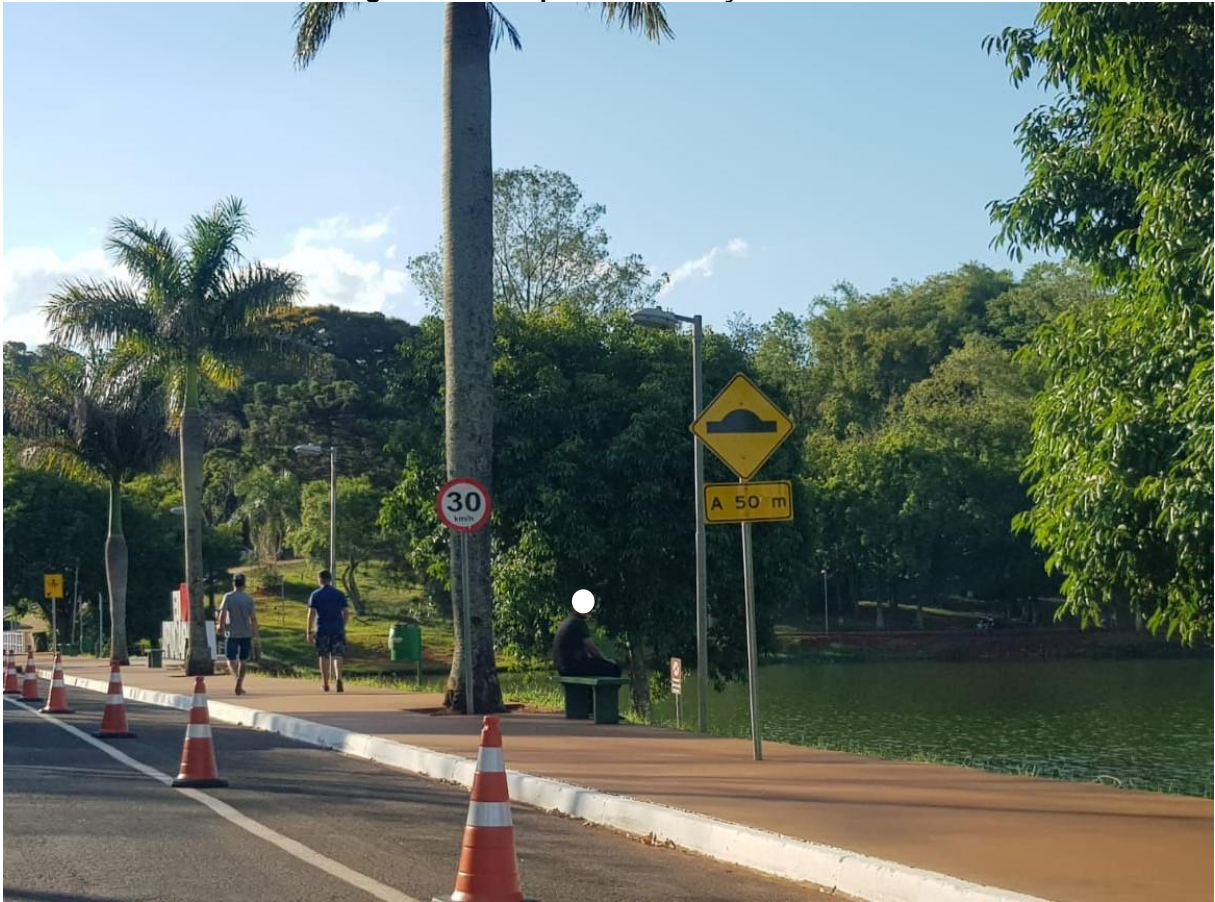
Forma	Cor	
		Fundo
Símbolo		Preta
Orla interna		Preta
Orla externa		Amarela
Legenda		Preta

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007)

- Sinalização vertical de indicação: de acordo com o Manual Brasileiro de Trânsito (2007), esse tipo de sinalização tem como objetivo interesses locais da região, indicando distâncias, lugares, acessos, serviços auxiliares e atrativos turísticos. Esse tipo de sinalização apresenta placa geralmente retangular, na cor verde, azul ou marrom com letras e contornos em branco (CONTRAN, 2014);

A Figura 5 é um exemplo de sinalização vertical.

Figura 5 - Exemplo de sinalização vertical.



Fonte: Autoria própria (2021)

2.8 Sinalização semafórica

Assim como a sinalizações verticais e horizontais, segundo o CONTRAN (2012) a sinalização semafórica tem a finalidade transmitir informações aos usuários, informações essas sobre o direito de passagens em intersecções onde o espaço é disputado por dois ou mais movimentos conflitantes. Também pode ter a função de advertir sobre algo que possa comprometer a segurança na via. Sua classificação é feita de acordo com a sua função, pode assim ser ela de regulamentação ou advertência:

- Sinalização semafórica de regulamentação: sua função principal é controlar quem tem o direito de passagem na via, através de indicações luminosas, fixadas na lateral ou sobre a via. Esse tipo de sinalização pode existir para veículos e para pedestres (CUCCI, 1999);
- Sinalização semafórica de advertência: sua função principal é advertir sobre uma situação de perigo ou obstáculo. Após isso, o condutor deve reduzir a
















velocidade e tomar medidas de precaução sobre o que há a frente (CONTRAN, 2012);

2.8.1 Formas, cores e sinais

Com a combinação das cores e formas expressas nos semáforos, têm-se vários significados distintos, transmitindo assim informações específicas ao usuário.



De acordo com o CTB (2008) a sinalização deve apresentar as cores e sinais em focos de forma circular, conforme Quadro 7 e Quadro 8, e em focos na forma quadrada conforme Quadro 9.

Quadro 7 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular

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
	Verde	  	Indica a permissão do direito de passagem, de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	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
	Vermelha		Indica, por meio do símbolo "X", a proibição de circular na faixa sinalizada	O condutor não deve circular pela faixa sinalizada
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada






Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, (2012)

Quadro 8 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (continuação)

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Circular	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.

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, (2012)

Quadro 9 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada

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

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, (2012)

A Figura 6 e Figura 7 são exemplos de sinalização semafórica.

Figura 6 - Exemplo de sinalização semafórica - Vermelho



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 7 - Exemplo de sinalização semafórica – Verde



Fonte: Autoria própria (2021)

2.8.2 Controladores semafóricos

Segundo o CONTRAN (2012), os controladores são os equipamentos que tem a função de controlar as indicações luminosas e são divididos com relação a tecnologia aplicada, que são controladores eletromecânicos e eletrônicos:

- Controladores Eletromecânicos são aqueles constituídos por componentes eletrônicos e mecânicos, geralmente comportam apenas uma programação semafórica (CONTRAN, 2012);
- Controladores Eletrônicos são aqueles constituídos por elementos elétricos, a programação semafórica é feita computacionalmente. Este tipo de controlador, permite diversos tipos de programação (CONTRAN, 2012);

2.8.3 Métodos para identificar a necessidade de implantação de semáforos

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, capítulo 5 (2012), tem-se alguns critérios para a implantação de semáforos, sendo eles:

- Critério 1: volume médio de veículos nas 8 horas de maior movimento das duas vias que se cruzam. Se os valores forem maiores ou iguais, atendendo as duas condições do Quadro 10, já se justifica a colocação de semáforo, dados esses que podem ser verificados no Quadro 10 (CONTRAN, 2012);

Quadro 10 - Valores veiculares mínimos

Via principal (faixas)	Via secundária (faixas)	Volume total dos dois sentidos da via principal (v/h)	Volume de sentido de maior movimento da via secundária (v/h)
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - capítulo 5 – Sinalização Semafórica (2012)

- Critério 2: volume pequeno na segunda via, mas alto na principal. Se os valores forem maiores ou iguais, atendendo as duas condições do Quadro 11, já se justifica a colocação de semáforo, dados esses que podem ser verificados no Quadro 11 (CONTRAN, 2012);

Quadro 11 - Via principal com volume maior

Via principal (faixas)	Via secundária (faixas)	Volume total dos dois sentidos da via principal (v/h)	Volume de sentido de maior movimento da via secundária (v/h)
1	1	750	75
2 ou mais	1	900	75
2 ou mais	2 ou mais	900	100
1	2 ou mais	750	100

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - capítulo 5 – Sinalização Semafórica (2012)

- Critério 3: volume alto de veículos e pedestres. Se os valores forem maiores ou iguais, atendendo as duas condições do Quadro 12, já se justifica a colocação de semáforo (CONTRAN, 2012);

Quadro 12 - Volume alto de pedestres e veículos

Canteiro central	Volume total dos dois sentidos da via (v/h)	Volume total de pedestres que cruzam a via (p/h)
Sem ou com largura insuficiente (<0,80 metros)	600	150
Com largura suficiente (> 0,80 metros)	1000	150

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - capítulo 5 – Sinalização Semafórica (2012)

- Critério 4: junção dos critérios 1, 2 e 3, se atender pelo menos dois critérios com 20% a menos nos valores dos Quadro 10, Quadro 11 e Quadro 12, já é justificada a colocação de um semáforo (CONTRAN, 2012);
- Critério 5: quando se faz necessário a junção dos veículos afim de facilitar a travessia dos pedestres (CONTRAN, 2012);
- Critério 6: redução da frequência de acidentes, pode ser reduzido com a instalação semafórica (CONTRAN, 2012);

Vale destacar, que este método é adotado pelos órgãos governamentais do Brasil, porém cada país pode ter o seu método, visando a melhora adaptação para o seu sistema viário, alguns exemplos são: Estados Unido, Escócia, Argentina e muitos outros (VILANOVA, 2007).

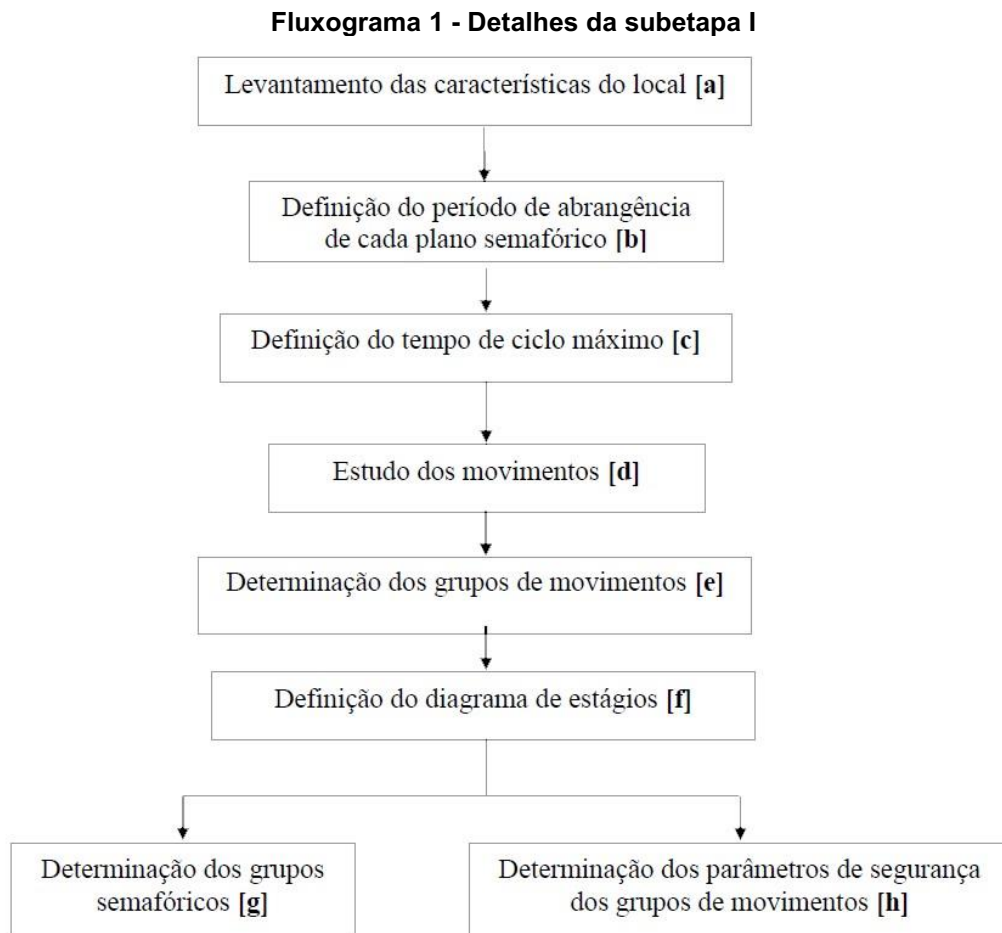
2.8.4 Métodos de programação de semáforo

O CONTRAN (2012), no item 7, diz que, referente a programação semafórica, divide a programação em quatro etapas:

- Etapa I: este item define as condições de operação do semáforo;
- Etapa II: determina as características de operação do semáforo;
- Etapa III: calcula-se a programação do semáforo;
- Etapa IV: faz-se a implementação do semáforo e uma avaliação dos resultados;

Ainda conforme o CONTRAN (2012), as etapas são constituídas por subetapas:

- Etapa I: este item define as condições de operação do semáforo, de acordo com o Fluxograma 1;



Fonte: CONTRAN (2012)

O Quadro 13, define cada uma das subetapas:

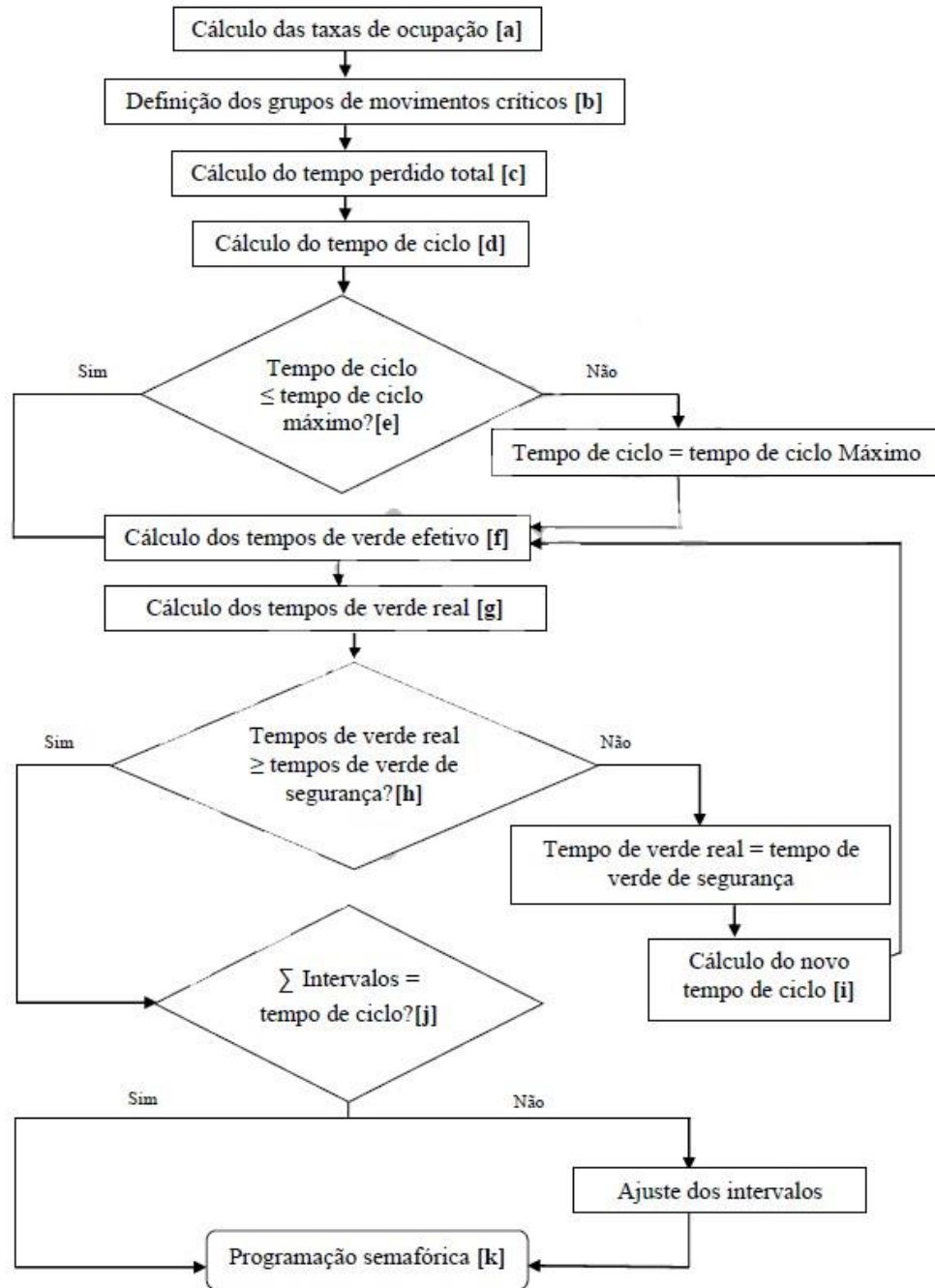
Quadro 13 - Detalhamento da subetapa I

Subetapa	Descrição
[a] - Levantamento de características do local	Levantamento em campo para verificar as características do local estudado.
[b] - Definição do período de abrangência de cada plano semaforico	Levantamento em campo dos volumes ao longo do dia.
[c] - Definição do tempo de ciclo máximo.	Determinar a sequência completa do semáforo. O CONTRAN (2012) nos permite determinar esse valor por duas maneiras, pelo grau de saturação máximo e pelo método de Webster.
[d] - Estudos dos movimentos	Verificar os possíveis agrupamentos movimentos.
[e] - Determinação dos grupos de movimentos	Determinar os grupos de cada aproximação dos semáforos.
[f] - Definição do diagrama de estágios	Determinar qual movimento vai atuar em cada estágio do semáforo.
[g] - Determinação dos grupos semaforicos	Determinar quais grupos de movimento vão receber a mesma indicação luminosa.
[h] - Determinação dos parâmetros de segurança dos grupos de movimento	Fazer a determinação dos amarelos de cada grupo.

Fonte: Adaptado CONTRAN (2012)

- Etapa II: determinar a capacidade máxima de cada movimento, de acordo com as contagens é determinado a quantidade que passa por intervalo tempo no semáforo (EJZENBERG, 2005);
- Etapa III: calcula-se a programação do semáforo seguindo o Fluxograma 2 (CONTRAN, 2012);

Fluxograma 2 - Detalhes da subetapa III



Fonte: CONTRAN (2012)

O Quadro 14, define cada uma das subetapas:

Quadro 14 - Detalhamento das subetapas III

Subetapa	Descrição
[a] - Cálculo das taxas de ocupação	Taxa de ocupação de cada movimento.
[b] – Definição dos grupos de movimento críticos.	São os grupos de movimentos usados para cálculo do verde, pelo fato de serem os mais críticos vão apresentar maior tempo.
[c] – Cálculo de tempo perdido total	É composto pelo somatório do tempo perdido em função dos pedestres, do início do movimento e do final do movimento.
[d] - Cálculo de tempo de ciclo	Tempo total dos semáforos, resultando no tempo total de todos os movimentos.
[e] – Tempo de ciclo menor ou igual ao tempo de ciclo máximo	Tempo de ciclo deve ser igual ou menor ao ciclo máximo, que é de 120 segundos.
[f] - Cálculo dos tempos de verde efetivo de cada estágio	Tempo que efetivamente é usado pelo movimento crítico.
[g] - Cálculo dos tempos de verde real de cada estágio	Tempo de verde do grupo focal
[h] - Tempos de verde real maior ou igual tempos de verde de segurança	Tempo mínimo do grupo focal verde, sendo o verde de segurança 10 segundos.
[i] - Cálculo do novo tempo de ciclo	Quando se obter valor menor que o verde de segurança, deve-se recalculá-lo o tempo de ciclo.
[j] - Somatório dos intervalos iguais ao tempo de ciclo	O somatório de todos os grupos focais deve ser igual ao tempo de ciclo.
[k] – Programação semaforica	Montagem do diagrama semaforico.

Fonte: Adaptado CONTRAN (2014)

Essa etapa tem grande importância no estudo, visto que serão calculadas os tempos ideais para a os pontos após a instalação do Contorno Leste de Apucarana, cuja objetivo é a programação semaforica, que segundo o CONTRAN (2012) se faz da seguinte maneira:

2.8.4.1 Fluxo de saturação

Corresponde ao número máximo de veículos compatível com o tamanho da via que se poderia passar no caso dessa via receber sinal verde durante uma hora inteira. E se faz pela equação (2.1).

$$S_i = 525 * L \quad (2.1)$$

Onde,

S = Fluxo de Saturação

L = Largura da Via

2.8.4.2 Taxa de ocupação

É a relação da sua taxa de fluxo, quantidade de veículos passantes por hora, e o respectivo fluxo de saturação. É representado pela equação (2.2).

$$y = \frac{F}{S} \quad (2.2)$$

Onde,

y = Taxa de Ocupação

F = Fluxo de Uma Hora da Via

S = Fluxo de Saturação

Para o cálculo também se faz necessário a Taxa de Ocupação Total, representado pela letra Y, que é obtido pelo somatório da maior taxa de ocupação de cada estágio.

2.8.4.3 Tempo perdido

É a soma entre o tempo de percepção e o tempo de vermelho total de cada estágio. Que é obtido pela equação (2.3).

$$T_p = \sum T_{vermelho,total} + \sum T_{percepção} \quad (2.3)$$

Onde,

T_p = Tempo Perdido

$T_{vermelho,total}$ = Tempo de Vermelho Total

$T_{percepção}$ = Tempo de Percepção

2.8.4.4 Tempo de ciclo

Para o tempo do ciclo será utilizado o Método de Webster, que tem como característica principal a chegada aleatória de veículos nas aproximações, o que se relaciona com o estudo. Tempo de ciclo também pode ser chamado de tempo de ciclo ótimo, conforme CONTRAN (2012). Que é representado pela equação (2.4).

$$T_c = \frac{1,5 * T_p + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i} \quad (2.4)$$

Onde,

T_c = Tempo de Ciclo

T_p = Tempo Perdido

y_i = Taxa de Ocupação do Grupo de Movimento Crítico do Estágio i

n = Número de Estágios

2.8.4.5 Tempo verde real e verde efetivo

Denomina-se verde real aquele em que o focal luminoso permanece com a luz verde acessa, representada na equação (2.6).

E o verde efetivo é definido pelo tempo que efetivamente o fluxo se desloca e é calculado para cada estágio, como apresentado pela equação (2.5).

$$T_{verde,ef} = y_i * \frac{T_c - T_p}{Y} \quad (2.5)$$

Onde,

$T_{verde,ef}$ = Tempo Verde Efetivo

y_i = Taxa de Ocupação do Grupo de Movimento Crítico do Estágio i

T_c = Tempo do Ciclo

T_p = Tempo Perdido

Y = Somatório da Maior Taxa de Ocupação de cada Estágio

$$T_{verde,real} = T_{verde,ef} + T_{percepção} - T_{amarelo} \quad (2.6)$$

Onde,

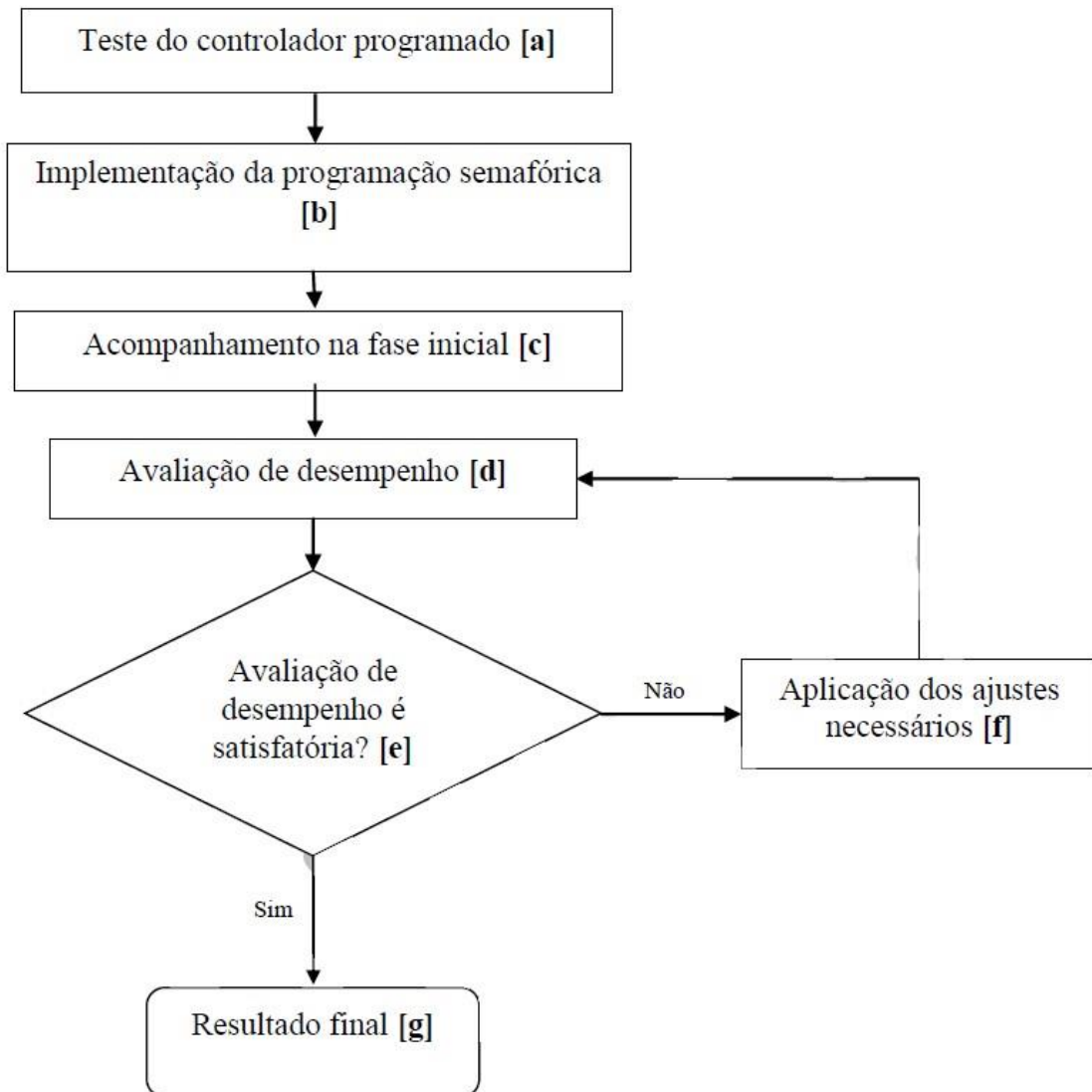
$T_{verde,real}$ = Tempo Verde Real

$T_{verde,ef}$ = Tempo Verde Efetivo

$T_{percepção}$ = Tempo de Percepção

$T_{amarelo}$ = Tempo de Amarelo

- Etapa IV: Por fim, a última etapa faz a verificação dos valores obtidos nas etapas anteriores, como apresentado no Fluxograma 3 (CONTRAN, 2012);

Fluxograma 3 - Detalhes da subetapa IV

Fonte: CONTRAN (2012)

O Quadro 15, define cada uma das subetapas:

Quadro 15 - Detalhamento das subetapas etapa IV

Subetapa	Descrição
[a] – Teste do controlador programado	Verificação se os valores obtidos estão sendo executados pelo controlador.
[b] - Implementação da programação semafórica	Após as verificações os valores são implantados em campo.
[c] – Acompanhamento na fase inicial	Deve-se realizar inspeções nos primeiros dias de operação do controlador.
[d] - Avaliação de desempenho	Verificar se após a implantação o resultado é satisfatório.
[e] – Avaliação de desempenho é satisfatória	Caso os resultados não sejam satisfatórios, deve-se aplicar ajustes.
[f] – Aplicação de ajustes necessários	Caso não satisfatórios, deve ser fazer os ajustes necessários.
[g] – Resultado final	Caso satisfatório, se encerrar a etapa de programação.

Fonte: Adaptado CONTRAN (2012)

2.9 Métodos de contagem

Os métodos de contagem volumétricas, segundo o DNIT (2006), podem ser realizadas de três formas apresentadas a seguir:

- **Contagem Manual:** como o próprio nome já diz, são feitas manualmente por pesquisadores, com o auxílio de fichas e contadores manuais. Esse tipo de contagem é recomendado para a classificação de veículos, contagens em rodovias com muitas faixas e para análise de movimentos em intersecções. Para a contagem em vias urbanas é normal se fazer o agrupamento dos veículos pelas características de operação, sendo eles, automóveis, ônibus e caminhões (DNIT, 2006);

Ainda pelo DNIT (2006), a contagem pode ser realizada por dispositivos manuais eletrônicos de contagem, que armazena o valor e posteriormente passa-se para a ficha de contagem. Esse dispositivo traz muitas vantagens pois, reduz o número de erros e dispensa anotações periódicas.

As fichas podem ser criadas de acordo com a contagem e com o tipo das considerações que serão utilizadas. Esse tipo de contagem tem como principal vantagem o baixo custo e alta flexibilidade de mudança de local (DNIT,2006).

- **Contagem Automática:** as contagens são realizadas por contadores automáticos, em que os veículos são detectados, por câmeras, tubos magnéticos, dispositivos magnéticos, células fotoelétricas e radares, que são divididas em duas partes, a unidade contadora e a unidade de armazenamento. Esses dispositivos são interligados em computadores que registram e fazem as classificações necessárias (SOUZA, 2018);

Esse método tem a vantagem da precisão, porém o custo é elevado e pelo fato de ficar na via, está exposto a roubos e ao vandalismo (DNIT, 2006).

- **Contagem em interseções:** segundo o DNIT (2006), esse tipo de contagem é realizado em interseções com o objetivo de obter dados para a elaboração de seus fluxogramas, identificação de movimentos permitidos, projetos de canalização, cálculo de capacidade e análise de acidentes;

Para a contagem em interseções recomenda-se pelo menos três divisões para classificação dos veículos: automóveis, ônibus e veículos de carga. Geralmente com os resultados desse estudo, se projeta o tráfego para o décimo ano após a conclusão das obras. Antes de iniciarmos as contagens, deverão ser levantadas algumas informações, também citado pelo manual de estudo de tráfego do DNIT (2006)

Deve-se conhecer os horários de pico através de contagens anteriores ou por observação do local, pode-se também, obter informações com autoridades locais, em busca de identificar os dias da semana e horário do dia de maior movimento. Identificar veículos de maiores dimensões que fazem utilização da via. Identificar períodos de sazonalidade da região que podem interferir na normalidade do tráfego. Levantamento de taxas de crescimento da região, tais como estudos socioeconômicos, pesquisas de tráfego anteriores, crescimento de frota e outros que possam colaborar para melhor assertividade nos projetos que serão realizados a partir da contagem (DNIT, 2006).

Recomenda-se que as contagens sejam realizadas pelo menos três dias da semana, devendo incluir os possíveis horários de pico. Preferencialmente que sejam realizadas em dias úteis, exceto dias que possam ser influenciados pelo tráfego do fim de semana (DNIT, 2006).

2.10 Artigos relacionados

Para a realização do trabalho foram utilizados outros trabalhos para verificações dos métodos utilizados, em alguns deles foi possível verificar que os métodos do CONTRAN (2012) são utilizados também para outros estudos. Tornando assim valido o resultado obtido.

Pando e Fuchs (2015) fazem a utilização do Manual de Sinalização de Trânsito Brasileiro para o desenvolvimento do trabalho, e outros métodos computacionais, pois não fazem análise de um ponto específico, mas sim de uma região de Curitiba, com auxílio de programação.

Solek e Marcusso (2018) fazem suas análises baseado no CONTRAN (2014), porém após as verificações semaforicas, também fazem verificação de rotatórias e turbo-rotatórias.

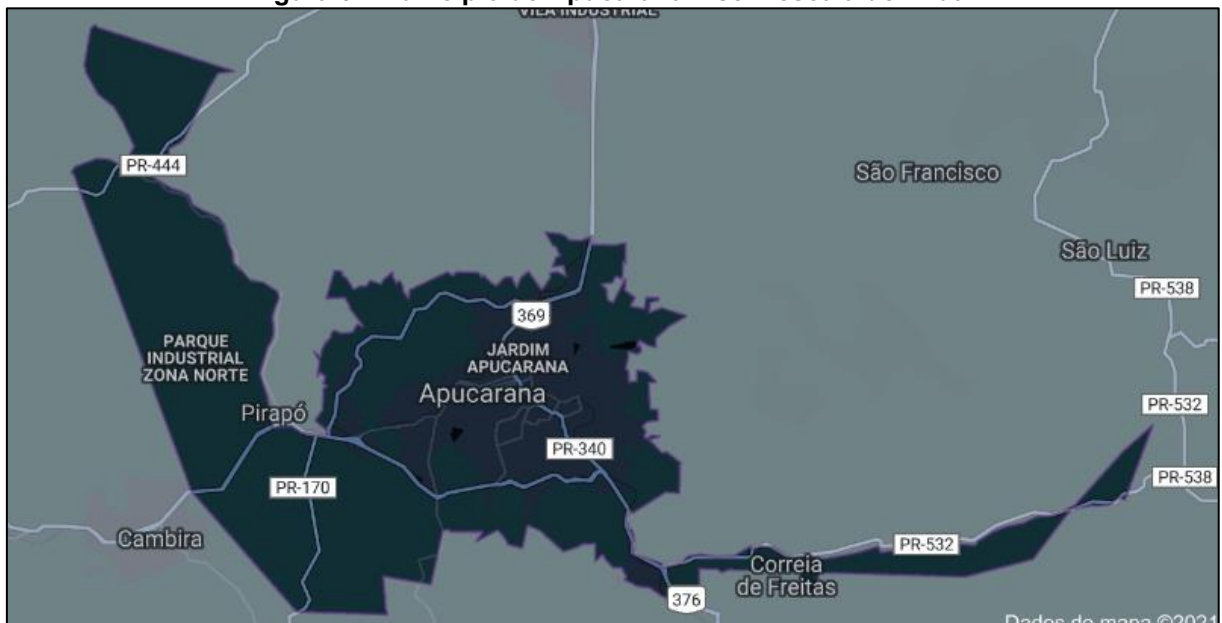
Silvestre (2017) tem seu estudo voltado para o posicionamento e a sinalização dos semáforos na cidade de Pato Branco, fazendo uma análise de uma região da cidade, o que incluiu 44 pontos, viabilizando a melhor eficiência em ambos os conceitos. O autor também cita que foi realizada a verificação de cada ponto e todos estavam de acordo com o CONTRAN (2012).

3 METODOLOGIA

3.1 Estudo de caso: restauração da Avenida Minas Gerais em Apucarana – Paraná, após a implantação do contorno leste

Apucarana é uma cidade localizada no norte do estado do Paraná, localizada pelas coordenadas 23° 33' 03" latitude sul e 51° 27' 39" longitude oeste, distanciada de Curitiba, capital do estado, cerca de 369 quilômetros. Tem-se uma população estimada pelo IBGE (2021) em 137.438 habitantes, sendo ela a décima primeira mais populosa do Paraná. Tem uma área territorial de 558.389 quilômetros quadrados. A Figura 8 apresenta uma foto da região de Apucarana.

Figura 8 - Município de Apucarana – sem escala definida

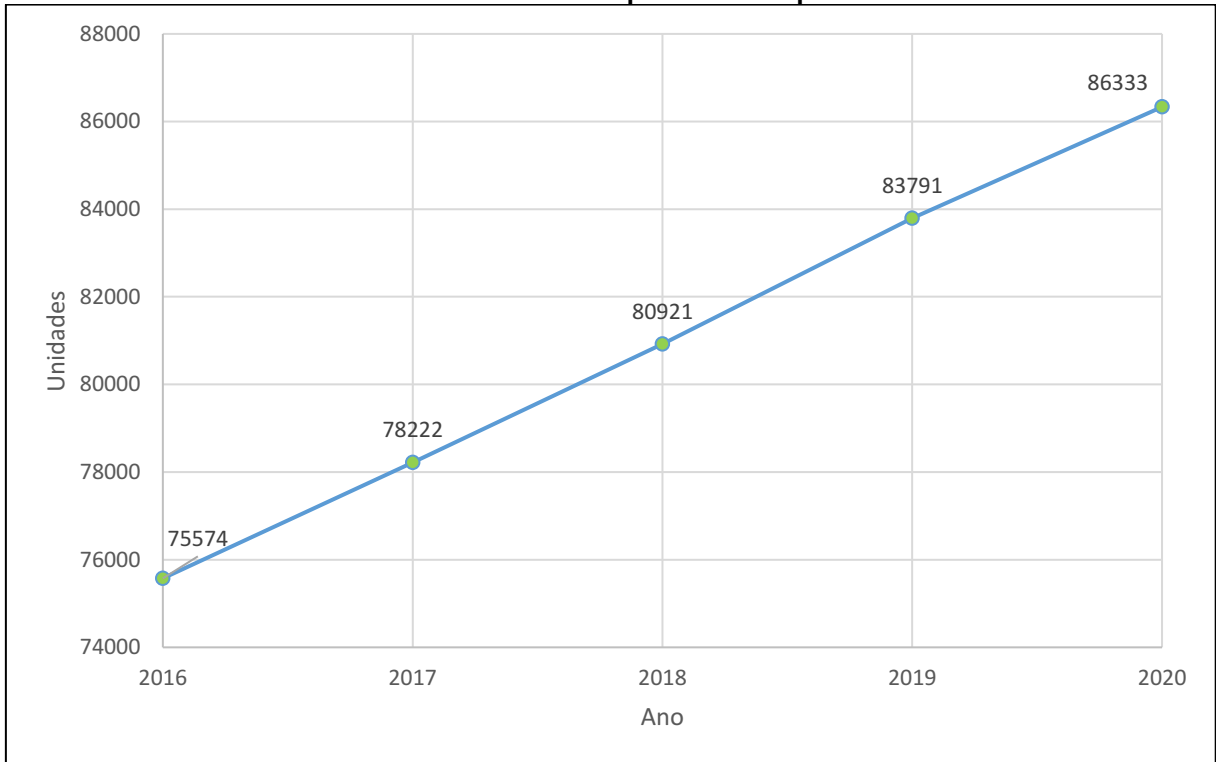


Fonte: Google Maps (2021)

O município que faz divisa com Arapongas, Londrina, Califórnia, Cambira, Rio Bom, Novo Itacolomi, Marilândia do Sul, Mandaguari e Sabaúdia.

Apucarana foi fundado em 28 de janeiro de 1944, hoje com 78 anos de existência.

O anuário do DETRAN (2020), descreve que Apucarana nos últimos 5 anos, a frota de veículo cresce em média 3,38% por ano, como é mostrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Frota de veículos por ano em Apucarana/PR

Fonte: Anuário DETRAN/PR (2020)

Ainda segundo ao anuário do DETRAN (2020), Apucarana no ano de 2020 tinha 50292 automóveis, 2698 caminhões, 810 caminhões tratores, 7335 caminhonetes, 3046 camionetas, 424 micro-ônibus, 14286 motocicletas, 328 ônibus, 1223 reboques e 1129 semirreboques.

3.2 Locais de estudo

Este trabalho visa buscar melhorias no tráfego urbano de Apucarana para os dois pontos. Quanto à abordagem do problema, para o caso desta pesquisa, ela pode ser classificada tanto como quantitativa quanto qualitativa. Para Prodanov e Freitas (2013, p. 70), a abordagem qualitativa:

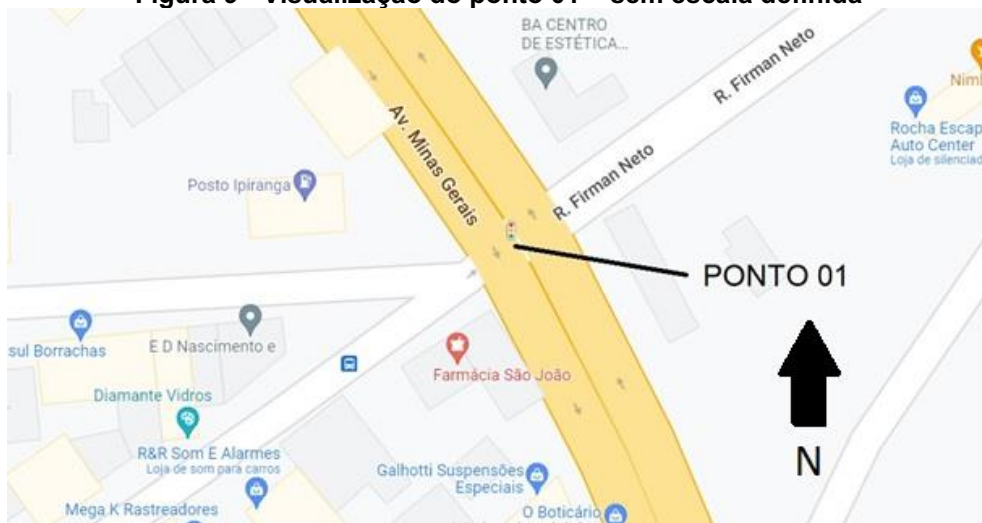
[...] a pesquisa tem o ambiente como fonte direta de dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão. Nesse caso, as questões são estudadas no ambiente em que elas se apresentam sem qualquer manipulação intencional do pesquisador.

Para o estudo foram escolhidos dois pontos da Avenida Minas Gerais, escolhidos de acordo com o conhecimento da região e pelo autor deste trabalho saber dos problemas neles presentes, como usuário da via. Sendo ela uma das principais avenidas da cidade, com aproximadamente seis quilômetros de extensão, cruza a

cidade de um lado para outro, vindo a ser o principal corredor para quem vem do sentido Curitiba e vai para o sentido Londrina ou vice-versa:

- Ponto 1: o primeiro ponto, talvez o mais crítico, é o cruzamento entre à Avenida Minas Gerais com a Rua Firman Neto e Avenida Rio de Janeiro, segundo o PLANMOB (2015) de Apucarana, a Avenida Minas Gerais é considerada uma via estrutural, a Rua Firman Neto uma via local e a Avenida Rio de Janeiro uma via coletora. A Figura 9, Figura 10 e Figura 11 mostram o ponto 1;

Figura 9 - Visualização do ponto 01 – sem escala definida



Fonte: Adaptado Google Maps (2022)

Figura 10 - Fotografia do ponto 01



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 11 - Fotografia 02 ponto 01



Fonte: Autoria própria (2022)

- Ponto 2: e por último, o cruzamento entre Avenida Minas Gerais com a Rua Desembargador Clotário Portugal e com a Avenida Paraná. A Figura 12 e Figura 13 mostram a localização do ponto 02;

Figura 12 - Visualização do ponto 02 – sem escala definida



Fonte: Adaptado Google Maps (2022)

Figura 13 - Fotografia do ponto 02



Fonte: Autoria própria (2022)

3.3 Etapas da pesquisa

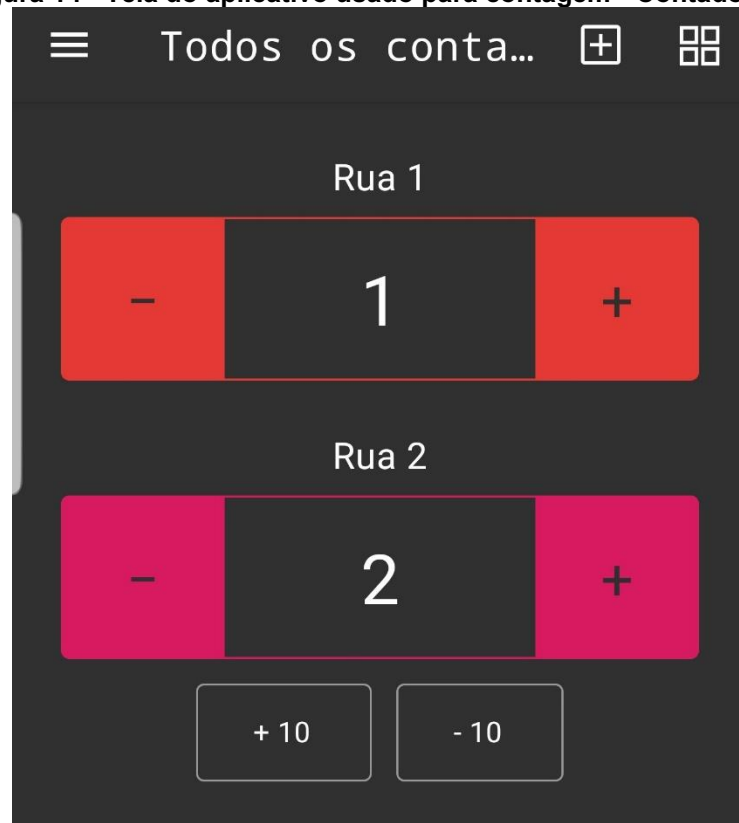
O estudo foi dividido em três partes principais. A primeira delas foi o levantamento através de contagem veicular dos dois pontos, em horários de picos de

acordo com o DNIT (2006), sendo esses horários das 17:15 horas até às 18:45 horas, sempre às quartas-feiras, por um aplicativo, Contador UX, da UX Apps, disponível na Google Play, gratuitamente ou com versão paga. A Figura 14 mostra a tela principal do aplicativo, dados esses que posteriormente a contagem foram preenchidos na ficha de contagem, demonstradas no Apêndice A. Também foram utilizados câmera fotográfica e cronômetro. Após as contagens os dados foram planilhados.

Posteriormente se fez o estudo do Produto 06 – Relatório de Contextualização Final do Plano aa Metrópole Paraná Norte (Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes, 2019), documento esse que traz as pesquisas de origem e destino e contagens volumétricas, realizadas em 2019, valores esses utilizados para estimar o fluxo interno da cidade após a instalação do contorno leste de Apucarana.

Por fim, de posse dos dados, foi possível avaliar e elaborar um diagnóstico a respeito dos aspectos observados, de forma a expor possíveis pontos de melhoria do sistema estudado relativo a cada um dos aspectos estudados.

Figura 14 - Tela do aplicativo usado para contagem - Contador UX



Fonte: Autoria própria (2021)

3.3.1 Levantamento volumétrico dos pontos

Os levantamentos volumétricos foram realizados em acordo com o método contagem manual do DNIT (2006), fichas de contagem em Anexo A. As pesquisas foram realizadas sempre as quartas-feiras entre as 17:15 às 18:45 horas com auxílio das fichas de contagem e do software Contador UX. O Quadro 16 mostra as datas de contagem do ponto 01.

Quadro 16 - Datas contagem volumétrica - Ponto 01 – Quartas-Feiras

Ponto 01
30/03/2022
06/04/2022
13/04/2022

Fonte: Aatoria Própria, 2022.

O Quadro 17 mostra as datas de contagem do ponto 02.

Quadro 17 - Datas contagem volumétricas - Ponto 02 – Quartas-Feiras

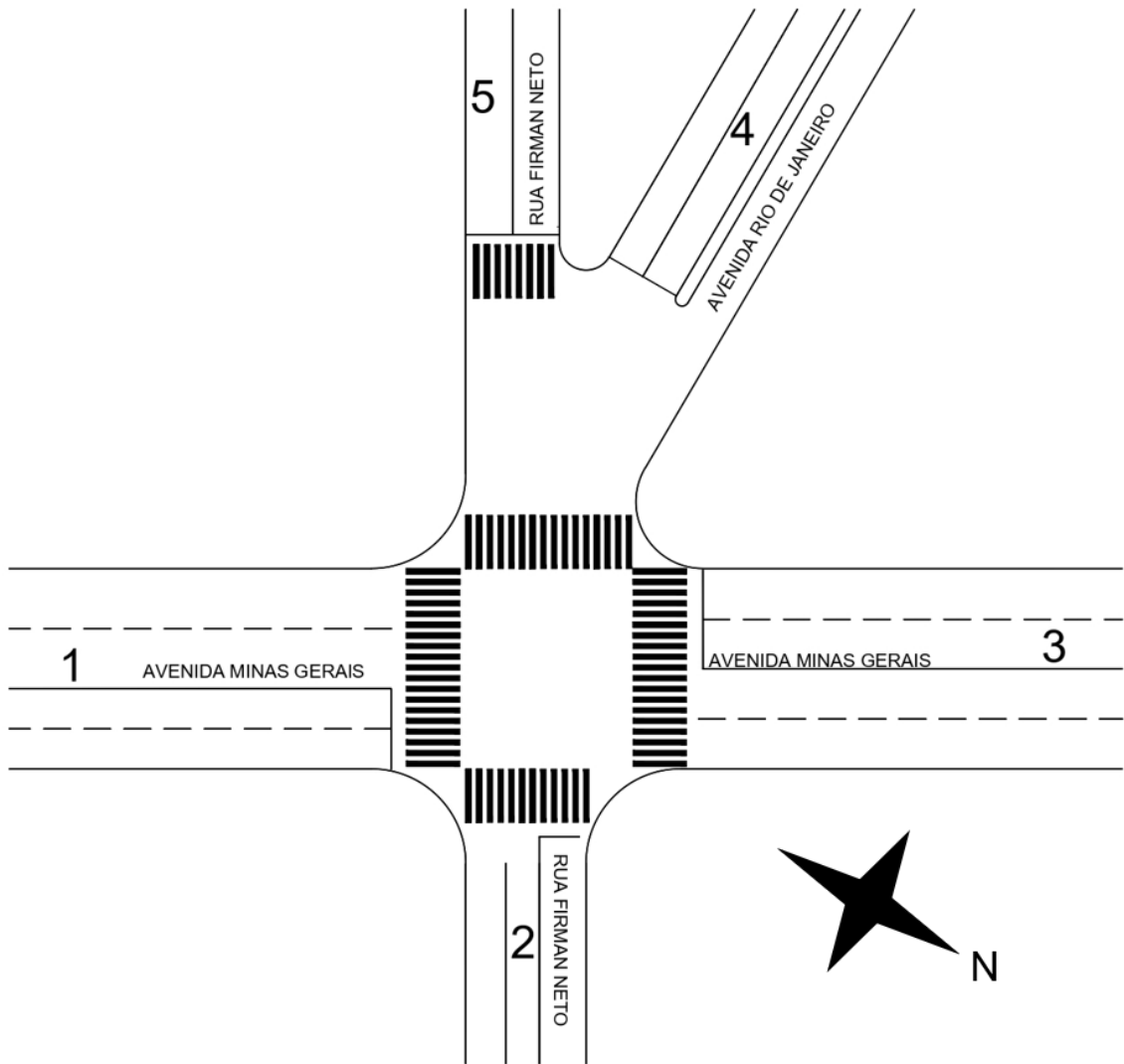
Ponto 02
11/05/2022
18/05/2022

Fonte: Aatoria Própria, 2022.

Os veículos estudados foram classificados em três categorias carros, ônibus e caminhões.

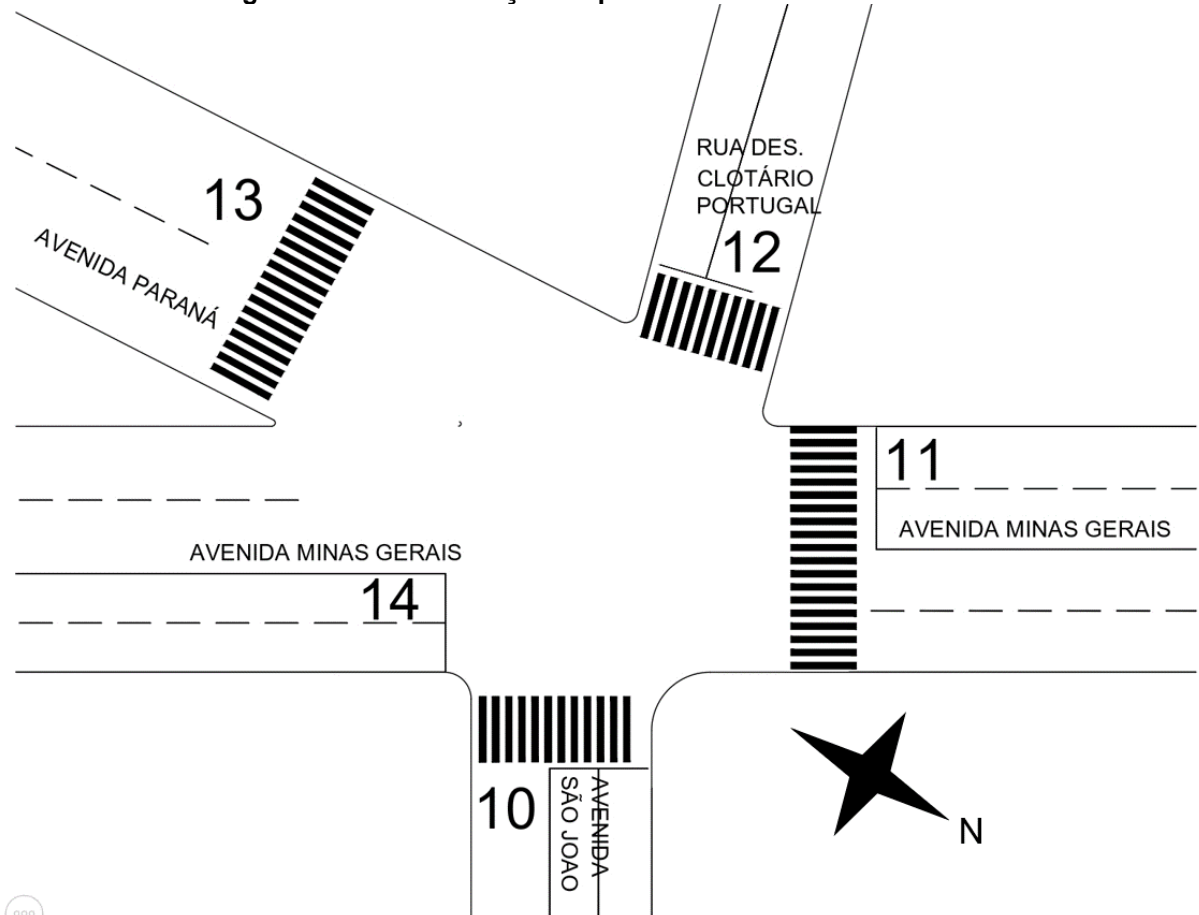
Pelo fato de os pontos terem várias intersecções, elas foram separadas e enumeradas da forma apresentada na Figura 15 que mostra a caracterização do ponto 01 e a Figura 16 que a caracterização do ponto 02.

Figura 15 - Caracterização do ponto 01 – sem escala definida



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 16 - Caracterização do ponto 02 – sem escala definida



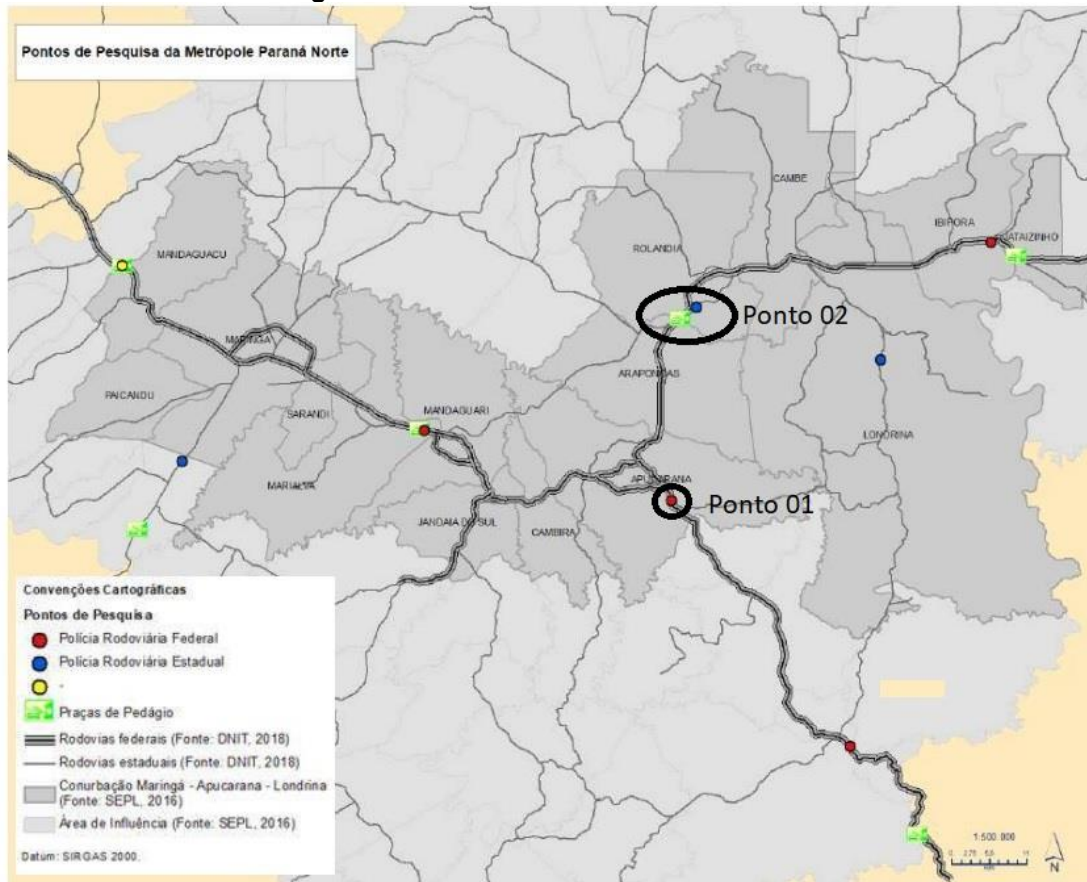
Fonte: Autoria Própria (2022)

Os resultados obtidos foram planilhados e estão apresentados nos resultados.

3.3.2 Estudo do plano da metrópole Paraná Norte

Para auxílio no estudo foi utilizado o Produto 06 – Relatório de Contextualização Final do Plano a Metrópole Paraná Norte (Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes, 2019), com esse estudo foi possível obter e estimar a quantidade de veículos que entram na cidade de Apucarana, através de dois pontos, apresentados na Figura 17 e, assim, obter a quantidade que acessam a cidade vindas do sentido Curitiba e estimar as que vem do sentido Londrina.

Figura 17 - Pontos de estudo do relatório



Fonte: Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes (2019)

No relatório foi possível determinar o horário de maior demanda viária e assim definir os horários para os levantamentos volumétricos do estudo. Nele também se apresentam várias tabelas de contagens volumétricas, sendo assim, foi utilizado somente as planilhas referentes a cidade de Apucarana e na mesma faixa horária para comparação com os valores obtidos no levantamento, tabelas essas, anexas em Anexo A. Visto isso, foi elaborado uma tabela com os valores obtidos pelos relatórios que será apresentada nos resultados.

3.3.3 Avaliação dos dados levantados

Posteriormente a todas essas etapas e de posse de todos a esses valores, foi possível se aplicar os dados obtidos as etapas do manual do CONTRAN (2012), descritas no item 2.8.4. Foram verificadas a etapa I, II e III, com ênfase na etapa III, a etapa IV não se aplica pois são acompanhamentos após a implantação dos resultados, já que se trata de um estudo os resultados não serão aplicados.

Para os cálculos foram utilizadas as tabelas geradas através do item 3.3.1 e 3.3.2. Inicialmente, minorou-se os dados para o período de uma hora para

compatibilização com as variáveis do CONTRAN (2012), que é sempre veículo por hora.

Posteriormente foram encontrados os valores de correspondentes ao fluxo de saturação, para cada via com suas respectivas larguras, a taxa de ocupação por estágio. Calculado o tempo perdido, para esses cálculos foram adotados valores de tempo de percepção igual a 4 segundos e tempo de amarelo de 3 segundos, números esses baseados no CONTRAN (2012). Após a obtenção desses valores, foi possível calcular o tempo de ciclo através do Método de Webster, tempo esse que não pode ser maior que 120 segundos. Após a obtenção do tempo de ciclo foi possível calcular o tempo de verde efetivo e real.

Para as estimativas da diminuição do tráfego foram utilizados três padrões apresentados na Quadro 18, valores esses aplicados somente para as vias da Avenida Minas Gerais, visto que o contorno Oeste não influenciará no sentido centro-bairro.

Quadro 18 - Valores de estimativa de redução

Hipótese	Redução Estimada de Veículos	Redução Estimada de Caminhões
01	10%	25%
02	20%	50%
03	30%	75%

Fonte: Autoria Própria (2022)

Após a obtenção dos tempos descritos acima foram criados os diagramas de tempo, no qual é apresentado todos os ciclos com seus devidos tempos, de verde, amarelo e vermelho.

4 RESULTADOS

O presente capítulo discorre sobre as análises dos resultados coletados durante a pesquisa e as suas respectivas discussões e correlações com a literatura científica. Conforme apresentado acima, o estudo foi dividido em três etapas principais: (a) levantamento volumétrico dos pontos; (b) estudo do plano da metrópole Paraná Norte; e (c) avaliação dos dados levantados. Cada um destes tópicos foi discutido com detalhes nos subitens a seguir.

4.1 Levantamento volumétrico dos pontos

Conhecidas as caracterizações, pode-se verificar no Quadro 19, que mostra os valores obtidos no ponto 01, através da contagem volumétrica, vale destacar, novamente, que os valores foram minorados para uma hora, para a compatibilização com as unidades das fórmulas do CONTRAN (2012).

Quadro 19 - Valores contagem volumétrica - Ponto 01

Origem-Destino	Total (veículos/hora)	Carros (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)
1-2	85	78	6	1
1-3	343	289	4	50
1-4	108	105	1	2
2-1	138	132	3	3
2-4	64	62	0	2
2-3	4	4	0	0
3-1	626	568	4	54
3-4	0	0	0	0
4-1	104	100	2	2
4-2	127	124	1	2
4-3	12	12	0	0
5-1	55	42	12	1
5-2	257	236	19	2
5-3	112	107	2	3
5-4	6	4	0	2
Total	2041	1863	54	124
Buzinas	3			

Fonte: Autoria Própria (2022)

Dá mesma forma o Quadro 20, apresenta os valores obtidos no ponto 02.

Quadro 20 - Valores contagem volumétrica - Ponto 02

Origem-Destino	Total (veículos/hora)	Carros (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)
10-11	14	6	7	1
10-13	332	311	17	4
10-14	43	42	1	0
11-13	415	394	8	13
11-14	416	352	2	62
14-10	16	16	0	0
14-11	532	484	5	43
12-13	34	34	0	0
12-11	196	183	3	10
12-10	237	232	3	2
12-14	125	117	0	8
Total	2360	2171	46	143
Buzinas	5			

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.2 Estudo do plano da metrópole Paraná Norte

O estudo se fez através do Produto 06 – Relatório de Contextualização Final do Plano a Metrópole Paraná Norte (Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes, 2019). Neste relatório tem-se as pesquisas realizadas em diversos pontos do Paraná, porém para a pesquisa, foram considerados apenas dois: (a) Posto da Polícia Rodoviária Federal de Apucarana; e (b) Posto da Polícia Estadual do Paraná em Rolândia. Com posse dos valores foi possível desenvolver a Quadro 21 e Quadro 22, que mostra a quantidade de veículos por hora que passa no ponto 01 e ponto 02.

Quadro 21 - Quantitativo relatório - Ponto 01 - PRF Apucarana

Ponto 01 - PRF Apucarana							
Para Apucarana				Para Curitiba			
Carro (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)	Total (v/h)	Carro (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)	Total (v/h)
1370	66	626	2062	1559	59	787	2405

Fonte: Autoria Própria (2022)

Quadro 22 - Quantitativo relatório - Ponto 02 - PRE Rolândia

Ponto 02 - PRE Rolândia							
Para Apucarana				Para Londrina			
Carro (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)	Total (v/h)	Carro (v/h)	Ônibus (v/h)	Caminhão (v/h)	Total (v/h)
2418	47	819	3284	3301	82	943	4326

Fonte: Autoria Própria (2022)

Feita a análise dos quadros pode-se verificar que o ponto 1, por se na entrada da cidade nos mostra valores confiáveis de veículos caminhões que vem para a cidade, foi possível comparar esses com valores obtidos na contagem volumétrica, como apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 - Revisão caminhões relatório x contagem – Ponto 01

Caminhões que passam pelo ponto 01 – PRF Apucarana – sentido Apucarana	Caminhões que passam pelo ponto 01 do estudo – sentido Apucarana
626	53

Fonte: Autoria Própria (2022)

Visto isso, pode-se observar que menos de 10% dos caminhões que passa pela polícia, entram efetivamente na cidade, o que indica que estes caminhões tomam o sentido Maringá pelo contorno Sul de Apucarana.

Já para o ponto 02 do relatório, pode-se somente estimar, já que o ponto se encontra a aproximadamente trinta quilômetros de Apucarana, tendo ainda uma cidade no caminho, o que gera muita interferência. Quadro 24 mostra detalhes do ponto 02.

Quadro 24 - Revisão caminhões relatório x contagem – Ponto 02

Caminhões que passam pelo ponto 02 – PRE Rolândia – sentido Apucarana	Caminhões que passam pelo ponto 02 do estudo – sentido Apucarana
819	75

Fonte: Autoria Própria (2022)

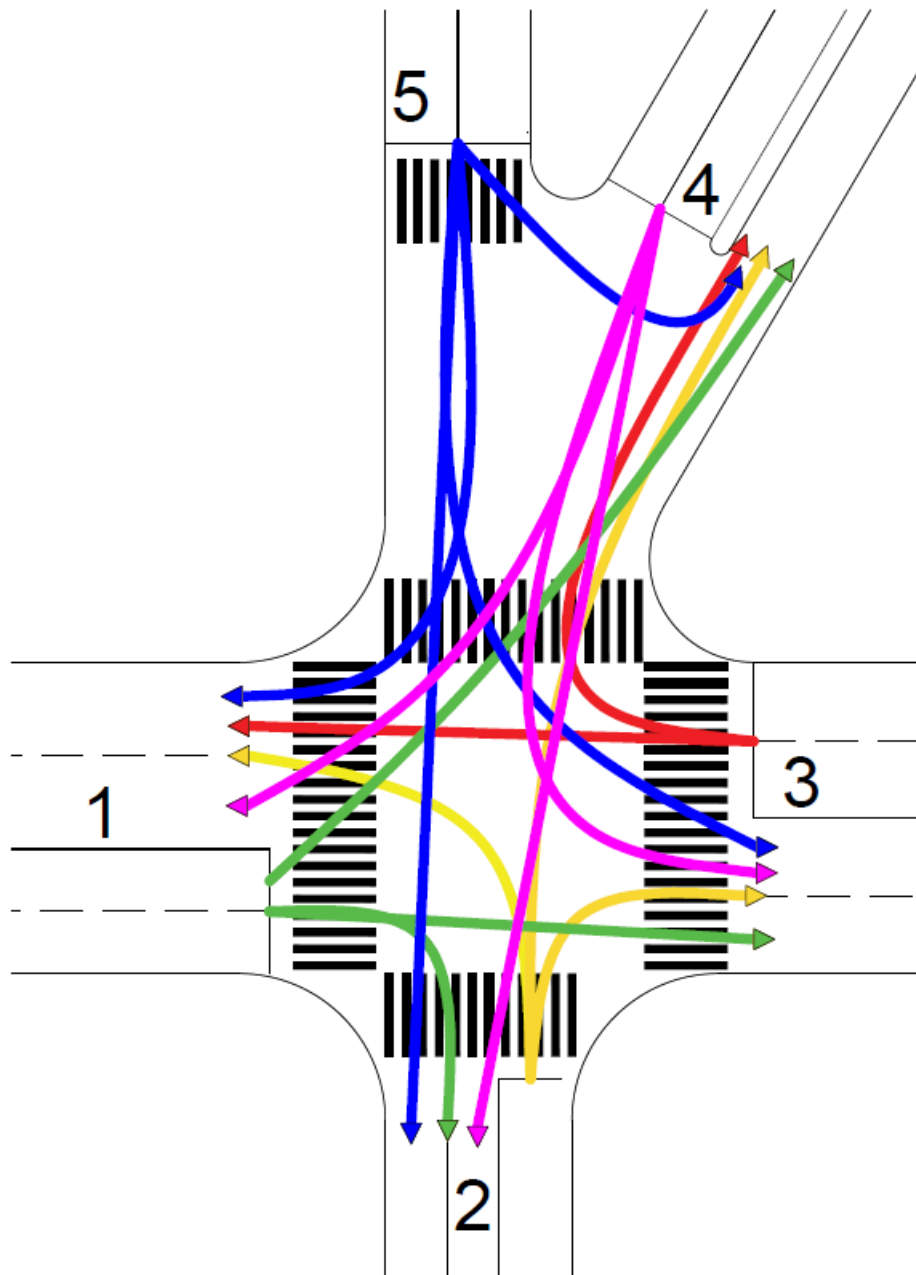
Valor este que também é menor que 10%, porém devido a distância se trata somente de uma estimativa.

4.3 Avaliação dos dados levantados

Diante de tudo que foi apresentado até agora pode-se realizar as verificações de acordo com o CONTRAN (2012).

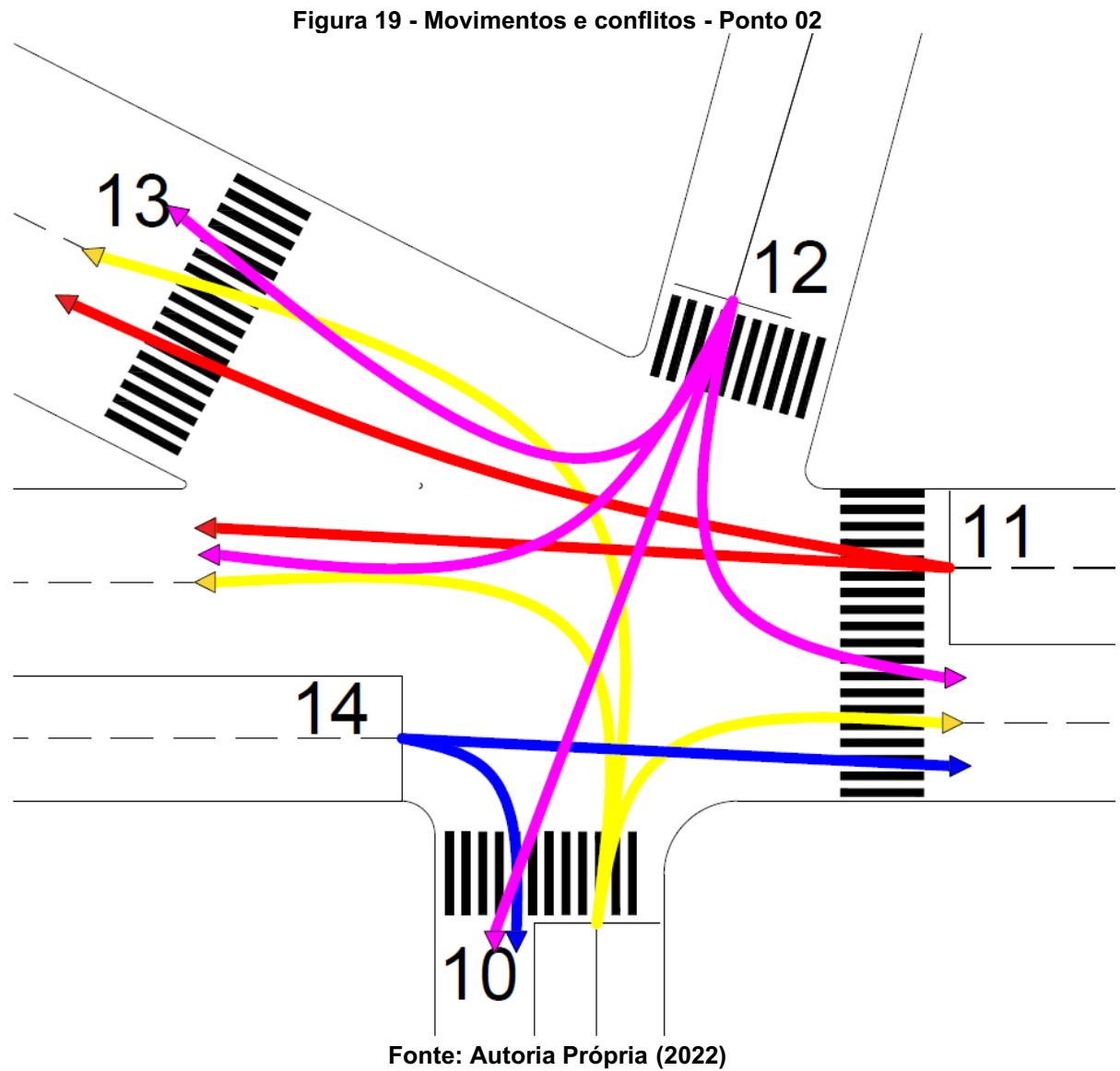
A primeira etapa se faz completa, os pontos já apresentam semáforos nos locais estudados, portanto já se tem seus grupos formados, com suas indicações luminosas definidas, na Figura 18 é apresentado os movimentos conflitantes do Ponto 01.

Figura 18 - Movimentos e conflitos - Ponto 01



Fonte: Autoria Própria (2022)

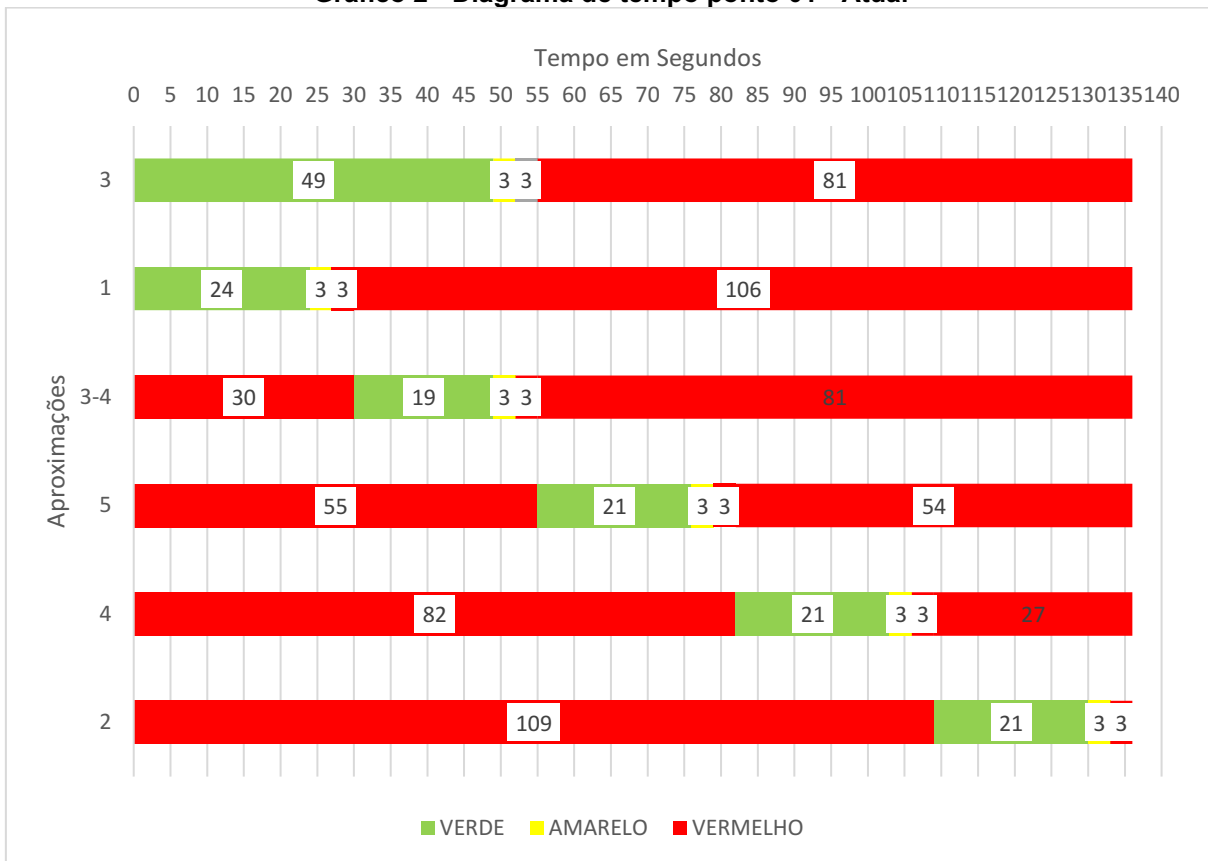
E na Figura 19 apresenta os movimentos conflitantes do ponto 02.



4.3.1 Diagrama de tempo atual

Com o levantamento volumétrico dos pontos foi possível obter os diagramas de tempo no Gráfico 2 do ponto 01.

Gráfico 2 - Diagrama de tempo ponto 01 - Atual



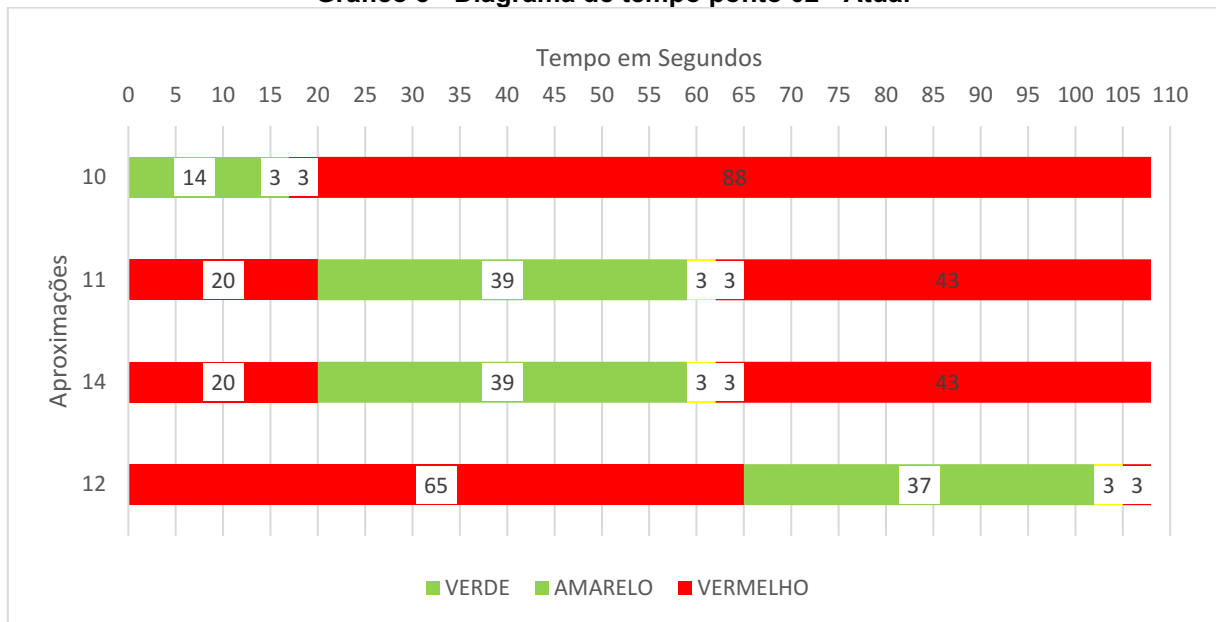
Fonte: Autoria Própria (2022)

Para leitura do diagrama, tem-se que o toda cor verde, representa o verde que acende no semáforo, vermelho e amarelo da mesma forma. No eixo vertical tem-se as origens e no eixo horizontal tem-se o tempo em segundos. O número destacado no eixo das barras representa o tempo no qual a cor que ele está inserido fica acessa no semáforo.

Atualmente o ponto 01 tem um ciclo de 136 segundos, já maior do que o recomendado máximo pelo CONTRAN (2012), que é de 120 segundos, o que já indica uma defasagem. Alguns estágios têm o tempo de verde muito curto, gerando assim filas, pois não se consegue passar no verde e estresse, pois o tempo de espera pode chegar a dois ou três ciclos.

Fez-se também o diagrama de tempos para o ponto 02 como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Diagrama de tempo ponto 02 - Atual



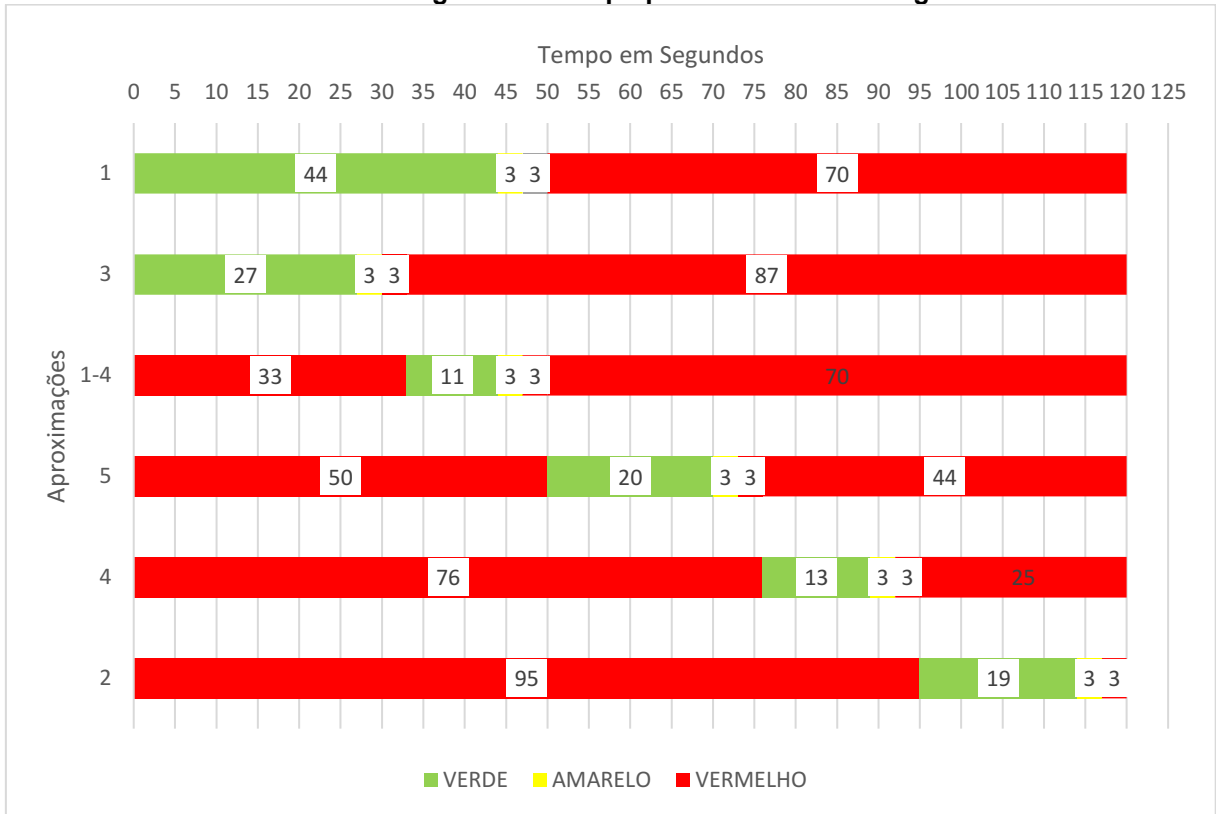
Fonte: Autoria Própria (2022)

No ponto 02 já se observa um ciclo menor, com 108 segundos, o que respeita o tempo de ciclo máximo. Porém é possível analisar que uma das aproximações, tem o tempo muito curto para uma demanda grande de veículos.

4.3.2 Diagrama de tempo atual – Adaptado ao CONTRAN

Como o ponto 01 está em desacordo com o manual do CONTRAN (2012), fez-se a simulação corrigindo o ponto 01 para o tempo máximo de ciclo de 120 segundos, o que resultou no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Diagrama de tempo ponto 01 - Atual corrigido

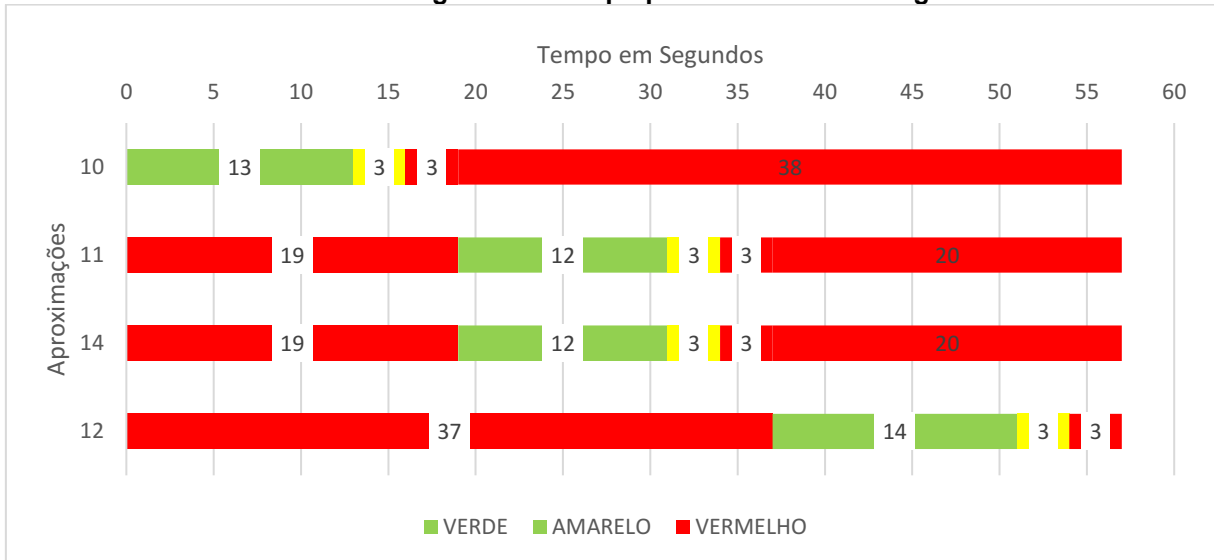


Fonte: Autoria Própria (2022)

Fazendo a análise dos diagramas, atual e atual corrigido, pode-se perceber que todas as aproximações tiveram seu verde real reduzidos, porém a aproximação 4 seria a mais prejudicada, com uma redução de quase um terço do tempo anterior.

Já para o ponto 02, foi realizado o cálculo de acordo com o CONTRAN (2012), como mostra o Gráfico 5, porém qualquer um dos dois modelos, poderiam ser adotados, já que o tempo de ciclo máximo é respeitado em ambas os diagramas, o que vale destacar é que o método do CONTRAN visa buscar a máxima eficiência.

Gráfico 5 - Diagrama de tempo ponto 02 - Atual corrigido



Fonte: Autoria Própria (2022)

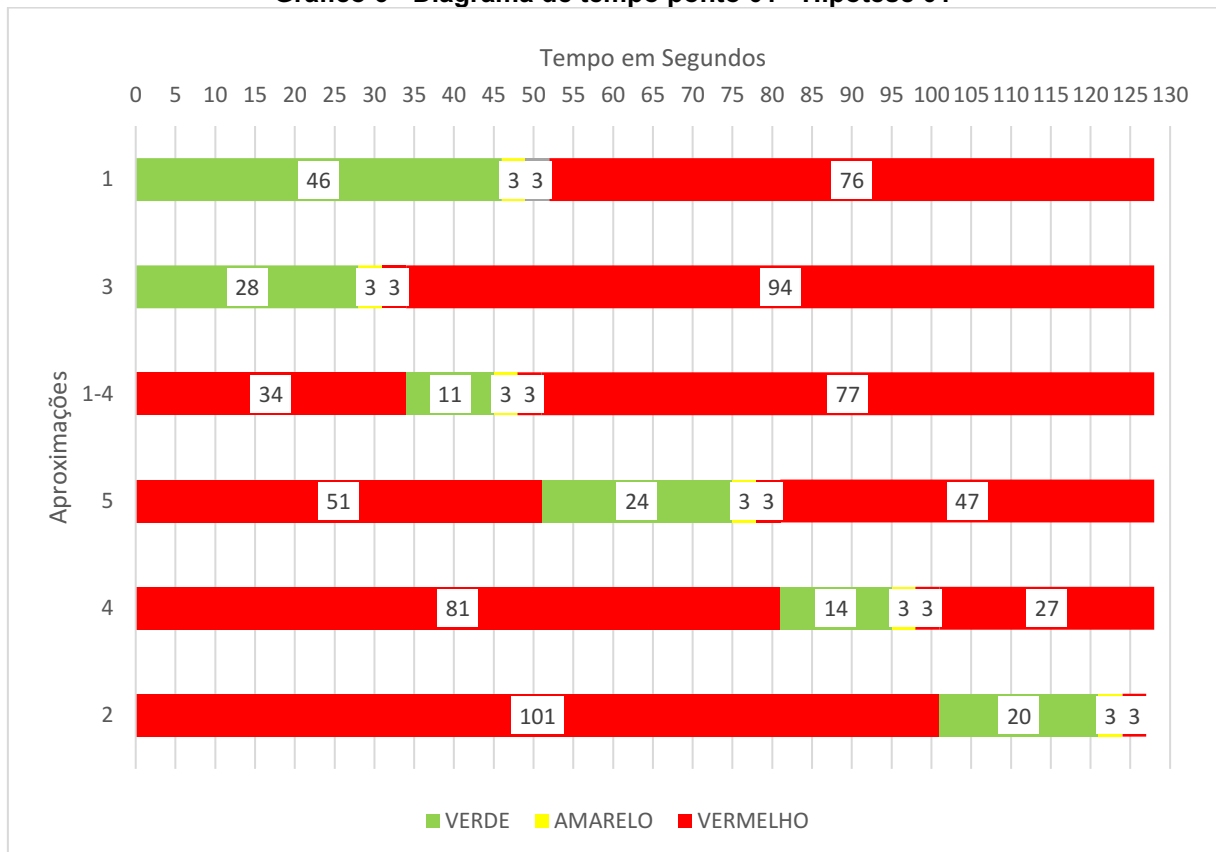
Também é válido observar como os tempos de verde real das aproximações 11, 14 e 12 foram reduzidos.

4.3.3 Diagrama de tempo – Hipótese 01

Para a hipótese 01, foi trabalhado com a minoração de 10% nos carros e 25% nos caminhões, valores esses aplicados somente para veículos que trafegam sobre a avenida Minas Gerais, sendo assim valores de veículos que trafegavam entre centro-bairro e bairro-centro, não sofreram alteração.

Aplicados as etapas do CONTRAN (2014) chega-se no resultado de diagrama de tempo apresentado pelo Gráfico 6.

Gráfico 6 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 01

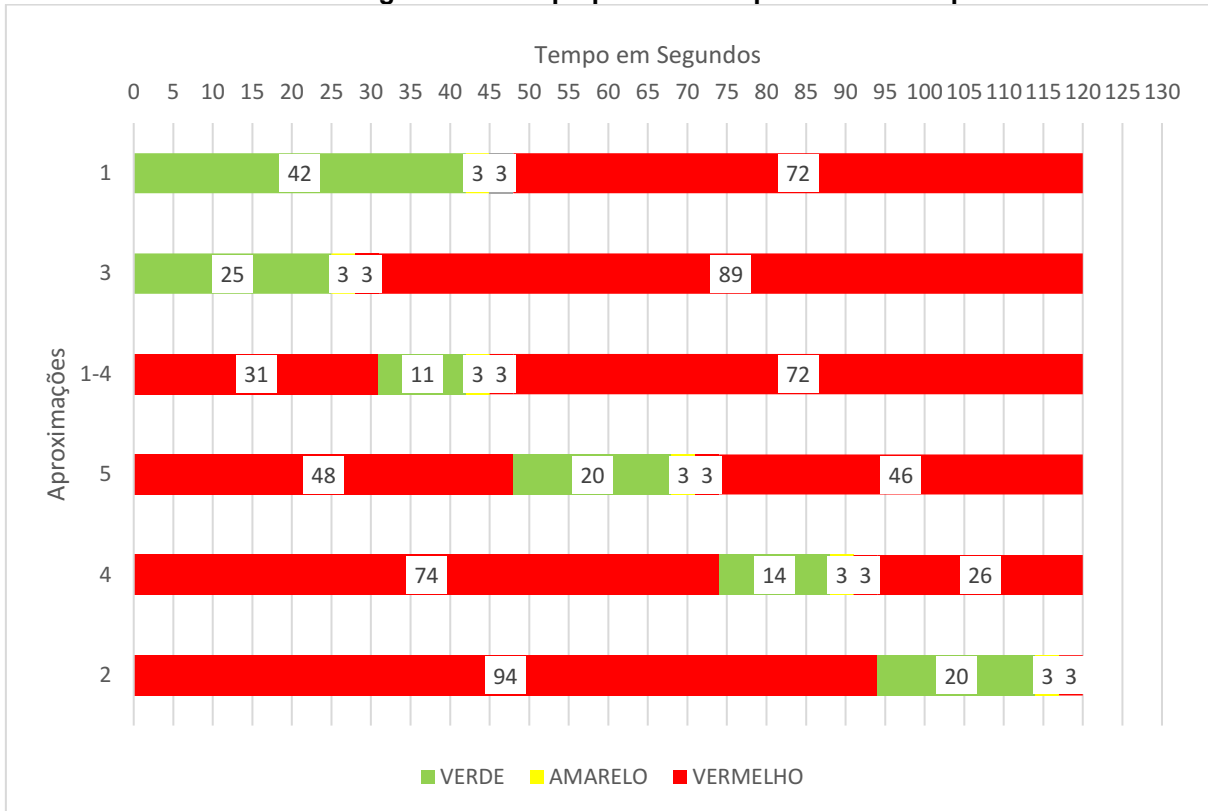


Fonte: Autoria Própria (2022)

Porém como se pode observar, o tempo do ciclo foi de 128 segundos, também maior que o máximo indicado, 120 segundos, isso representa que mesmo com essa diminuição de veículos após a implantação do contorno Leste, a via ainda estaria sobrecarregada, sendo necessário outros estudos para melhorar a eficiência da via, tal como aumentar o tamanho dela, viabilizando a adição de mais faixas.

Fez-se a adaptação para os 120 segundos para ir de acordo com o manual do CONTRAN (2014), como apresentado no Gráfico 7.

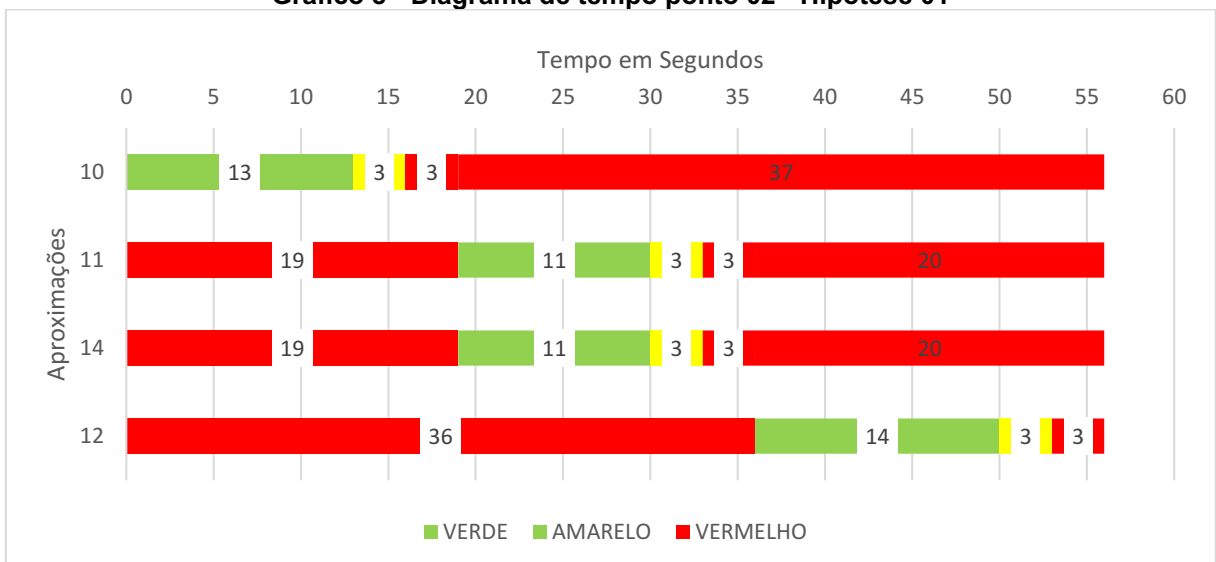
Gráfico 7 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 01 - Adaptado



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para o ponto 02, foi obtido o resultado expresso no Gráfico 8, de 56 segundos, que é satisfatório, visto que atende as recomendações do CONTRAN (2012).

Gráfico 8 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 01

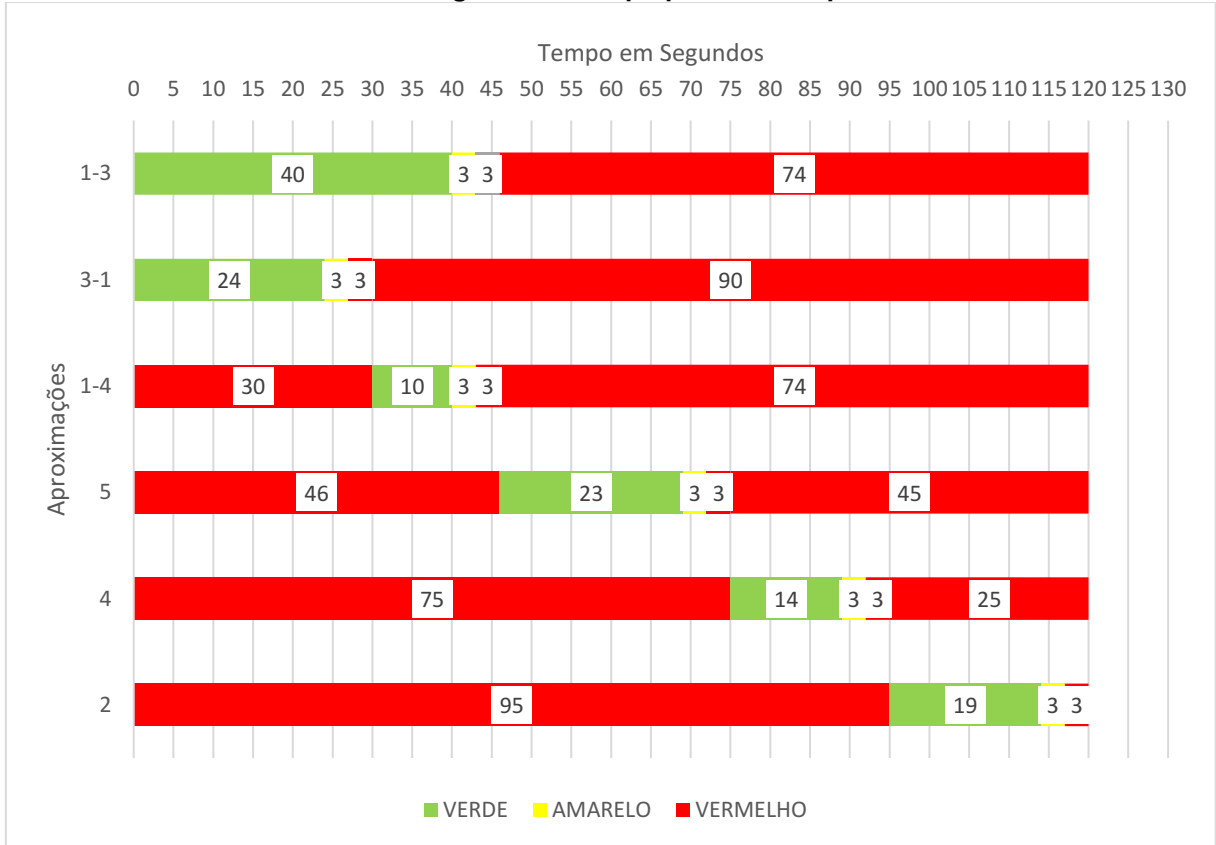


Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3.4 Diagrama de tempo – Hipótese 02

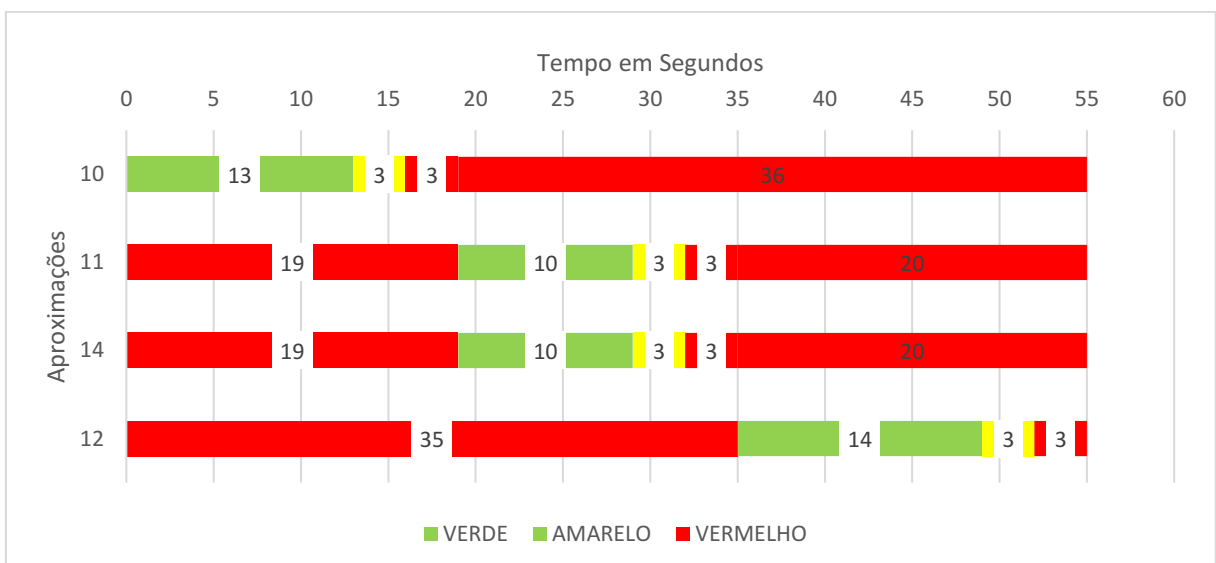
Na hipótese 02, foram utilizados valores de 20% e 50%, para carros e caminhões, respectivamente. O Gráfico 9 mostra o resultado do Ponto 01 e o Gráfico 10 mostra o resultado do ponto 02 para os diagramas de tempo.

Gráfico 9 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 02



Fonte: Autoria Própria (2022)

Gráfico 10 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 02



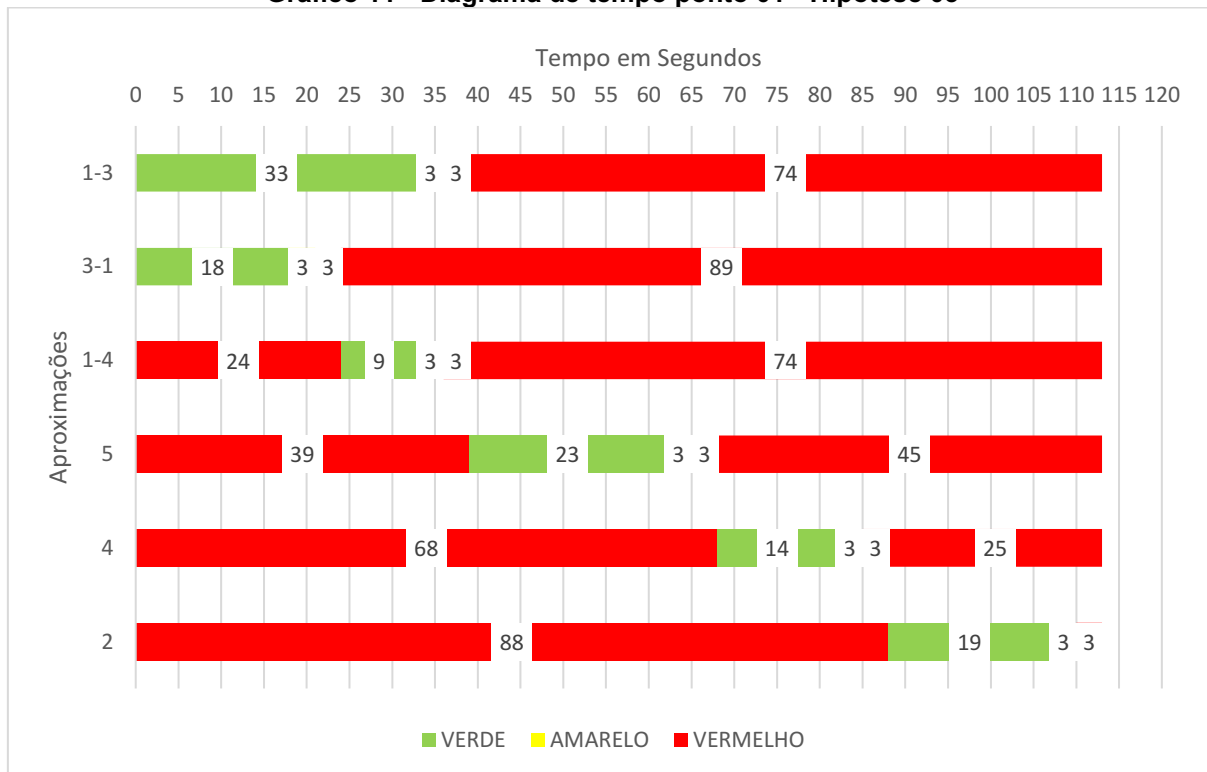
Fonte: Autoria Própria (2022)

Mesmo com o ponto 01 chegando no limite de tempo, os resultados obtidos são satisfatórios.

4.3.5 Diagrama de tempo – Hipótese 03

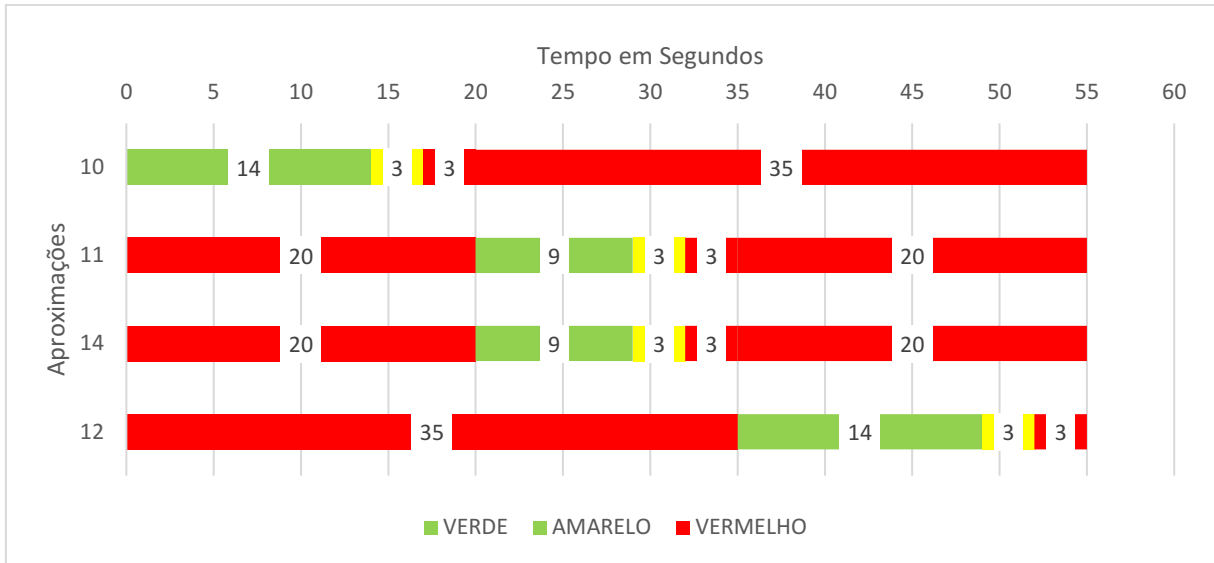
Na terceira e última hipótese os valores são de 30% e 75%, para carros e caminhões, respectivamente. O Gráfico 11 mostra o resultado do ponto 01 e o Gráfico 12 mostra o resultado do ponto 02.

Gráfico 11 - Diagrama de tempo ponto 01 - Hipótese 03



Fonte: Autoria Própria (2022)

Gráfico 12 - Diagrama de tempo ponto 02 - Hipótese 03



Fonte: Autoria Própria (2022)

Para esses resultados, vale destacar o tempo de ciclo do ponto 01 que foi de 113 segundos e o tempo do ponto 02 que foi de 55 segundos, exatamente igual ao da hipótese 02, porém com redistribuição de tempos de verdes diferentes.

Com todos os resultados citados pode-se obter o Quadro 25.

Quadro 25 - Resultados

Opção	Ponto 01 (segundos)	Ponto 02 (segundos)
Atual	136	108
Hipótese 01	128	56
Hipótese 02	120	55
Hipótese 03	113	55

Fonte: Autoria própria (2022)

5 CONCLUSÃO

O estudo se mostra satisfatório na análise do que já se existe, se aplicado, pode trazer uma melhor eficiência para os cruzamentos. Também mostra como resultado que não somente o contorno Leste resolverá o problema da via, que mesmo com a diminuição de 50% do volume de caminhões ainda estaria trabalhando no limite da mesma.

Na hipótese 01, não se apresenta melhora no ponto 01, visto que seu tempo, hoje é de 136 segundos e o resultado obtido foi de 128 segundos, mostra-se que houve uma redução de apenas 8 segundos, o que também deixa claro a sobrecarga atual da via. Para o ponto 02, o resultado já se apresenta satisfatório, com 56 segundos e apresenta uma redução para o tempo atual de 12 segundos.

A hipótese 02 já atendeu os requisitos do CONTRAN (2012), com o tempo de 120 segundos para o ponto 01 e 55 segundos para o ponto 02. Porém o ponto 01 ainda trabalha em seu limite.

E por último a hipótese 03, também apresenta resultados satisfatórios, sendo o tempo de ciclo do ponto 01 de 113 segundos e 55 segundos para o ponto 02, tempo esse do ponto 02 exatamente igual ao da hipótese 02, tem-se somente seus verdes reais ajustados, redistribuindo o tempo para as outras vias.

De maneira geral, é possível concluir que só o contorno Leste não traria grandes melhoras para os pontos estudados, já que a cada ano a frota veicular cresce, é importante pensar em soluções sustentáveis a longo prazo e em melhorias globais ao invés de resolver apenas os problemas pontuais. Isto ocorre porque, ao melhorar as intersecções como as propostas neste estudo, é provável que outros pontos da cidade sejam prejudicados. Portanto, é necessário propor uma solução de ordem global e não apenas pontual, em que outros modos de locomoção sejam levados em consideração para tentar diminuir a utilização do transporte individual – por exemplo, o transporte público ou o não-motorizado.

Mas também vale destacar que o contorno Leste, pode trazer mais visibilidade para a cidade, já que cria facilidade no acesso, maior velocidade ao se passar pelo contorno e talvez uma opção de acesso, colaborando e influenciando no desenvolvimento da cidade e da região.

Soluções e sugestões para trabalhos futuros, seria um refino da contagem em pontos mais externos a cidades, tais como: a intersecção entre a Avenida Minas

Gerais e a Avenida Contorno Sul de Apucarana; a intersecção entre a Avenida Brasil e a Avenida Airton Senna (contorno Norte de Apucarana), podendo-se obter com exatidão a quantidade de veículos que acessam a cidade, tanto vindos do sentido Londrina como do sentido Curitiba. Outras soluções possíveis, seriam a viabilidade de um aumento das vias da avenida Minas Gerais, já que esse valor implica na quantidade de veículo por hora que a via suporte e a possibilidade da exclusão do movimento entre a Avenida Minas Gerais e a Avenida Rio de Janeiro no Sentido Londrina, o que diminuiria um estágio no semáforo. Poderia-se também verificar outros métodos, além de Webster, se resultados mais satisfatórios para os tempos de ciclo são obtidos.

REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2016.

APROVADETRAN (Brasil). Aprovedetran. **Sistemas do Veículo Automotor**. 2021. Disponível em: <https://www.aprovadetrans.com.br/mecanica-basica/sistemas-do-veiculo-automotor>. Acesso em: 27 nov. 2021.

APUCARANA, Lei Complementar nº 010, de 31 de dezembro de 2020, revoga a lei complementar nº 008, **Câmara Municipal de Apucarana**, Apucarana, PR, p. 1-33, 31 de dezembro de 2020.

BRASIL. Constituição (1997). Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Código de Trânsito Brasileiro**. BRASÍLIA, DF, 1997.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Cartilha do Ciclista**. São Paulo, 2016.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. 1. ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito (Brasil), **Sinalização horizontal / Contran-Denatran**. 1ª edição – Brasília: Contran, 2007.

_____. Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). **Sinalização Semafórica/ Contran**. Versão preliminar – Brasília: Contran, 2012.

_____. Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). **Sinalização vertical de regulamentação / Contran-Denatran**. 2ª edição – Brasília: Contran, 2007.

_____. Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). **Sinalização vertical de advertência/ Contran-Denatran**. 2ª edição – Brasília: Contran, 2007.

_____. Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). **Sinalização vertical de indicação/ Contran-Denatran**. 2ª edição – Brasília: Contran, 2014.

CUCCI, João Neto. **Projeto Semafórico: Legislação, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas**. São Paul: CET, 1999.

DENATRAN. **Departamento Nacional de Trânsito: Manual de Semáforos**. 2.ª ed. Brasília, DENATRAN, 1984.

DETRAN-PI. Departamento de Trânsito do Piauí. **Sinalização Horizontal**. 2020. Disponível em: <http://www.detran.pi.gov.br/sinalizacao/sinalizacao-horizontal/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de estudos de tráfego**. - Rio de Janeiro, 2006.

EJZENBERG, Sérgio. **Reprogramação de Semáforos – Método de Observação de Campo**. CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. São Paulo/SP. 2005.

LUIZ ANTONIO SOLDA (Itararé/Sp). Cartunista Solda. **Cruelritiba, tração humana**. 2008. Disponível em: <http://cartunistasolda.com.br/cruelritiba-tracao-humana/>. Acesso em: 01 dez. 2021.

SÃO PAULO, **Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias**. 2021. São Paulo. Disponível em: <https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/manual/3-parametros-de-desenho-viario/3-5-pista/3-5-2-1-largura-das-faixas-de-trafego-geral>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PANDO, Luciano U.; FUCHS, Stefan C.; **Simulação E Otimização Da Programação Semafórica De Uma Região De Curitiba**. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento Acadêmico de Informática e Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

PLANMOB. **Plano de Mobilidade Urbana de Apucarana - Prognóstico**, caderno 2 - Apucarana, 2015.

PREFEITURA DE MARINGÁ (Município). **Dispõe sobre O Sistema Viário Básico do Município de Maringá e Dá Outras Providências**. Maringá, PR, 11 mar. 2022. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-complementar/1999/34/333/lei-complementar-n-333-1999-dispoe-sobre-o-sistema-viario-basico-do-municipio-de-maringa-e-da-outras-providencias-2016-06-22-versao-consolidada>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO (Município). Decreto nº 59671, de 14 de janeiro de 2002.: **DECRETO Nº 59.671 DE 7 DE AGOSTO DE 2020**. São Paulo, SP, 07 ago. 2020. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-59671-de-7-de-agosto-de-2020>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo- RS: FEEVALE, 2013.

RUIZ-PADILLO, Alejandro, 1980 - **Sistemas de transporte: introdução, conceitos e panorama: Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil** [recurso eletrônico] / Alejandro Ruiz-Padillo, Caroline Alves da Silveira, Tânia Batistela Torres. – Cachoeira do Sul, RS: UFSM-CS, 2020.

SÃO PAULO. Elisabete França. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes (org.). **Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias**. 4. ed. São Paulo: Pancrom Indústria Gráfica, 2021. 4 v. Disponível em: <https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/manual>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E PROJETOS ESTRUTURANTES - **Produto 06 – Relatório De Contextualização Final**: Volume 3 – Infraestrutura | REVISÃO 2-AGOSTO /2019. [S. l.]: URBTEC, 12 ago. 2019. Disponível em: <https://www.planejamento.pr.gov.br/Pagina/Plano-da-Metropole-Parana-Norte>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SETTI, José Reynaldo Anselmo. **Tecnologia de Transportes**. São Paulo: Eesc-Usp, 2002. 214 p.

SILVESTRE, João Gabriel Fabian. **Análise da malha semafórica quanto à sinalização, ao posicionamento e à sincronização: Estudo de caso da cidade de Pato Branco – PR**. 63 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

SIMÕES, Fernanda; SIMÕES, Eliane. **Sistema Viário e Trânsito Urbano**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar – CREA-PR, 2016.

SOLEK, M. J.; MARCUSSO, L. G. **Proposta de remodelação de uma interseção rodoviária na cidade de Curitiba/PR com foco na segurança dos usuários e na capacidade de tráfego**. 134 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SOUSA, Rodolfo Rodrigues. **Caracterização do fluxo e apontamento de alternativas para melhoria do tráfego em cruzamentos por rotatória da AV. NS-02 com a LO-05 na cidade de Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, ANO 2018.

SOUZA, Johnny Vieira de, RAIA JR, Archimedes Azevedo, **Segurança de pedestres em rotatórias urbanas**. J. Transp. Lit., Manaus, v. 10, n. 4. 2016.

TECFIL (Brasil). **Semirreboque: tudo o que você precisa saber**. 2020. Disponível em: <https://www.tecfil.com.br/semirreboque-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 01 dez. 2021.

VILANOVA, Luis (2007). **Crítérios para a implantação de semáforos**. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/criterios_implantacao_semaforos.pdf >. Acesso em: novembro. 2021.

XAVIER, José Carlos. **Mobilidade urbana e desenvolvimento**. 2005. Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&id=732:mobilidade-urbana-e-desenvolvimento>. Acesso em: 23 nov. 2021.

APÊNDICE A - Fichas de contagem

PONTO 01

Ficha de Contagem de Veículos			
Data da Contagem:	30/03	Horário Início:	17:16
		Horário Final:	18:47
Tempo de Ciclo Medido em Segundos:	02:16:09 → 136 seg.		
Sentido	Carros	Ônibus	Caminhão
1p/2			
1p/3			
1p/4	(160) 157	1	1
2p/3	(205) 197	1	4
2p/4	(95) 93		0
2p/3	5		0
3p/3			
3p/4			
4p/3	(155) 149	1	3
4p/2	(189) 186	1	1
4p/3	18		0
5p/3	80	1	1
5p/2	(383) 353	1	2
5p/3	(166) 160	1	2
5p/4	(7) 5		0
TOTAL	(1451) 1403	56	22
Buzinas	3		
Observações:	PESARRE NO MEIO DA 3!		

ORDEN
ABERTURA

2-103-5-4

6/2/14

Ponto 02

Ficha de Contagem de Veículos			
Data da Contagem:	11/05	Horário Início:	18:10
		Horário Final:	18:43
Tempo de Ciclo Medido em Segundos: 01:48 - 108 seg.			
Sentido	Carros	Ônibus	Caminhão
10 p/11	(14) 6	☐ Γ 7	1 1
10 p/13	(322) 311	☐ ☐ ☐ Γ 17	☐ 4
10 p/14	(43) 42	1 1	0
11 p/13			
11 p/14			
12 p/13	34	0	0
12 p/14	(125) 117	0	☐ Π 8
12 p/10	(237) 232	Π 3	Γ 2
12 p/11	(196) 183	Π 3	☐ ☐ 10
14 p/10	(16) 16	0	0
14 p/11	(532) 484	☐ 5	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 43
Buzinas	5		
Observações:	1 Ambulância 12-11		

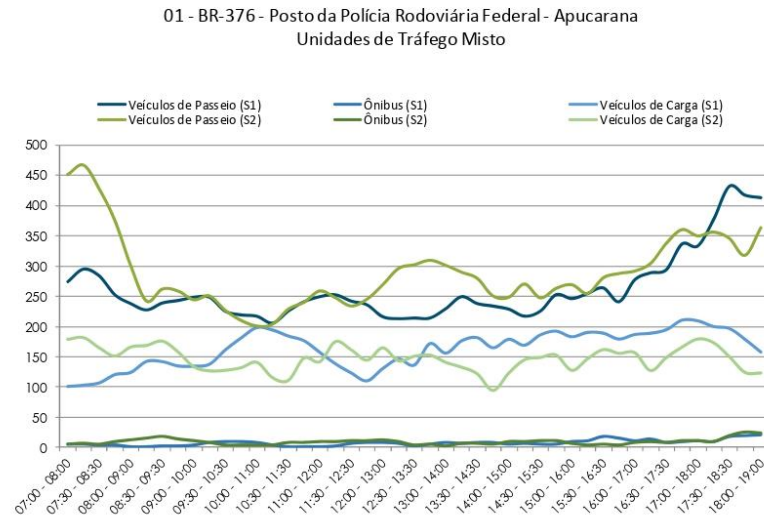
**ANEXO A - Tabela 1.25 e 1.38 - Relatório De Contextualização Final Do Plano
Da Metrópole Paraná Norte, de 2019.**

Tabela 1.25- Contagens volumétricas do Ponto 01

Código do ponto: 01 - BR-376 - Posto da Polícia Rodoviária Federal - Apucarana								
Data da pesquisa: 11/04/2019								
Dia da pesquisa: Quinta-Feira								
Clima: Ensolarado								
Fluxos ajustados através de fatores sazonais e semanais								
Faixa Horária	Sentido 01 - Ponta Grossa/Curitiba				Sentido 02 - Apucarana			
	Veículos de Passeio (S1)	Ônibus (S1)	Veículos de Carga (S1)	UCP (S1)	Veículos de Passeio (S2)	Ônibus (S2)	Veículos de Carga (S2)	UCP (S2)
07:00 - 08:00	274	6	101	381	451	6	178	635
07:15 - 08:15	295	6	103	404	467	7	181	655
07:30 - 08:30	284	4	107	395	428	6	164	597
07:45 - 08:45	253	4	121	378	375	10	151	535
08:00 - 09:00	238	1	124	364	300	13	166	479
08:15 - 09:15	228	1	143	372	242	15	168	426
08:30 - 09:30	239	3	142	384	262	18	175	456
08:45 - 09:45	243	3	135	381	259	14	158	430
09:00 - 10:00	249	4	135	387	244	11	133	389
09:15 - 10:15	249	8	138	395	251	8	126	385
09:30 - 10:30	226	10	162	397	227	4	127	358
09:45 - 10:45	220	10	181	411	210	4	131	346
10:00 - 11:00	217	8	199	425	201	4	140	345
10:15 - 11:15	206	4	195	405	204	4	115	323
10:30 - 11:30	226	1	185	412	229	8	110	348
10:45 - 11:45	241	1	177	420	240	8	147	396
11:00 - 12:00	250	1	158	409	259	10	141	410
11:15 - 12:15	253	3	139	394	247	10	175	432
11:30 - 12:30	242	7	123	373	234	11	161	406
11:45 - 12:45	236	8	111	355	245	11	144	400
12:00 - 13:00	216	8	131	356	269	13	164	446
12:15 - 13:15	213	7	146	367	296	10	143	449
12:30 - 13:30	214	3	137	354	302	4	150	457
12:45 - 13:45	214	6	172	392	310	6	152	467
13:00 - 14:00	230	8	156	395	301	3	140	444
13:15 - 14:15	250	7	177	433	290	7	132	429
13:30 - 14:30	238	8	182	429	280	7	121	408
13:45 - 14:45	234	8	165	408	251	6	94	350
14:00 - 15:00	229	6	179	414	249	10	122	381
14:15 - 15:15	217	7	170	394	270	10	144	425
14:30 - 15:30	226	6	187	418	247	11	148	407
14:45 - 15:45	253	6	193	451	263	11	152	427
15:00 - 16:00	246	10	184	440	269	7	127	403
15:15 - 16:15	255	11	191	457	255	4	146	405
15:30 - 16:30	264	18	189	472	281	6	161	447
15:45 - 16:45	241	15	180	437	288	4	155	447
16:00 - 17:00	278	11	187	476	292	8	156	457
16:15 - 17:15	289	14	189	492	304	10	127	441
16:30 - 17:30	294	8	195	498	338	8	148	494
16:45 - 17:45	337	10	211	557	360	11	165	537
17:00 - 18:00	333	11	210	555	350	11	179	540
17:15 - 18:15	377	10	201	587	356	10	173	539
17:30 - 18:30	432	18	197	647	346	20	150	515
17:45 - 18:45	417	20	179	616	318	25	124	467
18:00 - 19:00	413	21	158	592	363	24	123	510
VMD (07h - 19h)	3.174	97	1.922	5.193	3.550	119	1.770	5.439
Picos	Fluxos Médios				Fluxos Médios			
	VP	O	CO/SR	UCP	VP	O	CO/SR	UCP
Manhã (07:00 - 11:00)	243	5	147	394	287	9	148	444
Meio-dia (11:00 - 15:00)	232	6	158	396	270	9	143	421
Tarde (15:00 - 19:00)	321	14	190	525	317	11	149	477

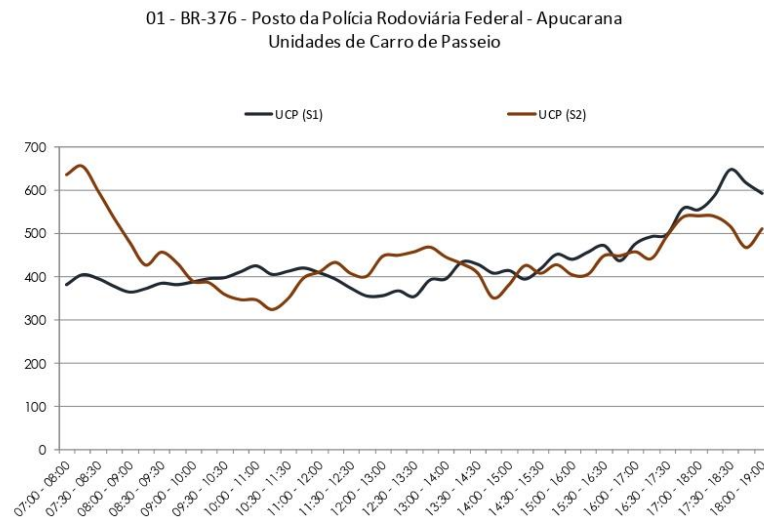
Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.

Figura 1.33 – Volumes de contagem volumétrica (Unid. de Traf. Misto) – Ponto 01



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.

Figura 1.34 – Volumes de cont. volumétrica (U. de Carro de Passeio) – Ponto 01



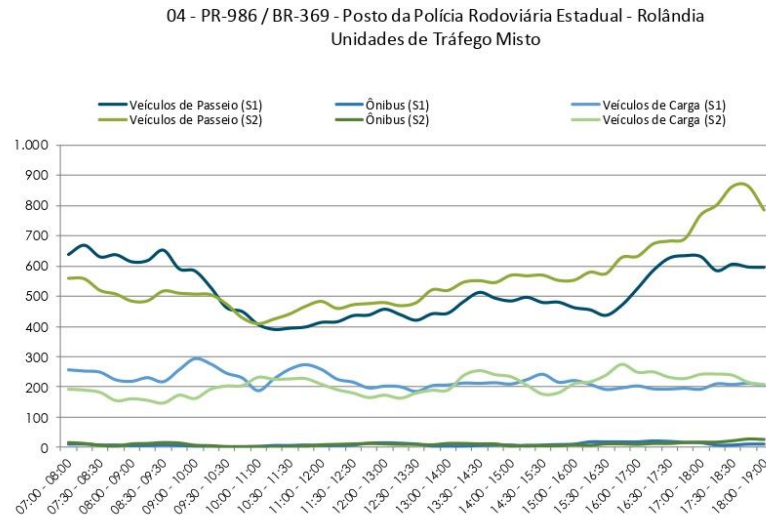
Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.

Tabela 1.28- Contagens volumétricas do Ponto 04

Código do ponto: 04 - PR-986 / BR-369 - Posto da Polícia Rodoviária Estadual - Rolândia								
Data da pesquisa: 10/04/2019			Dia da pesquisa: Quarta-Feira		Clima: Ensolarado/Nublado			
Fluxos ajustados através de fatores sazonais e semanais								
Faixa Horária	Sentido 01 - Rolândia - Arapongas				Sentido 02 - Cambé/Londrina			
	Veículos de Passeio (S1)	Ônibus (S1)	Veículos de Carga (S1)	UCP (S1)	Veículos de Passeio (S2)	Ônibus (S2)	Veículos de Carga (S2)	UCP (S2)
07:00 - 08:00	638	12	255	905	560	15	194	769
07:15 - 08:15	668	12	251	932	558	12	191	761
07:30 - 08:30	630	9	248	886	520	6	183	709
07:45 - 08:45	637	9	222	868	508	3	156	667
08:00 - 09:00	614	8	218	839	485	11	162	657
08:15 - 09:15	618	8	230	855	486	12	157	655
08:30 - 09:30	652	9	217	878	518	15	148	681
08:45 - 09:45	590	8	256	854	511	14	174	698
09:00 - 10:00	583	6	292	881	508	6	163	677
09:15 - 10:15	529	3	274	807	506	5	194	704
09:30 - 10:30	463	3	244	710	475	2	204	680
09:45 - 10:45	449	3	229	681	429	2	206	636
10:00 - 11:00	407	5	187	599	410	2	233	645
10:15 - 11:15	391	8	226	624	425	0	226	652
10:30 - 11:30	395	8	258	660	442	2	228	671
10:45 - 11:45	399	9	272	680	468	3	229	699
11:00 - 12:00	414	8	256	678	484	8	210	701
11:15 - 12:15	416	8	225	648	460	9	192	661
11:30 - 12:30	436	9	215	660	473	11	181	664
11:45 - 12:45	438	15	196	649	477	12	166	655
12:00 - 13:00	457	17	202	676	480	11	174	664
12:15 - 13:15	439	15	200	654	470	9	164	643
12:30 - 13:30	421	12	185	618	480	9	181	670
12:45 - 13:45	442	6	203	652	522	8	190	720
13:00 - 14:00	444	6	206	656	520	12	191	723
13:15 - 14:15	483	6	212	701	547	12	239	798
13:30 - 14:30	513	8	211	732	552	11	255	818
13:45 - 14:45	494	9	213	716	546	11	242	798
14:00 - 15:00	485	9	209	703	570	3	235	808
14:15 - 15:15	497	6	223	726	568	6	207	781
14:30 - 15:30	480	9	241	729	570	5	177	752
14:45 - 15:45	481	11	215	706	553	5	182	740
15:00 - 16:00	463	12	220	695	554	8	212	774
15:15 - 16:15	455	20	208	683	580	6	218	804
15:30 - 16:30	437	20	191	648	575	11	240	826
15:45 - 16:45	471	20	196	686	629	11	276	915
16:00 - 17:00	526	20	202	748	633	9	250	892
16:15 - 17:15	585	23	193	801	674	12	251	937
16:30 - 17:30	626	21	192	839	683	12	233	928
16:45 - 17:45	634	18	195	847	691	15	229	935
17:00 - 18:00	631	17	192	839	770	17	243	1.029
17:15 - 18:15	584	9	209	803	802	17	244	1.062
17:30 - 18:30	606	9	207	822	864	21	240	1.124
17:45 - 18:45	597	12	211	820	865	27	216	1.108
18:00 - 19:00	596	12	205	813	786	26	209	1.020
VMD (07h - 19h)	6.257	130	2.645	9.032	6.759	125	2.474	9.358
Picos	Fluxos Médios				Fluxos Médios			
	VP	O	CO/SR	UCP	VP	O	CO/SR	UCP
Manhã (07:00 - 11:00)	541	7	242	791	488	7	190	685
Meio-dia (11:00 - 15:00)	459	10	213	682	517	9	199	725
Tarde (15:00 - 19:00)	555	16	202	773	700	15	235	950

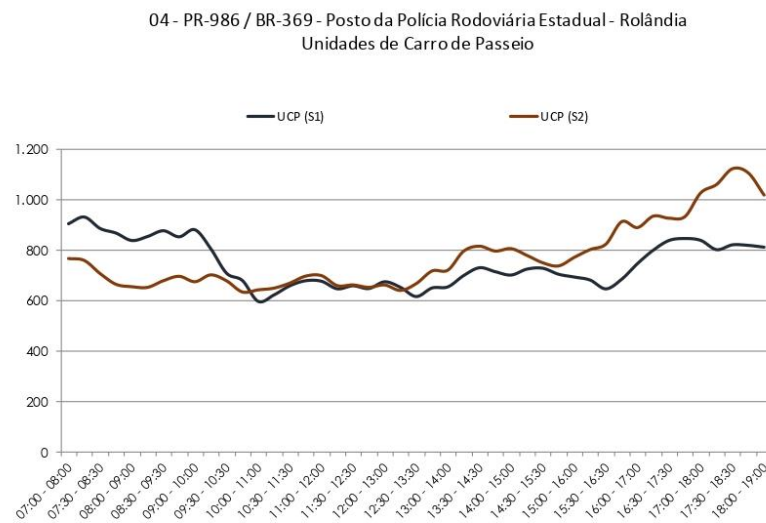
Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.

Figura 1.39 – Volumes de contagem volumétrica (Unid. de Traf. Misto) – Ponto 04



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.

Figura 1.40 – Volumes de cont. volumétrica (U. de Carro de Passeio) – Ponto 04



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2019.