



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Karuline Borges Lima

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DAS ROTATÓRIAS NO TRÁFEGO EM PALMAS – TO:  
estudo de caso das rotatórias entre: – Av. JK/NS 02 – Av. LO01/NS 02 – Av. LO05/NS02

Karuline Borges Lima

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DAS ROTATÓRIAS NO TRÁFEGO EM PALMAS –TO:  
estudo de caso das rotatórias entre: – Av. JK/NS 02 – Av. LO01/NS 02 – Av. LO05/NS02

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Karoline Borges Lima

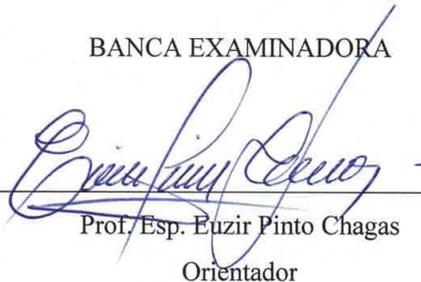
INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DAS ROTATÓRIAS NO TRÁFEGO EM PALMAS – TO:  
estudo de caso das rotatórias entre: – Av. JK/NS 02 – Av. LO01/NS 02 – Av. LO05/NS02

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II  
elaborado e apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo  
Centro Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Aprovado em: 12 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas

Orientador

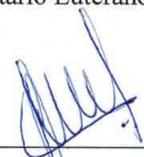
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof.a Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. M. Sc. Thyago Phellip França Freitas

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

”Dedico este trabalho a minha mãe, Marinete Borges Miranda. Exemplo de vida, de fé, dedicação, simplicidade e respeito a todos, que venceu uma série de dificuldades para que eu chegasse onde estou.”

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus que me permitiu chegar até aqui, me amparando, dando forças, discernimento e coragem em todos os momentos da minha vida. Sem ele definitivamente nada sou.

A minha mãe, Marinete Borges Miranda, por todo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional, que sempre me fez entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente e por não medir esforços para me ver crescendo. E a todos os meus familiares e conhecidos que contribuíram para minha formação.

Agradeço também ao meu orientador Euzir Pinto Chagas pela paciência, serenidade, dedicação e esforço para que eu pudesse ter confiança e segurança na realização deste trabalho.

## RESUMO

LIMA, Karuline Borges. **INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DAS ROTATÓRIAS NO TRÁFEGO EM PALMAS-TO: Estudo de caso das rotatórias entre: – Av. JK/NS02 – Av. LO01/NS02 – Av. LO05/NS02.** 2018. 105f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho trata-se de uma análise referente à influência da geometria das rotatórias no tráfego em Palmas, em três cruzamentos da capital, visando à coleta de dados a fim de auxiliar pesquisas e intervenções futuras ao longo da via. A pesquisa tem como estrutura as etapas: I - breve histórico da via; II - pesquisa teórica e conceitual sobre a temática; III - levantamento de dados do fluxo de veículos da via; IV - Dados em tabelas, textos e mapas permitindo melhor entendimento da problemática em questão. Os objetivos deste trabalho é, através do levantamento realizado, adotar medidas de intervenções para propor soluções para resolver o problema da via. O método utilizado para a realização da pesquisa foi a coleta de dados de caráter aplicado, objetivando a produção de conhecimento que tenha aplicação prática e dirigida à solução de problemas reais específicos e pesquisa quantitativa e qualitativa, que consiste na relação dinâmica das variantes (via, pedestres e automóveis), tem como fonte direta o ambiente natural para coleta de dados e é de caráter descritivo.

Palavras-chaves: Trânsito. Interseção. Rotatória. Tráfego.

## ABSTRACT

LIMA, Karuline Borges. **INFLUENCE OF ROTARY GEOMETRY IN TRAFFIC IN PALMAS-TO: Case study of the roundabouts between: - Av. JK / NS02 - Av. LO01 / NS02 - Av. LO05 / NS02.** 2018. 105f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Luterano University of Palmas, Palmas / TO, 2018.

The present work deals with an analysis of the influence of the geometry of the roundabouts on the traffic in Palmas, in three intersections of the capital, aiming at data collection in order to assist future research and interventions along the road. The research has as structure the steps: I - brief track history; II - theoretical and conceptual research on the subject; III - data collection of the flow of vehicles of the road; IV - Data in tables, texts and maps allowing a better understanding of the problematic in question. The objectives of this work is, through the survey carried out, to adopt intervention measures to propose solutions to solve the road problem. The method used to perform the research was the collection of data of applied character, aiming the production of knowledge that has practical application and directed to the solution of specific real problems and quantitative and qualitative research, which consists of the dynamic relation of variants (via, pedestrians and automobiles), has as direct source the natural environment for data collection and is descriptive in character.

Keywords: Traffic.Roundabout. Intersection Traffic.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotografia da Maquete original do projeto de Palmas .....	19
Figura 2 – Tipos de movimento em interseções .....	24
Figura 3 - Rótula.....	26
Figura 4 – Pontos de conflito na interseção de quatro ramos. ....	30
Figura 5 - Rotunda normal.....	31
Figura 6 - Rotunda semi-gálgaveis .....	31
Figura 7 - Mini-rotundas.....	33
Figura 8 - Rotundas Desniveladas .....	34
Figura 9 - Localização dos ramos afluentes à rotunda .....	38
Figura 10 - Critério de visibilidade de aproximação .....	38
Figura 11 - Visibilidade de entrada.....	39
Figura 12 - Veículo de Projeto VP (m).....	40
Figura 13 – Veículo de Projeto O (m) .....	40
Figura 14 – Veículo de Projeto CA (m).....	41
Figura 15 – Intersecção entre os trechos Av. JK e NS 02 .....	46
Figura 16 – Intersecção entre os trechos LO 01 e NS 02 .....	46
Figura 17 – Intersecção entre os trechos LO 05 e NS 02 .....	47
Figura 18 - Pontos referente a geometria para cálculo da capacidade de entrada .....	49
Figura 19 - Determinação das constantes para cálculo da capacidade de entrada.....	51
Figura 20 - Representação da proposta para alteração da geometria das rotatórias .....	65

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção.....	62
Tabela 2 – Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção.....	63
Tabela 3 – Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção.....	63

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
VMD	Volume Médio Diário
DETRAN	Departamento Nacional de Trânsito
VHP	Volume Horário de Projeto
ONU	Organização das Nações Unidas
DCI	Diâmetro do Círculo Inscrito
VP	Veículos de Projeto

## LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1 – Capacidade de Entrada.....	52
Fórmula 2 – Constante K.....	52
Fórmula 3 – Constante F.....	53
Fórmula 4 – Constante Fc.....	53

## SÚMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.2 HIPÓTESES .....	13
1.3 OBJETIVOS .....	13
<b>1.3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
1.4 JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 MOBILIDADE URBANA E DESENVOLVIMENTO URBANO.....	15
2.2 A POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA – LEI 12.587/12.....	16
2.2.1 O planejamento inicial para construção e implementação da cidade de Palmas – TO.....	18
2.2.1 Plano Diretor de Palmas.....	20
2.3 PLANEJAMENTO DA CIRCULAÇÃO URBANA .....	22
2.3.1 Interseções.....	24
2.3.2 Classificação das Interseções .....	24
2.3.3 Interseção em Nível .....	24
2.3.4 Interseções em níveis diferentes .....	26
2.3.5 Escolha do tipo de interseção .....	27
2.3.6 Definição, funcionamento e desempenho das interseções giratórias .....	28
2.4 TIPOLOGIAS DE ROTUNDAS .....	30
2.4.1 Rotatória normal e Rotatória semi-galgável .....	30
2.4.2 Mini – Rotundas.....	32
2.4.3 Rotundas Desniveladas .....	33
2.4.4 Rotatórias Convencionais .....	34
2.4.5 Rotatórias modernas.....	35
2.5 CATEGORIAS DE ROTATÓRIAS.....	35
2.6 RELAÇÃO ENTRE CONGESTIONAMENTO E FLUXO DE TRÁFEGO.....	36
2.7 PROJETO GEOMÉTRICO URBANO .....	36
2.8 CONDIÇÕES DE VISIBILIDADE NAS ROTUNDAS .....	38
2.9 VEÍCULOS DE PROJETO .....	39
2.10 CONTAGENS VOLUMÉTRICAS .....	41
2.11 CONTAGEM EM INTERSEÇÕES .....	42

2.12 VOLUMES DE TRÁFEGO .....	43
2.13 VOLUME MÉDIO DIÁRIO .....	43
2.14 VOLUME HORÁRIO DE PROJETO.....	43
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>45</b>
3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE ESTUDO).....	45
3.2 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	45
3.3 OBJETO DE ESTUDO OU POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	45
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	47
<b>3.4.1</b> Identificação dos problemas de tráfego .....	<b>47</b>
<b>3.4.2</b> Coleta de dados .....	<b>47</b>
3.4.2.1 Realização do levantamento .....	48
3.4.2.2 Características da interseção existente.....	48
3.4.2.3 Pesquisas de tráfego .....	48
3.4.2.4 Cálculo da capacidade das rotatórias - Método (TRL) .....	48
3.4.2.5 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
4.1 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE INTERSEÇÃO.....	50
4.2 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	62
4.3 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO PARA GEOMETRIA DA ROTATÓRIA .....	64
4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	66
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho é referente à uma avaliação da influência da geometria das rotatórias no tráfego em Palmas, em três interseções da capital. Esta avaliação é composta pela realização do estudo de tráfego e também é uma descrição dos efeitos das condições atuais do tráfego e estudos referentes a aplicação e funcionamento das rotatórias.

É objetivo desta pesquisa realizar a contagem do tráfego de veículos em horários de pico, para que seja realizada uma análise do fluxo e da geometria implantada no município para cada interseção que será analisada.

A pesquisa está organizada em seis partes, a parte inicial é abordada a parte introdutória, especificando o problema da pesquisa, hipóteses e os objetivos. Na segunda parte é apresentado todo o referencial teórico que está dividido em sete capítulos, sabendo que estes capítulos são fundamentais para descrição de todos os procedimentos. Em seguida, na terceira parte é composta pela metodologia usada na pesquisa, descrição do lugar para pesquisa e como devem ser obtidos os resultados. Na parte quatro é realizada a apresentação dos resultados e discussões. Em seguida, na parte seis é composta pela conclusão. Na parte seis respectivamente é apresentado as referências de onde foi retirado para fazer o referencial do trabalho e a metodologia.

Conforme a cartilha elaborada para a Política Nacional de Mobilidade Urbana que institui as diretrizes da lei 12.587/2012, o transporte é um importante instrumento de direcionamento do desenvolvimento urbano das cidades. A mobilidade urbana bem planejada, com sistemas integrados e sustentáveis, garante o acesso dos cidadãos às cidades e proporciona qualidade de vida e desenvolvimento.

Para a sociedade atual, a mobilidade é um parâmetro fundamental, com implicações diretas na qualidade de vida da mesma. Se por um lado, a mobilidade facilita a circulação de pessoas e bens em tempo e espaço, por outro, e devido a esse benefício, verificam-se consequências menos positivas como o aumento do tráfego existente na rede viária, com implicações a nível ambiental (aumento da poluição atmosférica e sonora), aumento do consumo de combustíveis, congestionamento, sinistralidade. Assim, e com a finalidade de amenizar as consequências negativas apresentadas, é necessário desenvolver uma rede viária, quer em extensão quer em características geométricas, capaz de responder às necessidades da sociedade (PENEIRAS, 2013).

Mas a dispersão territorial das cidades faz com que a quantidade e a distância dos deslocamentos diários sejam elevadas, o que torna a população altamente dependente dos sistemas de transporte. Os ônibus urbanos são os responsáveis pela maior parte das viagens, mas, sem infraestrutura adequada e prioridade nas vias, dentre outros fatores, ficam sujeitos aos congestionamentos. A falta de qualidade do transporte público coletivo, por sua vez, faz crescer a migração dos usuários para o transporte individual motorizado (automóveis e motos) (PLANMOB, 2007).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) a cidade de Palmas tem uma população de 228.332 pessoas e com uma população estimada de 291.855 pessoas para 2018, ainda segundo dados divulgados pelo IBGE (2017), Palmas é a capital com maior crescimento populacional entre 2016 e 2017, com uma taxa de crescimento de 2,48%. Ocupando o 1º lugar no ranking das cidades com maior população no Tocantins.

As consequências dessa expansão populacional, dispersão territorial, a falta de qualidade do transporte coletivo e deficiência no planejamento urbano geram um aumento da frota de veículos, que cada vez maiores geram alguns problemas ao município. O que atualmente vem ocorrendo é um alto fluxo de veículos em horários de pico em dias comerciais. Portanto, para alcançar a mobilidade urbana sustentável, minimizar os fatores externos prejudiciais e tornar as cidades socialmente inclusivas, são necessárias mudanças estruturais, de longo prazo, com planejamento e com vistas ao sistema como um todo, envolvendo todos os segmentos da sociedade e todas as esferas de governo. É preciso adotar uma política que oriente e coordene esforços, planos, ações e investimentos, para garantir à sociedade brasileira o direito à cidade, com equidade social, maior eficiência administrativa, ampliação da cidadania e sustentabilidade ambiental (PLANMOB, 2015).

A metodologia utilizada para esta pesquisa é através de referências bibliográficas, com o propósito de determinar todos os procedimentos para coleta dos dados, sendo esta avaliação composta pelo levantamento do tráfego que tem como elementos os veículos e com objetivo de adotar medidas de solução para as interseções que serão analisados.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Analisando a situação urbana, observa-se uma série de fatores que influenciam na fluidez do trânsito nas rotatórias, como critérios de visibilidade, o aumento da frota de veículos, as restrições físicas geométricas das vias, os congestionamentos e a segurança dos condutores ao se movimentarem nessas interseções.

Segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (Detran, 2018) o município de Palmas possui uma frota de veículos de 179.234 veículos, atualizados em tempo real. Sabe-se que em decorrência desse crescimento, de forma geral, gera-se pontos de congestionamento das principais vias, em que se faz extremamente importante avaliar o impacto viário resultante.

A partir disso, quais alterações na geometria das rotatórias de Palmas poderiam melhorar o desempenho do fluxo de veículos?

## 1.2 HIPÓTESES

- As rotatórias estudadas não suportam o tráfego existente nos horários de pico.
- As rotatórias não foram projetadas para suportar o tráfego futuro.
- O raio de curvatura na entrada das rotatórias não são adequados.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a geometria e o fluxo de veículos da rotatória no cruzamento entre a Av. JK e NS 02, entre a Av. LO01 e NS 02 e entre a Av. LO05 e NS 02 em Palmas - TO.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudar a aplicação e o funcionamento das rotatórias;
- Coletar dados e informações necessárias para sugerir o modelo mais adequado às necessidades e características da região;
- Identificar conflitos do projeto geométrico implantado com a demanda existente;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A escolha desta temática de pesquisa se justifica primeiramente pela importância de estudos devido a intensificação no processo de urbanização que produz transformações que atingem o tráfego, visto que, essas transformações afetam a qualidade de vida de seus usuários. Assim, torna-se importante observar o dimensionamento geométrico da interseção viária para garantir a capacidade de fluxo do tráfego.

Analisar a situação do tráfego existente nos faz pensar a importância em definir a melhor geometria a ser implantada para determinado sistema e tráfego, para que possibilite aos usuários condições de conforto e segurança.

Como é conhecido, os pontos considerados mais críticos na rede viária são as interseções. Isto deve-se à falta ou deficiente colocação de sinalização e, essencialmente, às suas características geométricas que dificultam a fluidez e capacidade de tráfego, bem como a necessária segurança rodoviária. Existem diferentes tipologias de interseção, de nível e desniveladas, que se distinguem na sua configuração geométrica, modo de funcionalidade e manutenção exigida (PENEIRAS, 2012).

Segundo Freitas (2010), o sistema viário consiste em um dos subsistemas do sistema de transporte urbano, sua infraestrutura é construída e organizada com o objetivo de permitir uma mobilidade condizente com as necessidades de todos os agentes do trânsito. Circular pela cidade com facilidade e segurança é direito de todos, sendo assim, a infraestrutura viária tem por obrigação atender aos anseios da população de acordo com a forma e os meios de mobilidade necessários.

Dessa forma, realizar uma avaliação da demanda existente, podendo levar em consideração que essa pesquisa pode contribuir com sugestões de intervenções e de soluções, para proporcionar melhores condições no tráfego das rotatórias. As rotatórias foram escolhidas devido à proximidade da região central, por serem próximas a comércios e órgãos públicos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Mobilidade Urbana e Desenvolvimento Urbano

A mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas, etc.) que possibilitam esse ir e vir cotidiano. Isso significa que a mobilidade urbana é mais do que o que chamamos de transporte urbano, ou seja, mais do que o conjunto de serviços e meios de deslocamento de pessoas e bens. É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade. Por exemplo, a disponibilidade de meios e infraestrutura adequados para os deslocamentos de pessoas e bens numa área da cidade pode ajudar a desenvolver tal área. Do mesmo modo, uma área que se desenvolve vai necessitar de meios e infraestrutura adequados para os deslocamentos das pessoas e bens naquele local (SANTORO, 2005).

Conforme o Plano de Mobilidade Urbana - PLANMOB (BRASIL, 2015), a partir da década de 1950, o padrão de deslocamentos da população brasileira passou por uma transformação, resultado do crescimento acelerado observado nos grandes centros urbanos em decorrência do processo de industrialização do País. Em um curto período de tempo, o Brasil deixou de ser rural para tornar-se predominantemente urbano.

Segundo o censo do IBGE de 2010, mais de 80% da população brasileira vive em cidades. A Organização das Nações Unidas – ONU prevê ainda que em 2030 a população urbana brasileira passará para 91%. A taxa de urbanização brasileira é superior à de países mais desenvolvidos. No mundo, este valor recentemente ultrapassou os 50%, segundo o World Factbook 2010 (CIA, 2010). Os demais países integrantes do bloco “BRICS” também possuem percentual de urbanização inferior ao do Brasil. A Rússia possui 73% de sua população em áreas urbanas, a África do Sul, 61%, a China, 47%, e a Índia, apenas 30% (PLANMOB, 2015).

Segundo Santoro (2005), as cidades crescem a partir da abertura de novos bairros cada vez mais distantes dos locais de trabalho e lazer, geralmente mais centrais. Esse modelo de crescimento deixa as residências para as áreas mais distantes, ao mesmo tempo em que exige a construção de ruas e avenidas que conectem os novos bairros à cidade. O resultado desse crescimento é uma cidade cujos moradores têm que se deslocar distâncias muito grandes, gastando muito tempo nesse ir e vir, para viver o seu dia-a-dia.

Para vencer as dificuldades desses deslocamentos, é necessário estudar como melhorar o transporte coletivo, como garantir a circulação de veículos para evitar o trânsito congestionado, entre outros. Para construir uma política de mobilidade urbana, precisamos olhar também para como as atividades estão localizadas no território. E olhar para como as cidades crescem, como as pessoas e mercadorias se deslocam nesse território. Dessa forma, estaremos pensando em quais serão as diretrizes e princípios que são importantes para que nossas cidades tenham uma boa mobilidade urbana, sustentável e socialmente incluyente (SANTORO, 2005).

## 2.2 A Política Nacional de Mobilidade Urbana – Lei 12.587/12

A construção de uma política nacional de mobilidade urbana é necessária e importante, para melhorar a mobilidade urbana em nossas cidades, são necessárias mudanças estruturais e de longo prazo. Estivemos por muito tempo nas nossas cidades consertando problemas com soluções rápidas, mas não tratamos das questões de longo prazo. Para usar um exemplo cotidiano, era como se tapássemos um buraco sem preenchê-lo por dentro. Ele logo surge novamente. É preciso propor mudanças maiores, com planejamento e para todo o sistema de mobilidade urbana, que resolvam nossas necessidades por um longo período de tempo, fugindo das operações “tapa buraco” (SANTORO, 2005).

Não é apenas consertar um pedaço de uma via, mudar uma mão de rua, ou colocar mais um ônibus na linha. Precisamos propor soluções mais estruturais, para todos. Como por exemplo, reorganizar a rede de serviços, pensar os fluxos de deslocamentos das pessoas nas metrópoles. São necessárias novas regras para o uso do transporte público e privado para garantir o funcionamento de nossas cidades sem congestionamentos acidentados de trânsito, poluição do ar e principalmente: garantir os direitos dos cidadãos, o direito de acesso ao que a cidade tem a oferecer (SANTORO, 2005).

A Lei 12.587/12 institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, em atendimento à determinação constitucional que a União institua as diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive transportes, além de tratar de questões da política urbana estabelecida pelo Estatuto da Cidade.

Onde são definidos e classificados os modos e serviços de transporte, além de exemplificadas infraestruturas de mobilidade urbana que compõem o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana. Estas infraestruturas devem sempre estar inter-relacionadas com um

planejamento sistêmico para que produzam benefícios efetivos e proporcionais aos recursos empregados, pois apenas aumentar o investimento em infraestrutura não garante a melhoria da mobilidade urbana.

É estabelecido os princípios, as diretrizes e os objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana de forma clara e objetiva, o que facilita a aplicabilidade nos casos concretos referentes ao assunto. Os princípios tratam de conceitos abrangentes que visam orientar a compreensão do texto da Lei e podem servir como base para elaboração de novas normas a respeito do assunto, ou seja, leis, decretos ou outros atos administrativos.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana está fundamentada nos seguintes princípios:

- Acessibilidade universal;
- Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais;
- Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo;
- Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano;
- Gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana;
- Segurança nos deslocamentos das pessoas;
- Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços;
- Equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e
- Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

Conforme a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/2012), as diretrizes, por sua vez, são orientações sobre os caminhos a seguir para que sejam atingidos os objetivos desta Lei. Destacam a necessidade de integração com as demais políticas urbanas e a priorização dos modos não motorizados e do transporte público coletivo.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é orientada pelas seguintes diretrizes:

- Integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos;
- Prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado;
- Integração entre os modos e serviços de transporte urbano;

- Mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade;
- Incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes;
- Priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado; e
- Integração entre as cidades gêmeas localizadas na faixa de fronteira com outros países sobre a linha divisória internacional.

Os objetivos definem a visão de futuro para o país. A partir do comprometimento dos governos e sociedade para a implementação desta política será possível reduzir as desigualdades sociais e melhorar as condições urbanas de mobilidade e acessibilidade.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana possui os seguintes objetivos:

- Reduzir as desigualdades e promover a inclusão social;
- Promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais;
- Proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade;
- Promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades; e
- Consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana.

### 2.2.1 O planejamento inicial para construção e implementação da cidade de Palmas – TO

Para definir e organizar a ocupação da área onde seria fundada a cidade de Palmas, foi desenvolvido, inicialmente, um plano urbanístico básico que incluiu o desenho geral das vias, organizando-se entre elas as superquadras que seriam áreas destinadas a residências, ao comércio, à indústria, a equipamentos urbanos (escolas, hospitais, creches, etc.) além das áreas de preservação ambiental, lazer e recreação. (SEGAWA, 1991).

A estratégia de implantação do plano previu uma expansão controlada da urbanização. Uma vez aberto o sistema viário básico, as quadras seriam progressivamente implantadas como módulos, de acordo com a demanda por espaços exigida pelo ritmo do crescimento urbano. Isso permitia, em princípio, evitar a dispersão das frentes de urbanização pela área total prevista para a cidade, garantindo o aproveitamento racional e econômico da infraestrutura dos serviços

públicos que avançaria, por assim dizer, em ondas. O sentido da expansão das quadras obedeceria inclusive às declividades apresentadas pelo terreno para adequação das instalações de infraestrutura que pudessem se servir da gravidade, como o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a drenagem de águas pluviais (TEIXEIRA, 2009).

A previsão dos planejadores da cidade, era de que na ocupação da área do projeto original de 11.085 hectares destinado a 1,2 milhão de habitantes, fossem, inicialmente, urbanizados 1.624 hectares, área suficiente para acolher uma população de 120 mil habitantes, até o quinto ano da fundação da cidade. Se obedecida a projeção inicial, Palmas teria 200 mil habitantes até o décimo ano, podendo chegar ao 15º ano com 800 mil habitantes, sem causar transtornos de ordem social, com uma média de adensamento entre 300 a 350 habitantes por hectare. (BAZOLLI, 2012).

Cada etapa seria ocupada quando a anterior já estivesse suficientemente adensada. Entretanto, essa ocupação planejada foi desrespeitada pelo próprio governo estadual. Não houve o adensamento populacional conforme uma sequência prevista. Já na fase inicial de Palmas observou-se um processo de ocupação desordenada decorrente da questão imobiliária (TEIXEIRA, 2009), a figura 1, apresenta o desenho da maquete original do projeto da capital.

Figura 1 - Fotografia da Maquete original do projeto de Palmas



Fonte: GRUPOQUATRO, 1989.

Os planejadores buscaram desenvolver um plano a fim de definir questões e regras básicas de organização do espaço urbano capazes de orientar a implantação da cidade ao longo

do tempo. Entretanto, “o processo de gestão e implantação da cidade por parte do governo foi orientado principalmente por questões políticas em detrimento das orientações do plano diretor (TEIXEIRA, 2009).

### 2.2.2 Plano Diretor de Palmas

Conforme o Plano Diretor de Palmas (lei nº155/2007), o plano diretor é o instrumento básico de ordenamento territorial, devendo direcionar o uso e a ocupação do solo de forma a garantir o bem-estar da população. Dessa forma, o plano diretor deve estabelecer normas para que agentes públicos e privados utilizem o território de modo a assegurar a função social da cidade e da propriedade para garantir a qualidade de vida à maioria da população, seguindo os preceitos do Estatuto da Cidade. Para tanto, deve definir instrumentos de indução ao desenvolvimento sustentável do município, objetivando uma mudança de paradigma ao acesso à terra urbanizada ou rural para atender às distintas demandas dos vários segmentos da população, o direito à moradia, ao emprego, à locomoção, aos serviços urbanos de saúde, educação, lazer, dentre outros, e a uma gestão democrática e participativa.

Segundo Bazzoli (2012), o plano Diretor Participativo do Município de Palmas -TO foi instituído pela Lei Complementar nº 155, de 28 de dezembro de 2007. Essa lei dispõe sobre a política urbana do município de Palmas, formulada para atender ao pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e à garantia do bem-estar de seus habitantes, conforme estabelece a Constituição Federal de 1988, nos artigos 182 e 183, e o Estatuto da Cidade, Lei Federal n.º10.257, de 10 de julho de 2001.

Dos Princípios e Objetivos do Plano Diretor conforme a lei complementar nº 155/2007:

Art. 5º Constituem os princípios do Plano Diretor de Palmas:

- I - A função social da cidade e da propriedade;
- II - A inclusão social;
- III - A humanização da cidade;
- IV - A proteção do meio ambiente e de seus bens comuns e vitais ao homem;
- V - A sustentabilidade e equidade social, econômica e ambiental;
- VI - A democratização do planejamento e da gestão territorial;

Art. 12. São objetivos do Plano Diretor de Palmas:

- I - Promover o desenvolvimento sustentável do município, equilibrando e integrando as dimensões econômica, social e ambiental;
- II - Democratizar o acesso à terra, à moradia e aos serviços públicos de qualidade, revertendo o processo de segregação socioespacial;
- III - Promover a regularização fundiária rural e urbana e a urbanização de áreas ocupadas, atendendo a população de baixa renda, visando à inclusão social de seus habitantes e à proteção de bens comuns como os solos e as águas, em conformidade com o estabelecido no inciso XIV, do art. 2º, do Estatuto da Cidade;
- IV - Estabelecer a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização, cobrando dos empreendedores privados os passivos ambientais coletivos gerados por seus empreendimentos;
- V - Coibir o uso especulativo do imóvel urbano de modo a assegurar o cumprimento da função social da propriedade;
- VI - Direcionar os investimentos em saneamento ambiental, para os serviços de água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos;
- VII - Intensificar o uso e ocupação dos lotes nas áreas com infraestrutura e equipamentos instalados;
- VIII - Fortalecer os Conselhos Municipais, integrando-os à gestão participativa do município;
- IX - Instituir, em caráter permanente, a Comissão de Regularização Fundiária;
- X - Instituir, em caráter permanente, a Comissão de Fiscalização e Implementação do Plano Diretor Participativo, composta pelo poder público e representantes da sociedade;
- XI - Redefinir o macrozoneamento do município, objetivando maior racionalização, benefício ambiental e justiça no processo de ocupação do território;
- XII - Proteger o meio ambiente, fator básico da estrutura social e econômica da nossa sociedade.

Segundo o Plano Diretor de Palmas quanto a atual Legislação de Uso e Ocupação do Solo Urbano no Art. 19. visam garantir a compatibilidade na instalação dos usos, quanto à adequação ao sistema viário instalado, à proteção dos recursos naturais e ao bem-estar dos moradores:

- I - A flexibilização na admissão de usos, buscando a humanização dos espaços;
- II - Intensificação de usos nas áreas próximas dos eixos estruturantes de transporte, aumentando o adensamento, visando a uma maior racionalização no uso da infraestrutura instalada;

III - Ampliar e descentralizar as zonas próprias para atividades produtivas e comerciais;

IV - Prever, no zoneamento, a mudança de usos mediante licença onerosa, que repasse ao poder público a valorização imobiliária decorrente dessa alteração, considerando o interesse público e ambiental;

Conforme o artº 9 do plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO instituído pela Lei Complementar nº 155, de 28 de dezembro de 2007, a humanização da cidade deve compreender a adaptação do espaço urbano a uma condição aprazível para o convívio e usufruto dos cidadãos com qualidade de vida, através de arborização urbana adequada, condições de mobilidade e acessibilidade urbana sustentável e espaços para o exercício da cidadania, conservando e preservando o meio ambiente.

### 2.3 Planejamento da Circulação urbana

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 2017), trânsito é a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga.

São objetivos básicos do Sistema Nacional de Trânsito (2017):

I - Estabelecer diretrizes da Política Nacional de Trânsito, com vistas à segurança, à fluidez, ao conforto, à defesa ambiental e à educação para o trânsito, e fiscalizar seu cumprimento;

II - Fixar, mediante normas e procedimentos, a padronização de critérios técnicos, financeiros e administrativos para a execução das atividades de trânsito;

III - Estabelecer a sistemática de fluxos permanentes de informações entre os seus diversos órgãos e entidades, a fim de facilitar o processo decisório e a integração do Sistema.

Segundo o CTB (1997) no Art. 60. vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização, classificam-se em:

I - Vias urbanas:

- Via urbana caracterizada por ruas, avenidas, vielas ou caminhos parecidos abertos a circulação pública, tendo como características imóveis edificados ao longe de sua extensão.

- Via de trânsito rápido – contém acessos especiais com trânsito livre, não possui interseções em nível e acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

- Via arterial - interseções em nível, com acessibilidade a vias secundárias, proporcionando o trânsito entre as regiões da cidade locais e aos lotes lindeiros e são comumente controladas por semáforo.

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

- Via local - designada apenas ao acesso local ou a áreas restritas e caracterizada por interseções em nível não semaforizadas.

II - Vias rurais:

a) rodovias - via rural pavimentada.

b) estradas – via rural não pavimentada.

Já no Art. 61 o CTB (2017) estabelece que:

Art. 61 A velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

§ 1º Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de:

I - nas vias urbanas:

a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido;

b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais;

c) quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras;

d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais;

a) nas rodovias de pista dupla

1. 110 km/h (cento e dez quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas;

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos;

b) nas rodovias de pista simples

1. 100 km/h (cem quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas.

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos;

c) nas estradas:

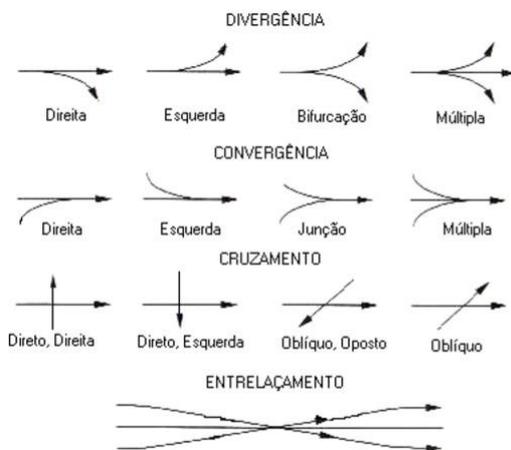
60 km/h (sessenta quilômetros por hora).

### 2.3.1 Interseções

Com o crescimento da malha viária, surgem áreas de conflito das interseções que se cruzam ou se unem, sendo necessário realizar um tratamento técnico para melhor atendimento do tráfego existente.

O Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2005) define interseção como a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, compreendendo todo o espaço designado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam. Esses movimentos podem ser classificados em cruzamento, convergência, divergência e entrelaçamento, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Tipos de movimento em interseções



Fonte: Albano (2007)

### 2.3.2 Classificação das Interseções

Basicamente, há dois grandes grupos definidos em função dos planos em que se realizam os movimentos de cruzamento: Interseções em Nível e Interseções em Níveis Diferentes (MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÃO, 2005).

### 2.3.3 Interseção em Nível

De acordo com o DNIT (2005), são interseções em que as correntes de tráfego se unem no mesmo nível, sem auxílio de obras de arte. Para tanto, necessitam de dispositivos destinados

a ordenar os movimentos e diminuir conflitos, em decorrência da necessidade, do nível de conforto e de segurança que a interseção pode oferecer.

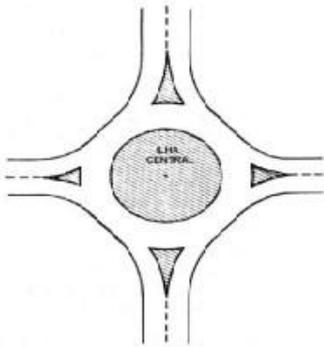
De acordo com DNIT (2005), podem ser definidas:

a) em função do número de ramos e das soluções adotadas:

- Interseção de três ramos ou “T”;
- Interseção em nível com quatro ramos;
- Interseção de ramos múltiplos, interseção em nível com cinco ou mais
- Do tipo gota: solução que adota uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda.
- Rotatória: a solução em que o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central.
- Rótula vazada: solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.
- Sem sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.
- e com sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo;
- Canalizada: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos;

Para interseções com mais de quatro acessos, é vantajoso o sistema de rótulas similares apresentada na figura 3, ainda que seja comum a implantação de rótulas com três ou quatro acessos (DNIT, 2006). A velocidade na interseção é diminuída naturalmente resultando assim na redução do número de pontos de conflito, e também da emissão de gases efluentes por minimizar o tempo em que os veículos ficam parados, acabando com a rápida aceleração e desaceleração, o que acontece no caso de interseções semaforizadas (Lima et al 2009).

Figura 3 - Rótula



Fonte: Albano (2007)

### 2.3.4 Interseções em níveis diferentes

De acordo com DNIT (2005), podem ser definidas:

As interseções em níveis diferentes podem ser de dois tipos gerais:

- a) Cruzamento em níveis diferentes sem ramos: quando não há trocas de fluxos de tráfego entre as rodovias que se interceptam, ou seja, o cruzamento em desnível não tem ramos de conexão. As vias se cruzam em níveis diferentes por meio de estruturas de separação dos greides. Esses cruzamentos são designados por:
  - Passagem superior quando a rodovia passar sobre a via secundária;
  - Passagem inferior quando a rodovia principal passar sobre a via secundária.
  
- b) Interconexão: quando, além do cruzamento em desnível, a interseção possui ramos que conduzem os veículos de uma via à outra. Normalmente as interconexões são classificadas em sete tipos básicos:
  - Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos.
  - Diamante: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. As conexões na via secundária são interseções em nível.
  - Trevo completo: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços (loops) e à direita por conexões externas aos laços.

- Trevo parcial: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço.
- Direcional: interconexão que utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. Quando todos os movimentos de conversão são feitos por ramos direcionais a interconexão diz “totalmente direcional”.
- Semidirecional: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda.
- Giratório: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária.

### 2.3.5 Escolha do tipo de interseção

A qualidade de um projeto de interseção está relacionada com sua capacidade no escoamento de tráfego, segurança, conforto e custos de implantação, de acordo com as necessidades locais e com a disponibilidade de recursos. O tipo de interseção a ser projetada deve estar relacionada com estas características, de maneira econômica e que garanta movimentos de conversão seguros e rápidos (Millack, 2014).

Segundo o DNIT (2005), praticamente não existem critérios generalizados que possam definir, com precisão, o tipo de interseção a ser adotado para determinadas condições. Tal impossibilidade justifica-se:

a) Pelo fato de que essa escolha se constitui num problema complexo, que envolve volumes de tráfego, velocidades, diferentes tipos de veículos, aspectos topográficos, orçamentos e, sobretudo, o grau de aleatoriedade na distribuição do tráfego;

b) Pelo reduzido número de estudos e pesquisas realizadas em outros países que, além do seu caráter local, não possuem o desejado grau de precisão. Existem, porém, condições gerais que podem justificar a adoção de um ou outro tipo específico, dependendo de fatores de terreno, de tráfego, de circulação, de segurança e de custos. O exame desses fatores conduz a uma série de critérios de seleção para o tipo de interseção a adotar em cada caso e que são apresentados a seguir:

De acordo com o DNIT (2005) O tipo de interseção depende de dados que estão intimamente ligados aos elementos de projeto e por isso devem ser previamente conhecidos:

Dados funcionais: é a classificação funcional das vias, controle de seus acessos, velocidades e prioridades de passagens;

Dados físicos: topografia da área afeta, edificações, acidentes geográficos, serviços existentes como adutoras, linhas de transmissão, etc.;

Dados de tráfego de veículos e pedestres: volume e características de tráfego do ano de projeto, Volumes Médios Diários (VMD) e Volumes Horários de Projeto (VHP);

Dados de acidentes: São importantes os registros contendo números de acidentes, causas e tipos devidos principalmente a melhoria de interseções existentes.

Dados econômicos: custo de implantação da interseção, que envolve desapropriação e construção.

Conforme Millack (2014), a análise desses dados para concepção de projeto conduz a escolha do tipo de interseção, tendo como influência volumes e velocidade de tráfego para justificar o modelo adotado.

Recomenda-se que o tipo adotado de interseção seja baseado em projetos importantes e seguros, proporcionado maior segurança e conforto, devendo considerar interseções simples com os quais os condutores estejam familiarizados e que estejam em harmonia com outros dispositivos na continuidade do projeto (DNIT, 2005).

### 2.3.6 Definição, funcionamento e desempenho das interseções giratórias

Segundo o Manual de projeto de interseções (2005), a rotatória é um sistema de circulação de mão única em torno de uma ilha central, com acesso controlado por sinalização vertical ou marcas no pavimento, indicando a necessidade de dar preferência ao tráfego que se aproxima.

Há uma concordância generalizada de que o melhor sistema de sinalização é o que dá preferência ao tráfego que gira em torno da ilha central (rotatória moderna). As rotatórias têm grande capacidade, provocam pouca demora nos períodos de pico e não precisam de manutenção especializada (MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES - DNIT, 2005).

Segundo o manual de projeto de interseções – DNIT (2005), a primeira interseção rotatória de sentido único foi construída em 1904 nos Estados Unidos, no “Columbus Circle” de Nova York, após 10 anos de sua implementação. Com grande sucesso no início, com similares em 1907 em Paris para junção de doze vias e em 1910 em Hertfordshire, na Inglaterra, começou a cair em desuso em razão dos problemas de capacidade causados pelos movimentos de entrecruzamento resultantes da ausência de regra clara de prioridade entre os veículos circulando na rotatória e os que chegam à mesma.

A partir de 1990, começaram a surgir em vários países da Europa e na Austrália, e mais recentemente no Brasil, rótulas com nova concepção de circulação (rótula moderna), em que é dada preferência ao tráfego circulando na rotatória, obrigando o veículo que chega a esperar um intervalo para se inserir no fluxo (MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES - DNIT, 2005).

As rotatórias, quando comparadas com outro tipo de cruzamento tradicional de nível, apresentam uma forma de funcionamento extremamente simples e facilmente percebida pelos condutores, mesmo que não habituais. A obrigatoriedade de cedência do direito de passagem imposta aos movimentos de entrada e a imposição de deflexões adequadas aos movimentos de atravessamento, contribuem significativamente para a redução e homogeneização dos espectros de velocidade registados ao longo do troço de atravessamento (PENEIRAS, 2013).

Conforme o Manual do Planejamento de acessibilidades e transportes (2008), a natural tendência de redução de velocidade durante a entrada e atravessamento traduz-se ainda numa acentuada diminuição da frequência e gravidade dos embates. Este perfil de velocidades, característico das rotundas geometricamente bem concebidas, está ainda normalmente associado a uma maior receptividade, por parte do condutor, para ceder o direito de passagem junto à entrada e em relação aos atravessamentos pedonais formais.

O Código de Trânsito Brasileiro – CTB, instituído pela Lei no. 9.503, de 23 de setembro de 1997, estabeleceu esta regra de prioridade para o caso específico das rotatórias, no Capítulo III, Artigo 29, inciso III, que especifica:

III - Quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

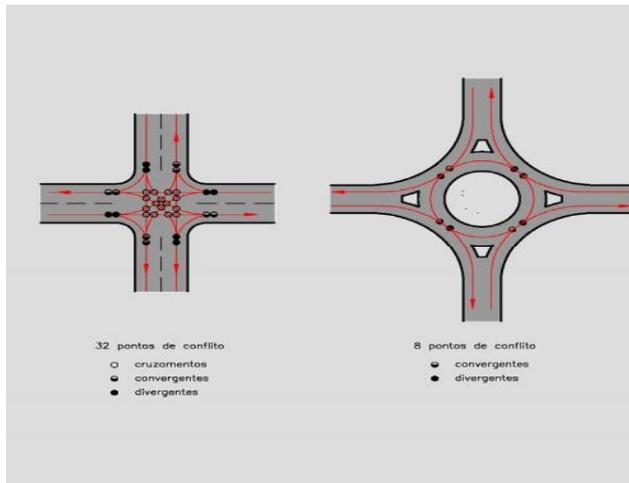
- a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;
- b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;
- c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor.

Como consequência da operação com regra de prioridade, aumentou-se em muito a capacidade da rotatória, com a eliminação dos movimentos de entrecruzamento, ou sua redução drástica, e diminuiu-se a probabilidade de ocorrência de colisões laterais, aumentando a segurança (DNIT, 2005).

Conforme o DNIT (2005), diversos estudos mostram que rótulas reduzem o número e severidade dos acidentes nas interseções em que são aplicadas. A diminuição dos acidentes nas rótulas, quando comparada com as interseções com prioridade, pode ser atribuída à diminuição

dos pontos de conflito entre as duas configurações. Consegue-se passar de 32 pontos de conflito (em uma interseção de 4 ramos) para apenas 8 pontos quando se usa uma rotatória com uma única faixa de trânsito, conforme representado na figura 4. A seguir, discorre-se sobre os princípios operacionais e as características de projeto dos dois tipos de rotatória considerados.

Figura 4 – Pontos de conflito na interseção de quatro ramos.



Fonte: Manual de Projeto de Interseções – DNIT 2005

## 2.4 Tipologias de rotundas

É possível encontrar na bibliografia diferentes classificações atribuídas às rotundas, baseadas, maioritariamente, na sua dimensão, nas características físicas ou no ambiente rodoviário em que se inserem (FHWA, 2000), que serão apresentadas a seguir.

### 2.4.1 Rotatória normal e Rotatória semi-galgável

A rotatória normal corresponde à maioria das rotundas inseridas nas redes rodoviárias nacionais e é caracterizada pela existência de uma ilha central com diâmetro igual ou superior a 4 metros e de diâmetros do círculo inscrito (DCI) superiores a 28 metros, conforme a figura 5. A dimensão atribuída ao anel de circulação deve acomodar as necessidades de operacionalidade de qualquer veículo, onde a ilha central é geralmente considerada intransponível em condições normais de circulação (DFT, 1993).

Figura 5 - Rotunda normal



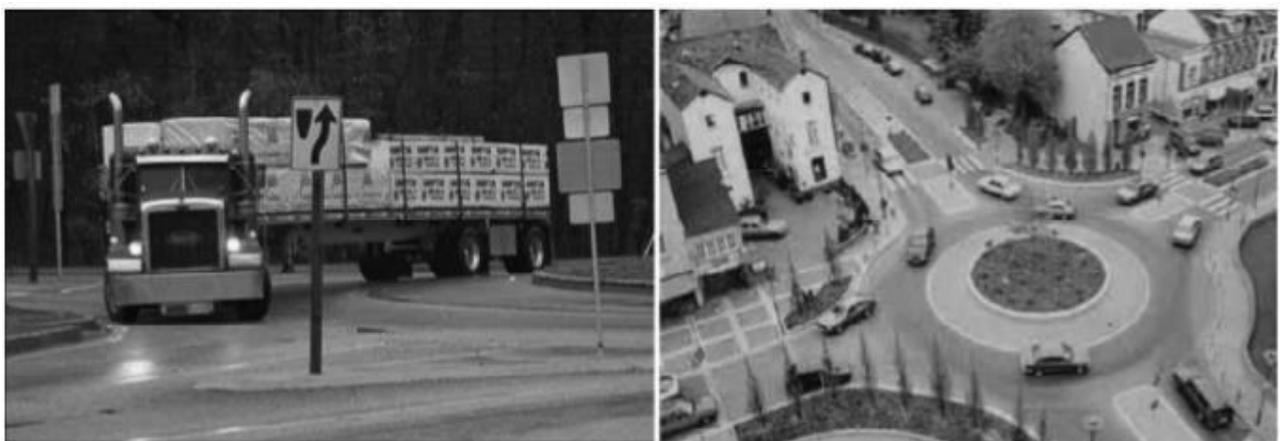
Fonte: Manual de Planejamento, acessibilidade e transportes (2008).

Nas rotundas semi-galgáveis o anel de circulação deve ser dimensionado com base nas exigências de circulação dos veículos ligeiros, podendo os veículos longos recorrer à faixa galgável que contorna a ilha central, conforme a figura 6. Devem ser aplicadas para a melhoria da deflexão imposta aos veículos ligeiros em locais onde se pretende melhorar a deflexão, sem prejuízo da operacionalidade dos veículos longos (Seco e Silva, 2010).

As características geométricas e funcionais desta tipologia de rotundas são as seguintes (Seco e Silva, 2010):

- DCI compreendido entre 28 e 36/40 metros.
- Ilha central intransponível, contornada por uma faixa galgável destinada a circulação dos veículos pesados.

Figura 6 - Rotunda semi-galgáveis



Fonte: Manual de Planejamento, acessibilidade e transportes (2008).

### 2.4.2 Mini – Rotundas

Às minis rotundas podem ser realizadas com a ilha central materializada ou pintada, conforme representada na figura 7. Quando a ilha central é materializada, a solução materializada é aplicável a DCIs superiores a 18 metros, sendo que a faixa do anel de circulação deverá ser suficientemente larga para acomodar as necessidades de manobra dos veículos ligeiros assumindo-se que os veículos pesados terão maioritariamente necessidade de galgar a ilha central, nomeadamente nos movimentos de viragem à esquerda. Por outro lado, perante minis rotundas com dimensões reduzidas da ilha central, toma-se inevitável que até os veículos ligeiros tenham, em algumas manobras, que invadir a ilha central, e nesse caso a ilha central é apenas pintada. As minis rotundas devem ser evitadas em ligações novas, e a sua aplicação é potenciada nas seguintes situações (HA, 2007):

- Espaços residenciais ou centrais com fluxos de tráfego limitados, e baixos volumes de viragens à esquerda e de inversão de marcha.
- Presença de veículos pesados pouco significativa.
- Em vias com velocidades de aproximação reduzidas (inferior a 40 km/h).
- Em intersecções com um máximo de quatro ramos afluentes.
- Em locais com grandes limitações de espaço.
- Na resolução de problemas de capacidade ou segurança em intersecções prioritárias existentes.

A ilha central pode ser materializada em relação ao anel de circulação ou simplesmente marcada no pavimento por recurso a sinalização horizontal (DfT, 1993). Caracteriza-se pela existência de uma ilha central galgável com diâmetro inferior a 4 metros e por DCIs compreendidos entre 14 e 28 metros.

As mini-rotundas constituem soluções compactas, tornando difícil e, por vezes, mesmo impossível garantir a necessária deflexão dos movimentos com recurso unicamente à ilha central. Dessa forma, a adopção de medidas complementares, tais como a implantação de ilhéus deflectores, o restabelecimento dos acessos ou mesmo a adopção de medidas de acalmia de tráfego, poderão tornar-se indispensáveis para a salvaguarda de velocidades compatíveis com as características da solução (Manual do Planeamento de acessibilidades e transportes, 2008).

Figura 7 - Mini-rotundas



Fonte: Manual de Planejamento, acessibilidade e transportes (2008).

### 2.4.3 Rotundas Desniveladas

Outro tipo de interseções giratórias que podem ser utilizadas são as rotundas desniveladas, que devem ser aplicadas quando o movimento considerado prioritário não deve ser sujeito a qualquer demora, pelo que atravessa a intersecção de forma desnivelada. Este tipo de solução deve ser habitualmente aplicado nas seguintes situações (Seco e Silva, 2010):

- Quando se pretende favorecer um determinado eixo ou movimento rodoviário.
- Em zonas urbanas justifica-se a sua utilização nas vias coletoras de maior importância.
- Em nós entre vias integrantes da rede fundamental, pode ser avaliado o recurso a rotundas duplamente desniveladas.
- Soluções economicamente rentáveis no ordenamento de intersecções, sempre que uma das vias intersectadas surge em escavação ou em aterro.

As rotundas desniveladas consistem num nó ao qual está associado uma ou mais rotundas para as quais são canalizados os movimentos da via secundária e de mudança de direção. As formas geométricas mais comuns caracterizam-se pela existência de um atravessamento desnivelado associado a uma rotunda de grandes dimensões ou a duas rotundas compactas interligadas por um viaduto central, conforme a figura 8.

Segundo Seco e Silva (2010), possuem como características comuns soluções com potenciais problemas de insuficiência da capacidade de armazenamento e de visibilidade nos ramos de acesso.

- a) Características de rotundas desniveladas usando rotundas de grandes dimensões:

- Nó ao qual está associado uma rotunda de grandes dimensões para a qual são canalizados os movimentos das vias secundárias e os de mudança de direção a partir da via principal.
  - Envolve a construção de duas obras de arte sobre a via principal.
  - A sua dimensão pode propiciar a prática de velocidades elevadas no anel e, em consequência, resultar em índices de sinistralidade pouco favorável.
- b) Características de rotundas desniveladas usando rotundas compactas que ficam interligadas por viaduto central:
- Solução mais económica do que a rotunda desnivelada de grandes dimensões.
  - Pode registar prática de velocidades de circulação elevadas e problemas potenciais de armazenamento de veículos, no troço de interligação.

Figura 8 - Rotundas Desniveladas



Fonte: Manual de Planeamento, acessibilidade e transportes (2008).

#### 2.4.4 Rotatórias Convencionais

Segundo o Manual de Projeto de Interseções (2005), trata-se de uma solução em que terá preferência de passagem o tráfego que vier pela direita. Os acessos à rotatória terão preferência sobre o tráfego que vem pela pista rotatória. Neste caso, recomenda-se que seja colocada no acesso placa de sinalização vertical de regulamentação mostrando essa preferência.

Este tipo de interseção é constituído basicamente por uma série de trechos de entrecruzamento, nos quais se evita o conflito direto. A capacidade destas interseções está, pois, principalmente condicionada à capacidade das seções de entrecruzamento que a constituem. Essas rótulas podem ter várias formas, dependendo das posições relativas e tipos de rodovias

que convergem, das condições locais e de tráfego (MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES, 2005).

#### 2.4.5 Rotatórias modernas

Segundo o manual de projeto de interseções (2005), as rotatórias modernas são definidas pelos seguintes princípios:

Prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória. São colocados sinais “Dê a preferência” ou “Parada Obrigatória” voltados para o fluxo de tráfego que chegam à rotatória, dando clara preferência nos pontos de convergência para os veículos que vêm pela esquerda. Para entrar no fluxo da rotatória os veículos têm que aguardar intervalos adequados da corrente de tráfego, causando o mínimo de interferência. Mesmo quando têm mais de uma faixa de trânsito, as rotatórias modernas não são sujeitas a movimentos de entrecruzamento que interfiram no seu funcionamento a ponto de constituírem critério de projeto ou de determinação da capacidade.

As rotatórias modernas variam de tamanho desde as “mini-rotatórias” com círculo central de giro com cerca de 15 m de diâmetro, passando pelas “rotatórias-compactas” com diâmetros de 30 a 35 m e chegando às “grandes rotatórias” com diâmetro da ordem de 150 m (principalmente usada em áreas rurais), frequentemente apresentando mais de quatro entradas e faixas múltiplas de tráfego. A maior segurança obtida nas rotatórias decresce um pouco com o uso de diâmetros maiores do que 75 m, por permitirem velocidades mais elevadas. Em trechos urbanos tem-se adotado no Brasil mini-rotatórias com raios variando de 1 a 8 m.

#### 2.5 Categorias de Rotatórias

A norma americana ainda divide as rotatórias em três categorias básicas, haja visto que sua geometria influencia diretamente no fluxo de veículos, e conseqüentemente, em sua capacidade e desempenho (FHWA, 1998):

Mini Rotatória: citada anteriormente no item 2.3.2.2.

Rotatória Faixa Única: apresenta somente uma única faixa, tanto na Via Circular, como na faixa de aproximação para entrada e saída. Contém Ilhas Central e Canalizadora elevadas e, dependendo do veículo tipo a ser considerado no projeto, pode apresentar também Borda Central transponível para acomodar eixo traseiro de veículos de grande porte. Logo, o espaço físico requerido por esta interseção é estritamente dependente do veículo tipo a ser definido.

Rotatória Multi Faixas: usualmente denominada como rotatória de alta capacidade, esta categoria é a mais versátil e permite distintas configurações, porém sempre visando atender os conceitos preconizados de movimentos em baixa velocidade, com redução do tempo de atraso e quantidade de paradas, que resultam em melhor nível de serviço e segurança para todos os usuários.

## **2.6 Relação entre congestionamento e fluxo de tráfego**

Conforme o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbana (2010):

Congestionamento não significa necessariamente uma parada completa do tráfego. Representa restrição ou interferência no fluxo normal do tráfego. Para qualquer classe de rodovia, o congestionamento aumenta com o crescimento do fluxo de tráfego, até que fique muito próximo da capacidade. À medida que o fluxo se aproxima da capacidade, pequenos distúrbios provocam paradas sucessivas na corrente de tráfego e conseqüente redução do fluxo, que pode entrar em colapso. Em vias arteriais de áreas urbanas, a velocidade média de percurso costuma variar pouco com as mudanças de fluxo de tráfego.

## **2.7 Projeto Geométrico Urbano**

O projeto geométrico urbano é um conjunto de elementos físicos fundamentais para a definição geométrica de uma via ou interseção urbana, devendo considerar a função de cada via, o tráfego diário, hora de pico e sua hierarquização na malha urbana de seu entorno, ser adequado para o volume futuro estimado. Para um projeto de geometria são essências características técnicas, tais como as características dos veículos e a velocidade de projeto (Coelho, 2012).

Segundo Coelho (2012), o resumo para projeto geométrico urbano (adaptado):

- O projeto deve atender a funcionalidade da via, além da conter sinalização eficiente;
- Tempos de espera e capacidade devem ser determinados utilizando as fórmulas e programas usuais;
- a capacidade deve ser conseguida em detrimento da segurança;
- deve estar compatível com a característica do tráfego;
- deve estar compatível os volumes esperados;
- deve ser seguro para os motoristas, pedestres e ciclistas;

- O projeto geométrico deve girar em torno dos ângulos de convergência, evitando os muito agudos;
- Deverá ter visibilidade de entrada;
- evitar rampas fortes;
- Interseções simples com geometria de fácil familiarização;
- deve ser consistente, para evitar situações especiais como mudanças bruscas de alinhamentos, greide, larguras e etc.;
- deve estar em harmonizadas com as características de zoneamento da região, valorizando os imóveis em seu entorno;
- ser econômico (em relação ao custos iniciais e custos de manutenção);
- ser agradável esteticamente para os motoristas, pedestres e ciclistas, favorecendo novos benefícios sociais para o entorno; e
- não agredir, ou impactar o mínimo possível, o meio ambiente.

De acordo com Coelho (2012), rótulas bem projetadas têm capacidade adequadas, mantêm a circulação contínua, são vantajosas em interseções com mais de quatro acessos, embora são frequentes rotatórias com três ou quatro acessos, geram diminuição do tempo dos veículos parados, provocam pouca retenção nos períodos de pico, reduzem os números de pontos de conflitos aumentando a segurança da via, reduzem o consumo de combustível, emissão de gases poluentes, pela rápida aceleração e desaceleração de interseções semaforizadas, não precisam de manutenção especializada e quando apresentam volumes de tráfego moderado e balanceados apresentam melhor desempenho.

O diâmetro externo deve ser pelo de ordem de 30 a 40 metros e o diâmetro interno deverá atender ao gabarito dos veículos maiores, quanto maior o diâmetro, maior a capacidade da rotatória (Millack, 2014). Como afirma Albano (2007), a capacidade da rótula é diretamente proporcional ao quadrado do diâmetro.

O funcionamento das rotatórias pode ficar comprometido se houverem diferenças muito grande em relação aos volumes de tráfego das vias de acesso e os longos tempos de espera são resultado das grandes diferenças nos volumes nas vias. O fluxo de um ramo de acesso não deve predominar sobre os demais, provocando demoras excessivas e decisões errôneas por parte dos motoristas (Coelho, 2012).

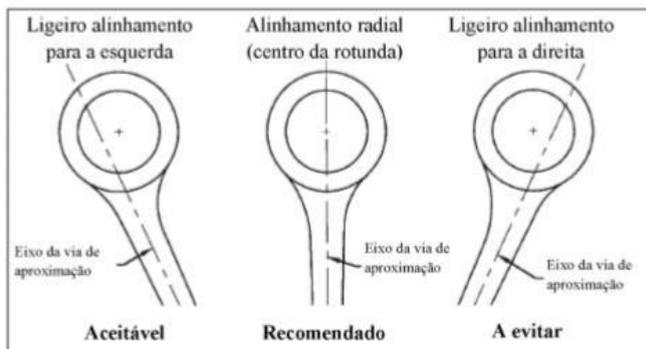
Os motoristas que não cedam à preferência de passagem do tráfego aos veículos que circulam pela rotatória ou que entram em velocidades elevadas geram ineficiência operacional,

bem como uma fiscalização insuficiente ou permissiva das regras de prioridade podendo ocasionar acidentes (Coelho, 2012).

## 2.8 Condições de visibilidade nas rotundas

Segundo Peneiras (2013), as interseções giratórias, independentemente da sua tipologia, devem estar localizadas onde a sua visualização seja notória, implementadas de forma a garantir boas condições de operacionalidade, conforme a figura 9.

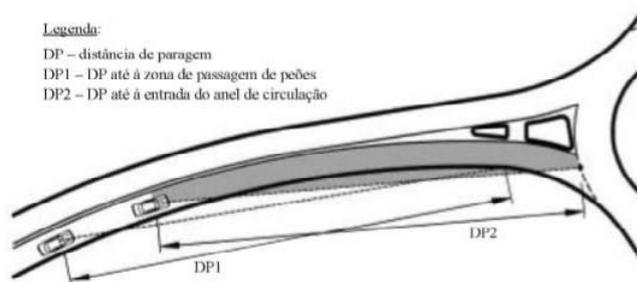
Figura 9 - Localização dos ramos afluentes à rotunda



Fonte: Peneiras (2013)

O critério da visibilidade de aproximação tem como objetivo assegurar condições ideais de implantação. Ou seja, o condutor de qualquer veículo à distância de visibilidade de paragem, (DP), medida a partir da linha de cedência de passagem, deve ser capaz de visualizar o ilhéu separador, a ilha central e a faixa de rodagem no anel à esquerda (até ao ponto de tangência com a reta que une o veículo à delimitação exterior do anel), por forma a aperceber-se da presença de eventuais obstáculos ou de veículos prioritários tal como demonstra a figura 10 (PENEIRAS, 2013).

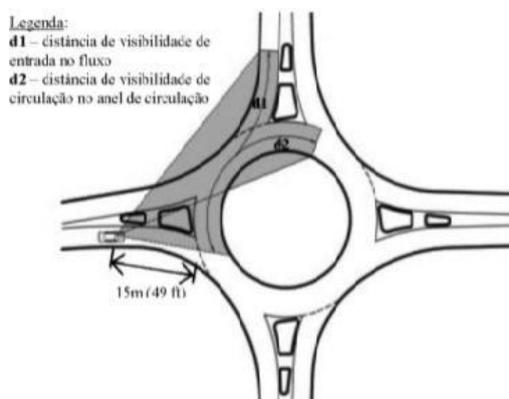
Figura 10 - Critério de visibilidade de aproximação



Fonte: Peneiras (2013)

Já conforme Peneiras (2013), o critério de visibilidade da entrada, por exemplo relativamente esquerda, pretende assegurar que o condutor de um veículo na proximidade da linha de cedência de passagem deve ter a percepção global da faixa de rodagem do anel à sua esquerda, prolongada pela entrada precedente, numa distância mínima relacionada com o intervalo crítico de aceitação, ou seja, o condutor deve ser capaz de avaliar, junto à entrada do anel de circulação, em condições de segurança, se pode ou não inserir-se entre os veículos que circulam na corrente prioritária, conforme a figura (Figura 11).

Figura 11 - Visibilidade de entrada



Fonte: Peneiras (2013)

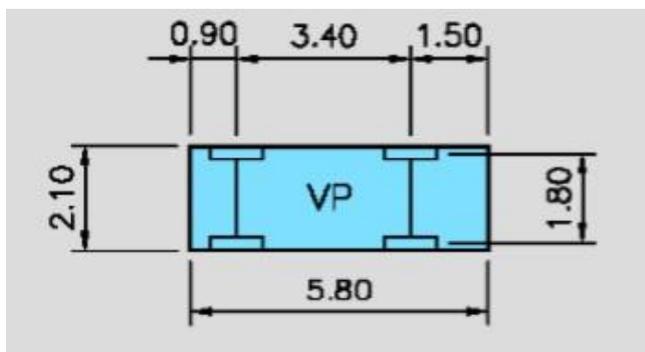
## 2.9 Veículos de projeto

Segundo o DNIT (2010), o projeto de interseções é fundamental que os elementos geométricos sejam limitados e condicionados à utilização do mínimo de área. Assim, é importante conhecer as características físicas dos veículos que irão usar a interseção. Elas irão constituir parâmetros que serão usados no dimensionamento geométrico e estrutural da rodovia. Devido à grande variedade de veículos existentes, há modelos que representam a maioria de uma classe, sendo eles com maiores dimensões e limitações de manobra. A eles dá-se o nome de Veículos de Projeto, os quais são definidos pelo DNIT, como veículos cujo peso, dimensões e características de operação servirão de base para estabelecer os controles do projeto de rodovias e suas interseções.

VP – Representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares. Veículo tipo indicado para rodovias

e interseções de acesso a pontos turísticos, interseções mínimas com rodovias vicinais, parques de estacionamento e outros, como representado na figura 12.

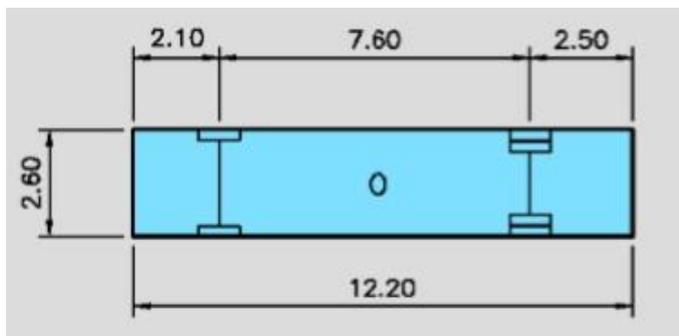
Figura 12 - Veículo de Projeto VP (m)



Fonte: DNIT (2010)

O - Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre eles incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico. O uso desse tipo é recomendado nas principais áreas urbanas, conforme a figura 13;

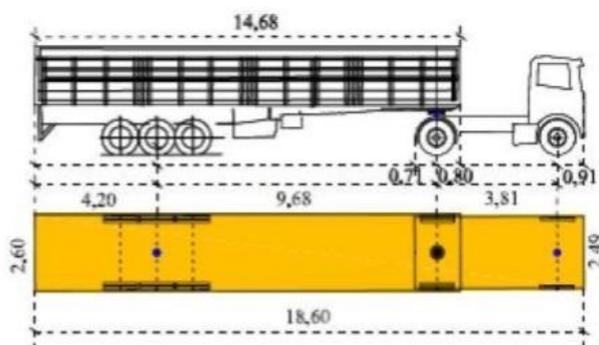
Figura 13 – Veículo de Projeto O (m)



Fonte: DNIT, (2010)

CA - Representa os veículos de carga articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) com 2 eixos, tracionando um semirreboque de 3 eixos. O modelo representativo é o veículo conhecido como Carreta. Essa categoria inclui, também, o modelo conhecido como Vanderléia, de mesmo comprimento, composto de uma unidade tratora simples com 3 eixos, tracionando um semirreboque de 3 eixos, conforme a figura 14.

Figura 14 – Veículo de Projeto CA (m)



(Fonte: DNIT, 2010)

## 2.10 Contagens Volumétricas

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

Existem dois locais básicos para realização das contagens: nos trechos entre interseções e nas interseções. As contagens entre interseções têm como objetivo identificar os fluxos de uma determinada via e as contagens em interseções levantar fluxos das vias que se interceptam e dos seus ramos de ligação (DNIT, 2006).

Conforme o DNIT (2005) estes dados devem ser expressos em Volumes Médios Diários (VMD) e os Volumes Horários de Projeto (VHP) a fim de representar as diversas correntes de fluxos de veículos.

O ano de projeto é geralmente considerado como o décimo ano após a conclusão das obras programadas. As contagens volumétricas, de acordo com o DNIT, devem ser preferencialmente feitas por 8 horas, incluindo o horário de pico, mas em casos onde há falta de recursos, as contagens deverão ser executadas pelo menos três dias, incluindo o provável pico horário semanal e adotando uma contagem classificatória de acordo com as classes: carros de passeio, ônibus, veículos de carga e divididas em intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico.

As contagens volumétricas visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo. Essas informações serão usadas na análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, no dimensionamento do pavimento, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias, (DNIT, 2005).

## 2.11 Contagem em interseções

A definição da solução a adotar para uma determinada interseção e o dimensionamento de seus ramos dependem necessariamente do volume e das características do tráfego que circulará no ano de projeto. As contagens em interseções são realizadas visando a obtenção de dados necessários à elaboração de seus fluxogramas, projetos de canalização, identificação dos movimentos permitidos, cálculos de capacidade e análise de acidentes (DNIT, 2006).

Segundo o DNIT (2006), para obtenção dos dados necessários ao estudo das interseções deverão ser levantadas as seguintes informações:

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

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

c) Identificação de elementos existentes que permitam determinar fatores de sazonalidade para ajustamento dos resultados das contagens ao período do ano de maior fluxo de tráfego, tais como:

- Postos de contagens permanentes ou que levantem informações de diversas épocas do ano;
- Contagens existentes em períodos específicos do ano, conhecidos como de maior volume de tráfego no local;
- Outros indicadores da flutuação sazonal do tráfego.

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

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

## 2.12 Volumes de tráfego

Define-se volume de tráfego como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (veic/d) ou veículos/hora (veic/h) (DNIT, 2010).

Segundo o DNIT (2010), o projeto de uma rodovia deve ser baseado nos volumes de tráfego e demais características desejadas. Todas as informações devem ser consideradas em conjunto: recursos disponíveis, natureza do solo, disponibilidade de materiais, custo da faixa de domínio e outros fatores que têm importância para o projeto. Entretanto, os volumes e natureza do tráfego são os indicadores das necessidades a atender e afetam diretamente as características geométricas, como o número de faixas e suas larguras, os raios das curvas e as rampas. Para projetar uma rodovia, assim como uma ponte, é indispensável conhecer os volumes de veículos e a grandeza das cargas que as utilizarão.

Os dados de tráfego são obtidos com pesquisas de campo. É função dos órgãos públicos responsáveis pelas rodovias levantar regularmente os volumes, tipos e cargas dos veículos da malha viária existente. Essas informações ajudarão na previsão do tráfego a ser atendido no futuro (DNIT, 2010).

## 2.13 Volume médio diário

De acordo com o DNIT (2010), a grandeza básica da demanda de tráfego é o Volume Médio Diário (VMD). O VMD é obtido dividindo-se o volume total de veículos durante certo período de tempo (maior que um dia e menor que um ano) pelo número de dias do período. O VMD é determinado de forma precisa, quando se dispõe de contagens contínuas de tráfego. Quando se fazem contagens periódicas, o VMD pode ser estimado a partir de fatores de ajustamento relativos às estações do ano, meses, dias da semana e horas do dia em que foram feitos os levantamentos.

## 2.14 Volume horário de projeto

Define-se como Volume Horário de Projeto (VHP) o volume de veículos por hora, que deve ser atendido em condições adequadas de segurança e conforto pelo projeto da via em questão. Projetar uma rodovia em condições ideais consiste em dotá-la de características que

atendam à máxima demanda horária prevista para o ano de projeto, com Nível de Serviço adequado. Nessas condições, em nenhuma hora do ano seria ultrapassado o Nível de Serviço prefixado. Em contrapartida, o empreendimento seria antieconômico, pois a rodovia ficaria superdimensionada durante as demais horas do ano (DNIT, 2010).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Desenho do Estudo (Tipo de Estudo)

Esta pesquisa tem como finalidade metodológica a pesquisa aplicada, sendo necessário o levantamento de dados do local a fim de obter resultados práticos visando à análise do problema em estudo. A forma de abordagem da pesquisa será quantitativa e qualitativa, pois serão tratadas por métodos numéricos e realizada a verificação de conflitos. Em relação ao objeto metodológico será uma pesquisa descritiva, pois será levantado dados para análise e interpretação do mesmo.

O procedimento metodológico da pesquisa será de pesquisa bibliográfica, baseados nos conceitos e aplicabilidade das rotatórias, levantamento de dados e procedimento para determinação dos resultados que serão retirados em campo. Quanto ao local de realização metodológica será pesquisa de campo.

#### 3.2 Local e Período de Realização da Pesquisa

O Local a ser estudado será as rotatórias interceptadas pela LO 05 e NS 02, LO 01 e NS02 e Av. Juscelino Kubitscheck e NS 02, localizadas na cidade de Palmas- TO.

#### 3.3 Objeto de Estudo ou População e Amostra

O objetivo de estudo desse trabalho será:

- Análise da rotatória de encontro com a Av. JK e NS02, conforme a figura 15.

Figura 15 – Intersecção entre os trechos Av. JK e NS 02



Fonte: Google Earth (2018), adaptado pela autora.

- Análise da rotatória de encontro com a LO 01 E NS 02, conforme a figura 16.

Figura 16 – Intersecção entre os trechos LO 01 e NS 02



Fonte: Google Earth (2018) , adaptado pela autora.

- Análise da rotatória de encontro com a LO 05 e NS 02, conforme a figura 17.

Figura 17 – Intersecção entre os trechos LO 05 e NS 02



Fonte: Google Earth (2018) , adaptado pela autora.

O estudo desta pesquisa foi realizado com o propósito de avaliar as condições do tráfego existente em três interseções em Palmas – TO, sendo que todo o procedimento deve ser baseado em biografias, a interseção em questão será estudada a fim de ser obter os parâmetros através de pesquisas realizadas em campo.

Os procedimentos para a coleta de dados devem ser realizados primeiramente com a contagem classificatória dos veículos a fim de determinar o fator horário de pico e a capacidade de entrada da interseção existente.

Em seguida, após obtidos os resultados da contagem do tráfego de veículos será realizado os cálculos para saber se a interseção existente atende ou não a demanda atual de tráfego

### 3.4.1 Coleta de dados

#### 3.4.1.1 Realização do levantamento

A coleta de dados para avaliação foi realizada a partir de filmagens, durante três dias, nos horários de pico semanais. Cada interseção foi filmada durante 1 hora, sendo de 07:30 às 08:30, 13:30 às 14:30 e 17:30 às 18:30 nos dias 21/08/2018 a 23/08/2018, sendo todos os horários para cada interseção em dias diferentes. A equipe de operação foi composta por duas pessoas, sendo cada uma posicionada com duas câmeras ligadas ao mesmo tempo filmando em pontos diferentes a interseção.

### 3.4.1.2 Características da interseção existente

A interseção existente é classificada como uma interseção em nível, com ilha central utilizada para permitir a execução de todos os movimentos possíveis com eficiência e segurança, pois evita muitos acidentes pela baixa velocidade. É especialmente indicada onde há intensidade de tráfego e grandes fluxos de conversão à esquerda e distâncias suficientemente grandes entre as aproximações para permitir o entrelaçamento.

### 3.4.1.3 Pesquisas de tráfego

Os procedimentos normalmente utilizados na engenharia de tráfego para levantamentos de dados de campo são as pesquisas, que podem ser feitas mediante entrevistas ou por observação direta. Nas entrevistas, o processo consiste em obter a informação formulando perguntas orais ou escritas ao usuário, classificando suas respostas de acordo com certos padrões estabelecidos. Na observação direta, trata-se de registrar os fenômenos de trânsito tal como são, sem perturbá-lo (DNIT, 2006).

O método usado para realização desta pesquisa foi a observação direta.

### 3.4.1.4 Cálculo da capacidade das rotatórias - Método (TRL)

Segundo Silva e Seco (2004), o modelo TRL “Transport Road and Research Laboratory” é a instituição com maior número de trabalhos desenvolvidos nesse campo. O modelo de base estatística desenvolvido por Kimber em 1980, foi deduzido com base em técnicas de regressão múltipla não linear sendo a formulação resultante uma função linear, que relaciona a capacidade da entrada com o fluxo na rotatória.

$$Q_e = K * (F - f_c * Q_c) \quad (1)$$

Onde:

$Q_e$ : Capacidade da entrada;

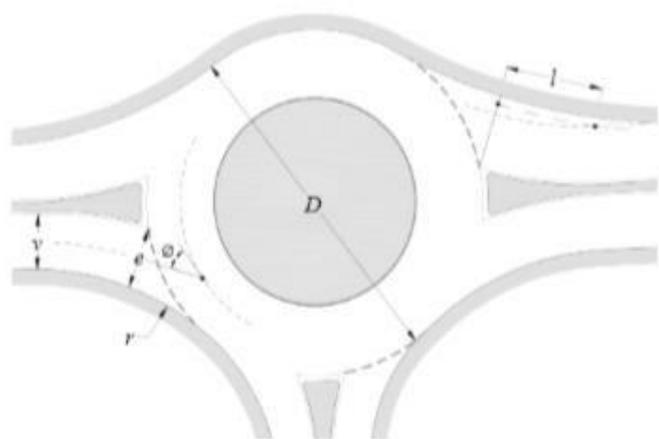
$Q_c$ : Tráfego de circulação no anel em frente à entrada;

$F$  e  $f_c$ : São parâmetros dependentes das características geométricas da rotatória;

$K$ : Fator de eficiência.

Sendo todos esses parâmetros obtidos pela contagem do tráfego no anel de circulação e parâmetros referente a geometria da interseção implantada, conforme a figura 18.

Figura 18 - Pontos referente a geometria para cálculo da capacidade de entrada



Fonte: Peneiras 2013

#### 3.4.1.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

As rotatórias foram escolhidas para análise devido à proximidade da região central, por serem próximas a comércios, órgãos públicos, objetivando a análise da geometria e do fluxo de veículos.

Após obtidos os resultados será realizado a análise comparativa dos parâmetros adotados (raios de curvatura), cálculo da capacidade de entrada e das recomendações técnicas e propor soluções para a problemática em questão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As contagens volumétricas, de acordo com o DNIT, foram realizadas incluindo o horário de pico semanal, as contagens foram executadas durante três dias e adotando uma contagem classificatória de acordo com as classes: carros de passeio, ônibus, veículos de carga e divididas quatro intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico, foi feito também o levantamento do tráfego do anel de circulação para determinação do fluxo conflitante para calcular a capacidade de entrada das interseções.

### 4.1 Cálculo da capacidade de interseção

Para o estudo de tráfego realizado nos cruzamentos da Av. JK/NS02, LO1/NS02 e LO05/NS02 em Palmas – TO, foi realizado a contagem volumétrica classificatória dos veículos através de filmagens realizadas em campo para posterior contagem no período entre 21/08/2018 à 23/08/2018. Sendo realizadas em três dias diferentes para cada horário de pico semanal, cada cruzamento foi filmado durante uma hora, de 07:30 às 08:30, 13:30 às 14:30 e 17:30 às 18:30. Sendo esse a contagem de tráfego para determinação da capacidade de cada entrada das três rotatórias analisadas, através do modelo empírico TRL “Transport Road and Research Laboratory”, que relaciona a capacidade da entrada com o fluxo na rotatória.

$$Q_e = K * (F - f_c * Q_c) \quad (1)$$

Onde:

$Q_e$  = Capacidade de entrada em ucp/h;

Ucp/h é a unidade de carro de passeio por hora;

$Q_c$  = Fluxo conflitante, sendo o tráfego de circulação no anel;

$K$ ,  $F$  e  $f_c$  = são parâmetros dependentes das características geométricas da entrada e da rotunda.

$$K = 1 - 0,00347 * (\phi - 30) - 0,978 * \left(\frac{1}{r}\right) - 0,05 \quad (2)$$

Onde:

$\phi$  = ângulo de entrada (graus);

$r$  = raio da curvatura de entrada (m);

$$F = 303 * \left( v + \frac{e^{-v}}{1+2s} \right)$$

$$S = 1,6 * \left(\frac{e-v}{l'}\right) \quad (3)$$

Onde:

$v$  = largura de aproximação (m);

$e$  = largura de entrada (m);

$l'$  = comprimento efetivo do leque;

Determinado a constante  $f_c$ :

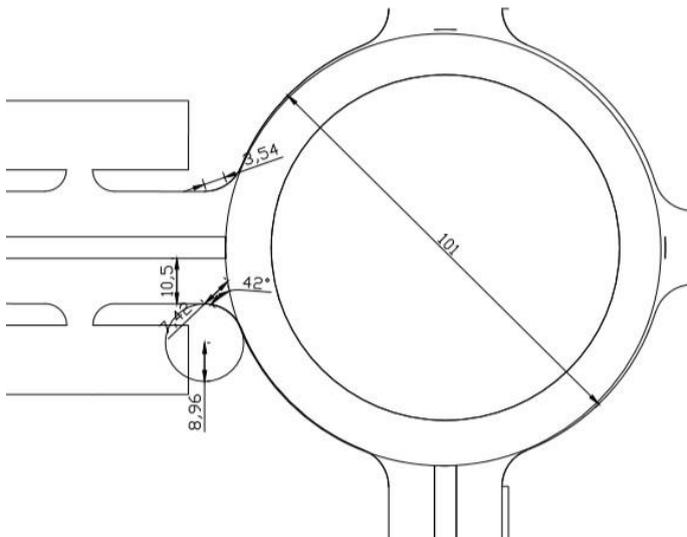
$$f_c = 0,21 * t_d \left(1 + 0,2 * \left\{ v + \frac{e-v}{1+2} \right\}\right) \quad (4)$$

$t_d$  = característica de entrada do diâmetro círculo inscrito;

Para determinação da capacidade de entrada é preciso obter todos os parâmetros da geometria da rotatória, após realizado o desenho a partir das medidas padrão das rotatórias em Palmas, foi possível então a determinação das constantes:

Em Palmas – TO, os modelos padrão de rotatória são raios de entrada de 9m, raio do anel de circulação central de 40 m e largura das vias de 10,50 m. A partir do desenho foi possível determinar ângulos de entrada e comprimento do leque, conforme a figura 19.

Figura 19 - Determinação das constantes para cálculo da capacidade de entrada



Fonte: Próprio autor (2018)

#### 4.2 Cálculo para determinação da capacidade de entrada:

Onde K é um parâmetro dependente das características geométricas da entrada e da rotatória, como raio e ângulo de entrada:

$$K = 1 - 0,0347 \times (\phi - 30) - 0,978 \times \left\{ \left( \frac{1}{r} \right) - 0,05 \right\}$$

Onde:

$$\phi = 42^\circ$$

$$r = 9 \text{ m}$$

$$K = 1 - 0,0347 \times (42 - 30) - 0,978 \times \left\{ \left( \frac{1}{9} \right) - 0,05 \right\}$$

$$K = 0,8986$$

Para determinação do valor da constante F, é necessário valores referentes as características geométricas:

Onde:

$$V = 10,50 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{2} * v = 5,25 \text{ m}$$

$$e = 7,42 \text{ m}$$

$$l' = 3,54 \text{ m}$$

Onde S é um parâmetro dependente das características de entrada e da rotatória:

$$S = 1,6 * \left( \frac{7,42 - 5,25}{3,54} \right)$$

$$S = 0,9808$$

$$F = 303 * \left( 5,25 + \frac{7,42 - 5,25}{1 + 2 * 0,9808} \right)$$

$$F = 1.812,76$$

Determinando a constante  $F_c$ :

Conforme DENATRAN (1984),  $T_d$  para  $DCI = 100$  m é = 1,0090

$$f_c = 0,21 * 1,0090 * (1 + 0,2 * \{ 5,25 + \frac{7,42 - 5,25}{1 + 2 * 0,9808} \})$$

$$f_c = 1,5212$$

Determinando o volume de veículos circulando na rotatória:

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C1:

$$Q_c = 798 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = K * (F - f_c * Q_c)$$

Onde:

$$Q_c = 822 \text{ ucp/h}$$

$$K = 0,8986$$

$$F = 1.812,76$$

$$f_c = 1,5212$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 798)$$

$$Q_e = 538 \text{ ucp/h}$$

Estas constantes a seguir descritas são determinadas em função da geometria da entrada da interseção, como as rotatórias em Palmas – TO seguem um padrão e são simétricas, ou seja, possui todas as suas entradas com as mesmas configurações e mesmas medidas, assim os valores de  $K$ ,  $F$  e  $F_c$  serão os mesmo para todas as entradas:

$$K = 0,8986$$

$$F = 1.812,76$$

$$f_c = 1,5212$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C1:

$$Q_c = 724 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 724)$$

$$Q_e = 639 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C1:

$$Q_c = 505 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 505)$$

$$Q_e = 938 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C1:

$$Q_c = 561 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 561)$$

$$Q_e = 862 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO05/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C2:

$$Q_c = 788 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 788)$$

$$Q_e = 552 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO05/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C2:

$$Q_c = 616 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 616)$$

$$Q_e = 786 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO05/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C2:

$$Q_c = 503 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 503)$$

$$Q_e = 941 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO05/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C2:

$$Q_c = 577 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 577)$$

$$Q_e = 840 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C3:

$$Q_c = 801 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 801)$$

$$Q_e = 534 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C3:

$$Q_c = 799 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 799)$$

$$Q_e = 536 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30 conforme demonstrado no apêndice C3:

$$Q_c = 571 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 571)$$

$$Q_e = 848 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C3:

$$Q_c = 626 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 626)$$

$$Q_e = 773 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C4:

$$Q_c = 762 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 762)$$

$$Q_e = 568 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C4:

$$Q_c = 771 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 771)$$

$$Q_e = 575 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C4:

$$Q_c = 565 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 565)$$

$$Q_e = 857 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C4:

$$Q_c = 707 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 707)$$

$$Q_e = 662 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO01/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C5:

$$Q_c = 644 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 644)$$

$$Q_e = 748 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO01/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C5:

$$Q_c = 562 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 562)$$

$$Q_e = 860 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO01/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C5:

$$Q_c = 420 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 420)$$

$$Q_e = 1.055 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO01/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C5:

$$Q_c = 479 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 479)$$

$$Q_e = 974 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C6:

$$Q_c = 803 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 532)$$

$$Q_e = 532 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C6:

$$Q_c = 746 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 746)$$

$$Q_e = 609 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C6:

$$Q_c = 523 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 523)$$

$$Q_e = 914 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C6:

$$Q_c = 552 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 552)$$

$$Q_e = 874 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da Av. JK/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C7:

$$Q_c = 765 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 765)$$

$$Q_e = 583 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da Av. JK/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C7:

$$Q_c = 729 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 729)$$

$$Q_e = 632 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/oeste da Av. JK/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C7:

$$Q_c = 576 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 576)$$

$$Q_e = 842 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da Av. JK/NS02 das 07:30 às 08:30, conforme demonstrado no apêndice C7:

$$Q_c = 3 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 3)$$

$$Q_e = 1.624,84 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da Av. JK/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C8:

$$Q_c = 748 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 748)$$

$$Q_e = 606 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da Av. JK/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C8:

$$Q_c = 694 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 694)$$

$$Q_e = 680 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido leste/Oeste da Av. JK/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C8:

$$Q_c = 647 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 647)$$

$$Q_e = 744 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da Av. JK/NS02 das 13:30 às 14:30, conforme demonstrado no apêndice C8:

$$Q_c = 2 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 2)$$

$$Q_e = 1.626 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido norte/sul da Av. JK/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C9:

$$Q_c = 748 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 748)$$

$$Q_e = 586 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido sul/norte da Av. JK/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C9:

$$Q_c = 730 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 730)$$

$$Q_e = 631 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da Av. JK/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C9:

$$Q_c = 624 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 624)$$

$$Q_e = 776 \text{ ucp/h}$$

Este volume foi determinado a partir da pesquisa de campo, no sentido oeste/leste da Av. JK/NS02 das 17:30 às 18:30, conforme demonstrado no apêndice C9:

$$Q_c = 3 \text{ ucp/h}$$

$$Q_e = 0,8986 * (1.812,76 - 1,5212 * 3)$$

$$Q_e = 1.625 \text{ ucp/h}$$

#### 4.2 Análise e interpretação dos dados

Após obtidos os resultados calculados, será demonstrado a seguir os casos em que a capacidade da interseção foi alcançada:

Tabela 1- Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção

Rotatória LO05/NS02				
Horário	Local	Sentido	Qc (ucp/h)	Qe (ucp/h)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/sul	798	538
07:30 às 08:30	SN	Sul/Norte	724	639
13:30 às 14:30	NS 02	Norte/Sul	788	552
17:30 às 18:30	NS	Norte/Sul	801	534
17:30 às 18:30	SN	Sul/Norte	799	536

Tabela 2 - Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção

Rotatória LO01/NS02				
Horário	Local	Sentido	Qc (ucp/h)	Qe (ucp/h)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/sul	762	568
07:30 às 08:30	SN	Sul/Norte	771	575
17:30 às 18:30	NS 02	Norte/Sul	803	532
17:30 às 18:30	SN 02	Sul/Norte	746	609

Fonte: Próprio autor

Tabela 3 - Resultados obtidos após o cálculo da capacidade da interseção

Rotatória JK/NS02				
Horário	Local	Sentido	Qc (ucp/h)	Qe (ucp/h)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/sul	765	583
07:30 às 08:30	SN	Sul/Norte	729	632
13:30 às 14:30	NS 02	Norte/Sul	748	606
13:30 às 14:30	SN 02	Sul/Norte	694	680
17:30 às 18:30	NS	Norte/Sul	748	586
17:30 às 18:30	SN	Sul/Norte	730	631

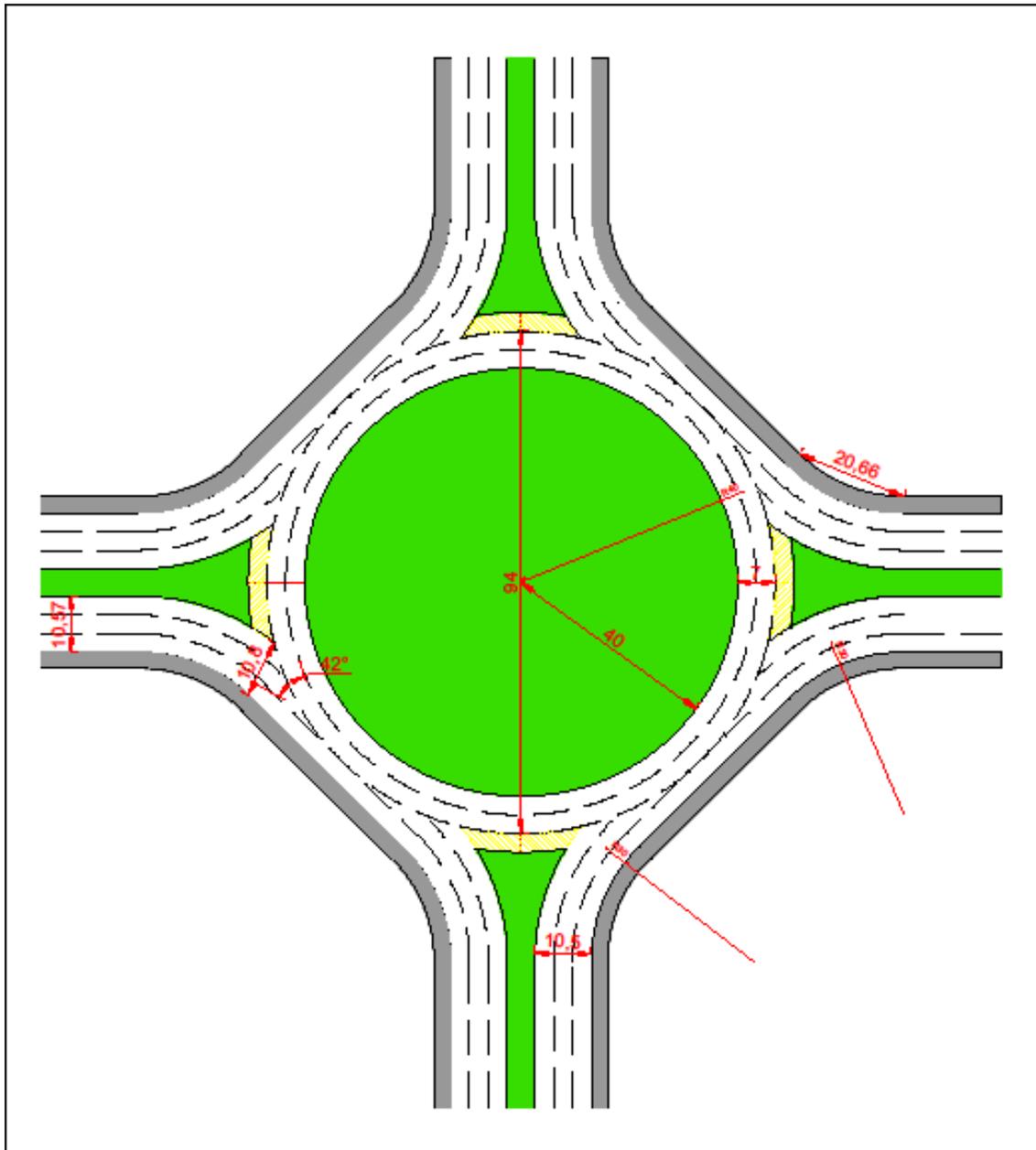
Fonte: Próprio autor

Nessas situações em que a capacidade da interseção foi alcançada, deve-se adotar medidas que solucionem ou diminuam o problema, pois a tendência da demanda do tráfego de veículos é aumentar enquanto que a interseção não aumenta sua capacidade, pois possui sua configuração já definida.

#### 4.3 Proposta de adequação para geometria da rotatória

Nesta etapa do trabalho será apresentada a proposta de adequação, visando uma correção das interseções já existentes, conforme a figura 20.

Figura 20 - Representação da proposta para alteração da geometria das rotatórias



## Proposta de Adequação da Geometria da Rotatória

Fonte: Próprio autor (2018)

Assim será proposto uma adequação da geometria das rotatórias. Foi realizando o aumento do raio de entrada de 9 m, que é um padrão para a maioria das rotatórias implementadas em Palmas, pois, este aumento irá possibilitar um aumento na capacidade de entrada devido ao auto fluxo conflitante.

Como as rotatórias analisadas neste trabalho seguem um modelo padrão, a adequação aqui proposta, será para todas elas.

Nesta proposta de adequação, o raio de entrada de 9m passará para um raio de 30m de entrada, visando aumentar a capacidade de entrada nas interseções.

#### 4.4 Análise e interpretação dos dados

Feito a análise das capacidades de entrada dos três cruzamentos em relação ao volume atual de tráfego e ter constatado que algumas entradas estão operando acima da sua capacidade no horário de pico, será então recalculada a capacidade entrada com a nova geometria proposta.

Os novos valores das constantes foram obtidos através da proposta de adequação da geometria da rotatória:

Onde:

$$\emptyset = 42^\circ$$

$$r = 40 \text{ m (novo raio proposto);}$$

$$K = 1 - 0,00347 * (42 - 30) - 0,978 * \left\{ \left( \frac{1}{40} \right) - 0,05 \right\}$$

$$K = 0,9828$$

Determinando o valor da constante F:

Onde:

$$V = 10,50 \text{ m}$$

$$v = \frac{1}{2} * v = 5,25 \text{ m}$$

$$e = 10,80 \text{ m}$$

$$l' = 20,66 \text{ m}$$

$$S = 1,6 * \left( \frac{10,90 - 5,25}{20,66} \right)$$

$$S = 0,4298$$

$$F = 303 * \left( 5,25 + \frac{10,80 - 5,25}{1 + 2 * 0,4298} \right)$$

$$F = 2.495,06$$

Determinando a nova constante  $f_c$ :

$$T_d \text{ para } DCI = 1,0090$$

$$f_c = 0,21 * 1,0090 * (1 + 0,2 * \{ 5,25 + \frac{10,80 - 5,25}{1 + 2 * 0,4298} \})$$

$$f_c = 2,0938$$

Agora será realizado novamente os cálculos da capacidade de entrada dos sentidos que estão operando acima da capacidade no horário de pico.

No sentido norte/sul da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 798 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 798)$$

$$Q_e = 809 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte da LO05/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 724 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 724)$$

$$Q_e = 962 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul da LO05/NS02 das 13:30 às 14:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 788 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 788)$$

$$Q_e = 830 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 801$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 801)$$

$$Q_e = 804 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte da LO05/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 799$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 799)$$

$$Q_e = 807 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 762$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 762)$$

$$Q_e = 884 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte da LO01/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 771$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 771)$$

$$Q_e = 865 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 803$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 803)$$

$$Q_e = 799 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte da LO01/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 746$  ucp/h

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 746)$$

$$Q_e = 916 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul JK/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 765 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 765)$$

$$Q_e = 877 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte JK/NS02 das 07:30 às 08:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 729 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 729)$$

$$Q_e = 952 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul JK/NS02 das 13:30 às 14:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 748 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 748)$$

$$Q_e = 912 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte JK/NS02 das 13:30 às 14:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 694 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 694)$$

$$Q_e = 1024 \text{ ucp/h}$$

No sentido norte/sul JK/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 748 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 748)$$

$$Q_e = 912 \text{ ucp/h}$$

No sentido sul/norte JK/NS02 das 17:30 às 18:30:

Sendo o fluxo conflitante  $Q_c = 730 \text{ ucp/h}$

$$Q_e = 0,9828 * (2.495,06 - 2,0938 * 730)$$

$$Q_e = 950 \text{ ucp/h}$$

Com a nova geometria proposta para a interseção, houve um aumento significativo das capacidades de entrada e com isso, o problema foi solucionado temporariamente. Pois, o fluxo conflitante em alguns casos, obteve-se resultados bem próximo da capacidade de entrada.

## 5 CONCLUSÃO

Através da pesquisa de campo foi possível obter a demanda atual do fluxo para poder determinar a capacidade de entrada das rotatórias, todos os resultados obtidos a partir da proposta de melhoria da geometria para a capacidade foram positivos, sendo que a condição atual de demanda foi atendida.

Foram realizados os cálculos da capacidade de entrada das interseções utilizando o modelo de cálculo desenvolvido na Inglaterra TRL. Assim através dos cálculos, foi possível constatar que nos horários de pico, as interseções analisadas em alguns sentidos apresentam menor capacidade de entrada comparada ao fluxo conflitante.

Constatando-se que através da mudança da geometria, temos um aumento na capacidade de entrada, sendo apresentada uma proposta de melhoria onde foi realizado novos cálculos para saber se aquela proposta atenderia a demanda atual. Onde a mesma foi atendida, porém, é uma solução parcial do problema, visto que, a demanda atual se deu bem próxima da capacidade. E caso haja um aumento do volume de veículos, esta capacidade não será atendida.

Para uma solução definitiva, deve-se realizar estudos através de simulações de aumento do fluxo para analisar uma demanda futura e propor uma solução.

O principal objetivo dessa pesquisa foi avaliar se a capacidade do fluxo de entrada das rotatórias atendia a capacidade atual de veículos. As determinações e verificações do levantamento em campo de cada interseção foram feitas e obteve resultados positivos, a partir da ampliação dos raios de entrada.

Realizar esse tipo de pesquisa é importante para avaliar as condições atuais do tráfego, tanto do dimensionamento da interseção, quanto para a segurança dos condutores, pois os resultados ajudam a saber qual tipo de solução a ser utilizada em caso do aumento de capacidade ou a chegar a uma ideia mais próxima para possível intervenção.

Após serem obtidos todos os resultados e verificado se cada demanda atendia, foi possível realizar o cálculo pelo método TRL, utilizando a atual demanda de tráfego e após ser determinado é concluído que a interseção existente não atende em alguns sentidos dos cruzamentos a capacidade do tráfego de veículos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, João Fortini. **Noções sobre interseções**. Apresentação pdf, 2007.

ARENALES, M. et al. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BAZZOLI, João Aparecido. **DISPERSÃO URBANA E INSTRUMENTOS DE GESTÃO: dilemas do poder local e da sociedade em Palmas/TO**. 2012. 336 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Cap. 2.

BRASIL, Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**.

BRASIL, Lei nº 9.530, de 23 de setembro de 1997. **Ministério das cidades**.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro (CTB)**. Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília: 2017.

BRASIL. Constituição (1997). **Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997**. Brasília, DF, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/leis/L9503.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L9503.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2018.

BRASIL. Constituição (2007). **Plano Diretor Participativo do Município de Palmas nº 14**, de 07 de novembro de 2007. Palmas, TO.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego**. - Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528p. (IPR. Publ., 718).

Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas.** - Rio de Janeiro, 2010. 392p. (IPR. Publ., 740).

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob: construindo a cidade sustentável – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.** Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - SPI. **Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2004-2007: exercício 2007 - ano base 2006 /** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília: MP, 2007. 110p. : il - (Ministério das Cidades . Caderno 12).

COELHO, Marcelo Daniel. **ANÁLISE E SUGESTÕES PARA PROJETOS GEOMÉTRICOS DE RÓTULAS MODERNAS EM VIAS URBANAS.** 2012. 121 f.

**DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito – Código de Trânsito Brasileiro.**

**DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito do Tocantins – Frota de Veículos 2018.**

DfT, 1981 - **Determination of Size of Roundabouts and Major/Minor Juntions –** Departmental Advice Note, TA 23/81, Department of Transport Editor, December U.K

Dissertação (Mestrado) - **Curso de Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.**

FHWA – **Federal Highway Administration. Roundabouts: An Informational Guide, No.** FHWA-RD-00-067, Virginia, EUA, 2000. 284 p.

FONSECA, Danilo Silva. **ESTUDO DE TRÁFEGO NA PÇA. JACKSON DO AMAURI.** 2010. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia – Dtec, Universidade Estadual de Feira de Santana – Uefs, Feira de Santana, 2010.

FREITAS, Matheus de Paula. **ACIDENTES DE TRÂNSITO NO BRASIL E EM UBERLÂNDIA (MG): Análise do Comportamento e a Forma de Utilização deste Indicador para a Gestão da Mobilidade Urbana**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (ig/ufu), Uberlândia, 2010.

GRUPOQUATRO. **Memorial do projeto da capital do estado do Tocantins: Palmas/Plano Básico**. Goiânia, 1989 (Mimeog.).

HA (2007). **Design of Mini-Roundabouts**. Design Manual of Roads and Bridges TD 54/07, Highways Agency, London, UK.

HA (2007). **Geometric Design of Roundabouts**. Design Manual of Roads and Bridges TD 16/07, Highways Agency, London, UK.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística**. Estimativas de População. Palmas – TO, 2018.

LIMA, E. T. **Estudo do uso de rotatórias na redução da concentração de monóxido de carbono de origem veicular**. Santa Catarina, 2009.

NERIS, Diego Fernandes, **Melhoria do Desempenho do tráfego em rotatórias com o emprego de semáforos próximos na via principal**. 2014. 99f. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, M. J. F. **Gestão da Capacidade de Atendimento e Simulação Computacional para a Melhoria na Alocação de Recursos e no Nível de Serviço em Hospitais**. Em: III SEGET - Simpósio de Excelência em Gestão E Tecnologia. 2006.

PENEIRAS, Diana Estela Pereira. **Estudo de Interseções Giratórias em Meio Urbano**. 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho Escola de Engenharia, Guimarães, 2013.

SANTORO, Paula. **Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano! Conheça o anteprojeto de lei da política nacional de mobilidade urbana.** São Paulo, 2005. 39 p. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/922/922.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

SEGAWA, Hugo. **Palmas, cidade nova ou apenas uma nova cidade?** Revista Projeto. São Paulo, n. 146, out. 1991.

SILVA, Ana Maria César Bastos; SECO, Alvaro Jorge da Maia. **DIMENSIONAMENTO DE ROTUNDAS: TEXTOS DIDÁCTICOS.** 3. ed. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2014. Disponível em: <[http://w3.ualg.pt/~mgameiro/Aulas\\_2006\\_2007/transportes/rotundas\\_04 \(prof.AlvaroSeco\).pdf](http://w3.ualg.pt/~mgameiro/Aulas_2006_2007/transportes/rotundas_04(prof.AlvaroSeco).pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2018.

SILVA, Ana Maria César Bastos; SECO, Alvaro Jorge da Maia. **DIMENSIONAMENTO DE ROTUNDAS.** 3. ed. Coimbra: Pearson, 2004. 42 p.

SOUZA, Marcello Victorino Junqueira de. **ANÁLISE DE DESEMPENHO DE UMA INTERSEÇÃO NÃO SEMAFORIZADA EM NÍVEL (ROTATÓRIA) UTILIZANDO MICROSSIMULAÇÃO: ESTUDO DE CASO: ANEL VIÁRIO DA UFRJ.** 2014. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

TEIXEIRA, Luiz Fernando Cruvinel. **A formação de Palmas.** Revista da UFG. Goiânia, v. 11, n. 6, p. 91-99, jun. 2009.

**APÊNDICE A**

Resultado do levantamento de dados em campo

Planilha A1 – Contagem volumétrica classificatória dos veículos entrando na rotatória

Acadêmica: Karuline Borges Lima						
FOLHA N° (A)						
POSTO LOCAL (A)						
Tempo: sol						
Dia da semana: Terça-Feira						
Data: 21/08/2018						
Localização: Rotatória NS02/LO05						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Norte/Sul	305	94	2	4
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Sul/Norte	222	42	1	0
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Leste/Oeste	223	31	0	3
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Oeste/Leste	242	88	0	2
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Norte/Sul	266	93	1	1
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Sul/Norte	225	41	1	0
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Leste/Oeste	235	45	1	0
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Oeste/Leste	253	90	1	5
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Norte/Sul	279	101	2	2
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Sul/Norte	212	34	0	1
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Leste/Oeste	201	30	1	0
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Oeste/leste	269	96	3	6
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Norte/sul	265	72	2	1
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Sul/Norte	199	29	2	0
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Leste/Oeste	188	25	0	1
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Oeste/Leste	262	69	0	7
Total de veículos em 1 hora: 4.876 veículos						

## Planilha A2

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA Nº (B) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO05						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Norte/Sul	226	56	1	3
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Sul/Norte	239	54	1	2
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Leste/Oeste	229	48	0	5
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Oeste/Leste	211	52	0	1
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Norte/Sul	215	43	3	2
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Sul/Norte	229	51	1	1
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Leste/Oeste	238	52	1	2
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Oeste/Leste	203	48	1	1
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Norte/Sul	215	51	1	2
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Sul/Norte	224	57	2	1
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Leste/Oeste	215	54	0	4
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Oeste/leste	208	45	1	3
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Norte/sul	191	49	2	2
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Sul/Norte	204	50	1	1
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Leste/Oeste	208	42	1	6
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Oeste/Leste	195	39	0	1
Total de veículos em 1 hora: 4.294 veículos						

## Planilha A3

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA Nº (C) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO05						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Norte/Sul	295	129	2	2
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Sul/Norte	182	31	0	2
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Leste/Oeste	192	36	0	4
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Oeste/Leste	326	112	2	4
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Norte/Sul	304	117	4	1
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Sul/Norte	177	22	3	0
De: 17:45 até: 18:00	LO05	Leste/Oeste	201	36	1	3
De: 17:45 até: 18:00	LO05	Oeste/Leste	335	98	3	3
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Norte/Sul	310	104	3	1
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Sul/Norte	202	36	1	1
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Leste/Oeste	179	26	0	4
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Oeste/leste	273	97	2	0
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Norte/sul	241	37	1	1
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Sul/Norte	141	32	0	0
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Leste/Oeste	176	42	1	2
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Oeste/Leste	298	61	2	0
Total de veículos em 1 hora: 4.901 veículos						

## Planilha A4

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA Nº (D) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Norte/Sul	239	85	2	0
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Sul/Norte	263	96	3	0
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Leste/Oeste	267	112	2	3
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Oeste/Leste	218	78	2	0
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Norte/Sul	263	90	0	0
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Sul/Norte	277	102	1	1
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Leste/Oeste	267	87	3	0
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Oeste/Leste	251	98	1	1
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Norte/Sul	240	93	1	1
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Sul/Norte	277	93	4	2
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Leste/Oeste	266	90	3	2
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Oeste/leste	242	96	1	2
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Norte/sul	250	83	0	1
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Sul/Norte	238	83	3	0
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Leste/Oeste	188	25	0	1
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Oeste/Leste	270	84	2	1
Total de veículos em 1 hora: 5.454 veículos						

## Planilha A5

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA Nº (E) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Norte/Sul	226	56	1	3
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Sul/Norte	239	54	1	2
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Leste/Oeste	229	48	0	5
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Oeste/Leste	211	52	0	1
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Norte/Sul	215	43	3	2
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Sul/Norte	229	51	1	1
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Leste/Oeste	238	52	1	2
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Oeste/Leste	203	48	1	1
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Norte/Sul	215	51	1	2
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Sul/Norte	224	57	2	1
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Leste/Oeste	215	54	0	4
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Oeste/leste	208	45	1	3
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Norte/sul	191	49	2	2
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Sul/Norte	204	50	1	1
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Leste/Oeste	208	42	1	6
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Oeste/Leste	195	39	0	1
Total de veículos em 1 hora: 4.294 veículos						

## Planilha A6

Acadêmica: Karuline Borges Lima						
FOLHA Nº (F)						
POSTO LOCAL (B)						
Tempo: sol						
Dia da semana: Quinta-Feira						
Data: 23/08/2018						
Localização: RotatóriaNS02/LO01						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Norte/Sul	302	140	2	2
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Sul/Norte	184	32	1	2
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Leste/Oeste	183	34	1	4
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Oeste/Leste	313	115	2	0
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Norte/Sul	311	110	4	1
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Sul/Norte	203	24	2	0
De: 17:45 até: 18:00	LO05	Leste/Oeste	335	89	3	3
De: 17:45 até: 18:00	NS02	Oeste/Leste	335	98	3	3
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Norte/Sul	317	108	2	1
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Sul/Norte	208	37	2	0
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Leste/Oeste	186	28	0	1
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Oeste/leste	277	98	2	1
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Norte/sul	249	34	1	1
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Sul/Norte	152	34	14	0
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Leste/Oeste	182	44	1	1
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Oeste/Leste	288	65	2	0
Total de veículos em 1 hora: 5.177 veículos						

## Planilha A7

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA Nº (G) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Norte/Sul	241	34	9	0
De: 07:30 até: 07:45	NS 02	Sul/Norte	501	83	2	1
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Leste/Oeste	234	38	11	3
De: 07:30 até: 07:45	LO05	Oeste/Leste	0	1	0	0
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Norte/Sul	249	49	8	2
De: 07:45 até: 08:00	NS 02	Sul/Norte	531	92	4	53
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Leste/Oeste	244	42	14	0
De: 07:45 até: 08:00	LO05	Oeste/Leste	2	0	0	0
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Norte/Sul	270	39	4	0
De: 08:00 até: 08:15	NS 02	Sul/Norte	520	79	1	2
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Leste/Oeste	251	44	8	0
De: 08:00 até: 08:15	LO05	Oeste/leste	0	0	0	0
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Norte/sul	233	39	5	1
De: 08:15 até: 08:30	NS 02	Sul/Norte	500	99	0	4
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Leste/Oeste	203	41	5	0
De: 08:15 até: 08:30	LO05	Oeste/Leste	1	0	0	0
Total de veículos em 1 hora: 4.797 veículos						

## Planilha A8

Acadêmica: Karuline Borges Lima						
FOLHA Nº (H)						
POSTO LOCAL (C)						
Tempo: sol						
Dia da semana: Quarta-Feira						
Data: 22/08/2018						
Localização: Rotatória NS02/Av. JK						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Norte/Sul	235	38	3	0
De: 13:30 até: 14:45	NS 02	Sul/Norte	355	91	0	1
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Leste/Oeste	233	40	4	1
De: 13:30 até: 14:45	LO05	Oeste/Leste	2	0	0	0
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Norte/Sul	275	47	5	0
De: 13:45 até: 14:00	NS 02	Sul/Norte	325	97	0	3
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Leste/Oeste	269	42	4	1
De: 13:45 até: 14:00	LO05	Oeste/Leste	0	0	0	0
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Norte/Sul	282	32	4	2
De: 14:00 até: 14:15	NS 02	Sul/Norte	363	110	0	5
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Leste/Oeste	273	35	5	2
De: 14:00 até: 14:15	LO05	Oeste/leste	0	0	0	0
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Norte/sul	269	38	6	1
De: 14:15 até: 14:30	NS 02	Sul/Norte	339	89	0	1
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Leste/Oeste	265	31	6	1
De: 14:15 até: 14:30	LO05	Oeste/Leste	0	0	0	0
Total de veículos em 1 hora: 4.230 veículos						

## Planilha A9

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA N° (I) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK						
Contagem volumétrica classificatória de veículos entrando na rotatória						
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	ônibus (O)	Caminhão (CA)
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Norte/Sul	313	51	6	0
De: 17:30 até: 17:45	NS 02	Sul/Norte	525	44	3	0
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Leste/Oeste	341	48	6	0
De: 17:30 até: 17:45	LO05	Oeste/Leste	1	0	0	0
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Norte/Sul	291	44	1	1
De: 17:45 até: 18:00	NS 02	Sul/Norte	575	61	2	0
De: 17:45 até: 18:00	LO05	Leste/Oeste	327	51	3	0
De: 17:45 até: 18:00	NS02	Oeste/Leste	2	1	0	0
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Norte/Sul	338	99	2	1
De: 18:00 até: 18:15	NS 02	Sul/Norte	527	115	2	0
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Leste/Oeste	371	103	0	0
De: 18:00 até: 18:15	LO05	Oeste/leste	2	0	0	0
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Norte/sul	304	98	1	1
De: 18:15 até: 18:30	NS 02	Sul/Norte	543	102	2	0
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Leste/Oeste	356	72	8	0
De: 18:15 até: 18:30	LO05	Oeste/Leste	0	0	0	0
Total de veículos em 1 hora: 5.744 veículos						

**APÊNDICE B**

Resultado do levantamento de dados em campo

Planilha B1 – Contagem volumétrica classificatória do tráfego entrando na rotatória nos seus respectivos sentidos

Acadêmica: Karuline Borges Lima FOLHA N° (A) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
07:30 às 08:30	NS02	Norte/Sul	1.490 veículos
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	1.009 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	984 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	1.393 veículos
Total:			4.876 veículos

## Planilha B2

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (B) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
13:30 às 14:30	NS02	Norte/sul	1.062 veículos
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	1.118 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	1.005 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	1.009 veículos
Total:			4.294 veículos

## Planilha B3

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (C) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
17:30 às 18:30	NS02	Norte/Sul	1.552 veículos
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	830 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	903 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	1.616 veículos
Total:			4.901 veículos

## Planilha B4

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (D) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
07:30 às 08:30	NS02	Norte/Sul	1.348 veículos
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	1.443 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	1.316 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	1.347 veículos
Total:			5.454 veículos

## Planilha B5

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (E) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
13:30 às 14:30	NS02	Norte/sul	1.062 veículos
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	1.118 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	1.105 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	1.009 veículos
Total:			4.294 veículos

## Planilha B6

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (F) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: RotatóriaNS02/LO01			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
17:30 às 18:30	NS02	Norte/Sul	1.585 veículos
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	895 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	1.095 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	1.602veículos
Total:			5.177 veículos

## Planilha B7

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (G) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
07:30 às 08:30	NS02	Norte/Sul	1.183 veículos
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	2.472 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	1.138 veículos
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	04 veículos
Total:			4.797 veículos

## Planilha B8

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (H) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
13:30 às 14:30	NS02	Norte/sul	1237 veículos
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	1779 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	1.212 veículos
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	02 veículos
Total:			4.230 veículos

## Planilha B9

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (I) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK			
Volume entrando na rotatória			
Horário	Local	Sentido	Volume Contado em 1 hora
17:30 às 18:30	NS02	Norte/Sul	1.551 veículos
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	2.501 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	1.686 veículos
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	06 veículos
Total:			5.744 veículos

**APÊNDICE C**

Resultado do levantamento de dados em campo

Planilha C1 – Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (A) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/Sul	758	35	4	1	798
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	697	22	5	0	724
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	489	14	2	0	505
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	541	19	1	0	561

## Planilha C2

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (B) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
13:30 às 14:30	NS02	Norte/Sul	754	32	2	0	788
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	589	26	1	0	616
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	492	11	0	0	503
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	557	18	0	2	577

## Planilha C3

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA Nº (C) POSTO LOCAL (A) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória LO05/NS02							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
17:30 às 18:30	NS02	Norte/Sul	751	46	3	1	801
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	769	29	1	0	799
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	556	14	0	1	571
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	603	23	0	0	626

## Planilha C4

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA Nº (D) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/Sul	717	42	2	1	762
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	744	26	1	0	771
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	555	10	0	0	565
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	691	16	0	0	707

## Planilha C5

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA Nº (E) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Terça-Feira Data: 21/08/2018 Localização: Rotatória NS02/LO01							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
13:30 às 14:30	NS02	Norte/sul	608	32	4	0	644
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	534	26	2	0	562
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	408	11	1	0	420
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	457	18	2	2	479

## Planilha C6

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (F) POSTO LOCAL (B) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: RotatóriaNS02/LO01							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
17:30 às 18:30	NS02	Norte/sul	754	47	2	0	803
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	712	32	2	0	746
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	498	22	1	2	523
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	521	28	2	1	552

## Planilha C7

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (G) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Quinta-Feira Data: 23/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
07:30 às 08:30	NS02	Norte/sul	724	39	2	0	765
07:30 às 08:30	NS 02	Sul/Norte	685	41	2	1	729
07:30 às 08:30	LO 05	Leste/Oeste	548	26	2	0	576
07:30 às 08:30	LO 05	Oeste/Leste	2	1	0	0	3

## Planilha C8

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima FOLHA N° (H) POSTO LOCAL (C) Tempo: sol Dia da semana: Quarta-Feira Data: 22/08/2018 Localização: Rotatória NS02/Av. JK							
Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel							
Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
13:30 às 14:30	NS02	Norte/sul	702	44	2	0	748
13:30 às 14:30	NS 02	Sul/Norte	655	37	2	0	694
13:30 às 14:30	LO 05	Leste/Oeste	614	31	2	0	647
13:30 às 14:30	LO 05	Oeste/Leste	1	1	0	0	2

## Planilha C9

Acadêmico(a): Karuline Borges Lima  
 FOLHA N° (I)  
 POSTO LOCAL (C)  
 Tempo: sol  
 Dia da semana: Terça-Feira  
 Data: 21/08/2018  
 Localização: Rotatória NS02/Av. JK

## Contagem volumétrica classificatória do tráfego de circulação no anel

Horário	Local	Sentido	Auto (Vp)	Moto	Ônibus (O)	Caminhão (CA)	Total (Qc)
17:30 às 18:30	NS02	Norte/sul	693	51	2	2	748
17:30 às 18:30	NS 02	Sul/Norte	684	44	2	0	730
17:30 às 18:30	LO 05	Leste/Oeste	583	39	2	0	624
17:30 às 18:30	LO 05	Oeste/Leste	1	2	0	0	3

