



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORT LTDA  
ENGENHARIA CIVIL**

**THALITA RESPLANDES DE MORAIS**

**SOLUÇÕES DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS – ESTUDO DE CASO EM UMA  
INTERSEÇÃO NA CIDADE DE PALMAS - TO**

**PORTO NACIONAL - TO  
2019/1**

**THALITA RESPLANDES DE MORAIS**

**SOLUÇÕES DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS – ESTUDO DE CASO EM UMA  
INTERSEÇÃO NA CIDADE DE PALMAS - TO**

Projeto de conclusão do curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Transportes

Orientador: Flávio Vieira da Silva Júnior.

**PORTO NACIONAL - TO  
2019/1**

**THALITA RESPLANDES DE MORAIS**

**SOLUÇÕES DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS – ESTUDO DE CASO EM UMA  
INTERSEÇÃO NA CIDADE DE PALMAS - TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

---

Professor: Me. Flávio Vieira da Silva Júnior (Orientador)

---

Professor: Me. Douglas Freitas Augusto dos Santos

---

Professora: Me. José Djair Casado de Assis Júnior

**PORTO NACIONAL - TO  
2019**

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise da interseção rodoviária localizada no município de Palmas – TO, local escolhido devido ao cruzamento em rótula entre BR, vias arteriais e uma marginal, provocando um grande congestionamento e misturando o trânsito da BR com o trânsito urbano. O local de estudo é uma área com grande crescimento populacional e com vários polos geradores de tráfego, ocasionando longas filas e consequentemente aumentando o índice de acidentes principalmente em horários de pico. Com isso verifica-se a necessidade de realizar os estudos de tráfego para encontrar a demanda atual e projetar a demanda futura, como também a determinação dos pontos de conflitos e suas devidas origens. Ao efetuar os estudos e encontrar os problemas relacionados a interseção deverá ser elaborado um projeto de adequação com soluções viáveis para as problemáticas encontradas, para isso é necessário conhecer as classificações das interseções buscando o correto tratamento técnico acarretado de segurança e conforto para os usuários.

**Palavras Chaves:** Interseção rodoviária; Projeto de interseções; Segurança viária.

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to analyze the road intersection located in the municipality of Palmas - TO, chosen due to the cross - bridge between BR, arterial and marginal roads, causing a great congestion and mixing BR traffic with urban traffic. The study site is an area with great population growth and with several poles generating traffic, causing long queues and consequently increasing the accident rate, especially during peak times. This shows the need to carry out the traffic studies to find the current demand and to design the future demand, as well as the determination of the points of conflicts and their due origins. When carrying out the studies and finding the problems related to the intersection, a suitability project should be developed with feasible solutions to the problems encountered, for this it is necessary to know the classifications of the intersections seeking the correct technical treatment entailed of safety and comfort for the users.

**Keywords:** Road intersection; Intersection project; Road safety.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Exemplo de interseção em nível .....    | 18 |
| Figura 2 - Exemplo de interseção em desníveis..... | 19 |
| Figura 3 - Exemplo de rotatória.....               | 20 |
| Figura 4 - Interseção da área de estudo .....      | 21 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Cronograma da pesquisa ..... | 27 |
|-----------------------------------------|----|

## SUMÁRIO

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>8</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                      | <b>11</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....                                     | 11        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                              | 11        |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                            | <b>12</b> |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS INTERSEÇÕES.....                       | 12        |
| 3.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO .....                                 | 12        |
| 3.2.1 Tráfego de Veículos .....                              | 13        |
| 3.2.2 Tráfego de Pedestres .....                             | 15        |
| 3.3 INFORMAÇÕES ACIDENTAIS E ECONÔMICAS .....                | 15        |
| 3.4 PROJETO DE INTERSEÇÕES.....                              | 16        |
| 3.5 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO TIPO DE INTERSEÇÃO .....       | 17        |
| 3.5.1 Interseção em nível .....                              | 17        |
| 3.5.2 Interseção em níveis diferentes .....                  | 18        |
| 3.5.3. Rotatória.....                                        | 19        |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>                                   | <b>21</b> |
| 4.1 LOCAL DE ESTUDO.....                                     | 21        |
| 4.2 PESQUISAS DE TRÁFEGO .....                               | 22        |
| 4.2.1 Contagens volumétricas.....                            | 22        |
| 4.3 DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO ATUAL .....                      | 23        |
| 4.4 DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO FUTURO .....                     | 24        |
| 4.5 PROJETO DE ADEQUAÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE CIVIL 3D..... | 25        |
| <b>5 RESULTADOS ESPERADOS .....</b>                          | <b>26</b> |
| <b>6 CRONOGRAMA .....</b>                                    | <b>27</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                      | <b>28</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil o tipo de transporte rodoviário tem uma demanda bem maior em relação aos demais tipos, tanto para transportar mercadorias como para o transporte de pessoas devido a facilidade de acesso por todo o país. A grande demanda do transporte rodoviário exige a mesma grandeza nos investimentos em planejamento, projeção, execução, conservação e fiscalização das malhas rodoviárias nacionais assegurando para a população um transporte seguro, econômico e eficiente.

Os cruzamentos entre rodovias onde dar acesso aos municípios ou às vias arteriais representam um delicado desafio aos engenheiros civis brasileiros para realização do projeto geométrico, pois é necessário atender a demanda de convergências com eficiência e segurança atendendo todas classes de veículos, desde carros de passeio até combinações de veículos de carga.

Os pontos considerados mais críticos para um condutor são nas interseções rodoviárias, onde em um curto período o condutor deverá tomar decisões sobre mudanças de rotas, acessibilidade, obrigações e preferências de trânsito.

Existem fundamentos essenciais para os projetos de interseções, como a cinemática a geometria e a sinalização, permitindo a clareza e a coesão geométrica aos condutores para o rápido entendimento das interseções, e para determinar a ordem de prioridades de tráfego.

O aumento acelerado nas frotas de veículos é um fator importantíssimo a ser analisado na elaboração do projeto de interseções, devido gerar uma demanda que exige maiores investimentos para as soluções que se adequem as novas necessidades viárias de forma viável e econômica.

Para esse trabalho foram coletados dados recentes encontrados através do Denatran (2019) e do IBGE Estimado para (2018), referente a mais nova capital do país, mostrando que em Palmas – TO o índice de pessoas para cada veículo é igual a 2, comprovando assim um aumento enorme ao longo dos anos e despertando a necessidade de análises e medidas que aliviem os efeitos negativos do aumento de frota e circulação de veículos individuais.

O congestionamento nas rodovias é um ponto negativo para o transporte rodoviário, onde afeta não só a economia como também as pessoas, que devido ao tempo de espera podem sofrer de doenças como o estresse e ansiedade.

As modificações que afetam as redes de transportes geram consequências sociais, e cabe aos engenheiros avaliarem os impactos negativos e positivos para buscar uma solução de maior alcance social.

Diante de tal necessidade será realizado um estudo de tráfego, qualidade de fluxo e acesso à rodovia na cidade de Palmas – TO, utilizando dados reais que apresentaram um cenário atual da forma mais precisa. As melhorias devem atender uma demanda futura, para que os investimentos viários tenham impactos positivos também em longo prazo.

Neste trabalho apresentam-se análises técnicas relativas à interpretação das demandas de tráfego, às classificações e aplicações geométricas de interseções, como também, encontrar os cenários de tráfego e avaliar os congestionamentos nos horários de pico para assim determinar as possíveis medidas de alterações na interseção.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar o projeto de nova interseção rodoviária localizada no trecho da BR-010 de acesso a Taquaralto no município de Palmas – TO.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar o tráfego de veículos atual no local e determinar as projeções de tráfego;

Coletar informações para a realização do diagnóstico do tráfego atual e determinar os possíveis danos causados para a sociedade;

Indicar as alternativas mais viáveis e o projeto de adequação dentro dos limites permitidos por norma.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS INTERSEÇÕES**

As classificações e propriedades das interseções seguem a metodologia encontrada no Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005).

O cruzamento de duas ou mais vias determina-se como a interseção de trânsito e sua principal função é facilitar as manobras de confluência com segurança e conforto. As interseções podem ser classificadas em dois grandes grupos definidos em função dos planos em que se realizam os movimentos de cruzamento: Interseções em Nível, quando as estradas que se interceptam possuem a mesma cota no ponto comum e Interseções em Níveis Diferentes, quando existem vias e/ou ramos da interseção cruzando-se em cotas diferentes.

As interseções são formadas com elementos de descontinuidade em qualquer rede viária, ou seja, são situações críticas que devem ser tratadas de uma forma especial, como assegurar áreas onde as correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes internas ou externas. Nos projetos de interseções deve-se sempre garantir uma circulação ordenada dos veículos mantendo o nível de serviço da rodovia.

Para o estudo e projeto de uma interseção devem ser considerados vários fatores, dentre eles os elementos de tráfego, fatores físicos, econômicos e ambientais. A escolha do tipo de interseção dependerá principalmente da correlação entre a topografia do terreno, os volumes de tráfego e sua composição, a capacidade das vias, a segurança e os custos de implantação e de operação. Esses fatores e suas interdependências deverão ser conhecidos antes da elaboração do projeto devido estarem ligados diretamente aos elementos de projeto.

#### **3.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO**

No planejamento ou investigação de uma infraestrutura viária já existente são indispensáveis os estudos de tráfegos, pois se compreende em avaliar a capacidade das vias para assim se estabelecer meios construtivos necessários para à eficiência da circulação ou das características do seu projeto (SANTOS, 2013).

De acordo com o Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) o propósito dos estudos de tráfego é alcançar informações pertencentes aos cinco

elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e a correlação entre eles.

Segundo o Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) é através dos estudos de tráfego que se pode conhecer o número de veículos que passa por uma via em determinado período de tempo, como também permite conhecer suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais de mais ocorrência de acidentes de trânsito, etc.

Em concordância com Santos (2013) o tráfego inclui todos os tipos de veículos que circulam pela via, seja no que se refere ao tamanho, à velocidade, ao peso ou à função a que se destinam.

Ao analisar o tráfego é necessário encontrar um volume que é o número máximo de veículos que se supõe que irá passar em um determinado trecho de uma faixa ou pista em um período de tempo estipulado, que geralmente é expresso em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph), com isso possibilita a elaboração ou adequação eficiente de uma via (DNIT, 2006; FAVERO, 2017).

De acordo com Santos (2013) da mesma forma que o tráfego não é igual no decorrer das horas assim também os volumes de tráfego sofrem alterações, tal verificação implica na necessidade de conhecer os horários de picos nos quais o movimento de veículos passando é maior do que nos demais horários.

Segundo Santos (2013) o conceito de volume da hora de pico (Vhp) surge a partir do entendimento em que o volume de tráfego não é constante ao longo do dia sendo necessário conhecer a hora do dia em que a rodovia será mais solicitada, podendo ainda ser definido em relação ao determinado mês. Desta forma em um só ano é possível encontrar vários Vhp diferentes.

Conforme Santos (2013) conhecer os volumes de tráfego é de imensa importância, bem como no planejamento de novas rodovias como também para análise de tráfego de uma rodovia já existente uma vez que com esses estudos é possível determinar os níveis de serviço e caso necessário até provar a necessidade de adequação da via.

### **3.2.1 Tráfego de Veículos**

Segundo o Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) existem três características essenciais dos aspectos dinâmicos do tráfego, que são o volume, a

velocidade e a densidade. Analisando esses três elementos é possível à avaliação global da fluidez do movimento geral de veículos.

Os dados de tráfego deverão incluir os Volumes Médios Diários (VDM) que é classificada como a média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via como também os Volumes Horários de Projeto (VHP) que é o número de veículos por hora que deve ser atendido em condições adequadas de segurança e conforto pelo projeto da via em questão (DNIT, 2005; FAVERO, 2017).

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) as informações dos volumes de tráfego obtidas através dos estudos deverão ser apresentadas em fluxogramas indicativos das diversas correntes de veículos, ou seja, classificados em função das finalidades do estudo, utilizando no mínimo os carros de passeio, ônibus e veículos de carga, habitualmente qualificado como automóveis ou carros, ônibus e caminhões. Deverão ser realizados fluxogramas para o ano de projeto e, possivelmente, para uma interseção a ser implantada por etapas, para o ano de abertura ao tráfego e os de ampliação.

O volume é uma característica muito importante no tráfego de veículos pois fornece uma medida clara do nível de congestionamento de uma via, mas também existem outros aspectos importantes para que através do inter-relacionamento entre eles haja uma fluidez perfeita no movimento dos veículos (DNIT, 2006).

Conforme o Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) a velocidade é uma das características essenciais do tráfego, porém, uma das mais complexas para definir. Atribui-se várias formas, de acordo com o tipo de tempo que é utilizado podendo ser calculada pontualmente ou como uma média no tempo percorrido.

Segundo Favero (2017) a definição de velocidade de projeto é com base nas características geométricas da via para garantir a segurança dos usuários. A velocidade atribuída para que qualquer veículo pegue um menor congestionamento possível em um determinado trajeto deverá ser a velocidade de fluxo livre.

A densidade é definida como o número de veículos por unidade de comprimento da via, ou seja, é medida pela proximidade entre os veículos na corrente de tráfego, essa característica representa diretamente o grau de liberdade de manobra e conforto do usuário da via (DNIT, 2006; SANTOS, 2013).

De acordo com o Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) a escolha das velocidades e a distância entre veículos são influenciadas através do espaçamento que é a distância entre dois veículos sucessivos e do headway que se denomina como o tempo transcorrido entre a passagem de dois veículos sucessivos por um determinado ponto indicando a liberdade de movimento e segurança relativa.

### **3.2.2 Tráfego de Pedestres**

A determinação do tráfego de pedestres segue as metodologias encontradas no Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) e Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006).

As influências de pedestres nas interseções podem acarretar problemas de capacidade e segurança, devem ser feitas análises da circulação para o planejamento de possíveis construções de passarelas. As informações sobre os pontos críticos ou perigosos devem ser coletadas através de informações das autoridades locais e de observações feitas durante as inspeções de campo.

Em casos especiais as horas de maior movimento de pedestres podem não corresponder ao pico de tráfego de veículos e por isso devem ser realizadas as análises próximas a escolas, hospitais ou fábricas.

É de grande importância a análise onde a existência de passarelas para pedestres consiste em uma taxa mínima de utilização, ou seja, tentar estabelecer durante as contagens as possíveis razões que os pedestres encontram para arriscar uma travessia em nível, e deverá ser verificado também os locais de segurança para travessia e a devida utilização dos mesmos.

### **3.3 INFORMAÇÕES ACIDENTAIS E ECONÔMICAS**

A definição para dados acidentais e econômicos são definidos pela metodologia fornecida pelo Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005).

Relatórios com registros completos e análises das causas de acidentes são fundamentais para o aperfeiçoamento das interseções já existentes. Para isso é necessário o julgamento da segurança adequada existente ou não observando os locais dos conflitos de tráfego.

Os dados econômicos são representados pelos custos de implantação, ou da melhoria de uma interseção já existente como também da desapropriação necessária. O custo da obra é determinado a partir das escolhas de projeto.

### 3.4 PROJETO DE INTERSEÇÕES

Em concordância com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) e Favero (2017) para a realização de um projeto de interseções não existem normas ou procedimentos que determinem uma escolha do tipo a ser adotada. De uma forma geral cabe ao projetista avaliar cada situação e atender a um bom projeto onde se permita a passagem de uma rodovia para a outra e o fluxo direto da própria rodovia ocorra normalmente, tendo assim uma circulação com o mínimo de demora e o máximo de segurança possível.

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) a inexistência de critérios gerais que possam definir, com precisão, o tipo de interseção a ser adotado para determinadas condições se dá pelo fato de que essa escolha depende de muitos fatores, como: volumes de tráfego, velocidades, diferentes tipos de veículos, aspectos topográficos, orçamentos e, sobretudo, o grau de aleatoriedade na distribuição do tráfego, como também o reduzido número de pesquisas e estudos realizados para um desejado grau de precisão.

No entanto existem normas gerais que podem ser justificadas e adotadas. Nas normas inglesas as interseções devem priorizar o tráfego da via principal adotando-se as sinalizações “Dê a Preferência” ou a sinalização de “Parada Obrigatória” na via secundária. Já as normas suecas pouco utilizadas no Brasil estabeleceram uma divisão das interseções de acordo com o número de ramos e tem como objetivo nortear a escolha das interseções nos cruzamentos com base no trânsito e servem também para auxiliar a prever os impactos de cada alteração viária (DNIT, 2005; FAVERO, 2017).

No âmbito nacional os pontos de conflitos podem passar a ser locais onde existem soluções para a realização de manobras com segurança, desde que sejam estudados os meios de organização viária que possa evitar acidentes e proporcionar um fluxo perfeito (DNIT, 2005).

### 3.5 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO TIPO DE INTERSEÇÃO

Além dos estudos para a seleção do tipo mais adequado de interseção para cada caso específico existe também uma necessidade de uma análise comparativa das características das soluções mais comuns, tendo em vista a prática de utilização já conhecida pelos condutores como também a facilidade de execução e custos viáveis (DNIT, 2005).

#### 3.5.1 Interseção em nível

As características e definições das interseções em nível seguem a metodologia encontrada no Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005).

Interseções em nível se apresentam onde os cruzamentos de corrente de tráfego ocorrem no mesmo nível, e podem ser definidas em função do número de ramos como também em função das soluções adotadas e pela função do controle de sinalização.

A determinação das interseções em nível definidas pelo número de ramos são normalmente representadas em “T” ou “Y” para quantidade de ramos igual a 3, já as de 4 ramos podem ser representadas formando um cruzamento reto, oblíquo ou defasado e para as interseções com números de ramos superior ou igual a 5 são formadas claramente por ramos múltiplos buscando sempre seguir o mesmo padrão das demais.

Quanto aos cruzamentos em função das soluções adotadas mais comuns podem ser representadas com vários aspectos, a solução do tipo gota representa uma ilha bidirecional em formato de gota com função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda na via secundária. Já as soluções do tipo canalizada é determinada a partir sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, o tipo rótula é uma solução onde o tráfego circula em sentido anti-horário ao redor de uma ilha central e a rótula vazada segue com a via principal passando no centro da ilha e as demais vias circulando em sentido anti-horário.

As interseções em nível por controle de sinalização podem ser controladas com sinalização vertical ou horizontal, comumente utilizadas em zonas rurais e a sinalização luminosa utilizada em áreas urbanas.

Figura 1 - Exemplo de interseção em nível



Fonte: Gabriel&Filhos (2018).

### 3.5.2 Interseção em níveis diferentes

De acordo com Favero (2017) a implantação de uma interseção em nível diferente (Figura 2) exclui o cruzamento das correntes de fluxo do tráfego que garante uma maior segurança aos usuários como também proporciona maior fluidez do tráfego.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) para a determinação de uma rodovia deve ser feito um estudo minucioso para definir qual rodovia deverá passar sobre a estrutura. Os principais fatores que devem ser considerados através dessa escolha são: custo da obra, adaptação à topografia do terreno, facilidade de construção, fluxo de maior volume, tipo e natureza das rodovias e, finalmente, as considerações de ordem estética.

Conforme Favero (2017) construir um viaduto requer estudos voltados diretamente para os impactos ambientais e sociais, devido a sua alteração urbanística como também um alto custo de execução.

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) a construção de interseção em desníveis levam a definições de vantagens e desvantagens, as vantagens para esse projeto seria a capacidade de trânsito direto igualável à capacidade das vias fora da interseção; maior segurança devido à ausência de conflitos diretos; evitam paralisação de veículos e mudanças bruscas em suas velocidades; não necessitam que a velocidade relativa das correntes que se cruzam seja baixa e se adaptam a quase todos os ângulos de interseção das vias

e podem ser adaptadas à construção por etapas sendo também essenciais nas rodovias bloqueadas ou de acesso limitados.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) as desvantagens das interseções em desníveis são devidas as mudanças de níveis, pois elas podem causar mudanças indesejáveis no perfil das rodovias; são bastante onerosas; as estruturas de separação podem causar uma estética não muito agradável e não se adaptam facilmente a interseção de muitos ramos.

Figura 2 - Exemplo de interseção em desníveis



Fonte: Abreu (2017).

### 3.5.3. Rotatória

Rótula, ou rotatória (Figura 3) são soluções de interseções em mesmo nível, caracterizada por um elemento geométrico comumente redondo, possuindo uma ilha central, cuja via entorno obedece a um sentido único de circulação, e os veículos que circulam pelo dispositivo possuem preferência em relação aos demais que querem a ela adentra através dos ramos de entrada. O principal objetivo desse tipo de interseção é a redução de conflitos de tráfego bem como a sua eficácia na diminuição de acidentes de trânsito em interseções urbanas (SOUZA, 2015).

De acordo com Souza (2015) a rotatória é um elemento que se originou na paisagem urbana muito antes do crescimento e desenvolvimento das cidades, sua implantação se deu na Europa, na idade média, muito antes do automóvel.

Segundo Favero (2017) a primeira interseção rotatória foi construída nos Estados Unidos em 1904, no “*Columbus Circle*” com um único sentido de circulação, operando até hoje em Nova York. Com grande sucesso no início, depois de algum

tempo foi identificado um elevado número de acidentes devido à falta de regulamentação semafórica e elevadas velocidades.

De acordo com Favero (2017) a rotatória moderna é concebida de menor raio e com velocidade reduzida, dando direito à passagem dos veículos que já estão em movimento circular proporcionando melhorias significativas no nível de serviço e operação do tráfego dando.

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) as rotatórias modernas tem muitas vantagens pois permitem uma circulação de forma ordenada, continua e segura; eliminam os cruzamentos, tornando os conflitos menos agudos e os acidentes que possam ocorrer menos graves; diminuem os números de pontos de conflitos; reduzem o tempo de espera; permitem manobras de retorno; baixos custos de manutenção e operação; possuem capacidade maior que as interseções semaforizadas; melhoram a qualidade estética da interseção, com o aproveitamento paisagístico da ilha central e etc.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) as desvantagens das rotatórias modernas são definidas em necessitarem de mais espaços com diâmetros para a ilha central maior que 30 metros; são geralmente mais onerosas que as interseções diretas; a aplicação da rotatória aumenta o percurso para o pedestre já que o mesmo não pode cruzar a rotatória; aumentam o percurso percorrido pelos veículos, mesmo diminuindo seu tempo de espera e são de difícil aplicação e, portanto, não se adaptam a planos de construção por etapas.

Figura 3 - Exemplo de rotatória



Fonte: Academia Coach (2018).

## 4 METODOLOGIA

Para a projeção e execução de interseção no Brasil é necessário seguir os métodos fornecidos pelo Manual de Projeto de Interseções – DNIT (2005), dentro da elaboração de projeto é necessário estudar o tráfego do local tendo então que conhecer também o Manual de Estudos de Tráfego – DNIT (2006) onde são fornecidos os recursos para esse estudo com mais detalhes, considerando isso esse trabalho foi elaborado através dos métodos indicados por tais literaturas.

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

O local de estudo é uma interseção com a BR-010 dando acesso a Taquaralto na cidade de Palmas – TO, esse cruzamento atualmente é feito através de uma rotatória com canteiro central a qual mistura o trânsito rodoviário com o trânsito urbano.

A interseção em rótula entre a BR-010, Av. 1, Av. Tocantins e Rua Perimetral 4, contém 5 ramos e apresenta grande congestionamento em horários de pico integrando uma avenida comercial localizada de encontro ao cruzamento com rota de acesso para o terminal rodoviário, escolas, órgãos do estado e do município, hospitais, faculdades, centro da cidade e vários outros polos geradores de tráfego, além do tráfego de veículos na BR-010.

Com base nesses dados, o local (Figura 5) foi selecionado por ser um ponto crítico no fluxo de veículos da cidade e de grande interesse social pois visa a melhoria para o tráfego local onde o crescimento em bairros próximos é bem amplo.

Figura 4 - Interseção da área de estudo



Fonte: Google Maps (2019).

## 4.2 PESQUISAS DE TRÁFEGO

Frequentemente os procedimentos utilizados na engenharia de tráfego para levantamentos de dados de campo são as pesquisas, que podem ser feitas mediante entrevistas ou por observação direta a qual foi adotada para esse trabalho.

Na observação direta, trata-se de registrar os fenômenos de trânsito tal como são, sem perturbá-los. As pesquisas e as técnicas de levantamento que serão utilizadas para este trabalho nos estudos de tráfego são descritas a seguir.

### 4.2.1 Contagens volumétricas

As Contagens Volumétricas visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo.

O local básico para realização das contagens será no local da interseção, pois tem o objetivo de levantar fluxos das vias que se interceptam e dos seus ramos de ligação.

### 4.2.2 Método de contagem

As contagens volumétricas utilizadas na execução desse trabalho serão realizadas por métodos manuais, devido ser de fácil operação e baixos custos. O método de contagens manuais é realizado por pesquisadores, com auxílio de fichas e contadores manuais. O processo normal de coleta consiste em utilizar contadores manuais mecânicos presos em uma prancheta, na qual está também a ficha para transcrição dos dados. Para contagens em vias urbanas é comum adotar um critério de grupamento de veículos com base em características semelhantes de operação (automóveis, ônibus e caminhões).

É necessário escrever os totais de cada intervalo horário, para cada tipo de veículo e preenchendo uma ficha para cada sentido. É indispensável a anotação de quaisquer fatores que dificultem ou possam falsear os resultados das contagens. Interrupções podem ser causadas por acidentes, obras, afundamento de pista etc., e, se não forem devidamente anotadas, poderão fazer com que o fluxo medido seja inferior ao real em condições normais.

### 4.3 DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO ATUAL

Para determinar o volume de tráfego atual é necessário realizar as contagens volumétricas as quais devem ser feitas 24 horas por dia durante 7 dias porém em casos como este onde há falta de recursos é tolerável que as contagens sejam executadas por 8 horas no mínimo, durante 3 dias incluindo os horários de picos e o provável pico horário semanal e adotando uma contagem classificatória de acordo com as classes: carro de passeio, ônibus, veículos de carga e divididas em intervalos de 15 minutos.

O volume de veículos que passa por uma seção de uma via não é uniforme no tempo. A comparação de contagens de quatro períodos consecutivos de quinze minutos mostra que são diferentes entre si, essa variação leva a definição do Fator Hora Pico (FHP), que mede justamente esta flutuação e mostra o grau de uniformidade do fluxo.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15max}} \quad (1)$$

Onde:

FHP = Fator horário de pico;

$V_{hp}$  = Volume da hora pico;

$V_{15max}$  = Volume do período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

O valor de FHP é sempre utilizado nos estudos de capacidade das vias adotando-se normalmente o intervalo de 15 minutos porque na adoção de intervalos menores podem resultar em superdimensionamento da via e excesso de capacidade em grande parte do período de pico. Já os intervalos maiores podem resultar em subdimensionamento e períodos substanciais de saturação.

O FHP varia, teoricamente, entre 0,25 (fluxo totalmente concentrado em um dos períodos de 15 minutos) e 1,00 (fluxo completamente uniforme), ambos os casos praticamente impossíveis de se verificar. Os casos mais comuns são de FHP na faixa de 0,75 a 0,90. Os valores de FHP nas áreas urbanas se situam geralmente no intervalo de 0,80 a 0,98. Valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico.

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO FUTURO

Nos projetos de interseções devem ser previstos os volumes de tráfego determinados para o ano do projeto os quais precisam conter o tráfego dentro desse tempo, o ano de projeto normalmente é escolhido como o décimo ano após o ano de inauguração. É necessário que a interseção atenda o máximo possível as necessidades da demanda e sem custo excessivos durante o período anterior aos 10 anos.

Por este processo o tráfego futuro é determinado pela aplicação de um fator de crescimento aos dados de tráfego conhecidos. Assim temos:

$$T_f = F_c * T_a \quad (2)$$

Onde:

$T_f$  = Tráfego futuro;

$F_c$  = Fator de crescimento;

$T_a$  = Tráfego conhecido em um determinado ano.

O fator de crescimento  $F_c$  será calculado pela razão de dados referentes a duas épocas distintas, que se considerem representativos da variação do tráfego. Para este estudo serão considerados os dados referentes a população e a utilização de veículos (número de veículos). Esses dados serão analisados individualmente sendo considerado apenas o fator mais crítico.

Prevendo que o tráfego futuro varie exatamente na proporção em que variou a população e/ou número de veículos entre os anos 2008 e 2009. Conhecendo-se os valores da população e/ou do número de veículos nesses anos, o fator de crescimento para o período de 1 ano será:

$$F_c = \frac{P_{2009}}{P_{2008}} \quad (3)$$

É necessário encontrar um fator de crescimento no período de 10 anos para cada ano, com os dados dos anos históricos, sendo feito isso calcula-se a média do fator de crescimento para ser utilizado no cálculo do tráfego futuro. Após encontrar o fator de crescimento será determinado o tráfego futuro para cada ano do projeto, onde será multiplicado o fator de crescimento pelo tráfego atual.

#### 4.5 PROJETO DE ADEQUAÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE CIVIL 3D

O Civil 3D é um software da linha AutoCAD, desenvolvida pela Autodesk, voltado para elaboração e análise de projetos nos mais diversos ramos da engenharia civil. Além de possuir todas as funcionalidades do AutoCAD, o Civil 3D possui uma gama de ferramentas exclusivas que permitem ao usuário desenvolver, com facilidade, projetos na área de infraestrutura de transportes, e inúmeras outras aplicações.

Devido essa facilidade em trabalhar com projetos na área de infraestrutura transportes e por ser uma das ferramentas mais poderosas na área de Modelagem de Informações de Construções (BIM), o projeto de adequação para este estudo será elaborado utilizando o software Civil 3D.

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se com esse trabalho apresentar soluções para a interseção rodoviária localizada no município de Palmas - TO, elaborando um projeto de adequação utilizando todos os critérios definidos pelo Manual de Projeto de Interseções – DNIT (2005), onde proporcionará aos condutores um tráfego mais seguro e que permitirá a realização de manobras adequadas.

## 6 CRONOGRAMA

Quadro 1 – Cronograma da pesquisa

| PERÍODO                                     | 2019/1    |       |       |      | 2019/2 |          |         |          |
|---------------------------------------------|-----------|-------|-------|------|--------|----------|---------|----------|
| ATIVIDADES                                  | MESES     |       |       |      | MESES  |          |         |          |
|                                             | Fevereiro | Março | Abril | Maio | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro |
| Concepção do Projeto                        |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Referencial Teórico                         |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Metodologia                                 |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Introdução                                  |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Resumo                                      |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Resultados Esperados                        |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Defesa do Projeto                           |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Contagem Volumétrica                        |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Avaliação das Características da Interseção |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Discursão dos Dados                         |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Projeto de Adequação                        |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Conclusão                                   |           |       |       |      |        |          |         |          |
| Defesa do Projeto Final                     |           |       |       |      |        |          |         |          |

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

| Legenda |                |
|---------|----------------|
|         | Executado      |
|         | Em Processo    |
|         | Será Executado |

## REFERÊNCIAS

ABREU, João Paulo Maciel de Abreu. **Exemplo de interseção em desnível**, 2017. Disponível em: <<https://www.engjpma.com.br/2017/07/projeto-de-intersecoes-rodoviaras.html>>. Acessado em: 14 de abril de 2019.

ACADEMIA COACH. **Exemplo de rotatória**, 2018. Disponível em: <<https://condutorinteligente.com.br/como-fazer-rotatoria-corretamente/>>. Acessado em: 30 de março de 2019.

DENATRAN, Departamento Nacional de Trânsito. **Relatórios Estatísticos: Brasil 2019**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos/>>. Acessado em: 02 de maio de 2019.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro – Publicação IPR – 723. **Manual de Estudos de Tráfego**, 2006. 388p. [Manual].

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro – Publicação IPR – 718. **Manual de Projeto de Interseções**. 2.ed., 2005. 530p. [Manual].

FAVERO, Renan. **Análise de Tráfego e Soluções Viárias: Estudo de Caso em uma Interseção na Cidade de Santa Maria – RS**. 2017. 128f. **Monografia** (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

GABRIEL & FILHOS. **Exemplo de interseção em nível**, 2018. Disponível em: <<http://gabrielefilhos.com.br/obras/intersecao-porto-xv-nova-porto-xvms/>>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

GOOGLE MAPS. **Interseção da área de estudo**, 2019. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acessado em: 15 de abril de 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População Estimada: Palmas – TO 2018**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. acessado em: 02 de maio de 2019.

SANTOS, Cristiano Zulianello. **Estudo de tráfego da BR-101 no Trecho Sul do Estado do Rio de Janeiro Por Meio do Método do Highway Capacity Manual 2010**. 2013. 84f. **Monografia** (Bacharel em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SOUZA, Johnny Vieira de Souza. **Segurança de Pedestres em Rotatórias Urbanas**. 2015. 344f. **Dissertação** (Pós-Graduação em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos 2015.