

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

**BRUNO BRAGHINI SGARBI
GREGORY WELLS DE CARVALHO BARTELES**

**ANÁLISE DE INTERSEÇÕES NO CENTRO DE PATO BRANCO-PR: um estudo
de caso para melhoria do tráfego**

**PATO BRANCO
2018**

BRUNO BRAGHINI SGARBI
GREGORY WELLS DE CARVALHO BARTELES

**ANÁLISE DE INTERSEÇÕES NO CENTRO DE PATO BRANCO-PR: um estudo
de caso para melhoria do tráfego**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. MSc. Rayana Conterno

PATO BRANCO
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE CRUZAMENTOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE PATO BRANCO - PR: UM ESTUDO DE CASO PARA A MELHORIA DE TRÁFEGO

BRUNO BRAGHINI SGARBI
e
GREGORY WELLS DE CARVALHO BARTELES

No dia 19 de junho de 2018, às 08h15min, na SALA DE TREINAMENTO da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº10-TCC/2018.

Orientador: Prof^a. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. DANILO RINALDI BISCONSINI (DACOC/UTFPR-PB)

RESUMO

SGARBI, B.B.; BARTELES, G.W.C. **ANÁLISE DE INTERSEÇÕES NO CENTRO DE PATO BRANCO-PR: um estudo de caso para melhoria do tráfego.** 2018,72 pág. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2018.

O problema de mobilidade urbana é bastante comum em quase todas as cidades brasileiras por haver falta de investimentos e projetos voltados para essa área, o que gera grandes problemas econômicos e sociais. O descuido político e o crescimento desorganizado amplificam ainda mais os problemas de uma mobilidade urbana ineficiente. Por causa disso, esse trabalho visa analisar cruzamentos da cidade de Pato Branco-PR analisando nível de serviço para rotatória, critérios adotados pelo órgão público para semáforos e solução caso necessário em cruzamentos que não possuam nenhum tipo de controle viário. Foi feito um estudo de caso utilizando-se dos métodos do Manual de Interseções do DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte - (2005) e do HCM – Highway Capacity Manual – (2010), sendo levantados nos locais os números de veículos e seus movimentos, pontos de conflito de quase acidentes e então analisando os dados obtidos segundo critérios tanto do DNIT quanto do HCM para o momento atual e para um ano horizonte de projeto de 10 anos. No caso da rotatória o nível de serviço atual é B e para o ano horizonte de projeto esta rotatória não serviria aos seus propósitos de maneira eficiente. Pode-se concluir que uma má gestão pública quanto a mobilidade urbana pode levar a grandes perdas econômicas, sociais e maior perigo no trânsito e que se faz necessário uma contagem contínua nos principais cruzamentos das cidades principalmente quanto a acidentes para que a prefeitura possa analisar e tomar as melhores providências para sanar tais problemas.

Palavras-chave: Interseções. Rotatória. Semáforo. Tráfego. Mobilidade Urbana

ABSTRACT

SGARBI, B.B.; BARTELES, G.W.C. **INTERSECTION ANALYSIS IN THE CENTER OF PATO BRANCO-PR: a case study to improve traffic.** 2018.72 pág. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2018.

The problem of urban mobility is quite common in almost all Brazilian cities due to the lack of investments and projects aimed at this area, which generates major economic and social problems. Political carelessness and disorganized growth further amplify the problems of inefficient urban mobility. Because of that, this work aims to analyze intersections of the city Pato Branco-PR analyzing level of service for roundabout, criteria adopted by the public body for traffic lights and solution, if necessary, in intersections that do not have any type of traffic control. A case study was made using the methods of the Manual of Intersections of the National Department of Infrastructure and Transport (2005) and of the HCM - Highway Capacity Manual - (2010), raising the number of vehicles movements, points of conflict of near accidents and then analyzing the data obtained according to both DNIT and HCM criteria for the current time and for a 10-year project horizon year. In the case of the roundabout the current service level is B and for the project horizon year this roundabout would not serve its purposes efficiently. It can be concluded that poor public management of urban mobility can lead to great economic and social losses and greater danger in traffic, and that a continuous count is necessary in the main intersections of cities, especially in accidents so that the city can analyze and take the best measures to remedy such problems

Keywords: Intersections. Roundabout. Traffic Light. Traffic. Urban mobility

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interseção tipo gota.....	26
Figura 2 - Interseção canalizada I	26
Figura 3 - Interseção canalizada II	27
Figura 4 - Rótula.....	27
Figura 5 - Concentração de monóxido de carbono em interseção semaforizada.....	30
Figura 6 - Concentração de monóxido de carbono em interseção com rotatória	30
Figura 7 - Movimentos para cálculo de taxa de fluxo de entrada	41
Figura 8 - Gráfico do fator de redução de entrada por fluxo conflitante	42
Figura 9 - Localização dos pontos escolhidos.....	44
Figura 10 - Fluxograma do cruzamento R. Tamoio x R. Tapir.....	48
Figura 11 - Cruzamento R. Tapir x R. Tamoio	48
Figura 12- Fluxograma do cruzamento R. Guarani x R. Tapir.....	51
Figura 13- Cruzamento R. Tapir x R. Guarani.....	52
Figura 14 - Fluxograma do cruzamento da Av. Tupi x R. Tapir.....	54
Figura 15 - Cruzamento Av.Tupi x R. Tapir.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acidentes de trânsito no estado do Paraná-2010 a 2015.....	21
Tabela 2 - Índices de acidentes no estado do paraná- 2010 a 2015.....	22
Tabela 3 - Acidentes de trânsito nas vias municipais de Pato Branco, segundo o município ano 2015	22
Tabela 4 - Características Básicas dos tipos de Rótulas	29
Tabela 5 - Nível de serviço de uma rotatória.....	31
Tabela 6 - Metodologia do DENATRAN - Volumes veiculares mínimos	34
Tabela 7 - Interrupção do tráfego contínuo	35
Tabela 8 - Fator de equivalência	40
Tabela 9 - Número de acidentes por cruzamento da cidade de Pato Branco	43
Tabela 10 - Frota em Circulação no país.	46
Tabela 11 - Evolução da frota de veículos (10 ³).....	47
Tabela 12 - Crescimento estimado da frota veicular de Pato Branco-PR	47
Tabela 13 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Tamoio	49
Tabela 14 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Guarani ...	52
Tabela 15 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Guarani ...	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Problemas de mobilidade de acordo com papéis de condições sociais..	18
Quadro 1 - Resumo das condições atuais de transporte e trânsito nos países em desenvolvimento.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3	JUSTIFICATIVA	13
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	15
2.1	ESPAÇO URBANO E PLANEJAMENTO.....	15
2.2	MOBILIDADE URBANA	17
2.3	INCENTIVO AO AUTOMÓVEL	19
2.3.1	Acidentes.....	21
2.4	PONTO DE INTERSEÇÃO	23
2.4.1	Características do fluxo de tráfego	23
2.4.2	Avaliação da interseção de acordo com o HCM.....	24
2.4.3	Tipos de interseção	25
2.4.4	Interseção em nível	25
2.5	HORÁRIO DE PICO.....	27
2.6	PERÍODO DE ANALISE.....	28
2.7	ROTATÓRIAS OU RÓTULAS.....	28
2.8	SEMÁFOROS	32
2.9	CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	33
2.10	ANÁLISE DE CONFLITOS.....	37
3	METODOLOGIA	38
3.1	ETAPAS DE PESQUISA.....	39
3.2	LOCAIS DE ESTUDO	42
3.3	MATERIAIS UTILIZADOS.....	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	TAXA DE CRESCIMENTO DA FROTA	46
4.2	CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM A RUA TAMOIO.....	47
4.3	CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM A RUA GUARANI (SEMÁFORO)....	51
4.4	CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM AV. TUPI (ROTATÓRIA).....	54
5	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	63

ANEXOS	66
---------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, os meios de transporte sempre foram de extrema importância tanto para a sobrevivência de uma pequena tribo quanto para a economia de um grande império. Com o advento da roda foram criadas as carroças que eram puxadas a cavalos e bois. Depois da revolução industrial no século XIX, as carroças foram trocadas pelos automóveis, os cavalos mecânicos que eram mais rápidos, mais fortes e mais seguros. Esta época foi marcada por um grande crescimento tecnológico, evoluindo constantemente os meios de transportes e criando novas maneiras de se transportar, como: trens, metrô, aviões, navios e caminhões.

No final do século XX com o êxodo rural as cidades brasileiras tiveram um crescimento rápido e desordenado e o transporte coletivo cada vez mais foi deixado de lado para dar espaço ao transporte particular (PENA, 2016).

Possuir um automóvel particular é cada vez mais difundido entre a população brasileira, quase que como uma parte da cultura nacional (MOURA, 2015). O afastamento de empreendimentos de grande porte do centro das grandes cidades, a facilidade de aquisição de veículos próprios e a baixa qualidade do transporte público faz com que a frota de automóveis nacionais cresça muito rapidamente, além de o modal rodoviário ser o principal modal de transporte tanto para transporte de cargas, quanto para passageiros (RUBIM e LEITÃO, 2013).

Desde 1956, ano que a indústria automobilística chegou ao Brasil, o governo federal proporciona incentivos fiscais para o desenvolvimento desta indústria por todo o território nacional, visto o quanto ela gera de dinheiro para a economia (RUBIM e LEITÃO, 2013).

Porém os planejamentos urbanos e rodoviários não acompanharam o crescimento do número de automóveis e quando associado à baixa qualidade do transporte público são os principais responsáveis pelos elevados níveis de congestionamento nas cidades brasileiras (PENA, 2016).

Por essa falta de planejamento, os centros urbanos são reconhecidos por sua grande carga de congestionamentos incessantes que atrapalham no deslocamento das pessoas e de bens e serviços, e que causam diversos problemas

sociais, ambientais e econômicos, tais como: poluição atmosférica, níveis elevados de estresse nos motoristas, riscos de acidentes, entre outros (BOARETO, 2008).

Os pontos de interseções ou simplesmente interseções, que segundo o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte - (2005) são a confluência, entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias, são os maiores responsáveis pelos acidentes e perda do tempo da viagem. Nas interseções ocorrem movimentos de fluxos divergentes, convergentes e que se cruzam, sendo denominados pontos de conflito. Uma simples interseção de 4 ramos, bastante comum nas cidades brasileiras tem 32 pontos de conflitos, ou seja, pontos de colisão potenciais.

Segundo o Detran-PR (2017), na cidade de Pato Branco/PR no ano de 2014, houve um total de 714 acidentes automotivos, dos quais 328 foram com vítimas, gerando um total de 419 feridos e 1 morte.

Com isso, o objetivo deste trabalho é analisar pontos de interseção selecionados no centro urbano da cidade de Pato Branco/PR, para então fazer uma projeção do ano horizonte de projeto e verificar a necessidade de intervenção nessas interseções a fim de reduzir o número de acidentes e também proporcionar melhorias no tráfego.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar pontos de interseção no centro urbano da cidade de Pato Branco/PR para poder determinar uma alternativa a ser implementado, propor melhorias a fim de reduzir o número de acidentes e melhorar o controle de tráfego.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar pontos de interseção no centro urbano da cidade de Pato Branco a partir de dados de acidentes de trânsito;
- Avaliar as condições de trânsito em uma interseção sem ponto de controle, uma com semáforo e uma com rotatória;
- Definir o atual nível de serviço da rotatória e prever seu nível de serviço no ano de horizonte de projeto;

- Verificar critérios utilizados para implantar o semáforo na interseção sem ponto de controle;
- Realizar uma projeção futura do ano horizonte de projeto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Percebe-se que o processo de urbanização na cidade de Pato Branco tem se consolidado de forma acelerada. Entre 2010 e 2016 houve um aumento de quase 11% na população (IBGE, 2017) causando necessidades tanto na parte de mobilidade urbana quanto na sua infraestrutura.

Pode-se dizer que um dos principais problemas que sofre com este aumento é a dificuldade de locomoção generalizada na cidade, fazendo com que haja uma ineficiência na logística e controle do tráfego. Mesmo havendo um crescimento relativamente pequeno da população em geral se comparado com um aumento de quase 41% na frota total de automóveis dentro desse mesmo período (IBGE, 2017), mostrando assim um incentivo cultural na aquisição de veículos particulares na locomoção em detrimento ao uso do transporte público.

A elaboração deste trabalho visa conhecer as condições atuais das principais interseções situadas na cidade de Pato Branco e auxiliar a Prefeitura Municipal com informações e propostas para o planejamento do sistema de trânsito, além de funcionar como elemento irradiador de estratégias econômicas uma vez que a funcionalidade de dispositivos de interseções é importante para o fluxo de veículos e pedestres no centro urbano, além de interferir na qualidade de vida das pessoas que utilizam o sistema de tráfego viário.

Sendo assim, a proposta desta pesquisa de avaliar o desempenho das condições atuais das interseções a serem estudadas, e estudar a viabilidade de outros dispositivos viários de interseções, tem foco na mobilidade urbana na cidade de Pato Branco. Quando há uma boa funcionalidade das interseções urbanas percebe-se uma melhora em alguns aspectos gerais como: a menor poluição atmosférica junto com menor tempo de veículos parados, menor índice de congestionamento e acidentes, nível de estresse reduzido tanto dos condutores quanto dos pedestres e, indiretamente, uma melhora na economia local e regional.

Por fim, a escolha dos pontos a serem estudados foi definida com base em alguns aspectos, tais como: fluxo de tráfego, acidentes, infraestrutura e qualidade do

trânsito no local. A análise de tais aspectos junto com a pesquisa proposta por este trabalho produzirá em uma base de dados para que se consiga tomar decisões e intervenções se necessário. Não se encontram na literatura pesquisas que tenham a mesma finalidade da presente pesquisa na cidade, além do mais, este estudo poderá ser expandido e abranger mais pontos de interesse dentro do centro urbano.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 ESPAÇO URBANO E PLANEJAMENTO

Espaço urbano seria o conjunto de diferentes usos da terra aglutinados em um espaço. Cada uso define áreas, como: centro da cidade, centro comercial, de serviço e gestão; áreas residenciais e industriais, de lazer, entre outras. Este conjunto de usos da terra é a organização espacial da cidade, segundo Corrêa (2013, p. 1), “Eis o que é espaço urbano: fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um conjunto de símbolos e campo de lutas”.

Os centros urbanos são caracterizados pela elevada verticalização, limitada escala horizontal, maior concentração de atividades comerciais e de serviço e grande densidade populacional diurna (horário comercial) e ainda pela gestão pública e financeira se concentrarem neles, além de ser o foco no transporte interurbano.

Segundo Corrêa (2013) a centralização do espaço urbano teve início após a revolução industrial e com o surgimento de linhas ferroviárias para abastecer as indústrias. Por causa da malha ferroviária houve aglutinação de pessoas querendo morar em volta das estações de trem, o que levou aos comerciantes a se estabelecerem perto dessas aglutinações de consumidores e assim eram gerados os centros das cidades.

Dessa forma, quando a população de uma cidade cresce de maneira descontrolada e inesperada, surgem problemas urbanos e sociais graves gerados pela falta de um planejamento que acompanhe tal crescimento. Isso acarreta no surgimento de favelas, péssimas condições no transporte público, má distribuição da terra e bairros sem saneamento básico.

No Brasil, as poucas cidades planejadas são as capitais de alguns estados, enquanto que a maioria das cidades se formou na época da colônia e cresceu de maneira desordenada, tendo problemas com saneamento e saúde pública, má distribuição das terras e favelas. Até 1950, a maior parte da população brasileira se concentrava no meio rural, mas com o êxodo rural ocorrido nas décadas de 50 e 80, houve uma mudança de aproximadamente 27 milhões de pessoas da zona rural

para as cidades (IBGE, 2017). Esse crescimento intenso em tão pouco tempo foi ainda mais impactante nos problemas urbanos e sociais que as principais cidades brasileiras já possuíam. Se já não havia um planejamento urbano antes, com a chegada dessa população as cidades se tornaram ainda mais caóticas.

A cidade de Brasília-DF é a mais famosa cidade planejada brasileira. Sendo construída no governo de Juscelino Kubitschek, entregue em 1960, foi projetada por Lúcio da Costa e Oscar Niemeyer para ser um exemplo de ordem e eficiência urbana assim como uma proposta de vida moderna e otimista. A cidade havia sido planejada para receber 500 mil habitantes, mas no ano 2000, segundo dados do IBGE (2017), a cidade já possuía cerca de 1,96 milhões de habitantes na área urbana, criando-se assim várias cidades satélites em torno da capital brasileira. A discrepância entre o projetado e a realidade levou a cidade a ir à contramão daquilo que ela tentava transpor, criando desigualdades sociais ao jogar as classes baixas para a periferia e concentrar a classe alta na parte da cidade que seguia o plano piloto (PELUSO, 2003). Além da desigualdade, esse crescimento abrupto trouxe todos os problemas já citados para a cidade, principalmente no que tange a mobilidade urbana e segurança.

Pode-se citar como um exemplo de planejamento urbano eficiente a Cidade-Estado de Cingapura, que adotou o primeiro planejamento urbano na década de 60, pouco após sua independência para conseguir lidar com os muitos problemas que aquele país enfrentava. Naquela época, o país enfrentava grandes problemas como falta de saneamento, limitação territorial e de recursos naturais, poluição dos rios, economia incipiente, condições precárias de moradia, alto nível de desemprego, altas taxas de analfabetismo, entre outros problemas sócio urbanos. O governo local nessa época executou a limpeza do rio e rigorosas leis ambientais exigindo até de novos empreendedores a construção de cobertura vegetal, aumentando assim a área vegetal do país. Na questão da mobilidade urbana, Cingapura restringiu o uso do carro e instituiu até pedágios urbanos altíssimos, incentivando o uso de bicicletas e do transporte público que conta com metrô pesado, metrô leve e uma rede de ciclovias de 700 km, fazendo com que as habitações não estejam a mais de 10 minutos de uma estação de metrô (VIANNA e VALE, 2014).

Com 716 km² de área e uma densidade populacional de 7.520 habitantes/km² e um IDH de 0,846, Cingapura é hoje o melhor exemplo de planejamento contínuo para vencer os problemas existentes e futuros. O princípio do

planejamento de Cingapura se dá pela questão da mobilidade como foco principal abrangendo o desenvolvimento econômico, sustentável e ambiental e uso e ocupação do solo (VIANNA e VALE, 2014).

Esses exemplos podem mostrar que um planejamento contínuo deve ser feito de tempos em tempos para se readequar às novas condições da cidade em questão, resolvendo os problemas de maneira satisfatória e buscando atender os pontos propostos e que um planejamento bem executado é fundamental para tornar a cidade eficiente.

2.2 MOBILIDADE URBANA

Souza (2005) afirma que a mobilidade urbana pode ser definida como: a forma e o motivo os quais as pessoas se deslocam na cidade. Vasconcellos (2001, p. 115) cita que “os fatores principais que interferem na mobilidade das pessoas parecem ser a renda, o gênero, a idade, a ocupação e o nível educacional” e existe uma relação diretamente proporcional entre renda e mobilidade, ou seja, quanto maior a renda de certo indivíduo maior será sua mobilidade.

Ainda de acordo com Vasconcellos (2001) dentro de um espaço urbano as pessoas que mais utilizam os meios como a caminhada, o ciclismo e o transporte público são as pessoas de baixa renda, enquanto que as pessoas de maior renda geralmente desempenham os papéis de motoristas ou passageiros de automóveis.

Percebe-se que pode haver diferenças na mobilidade urbana entre diferentes cidades, isso se deve principalmente às condições das vias e os incentivos aos tipos de transportes em determinada cidade. Em cidades que possuem um terreno não muito acidentado, e com faixas de ciclovias bem instaladas e com boas condições, é provável que essas condições favorecerão o uso do meio de transporte ciclístico. As condições dos meios de transporte de cada cidade podem se apresentar de formas variáveis, o Quadro 1 ilustra alguns desses dados sobre as condições gerais da mobilidade urbana.

Condição	(% pop.)	Papel	Nível do problema		
			Acessibilidade ao espaço	Segurança de tráfego	Qualidade do transporte
Pobres	40-80	Pedestre	S	S/XS	S
		Ciclista	S	S/XS	S
		Transp. Público	S/XS	M/B	S/XS
		Motociclista	B	S/XS	B
		Motorista de auto	B	M	M/B
Crianças	50	Pedestre	XS	XS	S
		Ciclista	XS	XS	S
		Transp. Público	S	M/B	XS
		Motociclista	-	-	-
		Motorista de auto	-	-	-
Homem Adulto	20	Pedestre	S	S	S
		Ciclista	S	S	S
		Transp. Público	S/XS	M/B	S
		Motociclista	B	S	B
		Motorista de auto	B	M	B
Mulher Adulta	20	Pedestre	S/XS	S/XS	S
		Ciclista	S	S	S
		Transp. Público	S/XS	M/B	XS
		Motociclista	B	S	M
		Motorista de auto	B	M/B	B
Idosos	10	Pedestre	XS	XS	S
		Ciclista	XS	XS	S
		Transp. Público	S	M/B	XS
		Motociclista	B	S	B
		Motorista de auto	B	M	B
Portadores de deficiência	12	Pedestre	S	XS	XS
		Ciclista	S	XS	XS
		Transp. Público	S	M/B	XS
		Motociclista	S	S	B
		Motorista de auto	S	S	B

Onde : XS = muito grave; S = grave; M = médio; B = baixo

Quadro 1 - Problemas de mobilidade de acordo com papéis de condições sociais
Fonte: Vasconcellos, 2001 (adaptado).

Analisando os dados do Quadro 1 percebe-se que as pessoas pobres em geral (40-80% da população) observam os maiores problemas em segurança quando assumem o papel de ciclista pedestre ou motociclista, e na acessibilidade e

qualidade quando utilizam o transporte público. Se considerarmos apenas as crianças e adolescentes (50% da população), problemas sérios de acessibilidade e segurança aparecem ligados aos papéis de pedestre e ciclista, ao lado da qualidade do transporte público. No geral pode-se concluir que, para motoristas de automóveis, a mobilidade é melhor conceituada pelos usuários, percebe-se que há problemas de acessibilidade, segurança e qualidade quando se trata dos outros meios de locomoção (VASCONCELLOS, 2001).

Com isso, percebe-se que analisar a mobilidade é importante para o planejamento e desenvolvimento das cidades, assim necessita-se que o sistema gestor de uma cidade esteja em constante manutenção de sua mobilidade urbana. Se houver demasiados problemas em algum modal de locomoção específico de uma cidade, ocorrerá um desequilíbrio logístico de transporte, como, o aumento significativo de automóveis no trânsito devido à má qualidade do transporte público ou das ciclovias, gerando assim congestionamentos.

2.3 INCENTIVO AO AUTOMÓVEL

A expansão do transporte privado – automóvel/carro - trouxe inúmeros benefícios e mudanças significativas nas cidades e na economia geral do país, cujas consequências – positivas e negativas – são sentidas até hoje. Isso fez com que houvessem investimentos constantes garantindo sua crescente expansão. (RUBIM E LEITÃO, 2013)

No Brasil a preferência ao transporte rodoviário teve seu início a partir da constituição de 1934 quando houve incentivos à construção de rodovias. A partir do ano 1956 a indústria automobilística vem ganhando espaço em território brasileiro junto com políticas públicas de apoio aos veículos automotores, em especial aos carros e motocicletas. Nos últimos dez anos o número de automóveis no Brasil cresceu 138,6% enquanto que a população brasileira teve expansão de apenas 12,2% no mesmo período. (RUBIM E LEITÃO, 2013)

Rubim e Leitão, (2013) comentam que essas políticas de incentivo levaram a um grande problema que enfrentamos hoje em dia: a demasiada concentração de automóveis nos centros urbanos. Hoje em dia percebe-se uma preocupação generalizada sobre as consequências do aumento da frota automobilística, principalmente os carros, e há muitas discussões sobre os impactos sociais,

ambientais e de saúde gerados pelo uso exagerado de um modal no transporte de pessoas.

O estado geral de transporte urbano no Brasil está em situação precária, no Quadro 2 observa-se as condições do sistema de transporte e de trânsito em países em desenvolvimento. No quesito motivos de viagem e acessibilidade percebe-se que há um incentivo para as pessoas utilizarem o transporte privado uma vez que quase todos os aspectos referentes à qualidade do transporte público foram avaliados negativamente.

Fator ou Variável	Condições Atuais
Infraestrutura	Pouco tratamento especial para o transporte não motorizado e público
	Vias de baixa qualidade
	Falta total ou precariedade de calçadas
Oferta de veículos	Oferta baixa ou média de veículos de transporte público
	Alta oferta de transporte privado para grupos de renda média ou alta
	Grande disponibilidade de bicicletas
Mobilidade e uso do transporte	Mobilidade individual geralmente baixa
Motivos de viagem	Maioria das viagens feitas por motivo trabalho ou escola
Acessibilidade	Integração deficiente do transporte público
	Tempos longos de acesso a pé ao transporte público
	Baixa oferta espacial do transporte público
	Transporte privado sempre mais rápido que público
	Grande variação nos tempos de deslocamento por modo
Conforto	Superlotação frequente do transporte público
	Baixa qualidade das viagens a pé
Gastos	Grupos de baixa renda gastam porcentagem alta da renda com transporte e grupos de renda alta gastam porcentagem menor
Segurança de tráfego	Os usuários mais vulneráveis (pedestres) são os mais atingidos
	Altos índices de acidentes
Meio ambiente	Alta concentração de poluentes em cidades grandes

Quadro 2 - Resumo das condições atuais de transporte e trânsito nos países em desenvolvimento

Fonte: Vasconcellos, 2000 (adaptado).

O aumento da concentração de automóveis no centro urbano também é um fator que causa o aumento do número total de acidentes de trânsito. Quanto maior a concentração de veículos e pior a condição do trânsito, maior será o índice de

acidentes, principalmente em interseções que são pontos de conflito, e, que quando não possuem um correto sistema viário são pontos onde a ocorrência de acidentes é mais provável.

2.3.1 Acidentes

A NBR nº 10.697/89(ABNT, p 1,1989), diz que:

“acidente de trânsito é todo evento não premeditado, de que resulte dano em veículo ou na sua carga e ou lesões em pessoas e ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres, ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículos em via pública”.

Segundo Rubim e Leitão (2013), o Brasil possui elevadas taxas de acidentes de trânsito se comparados a outros países. A taxa de mortes por 100.000 habitantes no país é de 22,5, sendo o dobro se comparado com a dos Estados Unidos com uma média de 11,4. Tais acidentes geram não só problemas as famílias com as mortes e incapacidades físicas geradas pelos acidentes como também gera uma grande despesa dos cofres públicos e sistemas de saúde para com os acidentados. No Brasil, estima-se que o governo gasta em média 50 bilhões ao ano com tratamentos e outros custos decorrentes destes acidentes. As tabelas a seguir demonstram dados sobre os acidentes no estado do Paraná.

Tabela 1 - Acidentes de trânsito no estado do Paraná-2010 a 2015

Dados	ANOS					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
população/ projetada	10.444.526	10.820.421	10.910.374	10.997.465	11.081.692	11.249.882
Frota	5.041.846	5.426.699	5.797.871	6.159.417	6.489.589	6.699.897
Acidente com vítimas	43.800	45.635	45.486	42.532	41.264	37.301
Vítimas Fatais	1.905	1.907	2.960	2.618	2.628	1.657
Vítimas não fatais	56.927	59.358	55.602	55.602	53.959	48.818
Total de vítimas	58.832	61.265	58.562	58.220	56.587	50.475

Fonte: Detran anuário (2015).

Tabela 2 - Índices de acidentes no estado do paraná- 2010 a 2015

INDICES	ANOS					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Motoriza�o (veículos/ 100 hab)	48,27	50,15	53,14	56,01	58,56	59,56
Mortos por 10.000 veículos	3,78	3,51	5,11	4,25	4,05	2,47
Mortos por 100.000 habitantes	18,24	17,62	27,13	23,81	23,71	14,73
Mortos por 100 acidentes com vítima	4,35	4,18	6,51	6,16	6,37	4,44
Feridos por 1.000 veículos	11,29	10,94	10,24	9,03	8,31	7,29
Feridos por 10.000 habitantes	54,5	54,86	54,39	50,56	48,69	43,39
Vítimas por 100.000 habitantes	563,28	566,2	571,06	529,39	510,64	448,67
Vítimas por 10.000 veículos	116,69	112,9	107,46	94,52	87,2	75,34
Acidentes com vítimas por 1000 veículos	8,69	8,41	7,85	6,91	6,36	5,57

Fonte: Detran anuário (2015)

Como pode ser observado na Tabela 1, houve uma redu o do número de acidentes no estado do Paraná de 2010 a 2015. Esta redu o pode se dar por vários fatores, seja por meio da conscientiza o da popula o, seja por um controle mais rigoroso por parte das autoridades quanto a infra oes de trânsito, principalmente envolvendo bebidas e drogas.

Tabela 3 - Acidentes de trânsito nas vias municipais de Pato Branco, segundo o município ano 2015

Localiza�o	Acidentes						VÍTIMAS			
	TOTAL GERAL ACIDENTES	ACIDENTES COM VÍTIMAS				ACID. S/ VÍTIMAS	TOTAL DE VÍTIMAS	FERIDOS	MORTOS NO LOCAL	MORTOS POSTERIOR
	TOTAL	COLISÃO E ABALAR	ATROPELAMENTO	OUTROS						
Pato Branco	858	374	232	46	96	484	473	469	1	3

Fonte: Detran anuário (2015).

A Tabela 3 traz as informa es sobre Pato Branco-PR no ano de 2015. Nela podemos observar o número de acidentes totais e o número de vítimas desses acidentes. Sendo 54,66% dos acidentes com vítimas feridas há um custo para os cofres públicos que poderiam ser destinados para outras áreas.

2.4 PONTO DE INTERSEÇÃO

Como dito anteriormente, o DNIT (2005) classifica pontos de interseção como confluência, entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias e são nesses pontos de interseção que ocorrem a maior parte dos conflitos de trânsito.

As interseções constituem elementos de descontinuidade em qualquer rede viária e configuram situações críticas que devem ser analisadas de maneira única. Estas interseções devem ser projetadas de modo que haja uma circulação ordenada do trânsito de veículos e ao mesmo tempo mantenha o nível de eficiência e serviço da rodovia, trazendo segurança a todos os usuários, levando-se em consideração as necessidades locais e a disponibilidade de recursos (DNIT, 2005).

2.4.1 Características do fluxo de tráfego

O HCM- Highway Capacity Manual (HCM, 2010), uma das principais fontes bibliográficas sobre trânsito no mundo, aborda alguns conceitos como: a) Fluxo de tráfego, que é a quantidade de veículos que passam por determinado trecho da via num dado intervalo de tempo; b) Taxa de fluxo, que é taxa de veículos que passam por tal trecho num intervalo de uma hora, sendo apresentada de 15 em 15 minutos, ou seja, para cada hora há 4 taxas de fluxos; c) densidade, que é o número de veículos que ocupam determinada extensão da faixa de uma via.

O HCM (2010) também apresenta alguns conceitos, como a capacidade da via, que é o máximo de veículos ou pessoas que podem utilizar uma via no período em um determinado período e essa capacidade pode ser determinada pelo número faixas de rodagem, tráfego e controle de condições, fazendo assim com que cada segmento da via possua sua própria capacidade máxima. Saber a capacidade de uma via é importante para poder fazer uma análise técnica e econômica das medidas que serão adotadas para garantir o escoamento do fluxo de tráfego.

O Volume Médio Diário (VMD) abordado pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2005) é a média dos volumes de veículos que circulam durante 24h em um trecho de via durante um determinado ano, sendo um período de tempo representativo importante para analisar e indicar necessidades das vias, estimar

benefícios esperados de uma obra e determinar as prioridades de investimentos. O VMD pode ser expresso por unidades de carro de passeio ou UCP, sendo utilizados fatores de conversão para cada tipo de veículo.

É necessário também verificar o Volume Horário (VH) para se analisar a variação do fluxo de tráfego ao longo do dia. Esse volume é importante para determinar sua porcentagem do volume médio diário anual e então obter os valores em percentual para servirem de base para os projetos e operações de uma via. Segundo o DNIT os horários geralmente utilizados são o VH30 volume da 30ª hora ou o VH50, volume da 50ª hora, (DNIT, 2005).

2.4.2 Avaliação da interseção de acordo com o HCM

O HCM, (2010) classifica as vias em ininterruptas e interrompidas, sendo somente essa última analisada no trabalho. As vias interrompidas são chamadas assim por possuírem elementos fixos como semáforos que podem interromper o fluxo do tráfego naquela via. A condição de fluidez do tráfego resulta da interação entre veículos e de características físicas e geométricas da via.

Vias de fluxo interrompido possuem pontos de acesso controlados e não controlados que podem interromper esse fluxo através de sinalização vertical, horizontal e luminosa, além de outros meios de controle de tráfego que são inerentes a quantidade do tráfego.

A avaliação da interseção é dada através da qualidade de serviço. Essa unidade de medida possui seis níveis, indo de A à F e segundo o HCM (2010) a qualidade de serviço pode ser medida em razão da velocidade, conforto, possibilidade de manobra, interrupção do tráfego e tempo de viagem. Os níveis de qualidade são traduzidos em: a) Nível de serviço A é aquele onde há a mais alta qualidade de serviço, onde os motoristas podem trafegar na velocidade em que desejam e seu tempo de viagem não seja atrasado em mais do que 35% por algum veículo lento; b) No nível de serviço B a velocidade é um pouco menor se comparada ao nível A e seu tempo de atraso pode chegar a 50%; c) Nível de serviço C o tráfego é estável e é mais suscetível a engarrafamentos que os anteriores podendo o atraso da viagem chegar à 70%; d) O nível de serviço D descreve um fluxo instável em que podem haver ondas de choques em acessos e saídas e o

atraso se aproxima dos 85%; e) No nível de serviço E as condições de operação da via são instáveis e imprevisíveis e o atraso da viagem ultrapassa os 85% e por último o nível de serviço F que se traduz em fluxo congestionado onde a demanda da via foi maior que a sua capacidade.

2.4.3 Tipos de interseção

A caracterização das interseções não é algo tão fácil de fazer, visto que uma mesma interseção pode apresentar características de mais de um dos tipos fundamentais que serão apresentadas (DNIT, 2005).

O DNIT (2005) diz que basicamente, há dois grandes grupos definidos em função do plano em que se realizam os movimentos de cruzamento: Interseções em Nível e Interseções em Níveis Diferentes. Neste trabalho será abordada somente a interseção em nível pelo o fato de que não há possibilidade de implantação da outra.

2.4.4 Interseção em nível

Segundo o manual de projetos de interseção (DNIT, 2005), as interseções em nível podem ser classificadas e definidas como: a) em função do número de ramos, que são as interseções com três ramos formando um T ou um Y e interseções com 4 ou mais ramos, essa última conhecida como interseção de ramos múltiplos; b) em função das soluções adotadas, que podem ser do tipo mínima, que apresenta nenhum controle especial, do tipo gota onde se adota uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária, solução do tipo canalizada que é quando as trajetórias dos movimentos do tráfego são definidas por sinalização horizontal ou outros meios e a solução do tipo rótula onde o tráfego deve se movimentar em sentido anti-horário ao redor de uma ilha central, enquanto que na rótula vazada a via principal cruza a ilha central ao passo que as demais correntes devem circular no sentido anti-horário; c) em função do controle de sinalização, aqui entra a sinalização por semáforos, típica de zonas rurais ou onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical. As figuras abaixo ilustram os tipos de interseção.

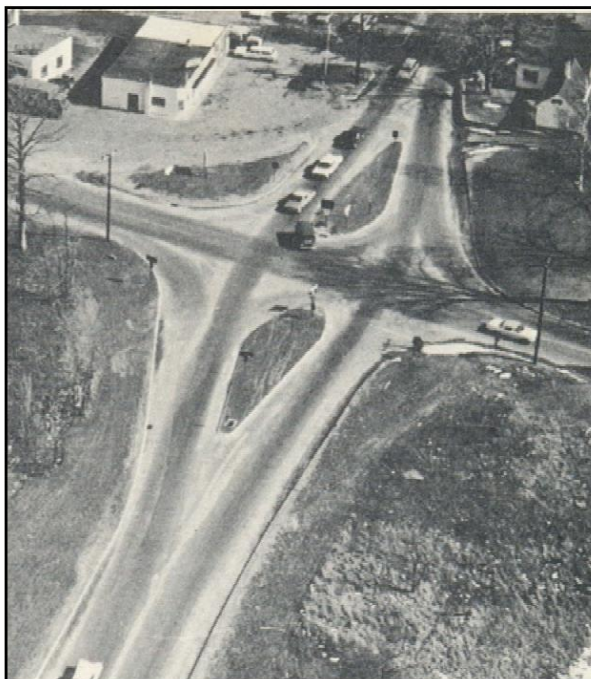


Figura 1 - Interseção tipo gota
Fonte: Manual de Projetos de Interseção DNIT (2015).



Figura 2 - Interseção canalizada I
Fonte: Sérgio Pombal (2001).

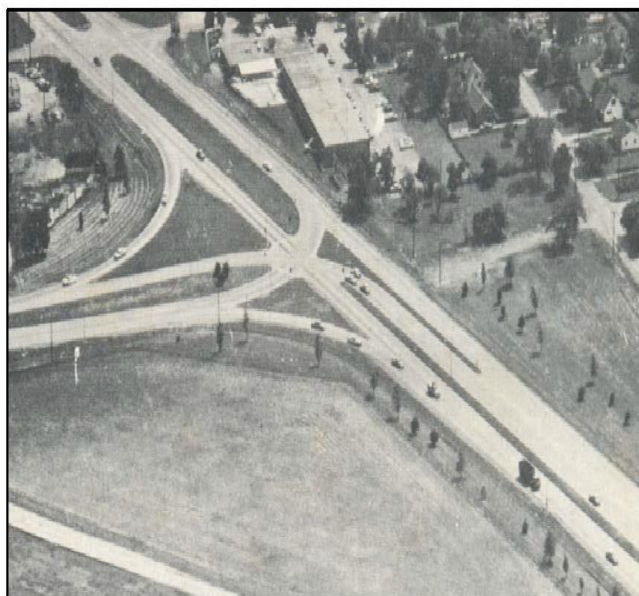


Figura 3 - Interseção canalizada II
Fonte: Manual de Projetos de Interseção DNIT (2015).



Figura 4 - Rótula
Fonte: Manual de Projetos de Interseção DNIT (2015).

2.5 HORÁRIO DE PICO

O volume de tráfego pode variar conforme o dia, hora, mês, ano e pode variar até de faixa para faixa numa mesma via. O valor mais alto do fluxo de tráfego é designado por pico e esse valor é de extrema importância visto que será nele que será estimado o fluxo geral da via. Para o DNIT (2005):

“As Horas de Pico, contendo os maiores volumes de veículos de uma via em um determinado dia, variam de local para local, mas tendem a se manter estáveis em um mesmo local, no mesmo dia da semana. Enquanto a hora de pico em um determinado local tende a se manter estável, o seu volume varia dentro da semana e ao longo do ano.”

Caso não se disponha das contagens de volume médio diário anual, e, portanto, não conseguir determinar o volume da hora de projeto escolhida, VH30 ou VH50, o DNIT (2005) diz que é necessário fazer contagens de uma semana para conseguir determinar o período de pico e então obter o Volume Horário de Projeto (VHP). É abordado que os horários de pico de vias urbanas no Brasil se concentram durante a semana e nos horários de início e fim de expediente entre 7h e 9h da manhã e entre 17h e 19h da tarde, além de que terça, quarta e quinta têm fluxos praticamente iguais. (DNIT. 2005).

2.6 PERÍODO DE ANÁLISE

O período de análise é fixado em função a que se destina a obra, de maneira a fornecer elementos para o dimensionamento do projeto e a sua análise econômica. O tempo desejável para projeto é o período de vida útil do projeto, porém segundo o DNIT (2005) isso não é possível por que há uma perda de precisão de projeções de feitas para períodos muito longos. O período de projeto é contado a partir do ano de abertura ao tráfego ou no caso dessa análise, no ano de implantação e também é considerado o tempo que decorre desde o estudo de viabilidade até a implantação das medidas.

2.7 ROTATÓRIAS OU RÓTULAS

Schuster (2013) considera rotatórias interseções em círculo com variadas configurações podendo ser de configurações simples até configurações mais elaboradas com canteiros ou esculturas. A função de uma rotatória é organizar o fluxo de tráfego e limitar a velocidade, diminuindo a quantidade de conflitos em uma interseção e, reduzindo assim, a probabilidade de acidentes. A implantação de uma rotatória pode trazer benefícios como permitir todos os movimentos de conversão e redução, mas também, ao mesmo tempo, pode causar fatores negativos como o

desconforto para usuários de transporte coletivo nos momentos de conversão do veículo nas rotatórias.

Coelho et al. (2012) divide as rotatórias em 4 tipos são esses: a) mini-rótulas; b) rótulas compactas; c) rótulas (1 faixa); d) rótulas (2 faixas). Já Schuster (2013) divide elas em 6 tipos, dividindo as rótulas entre urbanas e rurais. A Tabela 4 mostra as características básicas com 4 tipos de rótulas segundo Coelho et al (2012).

Tabela 4 - Características Básicas dos tipos de Rótulas

Tipos de Rótulas Urbanas	Número de Faixas em cada acesso	Velocidade de Projeto Máxima nos Acessos	Diâmetro do Círculo Inscrito	Diâmetro da Ilha Central	Volume de Serviço Típico (4 Acessos)
Mini-Rótulas	1	25 km/h	13 a 25 m	2 a 16 m	15.000 veic./dia
Rótulas Compactas	1	25 km/h	25 a 38 m	16 a 30 m	15.000 veic./dia
Rótulas Faixa Simples	1	35 km/h	38 a 58 m	30 a 50 m	20.000 veic./dia
Rótulas Faixa Dupla	2	40 km/h	46 a 66 m	30 a 50 m	40.000 veic./dia

Fonte: Coelho et al, 2012.

Quando bem projetadas rótulas diminuem a retenção de veículos nos períodos de maior trânsito e mantém a circulação contínua, além de não precisarem de manutenção especializada. Rotatórias em geral possuem melhor desempenho quando o volume de tráfego é moderado e balanceado, e são mais vantajosas em interseções de quatro ou mais acessos (COELHO et al, 2012).

Outro ponto importante sobre rotatórias, se comparadas a interseções com sinalização semafórica, é a redução do consumo de combustível e a emissão de gases poluente, uma vez que as rótulas diminuem o tempo de veículos parados e eliminam a rápida aceleração e desaceleração (LIMA et al, 2009). A pesquisa elaborada por Lima et al (2009) simulou uma comparação entre a concentração de monóxido de carbono em interseções. Na Figura 5 é mostrado o mapa da concentração de monóxido de carbono (CO) em partes por milhão (ppm) de uma interseção com sinalização semafórica. Já na Figura 6 tem-se o mapa de concentração de monóxido de carbono na mesma interseção, mas substituindo-se o

semáforo por uma rotatória, percebe-se que há uma nítida diminuição de concentração na interseção com rotatória.

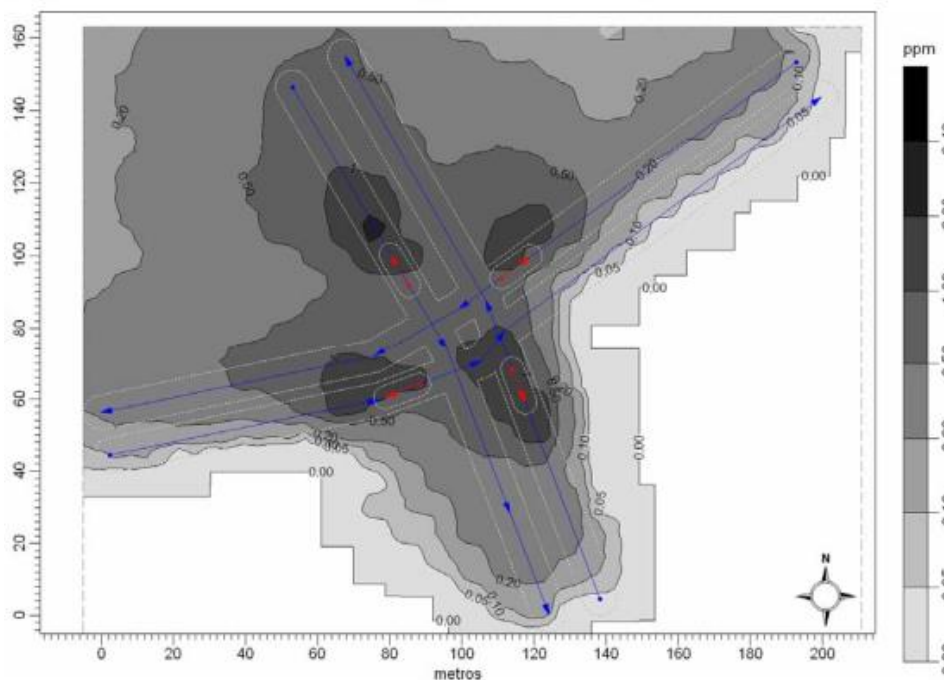


Figura 5 - Concentração de monóxido de carbono em interseção semaforizada
Fonte: Lima et al, 2009.

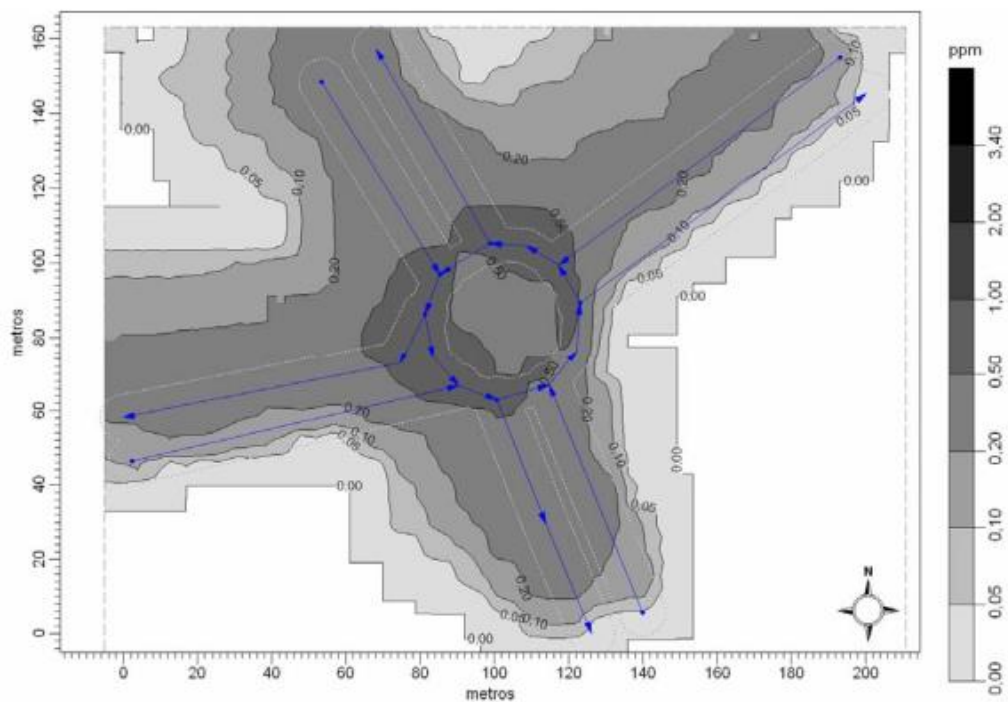


Figura 6 - Concentração de monóxido de carbono em interseção com rotatória
Fonte: Lima et al, 2009.

Entretanto Coelho et al (2012) comenta que quando o tráfego de uma via é muito superior de outra em uma interseção com rotatória, o desempenho da rótula poderá ser comprometido aumentando o tempo de espera dos usuários das vias de acesso. Para um bom funcionamento da rotatória o fluxo de um ramo de acesso não deverá predominar sobre os demais.

O HCM (2010) explica que ainda não foi criado um procedimento para a averiguação da qualidade de serviço em rotatórias, porém na falta de tal procedimento a qualidade de serviço de uma rótula poderá ser mensurada utilizando o procedimento igual à de outras intercessões com características parecidas, como as interseções com sinalização de preferencial. A qualidade de serviço é medida seguindo a Tabela 5, onde sempre quando o volume veicular for maior que a capacidade da via a nota do nível de serviço será a pior: "F".

Tabela 5 - Nível de serviço de uma rotatória

Atraso de controle (s/veic.)	Nível de serviço (Volume dividido pela Capacidade)	
	v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Fonte: HCM, 2010

Os dados necessários para a aplicação do procedimento apresentado pelo HCM (2010) são:

- Número e configuração das vias em cada aproximação;
- Volume veicular de cada movimento que entra em cada aproximação e volume de pedestres que atravessam as vias, durante a hora de pico de movimento;
- Porcentagem dos veículos pesados;
- Distribuição de volume veicular entre as vias para vias com mais de uma faixa;

- Tempo do período de análise, geralmente os 15 minutos de pico de trânsito dentro da hora de pico do dia. Entretanto qualquer período de 15 minutos pode ser utilizado.

Esse procedimento não leva em conta os efeitos dos aparelhos viários de tráfego adjacentes, como possíveis semáforos ou faixa de pedestres próximas ao local da interseção em estudo (HCM, 2010).

2.8 SEMÁFOROS

Conforme o CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito - (2012) a sinalização semafórica tem o objetivo de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, informando ao usuário o direito de passagem dentro de um determinado tempo e espaço em locais onde existem movimentos conflitantes, ou também, advertindo o usuário sobre possíveis situações que possam comprometer a segurança viária. A sinalização semafórica é classificada em dois tipos conforme sua função são eles:

- a) Regulamentar o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e/ou pedestres numa interseção ou seção de via;
- b) Advertir condutores, de veículos motorizados ou não motorizados, e/ou pedestres sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa na via.

As melhorias que a sinalização semafórica pode proporcionar, de acordo com CONTRAN (2012), são:

- Aumento da segurança viária;
- Melhoria da fluidez do trânsito, na medida em que promove distribuição adequada dos tempos destinados a cada movimento;
- Controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e pedestres com a consequente redução de conflitos;
- Redução de atrasos;
- Credibilidade por parte dos usuários em relação à sinalização.

O CONTRAN (2012) e o DENATRAN (1984) trazem alguns critérios de implantação de semáforo em uma interseção. Quando implantada de maneira correta, seguindo critérios de implantação que estão disponíveis na literatura, a

sinalização semafórica pode trazer muitas vantagens e benefícios para o usuário, entretanto quando utilizado de forma inadequada pode apresentar consequências que causarão prejuízo ao desempenho e segurança do trânsito.

Coelho (2011) cita que os semáforos implantados inadequadamente aumentam o número de certos tipos de acidente de trânsito e do atraso veicular, segundo o DENATRAN (1984) nas grandes cidades cerca de 50% dos tempos de viagem e 30% do consumo de gasolina são dispêndios devidos a veículos parados em interseções aguardando o sinal verde dos semáforos. Existem alternativas para solucionar os movimentos conflitantes de uma interseção, como rotatórias e lombadas, estas alternativas devem ser estudadas e levadas em consideração na hora da decisão da implantação ou não de sinalização semafórica em cruzamentos.

2.9 CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

A avaliação para a implantação em determinada interseção pode depender de diversos fatores como recursos humanos e materiais, estes fatores requerem investimentos por parte dos órgãos executores de trânsito, portanto é de grande importância econômica utilizar uma metodologia correta para a execução de um estudo de implantação de semáforos (COELHO, 2011).

Vilanova (2007, p.1) afirma que: “infelizmente, até hoje, não existe nenhuma metodologia, suficientemente comprovada, que estabeleça uma relação de critérios confiáveis em que possamos nos apoiar para a correta implantação de semáforos”. A não existência de manuais que explicitem de forma clara os critérios referentes à implantação de semáforos, provoca na maioria dos casos, decisões inapropriadas. Estes manuais necessitam passar por um processo de modernização, acompanhando assim o crescimento das cidades ao longo dos anos (VILANOVA, 2007).

Coelho, (2011) enfatiza que um problema percebido na maioria das cidades brasileiras é a influência política exercida nos órgãos executores de trânsito, onde muitos semáforos são implantados em períodos pré-eleitorais a fim de se garantir votos dos usuários. Quando um semáforo foi implantado, seu desempenho pode ter impactos negativos se não for aplicada a metodologia correta, chegando até ser mais viável gastar recursos para fazer a remoção do semáforo implementado erroneamente.

Existem hoje diversas metodologias para implantação de semáforos, na maioria elaboradas de acordo com a realidade de cada país, a seguir será apresentado alguns critérios considerados nas metodologias de implantação de semáforos segundo o DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito (1984).

i. Critério 1: volume veicular

O critério volume veicular é um dos principais requisitos para a implantação de semáforos, a análise é realizada considerando o volume da via principal separado da via secundária, relacionando-o com a quantidade de faixas de cada via e a localização das mesmas na região, na Tabela 6 mostra os valores veiculares mínimos para a implantação dos semáforos segundo o DENATRAN (1984).

O volume veicular é o volume médio de 8 horas de maior volume na interseção obtido de contagem que, preferencialmente, seja realizada no período das 7:00 às 20:00 horas.

Tabela 6 - Metodologia do DENATRAN - Volumes veiculares mínimos

Número de faixas de tráfego por aproximação		Veículos por hora na preferencial, nos dois sentidos	Veículos por hora, na secundária, na aproximação mais pesada
Preferencial	Secundária		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fonte: DENATRAN, 1984 (adaptado).

ii. Critério 2: Interrupção do tráfego contínuo

Este critério é aplicado quando o propósito da implantação do semáforo é facilitar o cruzamento da via principal para motoristas da via secundária. A Tabela 7 apresenta os valores mínimos de veículos por hora em ambas as vias para a implantação de semáforo.

Tabela 7 - Interrupção do tráfego contínuo

Número de faixas de tráfego por aproximação		Veículos por hora na preferencial, nos dois sentidos	Veículos por hora, na secundária, na aproximação mais pesada
Preferencial	Secundária		
1	1	750	75
2 ou mais	1	900	75
2 ou mais	2 ou mais	900	100
1	2 ou mais	750	100

Fonte: DENATRAN, 1984 (adaptado).

iii. Critério 3: Volumes conflitantes em interseções de cinco ou mais aproximações

Segundo este critério justifica-se a implantação de um semáforo quando há tráfego de volume de no mínimo 800 veículos por hora

iv. Critério 4: Fluxo de pedestres

Um semáforo pode ser necessário quando há um grande fluxo de pedestres que atravessam a via principal, os valores mínimos que precisam ser atingidos para a justificativa da implantação semaforica em uma interseção por este critério são:

1. 250 Pedestres por hora em ambos os sentidos da travessia;
2. 600 Veículos por hora (em ambos os sentidos) quando a via é de mão dupla e não há canteiro central ou o canteiro central tem menos de 1 metro de largura;
3. 1000 Veículos por hora (em ambos os sentidos) quando há canteiro central de 1 metro de largura, no mínimo.

v. Critério 5: Índice de acidentes

Este critério é aplicado nos casos em que a principal razão para a implantação do semáforo é a gravidade e frequência dos acidentes de trânsito. É justificável a implantação de um semáforo segundo este critério quando há no mínimo 5

acidentes com vítimas por ano e os tipos de acidentes registrados são do tipo corrigível pelo semáforo.

vi. Critério 6: Melhoria do sistema progressivo

A implantação de um semáforo segundo este critério é justificável quando se há uma rede de semáforos, e a implantação deste novo semáforo contribuirá para o ajuste de velocidade e progressão, ou para uma melhor formação dos pelotões aumentando as brechas para as vias secundárias e para os pedestres, além de redução de congestionamentos.

vii. Critério 7: Controle das áreas congestionadas

Em áreas onde há congestionamento constante e inevitável por outros métodos, a implantação de um semáforo pode ser justificada quando existem entrelaçamentos complexos de capacidade inferior a demanda, ou quando há aproximação com capacidade inferior a demanda, com formação de fila externa e bloqueio da interseção anterior.

viii. Critério 8: Combinação de critérios

Pode ocorrer a combinação de eventos em determinadas interseções, e a implantação semafórica pode ser justificada quando atende certas porcentagens são atendidas, essas porcentagens são:

- a) Quando dois critérios de 1 a 5 forem observados em, no mínimo, 80%;
- b) Quando três critérios de 1 a 5 forem observados em, no mínimo, 70%.

ix. Critério 9: Situações locais específicas

Há demais situações específicas em que um semáforo pode ser implantado, a avaliação do estudo de implantação depende do técnico responsável, e com devida competência e capacitação o técnico poderá justificar a implantação do semáforo.

2.10 ANÁLISE DE CONFLITOS

Conflito é classificado como sendo uma interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um elemento da via, ou entre um veículo e um pedestre que segundo Ferraz et al (2012), pode conduzir a um acidente, se não houvesse, por parte de um ou mais usuários, manobras evasivas. Sendo assim o conflito pode ser considerado um quase acidente, os mesmos fatores de riscos que favorecem um conflito estão presentes em acidentes.

Por causa disso, foram feitas técnicas de análise de conflitos para conhecer fatores de riscos de conflitos graves que venham a se tornar acidentes e avaliar a segurança do trânsito no local, quantificando e tipificando os conflitos para fornecer informações necessárias sobre o potencial de acidentalidade e assim promover ações para reduzir os mesmos.

A técnica utilizada neste trabalho será a Técnica Sueca que é mais conhecida por buscar mostrar os fatores de risco que levam a acidentes do que pela capacidade de prever o número de acidentes. Suas etapas são:

Primeiro deve ser escolhido o local estudado com base no índice de acidentes, depois deve ser preparado croquis do local que possuam (fluxo de tráfego, localização de estacionamentos, velocidades típicas, sinais de trânsito, etc. São recomendados fazer 3 dias de análises. Com os croquis em mãos deve ser feito o levantamento dos conflitos *in loco* e depois o processamento e análise das informações levantadas para que assim possam escolher as ações para eliminar ou reduzir os conflitos encontrados.

3 METODOLOGIA

Este trabalho visa buscar soluções para reduzir problemas relacionados ao trânsito na cidade de Pato Branco e proporcionar melhorias do tráfego local. Quanto à abordagem do problema, para o caso desta pesquisa, ela pode ser classificada tanto como quantitativa quanto qualitativa. Para Prodanov e Freitas (2013, p. 70), a abordagem qualitativa:

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

Além disso, essa abordagem se difere da quantitativa por não utilizar de dados estatísticos sendo o processo mais importante do que o produto da pesquisa, não sendo necessário comprovar hipóteses previamente estabelecidas. A abordagem quantitativa traduz em números, as opiniões e informações para poder analisá-las, além disso, essa abordagem é utilizada para a complexidade do problema e analisar a interação de certas variáveis (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Neste trabalho, o tratamento estatístico será usado para determinar o número de carros no horizonte de projeto e o qualitativo para verificar se as propostas são viáveis e eficientes.

Quanto aos procedimentos técnicos, os autores classificam em: exploratória, pesquisa experimental, levantamento (survey), pesquisa de campo, estudo de caso, entre outras. Prodanov e Freitas (2013) abordam que a pesquisa de campo é utilizada para levantar dados para o problema proposto, coletando dados e variáveis consideradas relevantes à pesquisa. O estudo de caso visa um estudo minucioso e profundo dos objetos de pesquisa para esclarecer as decisões e resultados, para YIN (2001, p. 32), “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto na vida real, especialmente quando os limites entre seu o fenômeno e contexto não estão claramente definidos” Uma vez que o objetivo do trabalho é analisar a situação presente e futura das interseções da cidade e apontar soluções para alguns problemas caso sejam necessárias, é válido afirmar que se trata de uma pesquisa de campo, ao mesmo tempo que é um estudo de caso.

Para cumprir com a meta do trabalho, é necessário conhecer as variáveis envolvidas: quantidade de veículos e número de acidentes automobilísticos nos locais abordados. Os métodos de análise e obtenção de todos os dados são todos pautados nesses dois parâmetros.

3.1 ETAPAS DE PESQUISA

Na primeira fase da pesquisa, foram escolhidos os locais a serem analisados na cidade levando em consideração o número de acidentes automobilísticos e que esta interseção esteja inserida na região central da cidade. Depois de escolhidos os locais examinados, foram feitos levantamentos de dados acerca do número de veículos que passam por essas interseções no horário de pico. O manual de interseções do DNIT (2005) dita que devem ser feitos ao menos 3 levantamentos nos horários de pico, colhendo os dados de 15 em 15 minutos num período total de 2 horas. E por último, foram analisados os conflitos que existem em cada uma das interseções seguindo a técnica sueca.

Para o seguinte trabalho, adotou-se o seguinte roteiro:

- a) Escolha de 3 locais no centro de Pato Branco-PR escolhidos a partir do número de acidentes nessas interseções, não sendo levado em consideração a gravidade dos mesmos por falta de dados. Os locais foram: 1 rotatória, 1 semáforo e 1 interseção sem sistema viário de controle;
- b) Levantamento do número de veículos e outras variáveis necessárias nos locais escolhidos;
- c) Análise de conflitos durante 2 horas no horário de pico nos 3 pontos;
- d) Avaliou-se o nível de serviço para o caso de interseções com rotatória no atual período e período futuro;
- e) Analisou-se os dados e verificou-se possíveis soluções;

Tais etapas podem ser observadas também a partir do fluxograma da figura 7.

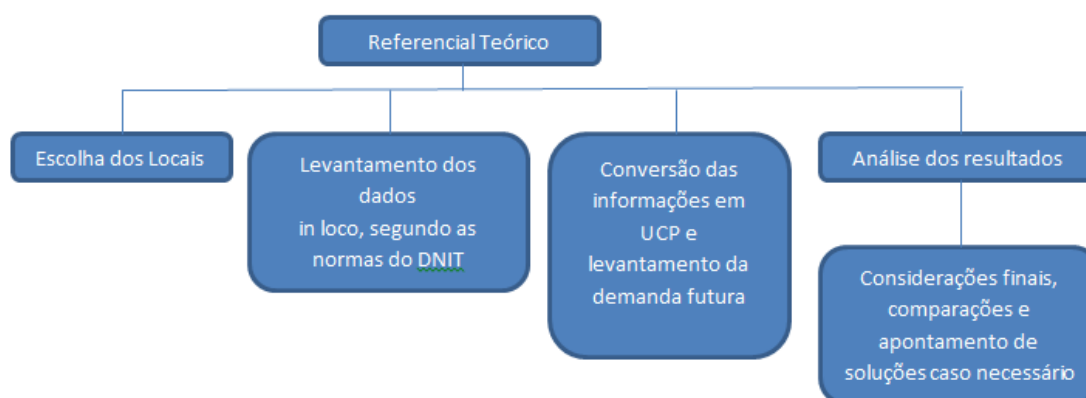


Figura 7 - Diagrama das etapas de trabalho
Fonte: Autoria própria, 2017.

A composição de tráfego pode influenciar bastante a capacidade de vias e por isso foi conveniente transformar cada tipo de veículo em Unidades de Carro de Passeio (UCP), ou seja, um número equivalente de carros de passeio que exerça os mesmos efeitos na capacidade da rodovia que o veículo referido. O manual de interseção do DNIT (2005) traz a tabela (tabela 8) de transformação equivalente.

Tabela 8 - Fator de equivalência

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

Fonte: Manual de Interseção do DNIT, 2005 (adaptado).

Como não há critérios para implantação de rotatórias definidos em manuais na literatura a metodologia para a verificação da qualidade e conformidade das rotatórias, o trabalho foi baseado na metodologia do HCM (2010) que é um procedimento para a análise do nível de serviço de rotatórias. O primeiro passo da metodologia foi a determinação da capacidade de entrada de uma rotatória de via simples, a equação é dada por:

$$C_{e,pce} = 1130 * e^{(-1 * 10^{-3})} * v_{c,pce}$$

Onde:

$C_{e,pce}$: capacidade da via, ajustada para veículos pesados [ucp/h];

$v_{c,pce}$: taxa de fluxo conflitante [ucp/h].

O segundo passo foi a determinação da taxa de fluxo de entrada e saída de veículos, essa taxa foi calculada para cada via que chega ou entra na rotatória. A Figura 7 a seguir mostra os movimentos e a taxa de fluxo de entrada e saída é igual a soma de todos esses movimentos:

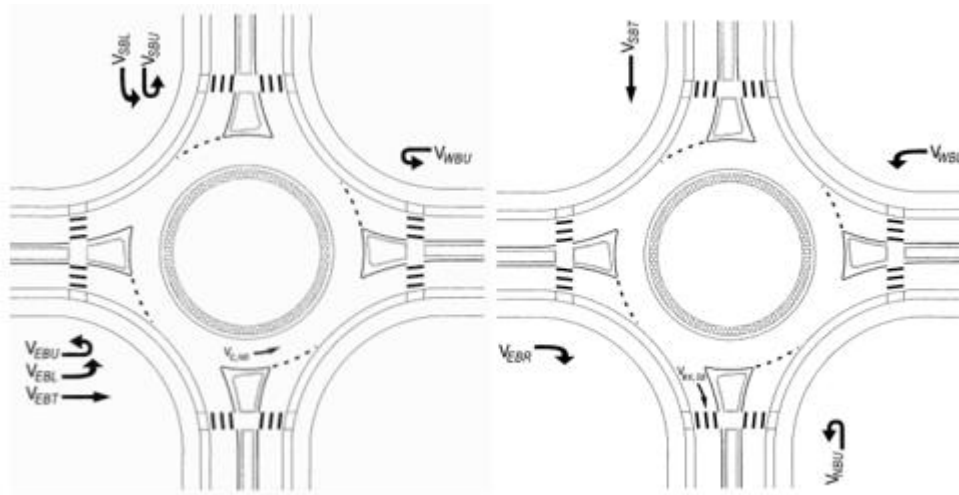


Figura 7 - Movimentos para cálculo de taxa de fluxo de entrada (esquerda) e saída (direita)
Fonte: HCM, 2010

O terceiro passo foi a determinação da taxa de fluxo de entrada por via, para rotatórias com vias simples, que nada mais é que a somatória de todas as taxas de fluxo usando aquela entrada. O quinto passo foi a determinação do fator de impedimento que pedestres causam em interseções, quando o fluxo de pedestres ou o fluxo de circulação de carros em um movimento é muito grande, a capacidade da via é afetada causando uma diminuição, e esse fator de diminuição é mostrado na Figura 8 a seguir.

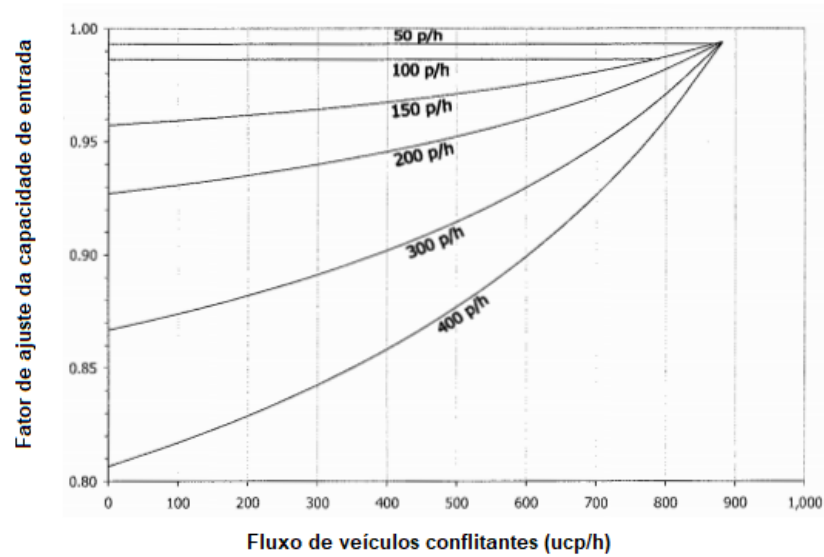


Figura 8 - Gráfico do fator de redução de entrada por fluxo conflitante
Fonte: HCM, 2010

O próximo passo foi o cálculo da razão entre o volume e a capacidade para cada via, que é simplesmente a divisão entre a taxa de fluxo da demanda e a capacidade da via. Tendo feito esses cálculos então foi possível calcular o atraso de controle seguindo a equação:

$$d = \frac{3600}{c} + 900 * T * \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{(3600 * x)}{450T}} \right] + 5 * [\text{valor mín. entre } x \text{ e } 1]$$

Onde:

d: média do atraso de controle (s/veículo);

x: razão entre volume e capacidade da via em estudo;

c: capacidade da via em estudo [veículo/h]

T: período de tempo [h] (T = 0,25 h para período de análise de 15 minutos)

A partir do atraso de controle então pode ser verificado o nível de serviço da rotatória seguindo a Tabela 5 demonstrada no referencial teórico.

3.2 LOCAIS DE ESTUDO

Como apontado, o trabalho trata-se de um estudo de caso e pesquisa de campo ao mesmo tempo e para tanto, é necessário levantar os dados em locais

previamente escolhidos a partir de determinados fatores, que neste caso foi o número de acidentes, bem como estar localizado na região central da cidade de Pato Branco/PR.

Observando os dados sobre número de acidentes por cruzamento obtidos junto a Polícia Militar, foi possível escolher os locais exatos para serem feitas as contagens. Os motivos da escolha foram: número total de acidentes, maior número de acidentes no último ano e possibilidade de realizar a contagem em 2 pessoas, a gravidade dos acidentes não foi levada em consideração na escolha por causa falta de dados obtidos pela polícia. A Tabela 9 a seguir serve para dar base aos parâmetros de acidentes.

Tabela 9 - Número de acidentes por cruzamento da cidade de Pato Branco

Cruzamento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	Tipo de interseção
Total de acidentes	2	600	629	578	595	572		
Rua Pedro Ramires De Mellox Rua Paraná	0	4	7	3	4	9	27	semáforo
Rua Tapirx Rua Tamoio	0	3	5	1	7	8	24	nada
Rua Tapirx Rua Guarani	0	10	7	8	3	7	35	semáforo
Rua Tocantinsx Rua Doutor Francisco Beltrão	0	5	11	5	5	7	33	semáforo
Rua Itapuãx Rua Iguaçu	0	1	1	1	1	7	11	nada
Rua Itabirax Avenida Tupi	0	9	11	7	9	6	42	semáforo
Rua Itacolomix Avenida Brasil	0	8	6	3	5	6	28	semáforo
Rua Tapirx Avenida Tupi	0	6	3	5	6	6	26	rotatória
Rua Mato Grossox Avenida Tupi	0	9	4	3	3	6	25	rotatória
Rua Itacolomix Rua Barão Do Rio Branco	0	2	5	3	8	6	24	nada
Rua Itabirax Rua Caramuru	0	4	5	0	1	6	16	semáforo
Rua Osvaldo Aranhax Avenida Tupi	0	3	5	11	9	5	33	semáforo
Rua Paranáx Rua Itacolomi	0	11	3	7	7	5	33	semáforo
Rua Itacolomix Rua Caramuru	0	5	0	12	8	5	30	semáforo
Rua 7 De Setembro x Avenida Tupi	0	6	7	3	7	5	28	rotatória

Fonte: Dados de acidentes da Polícia Militar

Diante dos dados apresentados, os cruzamentos escolhidos estão todos localizados ao longo da Rua Tapir, uma rua de importância para o escoamento da avenida principal e que está localizada no centro da cidade:

a) Cruzamento com semáforo: Rua Tapir x Rua Guarani, escolhido tanto pelo número total de acidentes quanto pelo número de acidentes em 2017, além da possibilidade da contagem ser realizada por 2 pessoas;

b) Cruzamento com rotatória: Rua Tapir x Avenida Tupi, escolhida pelo número de acidentes no último ano;

c) Cruzamento sem método de controle: Rua Tapir x Rua Tamoio, escolhida pelo número de acidentes no último ano e pela possibilidade da contagem ser feita por 2 pessoas.

A figura 9 a seguir ilustra a localidade dos pontos escolhidos na presente pesquisa.

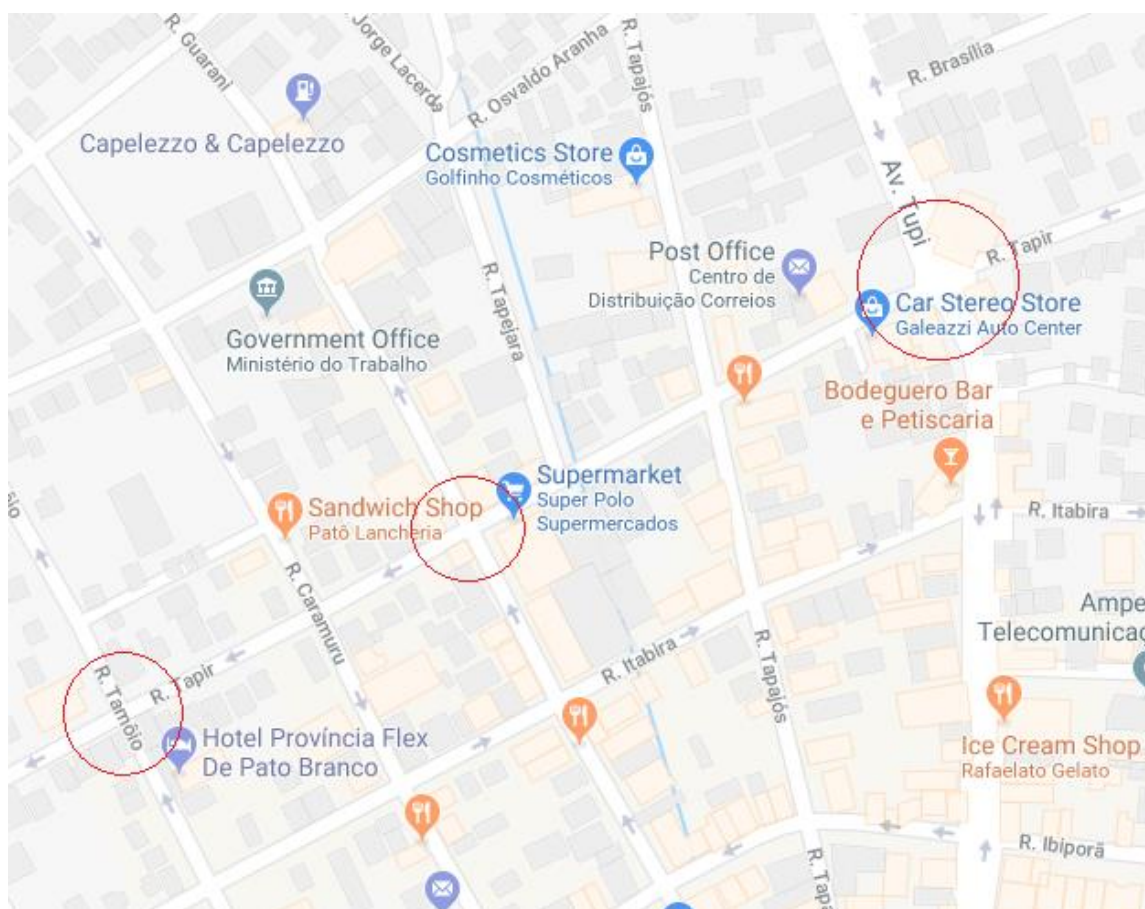


Figura 9 - Localização dos pontos escolhidos
Fonte: Google Maps (2018).

3.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Para a análise de conflitos foi utilizado o formulário contido no anexo A. Para os levantamentos em campo foram necessárias máquina fotográfica, planilha de contagem para o fluxo de carros, demonstrada no anexo E.

O estudo teve por finalidade levantar os dados e conferir se cada caso atende os requisitos propostos pelo DNIT (2005), DENATRAN (1984) ou HCM (2010) para semáforos e rotatórias e verificar se as interseções conseguiram se manter viáveis no horizonte futuro de projeto ou se há a possibilidade/necessidade de ser trocado o método de controle de tráfego daquela interseção. Também foram feitos comparativos para determinar qual a melhor escolha de método de controle nos locais de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de projeto comumente adotado para obras rodoviárias é de 15 anos e para este projeto será adotado um período de 10 anos por ser considerado um tempo nem muito longo, nem muito curto de análise para as interseções observadas neste trabalho (DNIT, 2005).

4.1 TAXA DE CRESCIMENTO DA FROTA

Como exposto, para obras rodoviárias de transporte e mobilidade deve ser levado em consideração uma previsão possível da frota veicular em circulação para o horizonte de projeto escolhido. Sendo assim, foi escolhido o crescimento da frota veicular no país para se determinar uma taxa de crescimento média e assim ser possível estimar o número de veículos que irão circular pelos cruzamentos analisados em 2028, conforme as Tabelas 10 e 11 abaixo.

Tabela 10 - Frota em Circulação no país.

Segmento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Automóveis	24.779.932	26.868.461	28.902.101	31.124.353	33.203.162	34.389.278	35.261.145	35.601.099	36.007.536
Comerciais Leves	3.492.339	3.798.382	4.106.433	4.389.290	4.700.848	4.899.701	5.001.828	5.001.046	5.093.741
Caminhões	1.377.736	1.456.649	1.577.072	1.664.778	1.769.624	1.859.642	1.881.936	1.883.864	1.887.883
Ônibus	313.412	321.839	342.992	357.665	374.983	387.656	385.623	385.623	382.260
Motocicletas	9.451.514	10.442.473	11.659.041	12.403.574	13.055.818	13.468.113	13.469.778	13.469.778	13.198.091
Total	39.414.933	42.887.804	46.587.639	49.939.660	53.104.435	55.004.390	56.000.310	56.341.410	56.569.511
Taxa de crescimento		8,81105	8,62678	7,19509	6,33720	3,57777	1,81062	0,60910	0,40485

Fonte: SINDEPEÇAS (2017).

Tabela 11 - Evolução da frota de veículos (10³).

Categoria	1985	Taxa do intervalo	1995	Taxa do intervalo	2000	Taxa do intervalo	2002	Taxa do intervalo 1985-2002	Participação por categ. Em 2002
automóveis Comer.	9.329	3,5%	13.174	4%	15.962	3%	17.004	3,6%	80%
Leves	1.486	3,5%	2.103	6%	2.785	3%	2.953	4,1%	14%
Caminhões	1.146	0,6%	1.222	-1%	1.153	0%	1.143	0,0%	5%
Ônibus	164	2,9%	218	1%	233	2%	244	2,4%	1%
Total	12.125	3,3%	16.717	3,8%	20.133	3%	21.344	3,4%	100%

Fonte: SINDEPEÇAS (2017).

Calculando a média dos dados da Tabela 10 entre 2009 a 2017 e comparando com a taxa média da Tabela 11 entre 1995 a 2002, têm-se respectivamente as taxas de crescimento de 4,67% e de 3,4%. A partir disso foi adotado um valor intermediário de 4,5% de crescimento anual da frota para esta pesquisa, a tabela 12 demonstra essa taxa de crescimento aplicada em 10 anos no número de veículos da frota de Pato Branco.

Tabela 12 - Crescimento estimado da frota veicular de Pato Branco-PR

ano	quantidade de veículos
2028	96747
2018	57048

Fonte: Autoria própria, 2018.

4.2 CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM A RUA TAMOIO

A contabilização de veículos do cruzamento da rua Tapir com a rua Tamoio foi realizada nos dias 3, 4 e 17 de abril, onde a ocorrência de maior número veicular deu-se na quarta-feira do dia 4 de abril. Analisando os dados da tabela 13, a qual é um resumo do anexo B, percebe-se um total de veículos contabilizado de 798 ucp/h sendo 422 ucp/h provenientes da rua Tamoio e 376 ucp/h da rua Tapir, movimentos estes demonstrados na figura 10.

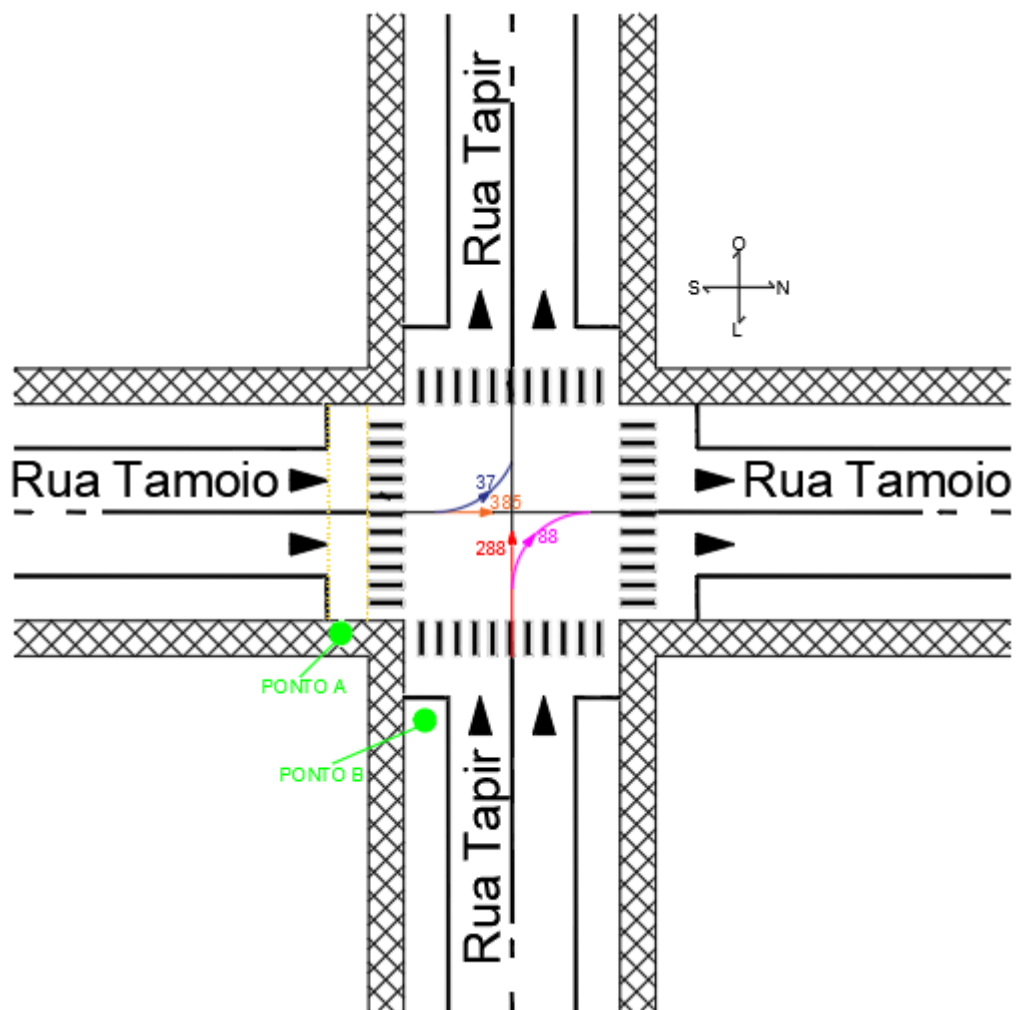


Figura 10 - Fluxograma do cruzamento R. Tamoio x R. Tapir
Fonte: Autoria Própria, 2018.



Figura 11 - Cruzamento R. Tapir x R. Tamoio
Fonte: Autoria Própria, 2018.

Tabela 13 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Tamoio

Cruzamento : Rua Tapir x Rua Tamoio					
Movimento	Origem	Destino	Sentido	veic./h	ucp./h
1	Tamoio	Tamoio	Sul -> Norte	366	385
2	Tamoio	Tapir	Sul -> Oeste	35	37
3	Tapir	Tapir	Leste -> Oeste	279	288
4	Tapir	Tamoio	Leste -> Norte	84	88
Somatória Rua Tamoio				401	422
Somatória Rua Tapir				363	376

Fonte: Aatoria própria, 2018.

A análise de conflitos foi realizada na quinta-feira do dia 17 de maio e registrou-se um total de 8 conflitos. Boa parte dos conflitos observados era causada pela falta de visibilidade que forçava os motoristas a pararem além da faixa de pedestre, invadindo um pouco da Rua Tapir e fazendo com que os motoristas que viam por esta rua tivessem de desviar.

Esta interseção não possui nem rotatória nem semáforo, o controle de tráfego no local é dado pela sinalização vertical e horizontal que advertem qual rua detém a preferência de passagem, sendo que os veículos que são provenientes da rua Tapir tem preferência de passagem. A quantidade de veículos por hora observada no local foi a menor entre os três pontos analisados, porém na Tabela 9 mostra-se que no último ano ocorreu 8 acidentes no local, um dos maiores índices das interseções.

Foi observado em campo que algumas características desse local podem ter efeito nesse elevado índice de acidentes, são elas:

1. Ao longo da rua Tamoio em sua extensão todos os cruzamentos são ou preferenciais ou com algum controle de tráfego como rotatória ou semáforo, a única interseção desta rua em que não há a preferência de passagem é a com a rua Tapir e, antigamente (em torno de 4 anos), a preferência era ainda dos veículos provenientes da rua Tamoio;
2. Há uma grande dificuldade na visibilidade na rua Tamoio dos veículos que provém da rua Tapir, uma vez que há uma grande declividade no terreno no local e o ângulo da esquina é próximo de ser perpendicular, e há ainda a obstrução de visão ocasionada pelos carros que estacionam nas primeiras vagas próximo ao cruzamento na faixa da esquerda na rua Tapir no ponto B da figura 10;

3. Existe uma árvore de médio porte na calçada da rua Tamoio que pode estar obstruindo a visão das placas de pare e de proibido a conversão à direita para os motoristas.

No geral, a interseção mostra-se com boa funcionalidade, provocando quase nenhuma fila ou congestionamento na Rua Tamoio, onde não se tem a preferência de passagem, porém neste cruzamento foi possível identificar um grande número de motoristas utilizando o telefone celular enquanto dirigem. É provável que por ser em uma região mais afastada do centro, mais residencial, as pessoas não respeitam a lei de trânsito e acabam sendo “desleixadas”. Durante o período de contabilização de veículos viu-se pelo menos dois veículos que não fizeram a parada obrigatória na Rua Tamoio e estavam em alta velocidade.

A inclinação acentuada da Rua Tapir acaba dificultando a possível implantação de um semáforo ou rotatória no local. Percebe-se que um semáforo poderia ser implantado atendendo o critério 5 de índice de acidentes do DENATRAN (1984), mas uma mini rótula no local não teria uma boa funcionalidade devido ao terreno acidentado.

Uma intervenção que poderia ser feita para melhorar a visibilidade da interseção é a remoção dos estacionamentos da faixa da esquerda na Rua Tapir próximos ao cruzamento no ponto B da figura 10. A retirada desses estacionamentos facilitaria a visão dos carros que estão seguindo na Rua Tapir que os motoristas parados na Rua Tamoio enxergam. Outra intervenção que poderia ser feita para aumentar a sinalização e diminuir a velocidade dos motoristas da rua Tamoio é a construção de uma faixa elevada para pedestres no local, o que ainda acarretaria uma segurança maior para os pedestres ao atravessarem as vias.

Quando se considera um horizonte de projeto de 10 anos e uma taxa de 4,5% ao ano de crescimento vê-se um aumento no volume veicular para um total de 1239ucp/h sendo 655 ucp/h da Rua Tamoio e 583 ucp/h da Rua Tapir, com esses números seria justificável a implantação de um semáforo neste cruzamento por dois critérios do DENATRAN (1984), o critério 1 de volume veicular, onde o número mínimo de veículos da via principal é de 600 veículos por hora, e o número mínimo de veículos da via secundária é de 200 veículos por hora, e o critério 5 de índice de acidentes, onde deve ocorrer um mínimo de 5 acidentes por ano. A inclinação da rua tapir poderia atrapalhar os veículos que fizessem a parada para o sinal vermelho se um semáforo fosse implantado, mas a probabilidade da implantação do semáforo

diminuir o número de acidentes e controlar melhor o fluxo de tráfego na interseção seria grande.

4.3 CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM A RUA GUARANI (SEMÁFORO)

A partir da coleta de dados no local nos dias 27, 28 de março e 5 de abril. A tabela 14 e a figura 13, elaboradas a partir do anexo C, demonstram os números de veículos de cada movimento desta interseção, e percebe-se que a maior quantidade de veículos atingida entre os dias da contabilização, na quinta-feira do dia 5 de abril, foi um total de 1305 ucp/h sendo destes 862 ucp/h provenientes da Rua Tapir e 443 ucp/h da Rua Guarani.

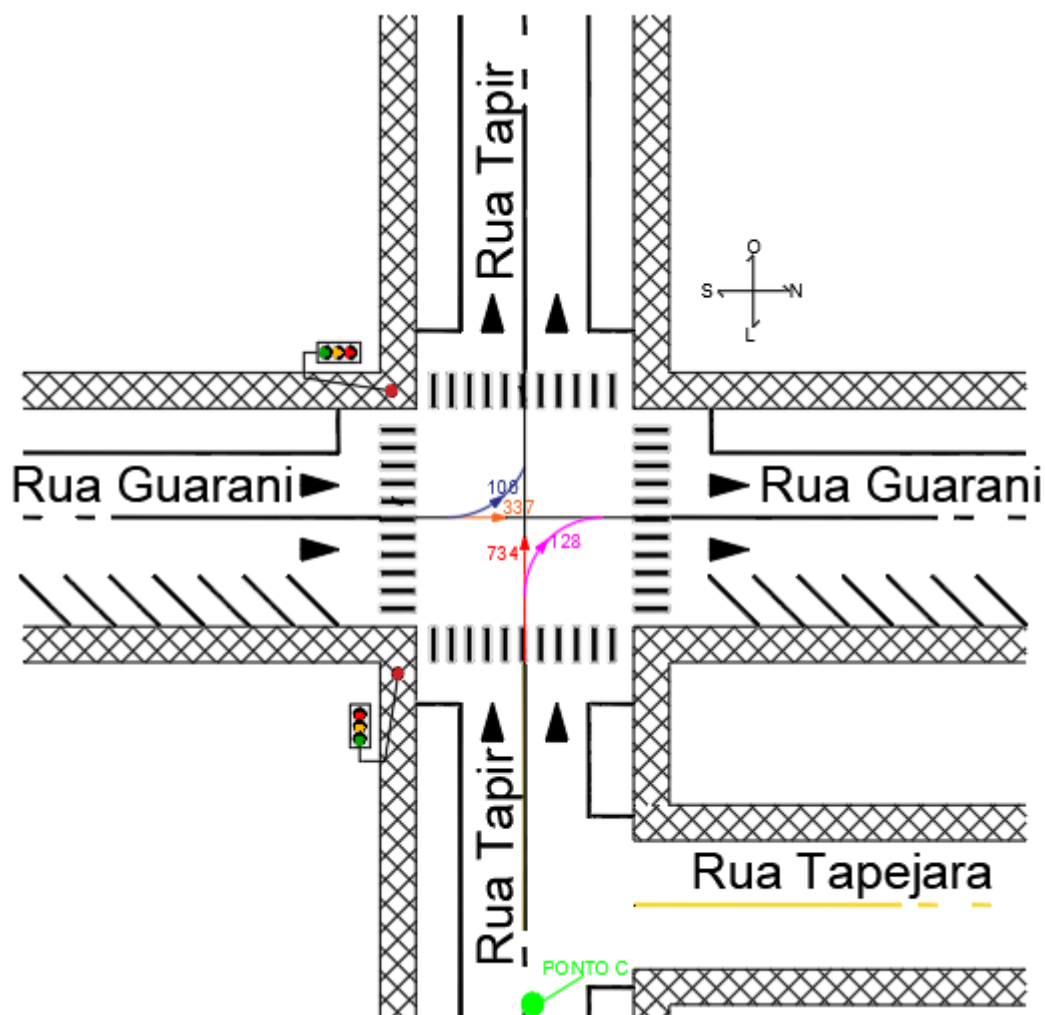


Figura 12- Fluxograma do cruzamento R. Guarani x R. Tapir
Fonte: Autoria própria, 2018.



Figura 13- Cruzamento R. Tapir x R. Guarani
Fonte: Aatoria própria, 2018

Tabela 14 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Guarani

Cruzamento : Rua Tapir x Rua Guarani					
Movimento	Origem	Destino	Sentido	veic./h	ucp./h
1	Tapir	Tapir	Leste -> Oeste	709	734
2	Tapir	Guarani	Leste -> Norte	121	128
3	Guarani	Guarani	Sul -> Norte	329	337
4	Guarani	Tapir	Sul -> Oeste	102	106
Somatória Rua Tapir				830	862
Somatória Rua Guarani				431	443

Fonte: Aatoria própria, 2018.

E utilizando a média anual da taxa de crescimento obtida pelos dados do SINDIPEÇAS (2017) com o horizonte de projeto adotado chega-se ao montante de 1339 ucp/h provenientes da Rua Tapir e 688 ucp/h da Rua Guarani, totalizando 2027 ucp/h na interseção.

Percebe-se que o número de carros de passeio que passarão por este cruzamento quase duplica depois de 10 anos e por isso é necessário à verificação das condições do semáforo para o ano horizonte de projeto. Pode-se observar também que no momento atual, os critérios de volume veicular do DETRAN para semáforos (critério 1), critério de índice acidentes (critério 5), melhoria do sistema progressivo (critério 6) são satisfeitos e o critério de interrupção do tráfego contínuo (critério 2) será satisfeito dentro do ano horizonte de projeto reforçando ainda mais a importância deste semáforo.

Após a análise de conflitos realizada na segunda feira do dia 08 de maio o cruzamento apresentou um total de 19 conflitos verificados ao longo de 2 horas que poderiam ter gerado acidentes. Alguns destes conflitos foram:

a) Na Rua Tapir carros que desenvolvem grande velocidade para cruzar a interseção com a finalidade de alcançar o próximo semáforo ainda aberto acabam causando conflito com motoristas que tentam estacionar ou sair das vagas de estacionamento laterais; parada no meio do cruzamento por causa de congestionamento, impedindo o fluxo de carros da outra rua; travessia de pedestres com o semáforo aberto;

b) na Rua Guarani os carros desenvolvem baixas velocidades para conseguir entrar e sair das vagas de estacionamento a 45° da rua gerando conflito com os outros carros que visam a passagem pela via ou até mesmo o estacionamento nessas vagas; passagem de pedestres com o semáforo aberto.

Este cruzamento apresentou o maior número de conflitos entre as interseções analisadas, mas percebe-se que a maioria dos conflitos não tem relação com o sistema viário da interseção no local. Boa parte dos conflitos são ocasionados ou pela geometria da rua sendo que a Rua Guarani é relativamente estreita para conter estacionamento dos dois lados sendo um deles estacionamento em 45°, ou por causa das grandes velocidades desenvolvidas pelos carros na Rua Tapir em confronto com os veículos que fazem as manobras para estacionar ou sair dos estacionamentos.

No geral o sistema viário desta interseção tem bom funcionamento, apesar de que em alguns horários de pico intenso de veículos, entre 18:00 e 18:15 horas, houve a obstrução de passagem dos carros da Rua Guarani em função da fila formada do sinaleiro adjacente da Rua Tapir. Há uma boa visibilidade no geral da interseção, mas não há uma placa de sinalização de proibida a conversão à direita na Rua Guarani, apenas uma placa de sinalização que é liberado os movimentos de passagem reto e conversão à esquerda; foram observados alguns veículos que tentaram a conversão à direita.

Algumas das sugestões que poderiam apaziguar os problemas seriam: a introdução de uma lombada antes da Rua Tapejara no ponto C da figura 12 para a finalidade de reduzir a velocidade desenvolvida ao longo da Rua Tapir; a incrementação de um tempo em que os semáforos de ambas as vias fiquem fechados para que pedestres possam cruzar sem maiores problemas; a implantação de sinalização quadricular no cruzamento para impedir que veículos parem no meio da interseção causando falha no fluxo de tráfego geral e a implantação de placas de proibido conversão à direita para veículos que trafegam na Rua Guarani.

4.4 CRUZAMENTO DA RUA TAPIR COM AV. TUPI (ROTATÓRIA)

O cruzamento da Avenida Tupi e rua Tapir tem como seu sistema viário de controle de tráfego uma rotatória, analisando a figura 14 percebe-se no fluxograma do cruzamento que existem 9 movimentos a serem contabilizados e a figura 15 demonstra este cruzamento.

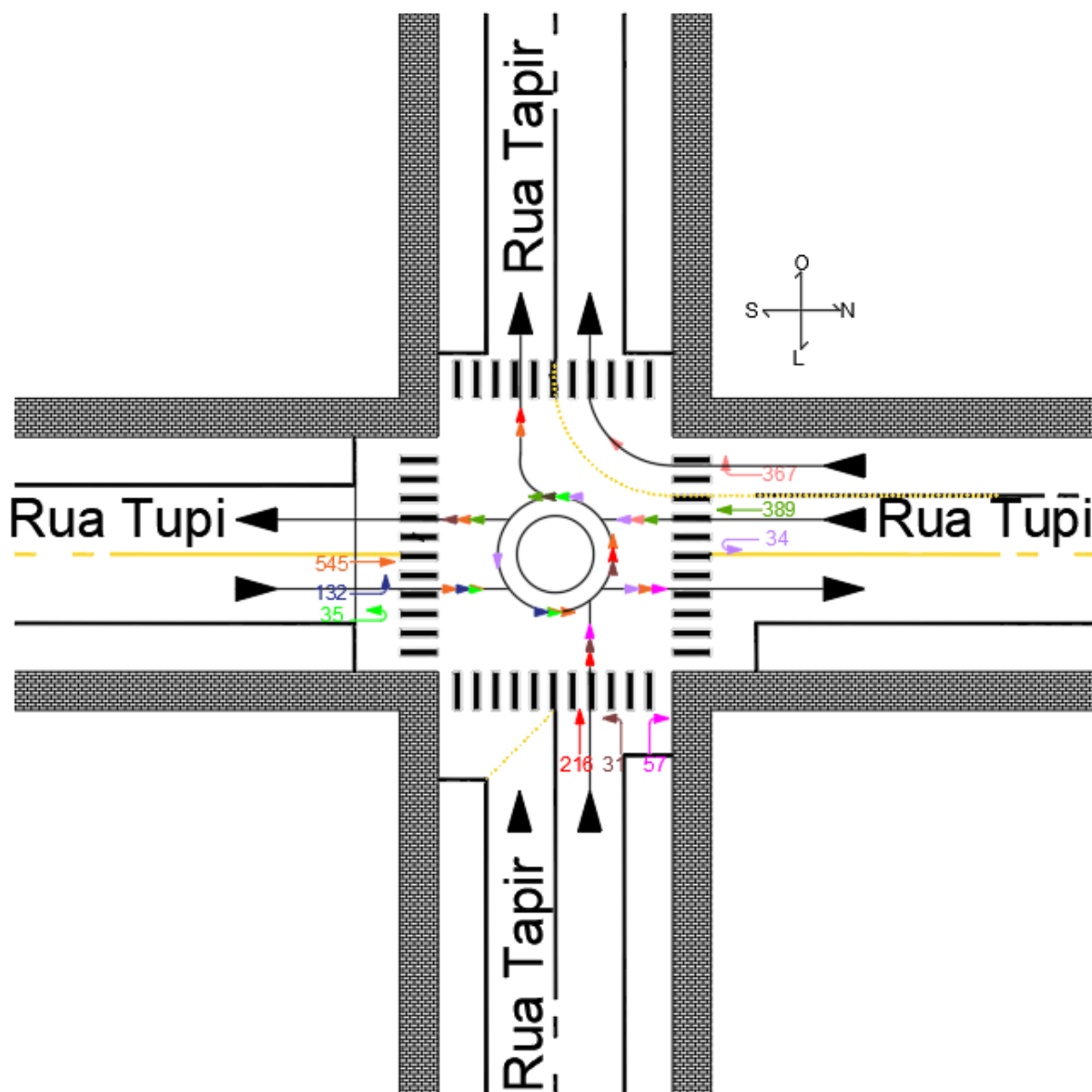


Figura 14 - Fluxograma do cruzamento da Av. Tupi x R. Tapir
Fonte: Autoria própria, 2018.



Figura 15 - Cruzamento Av.Tupi x R. Tapir
Fonte: Autoria própria, 2018.

A rua Tapir é uma rua com duas vias de tráfego e ambas têm sentido único, sentido Leste-Oeste, e há um estreitamento antes da rotatória por se tratar de uma mini rótula. A Avenida Tupi é uma via com duas faixas em sentidos opostos, mas que contém uma faixa adicional exclusiva antes da rotatória no sentido Norte-Sul que serve para escoar o movimento 2 mostrado na figura 14 e no anexo D, sentido Norte-Oeste. O levantamento de dados neste ponto foi realizado nos dias 10, 11 e 12 de abril e os dados obtidos do dia 11 (quarta-feira) foram adotados para as análises, visto que foi o dia com o maior número de veículos contabilizados.

Rotatórias, geralmente, são sistemas de controle de tráfego mais seguros uma vez que tem-se um menor número de conflitos do que outros sistemas como o semáforo, por exemplo. Analisando a Tabela 9 no ano de 2017 foi verificado um total de 6 acidentes, um número considerável de acidentes ao ano, entretanto nas 8 horas total de análise que o local foi observado não houve nenhum acidente.

No dia 14 de maio, quando foi realizada a análise de conflitos, foram contabilizados 5 conflitos, a maioria dos conflitos foram causados por carros que estavam na faixa da direita da Avenida Tupi no sentido Norte-Sul e na hora de entrada da rotatória acabavam mudando de faixa para a esquerda e seguiam o sentido Norte-Sul ao invés de seguir o sentido a direita Norte-Oeste. Outro conflito analisado e recorrente no local foi a tentativa de conversão a esquerda no sentido Norte-Leste, a conversão à esquerda é proibida uma vez que a Rua Tapir tem sentido único Leste-Oeste, a ocorrência desse conflito pode ser explicada pois até

recentemente (cerca de dois anos) essa conversão não era proibida uma vez que a Rua Tapir ainda possuía dois sentidos antes da rotatória. A tabela 15 a seguir demonstra o número veicular de cada movimento deste cruzamento sendo um resumo do anexo D.

Tabela 15 - Quantidade total de veículos por hora da interseção Tapir e Guarani

Cruzamento : Rua Tapir x Avenida Tupi

Movimento	Origem	Destino	Sentido	veic./h	ucp./h
1	Tupi	Tupi	Norte -> Sul	382	389
2	Tupi	Tapir	Norte -> Oeste	364	367
3	Tupi	Tupi	Norte -> Norte	30	34
4	Tupi	Tupi	Sul -> Norte	536	545
5	Tupi	Tapir	Sul -> Oeste	129	132
6	Tupi	Tupi	Sul -> Sul	34	35
7	Tapir	Tupi	Leste -> Sul	28	31
8	Tapir	Tupi	Leste -> Norte	48	57
9	Tapir	Tapir	Leste -> Oeste	211	216
Somatória Rua Tapir				287	304
Somatória Avenida Tupi				1475	1502

Fonte: Autoria própria, 2018

A contabilização dos veículos do dia 11 mostrou um número total de veículos igual a 1762 veic/h, ou 1806 ucp/h, sendo destes 1502 ucp/h provenientes da Avenida Tupi e 304 ucp/h provenientes da Rua Tapir. A partir da contabilização é possível calcular o nível de serviço da rotatória utilizando a metodologia apresentada anteriormente nesta pesquisa, a seguir serão mostrado os cálculos e passos a fim de calcular o nível de serviço.

Como descrito anteriormente o primeiro passo é o cálculo da capacidade das vias que chegam na rotatória, para isso é necessário encontrar a taxa de veículos conflitantes em cada ponto de entrada da rotatória. O HCM (2010) propõe que o fator de pedestres seja considerado igual a 1 quando não se tem o número de pedestres conflitantes em cada movimento. A contabilização de pedestres não foi possível uma vez que seria necessário um maior contingente de pessoas para realizar a pesquisa. Sendo assim, o próximo passo é encontrar a razão entre volume e capacidade da via em cada ponto, e então consegue-se encontrar o tempo médio de atraso de controle. A partir dos dados do anexo D temos:

$$C_{e,pce} = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*v_{c,pce}}$$

c_1 = capacidade de entrada da rotatória da via da Avenida Tupi sentido Sul-Norte; onde a taxa de fluxo de veículos conflitantes é igual ao movimento 3 do anexo D.

$$c_1 = 1130 * e^{(1*10^{-3})*34} = 1092 \text{ veíc/h}$$

c_2 = capacidade de entrada da rotatória da via da Rua Tapir sentido Leste-Oeste; onde a taxa de fluxo de veículos conflitantes é igual a soma dos movimentos 4, 5 e 6;

$$c_2 = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*(545+132+35)} = 554 \text{ veíc/h}$$

c_3 = capacidade de entrada da rotatória da via da Avenida Tupi sentido Norte-Sul; onde a taxa de fluxo de veículos conflitantes é a soma dos movimentos 9,7,6 e 5;

$$c_3 = 1130 * e^{(1*10^{-3})*(216+31+132+34)} = 756 \text{ veíc/h}$$

x_1 = razão entre volume de entrada (somatória dos movimentos 4, 5 e 6) e capacidade da via da Avenida Tupi sentido Sul-Norte

$$x_1 = \frac{(545 + 132 + 35)}{1097} = 0,64$$

x_2 = razão entre volume de entrada (somatória dos movimentos 7, 8 e 9) e capacidade da via da Rua Tapir Sentido Leste-Oeste.

$$x_2 = \frac{(57 + 216 + 31)}{564} = 0,51$$

Para o cálculo da razão entre volume e capacidade da via da Avenida Tupi sentido Norte-Sul dividiu-se em duas vias de entrada de veículos uma vez que a faixa da direita desta rua se apresenta como uma faixa de *by-pass*, então o x_3 foi dividido em:

x_3' = razão entre volume de entrada (somatória dos movimentos 1 e 3) e capacidade da via da Avenida Tupi sentido Norte-Sul.

$$x_3' = \frac{(30 + 382)}{756} = 0,55$$

e x_3'' = razão entre volume e capacidade da via de *by-pass* (movimento 2) da Avenida Tupi sentido Norte-Oeste.

$$x_3'' = \frac{(364)}{756} = 0,48$$

Então utilizando a formula abaixo, foi possível calcular o tempo de atraso de controle para cada ponto de entrada da rotatória:

$$d = \frac{3600}{c} + 900 * T * \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{(3600 * x)}{450T}} \right] + 5 * [\text{valor mín. entre } x \text{ e } 1]$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 12,26 \text{ s/veic.}; \\ d_2 &= 15,53 \text{ s/veic.}; \\ d_3' &= 13,29 \text{ s/veic.}; \\ d_3'' &= 12,21 \text{ s/veic.} \end{aligned}$$

Os níveis de serviço de cada perna ficaram então:

$$\begin{aligned} c_1 &= B \\ c_2 &= C \\ c_3' &= B \\ c_3'' &= B \end{aligned}$$

E para se conseguir um atraso de controle geral para rotatória é feito uma média ponderada primeiro entre d_3' e d_3'' a fim de obter um d_3 , e então de d_1 , d_2 e d_3 a fim de obter o atraso de controle geral da rotatória e verificar conforme a Tabela 5 o nível de serviço da rotatória.

$$\begin{aligned} d_3 &= \frac{(13,29 * 412) + (12,21 * 364)}{(412 + 364)} = 12,78 \text{ s/veic} \\ d &= \frac{(12,26 * 699) + (15,53 * 287) + (12,78 * 776)}{(699 + 287 + 776)} = 13,02 \text{ s/veic.} \end{aligned}$$

Obtendo um atraso de controle geral da rotatória $d = 13,02$ s/veic. tem-se um nível de serviço B, o qual é um nível aceitável para o dado cruzamento, mas como se tem a intenção de analisar a interseção em um tempo de projeto de 10 anos e então utilizando os dados com um acréscimo de 4,5% ao ano teremos:

$$\begin{aligned} c_1 &= 1130 * e^{(-1 * 10^{-3}) * 46} = 1078 \text{ veic./h} & x_1 &= 1085/1078 = 1,01; \\ c_2 &= 1130 * e^{(-1 * 10^{-3}) * 1079} = 384 \text{ veic./h} & x_2 &= 445/1079 = 1,16; \\ c_3 &= 1130 * e^{(-1 * 10^{-3}) * 624} = 605 \text{ veic/h} & x_3' &= 639/605 = 1,06 \\ & & x_3'' &= 565/605 = 0,93. \end{aligned}$$

Segundo a Tabela 5 quando a razão entre o volume de entrada da via for maior que a capacidade da via, ou seja, $x \geq 1$, o nível de serviço do ponto de entrada da rotatória em questão será F, o pior caso. Como visto nos cálculos para o

x, não é necessário calcular o tempo de controle de atraso e o nível de serviço da rotatória para um tempo de projeto de 10 anos será nível F.

A observação dessa interseção em campo mostrou que o fluxo no cruzamento é progressivo, não forma filas grandes e bloqueio de trânsito dentro da rotatória, com exceção do horário entre 18:00 e :18:15 horas quando há um maior tráfego e acaba comprometendo o funcionamento da rotatória. Em geral percebe-se que a rotatória tem um bom funcionamento. Alguns aspectos deste cruzamento puderam ser observados são estes:

- i. O fluxo para os usuários que estão na rua Tapir sentido Leste-Oeste é afetado pelos veículos que provem da avenida Tupi sentido Sul-Norte por que estes usuários não utilizam a rotatória da forma correta, ou seja, eles seguem da via para a rotatória como se estivessem em uma via preferencial. Este problema também é causado por causa da grande inclinação da rua Tapir e pela esquina ter um ângulo muito reto (90°), dificultando a visualização dos veículos da avenida Tupi dos veículos que vem da rua Tapir. Este problema poderia ser amenizado, ou talvez até resolvido por completo, com a construção de uma faixa elevada na avenida Tupi sentido Sul-Norte, a fim de diminuir a velocidade e forçar a parada dos veículos deste sentido. A faixa elevada melhoraria também a condição dos pedestres para atravessar a rua;
- ii. Há uma dificuldade dos veículos, que estão na avenida Tupi sentido Norte-Oeste na via de *by-pass*, de visualização dos pedestres que atravessam a faixa no sentido Norte-Sul na rua Tapir, aparentemente a faixa de pedestres está situada um pouco longe da rotatória e este trecho na rua Tapir tem uma declividade considerável, dificultando assim para os veículos quando estão prestes a fazer a conversão a direita. A mudança da faixa de pedestres para mais perto da rotatória poderia amenizar esta situação;
- iii. As vagas de estacionamento que estão situadas na rua Tapir logo após a rotatória sentido Leste-Oeste parecem atrapalhar os veículos que passam por ali, tanto os que fazem conversões a esquerda ou direita tanto aqueles que seguem reto para a rua Tapir, seria importante a diminuição destas vagas.

Observaram-se ainda muitos motoristas desrespeitando as faixas de pedestres e as sinalizações horizontais, muitos ainda não utilizam a seta de

sinalização dos veículos para alertar os outros motoristas das manobras que farão, situações deste tipo afetam o funcionamento da rotatória diminuindo a sua funcionalidade. O nível de serviço verificado para um horizonte de projeto de 10 anos mostra que deverá ser adotado outra solução para acomodar o tráfego neste cruzamento, tendo em vista isto, a prefeitura se mobilizou no dia 25/05/2018, e implantou um semáforo de 3 tempos neste cruzamento para reduzir/evitar as filas de carro causadas por um baixo nível de serviço da rotatória e também tentar reduzir o número de acidentes. Percebe-se que a implantação do semáforo é justificada por alguns critérios de implantação de semáforos propostos pelo DENATRAN (1984) e que o funcionamento deste semáforo dependerá da sincronização com os semáforos das interseções adjacentes.

5 CONCLUSÃO

A crescente verticalização observada no centro de Pato Branco e o crescimento do número de automóveis particulares trarão problemas de mobilidade em longo prazo, tais como: maior número de acidentes, congestionamentos cada vez mais frequentes, maior poluição. Para reverter esse quadro, é necessário que a prefeitura e os órgãos públicos responsáveis façam estudos e projetos para reduzir os problemas futuros antes que estes apareçam.

No momento atual os cruzamentos analisados não apresentam problemas de mobilidade consideráveis, apenas um significativo número de acidentes automobilísticos, porém com uma estimativa de crescimento veicular de 4,5% ao ano para um horizonte de projeto de 10 anos, passando de 57.048 veículos em 2016 para 96.747 veículos em 2028, quase dobrando o número total. Essa estimativa evidencia a necessidade de serem estudadas alternativas para não prejudicar a mobilidade na cidade e assim fazer com que serviços possam ser executados normalmente e que a cidade não seja prejudicada com congestionamentos.

I. CRUZAMENTO SEM PONTO DE CONTROLE VIÁRIO:

Os principais problemas encontrados no cruzamento da Rua Tamoio com a Rua Tapir são a inclinação do terreno e problemas de visibilidade, o que dificulta encontrar soluções economicamente viáveis e efetivas. O terreno inviabiliza a execução de rotatórias e dificulta a implantação de semáforos.

II. CRUZAMENTO COM SEMÁFORO:

Analisando o número de carros que passaram pelo cruzamento da Rua Guarani com a Rua Tapir e tendo a previsão do crescimento de veículos que passarão por esse cruzamento, pode-se ver que a escolha do semáforo foi feita de maneira correta, porém ainda há muito a se fazer para conseguir reduzir os problemas encontrados no local, principalmente quanto à questão dos estacionamentos e dos problemas com os pedestres.

Não foram observados acidentes nos levantamentos feitos, apenas possíveis causas para os mesmos e pode-se observar que parte do problema consiste na infraestrutura com falta de sinalização ou sinalização inadequada, parte no próprio terreno como na Rua Guarani onde a inclinação e a edificação da esquina acabam limitando bastante o campo de visão dos motoristas, porém a maior parte

reside nos próprios motoristas que usam de alta velocidade, utilizam o celular enquanto dirigem ou até desatenção dos mesmos na hora de manobrar os veículos. Alguns desses problemas são de fácil resolução outros exigem medidas mais complexas e de longo prazo como maior fiscalização e melhor instrução para motoristas na hora de tirar a carteira.

III. CRUZAMENTO COM ROTATÓRIA:

Como visto o nível atual de serviço da rotatória é B e já observando os problemas que o aumento de carros fará na cidade a prefeitura já se mobilizou e trocou a rotatória do cruzamento da Av. Tupi com a Rua Tapir por um semáforo de 3 tempos para reduzir as filas de carro causadas por um baixo nível de serviço da rotatória e também para tentar reduzir o número de acidentes no local.

Com a realização deste trabalho foi percebido a grande importância da contabilização de dados como número de acidentes e quantidade de veículos em determinadas interseções. Se houvesse mais incentivo para implantar tecnologias que facilitem a contagem de veículos em cada interseção, seria possível computar um mapa da cidade de Pato Branco com os dados de quantidade veicular e acidentes de todas as interseções da cidade, a montagem deste mapa seria de vital importância para a tomada de decisões da prefeitura em relação à infraestrutura viária da cidade. Pesquisas como esta são de interesse público para cidades e suas prefeituras, a continuidade de pesquisas, que tem como objetivo coletar dados sobre o tráfego dentro das cidades, têm uma significativa importância, e, quanto mais pesquisas destas houver, mais haverá conhecimento sobre a infraestrutura e o fluxo de tráfego na cidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Pesquisa de Acidentes de Trânsito**, NBR 10697/TB331, 1989.

BOARETO, Renato. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano**, v. 30, p. 31-2008.

COELHO, Juliana Carla. **Análise dos impactos no tráfego resultantes das aplicações das metodologias de implantação de semáforos estudadas: caso da cidade de Fortaleza-CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, 2011.

COELHO, M. D. **Análise e sugestões para projetos geométricos de rótulas modernas em vias urbanas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012

CONSELHO NACIONAL DE TRANSITO. **Manual Brasileiro De Sinalização De Trânsito**. 1ª ed. Brasília: CONTRAN, 293 p, volume 5: Sinalização Semafórica, 2012.

CORRÊA, Roberto Lobato et al. **O espaço urbano**. Ática, 2013.

DENATRAN Departamento Nacional de Transito, **Manual de Semáforos**, 2ª Edição, Brasília, DF, 1984.

DETRAN **Anuário Estatístico**. Paraná [s.n], 2015. Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/anuario/Anuario15.pdf>>. Acesso em: 26 out 2017.

DNIT. Ministério dos Transportes. **Manual de Projeto de Interseções**. Rio de Janeiro: [s.n], 2005. 530p. Disponível em:<http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CMANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

FERRAZ, Antonio Clóvis et al. **Segurança Viária**. São Carlos-SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012, 324 p.

LIMA, Ed Pinheiro et al. **Estudo do uso de rotatórias na redução da concentração de monóxido de carbono de origem veicular**. Simpósio de pós-graduação em Engenharia Urbana, 2019.

IBGE **Anuário Estatístico**. [S.l: s.n.], 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411850>>. Acesso em: 26 out 2017.

MOURA, André Luiz Cândido de. **Análise da circulação urbana na Av. João Pessoa, cidade de Guaratinguetá e proposta de intervenção**, 2015.

PELUSO, Marília Luiza. **Brasília: do mito ao plano, da cidade sonhada à cidade administrativa**. Revista Espaço e Geografia, v. 6, n. 2, 2003.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Mobilidade Urbana**. 2014. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/mobilidade-urbana.htm>>. Acesso em: 22 set. 2017.

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

RESENDE, Ubiratan Pereira. **Contradições e desafios da mobilidade urbana de Goiânia e sua região metropolitana**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, 2017.

RUBIM, Barbara; LEITÃO, Sérgio. **O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. Estudos Avançados**, v. 27, n. 79, 2013.

SANTOS, José Lázaro de Carvalho. **Reflexões por um conceito contemporâneo de urbanismo**. 2006.

SCHUSTER, F. P., Romão, M. N. P. **V.O uso adequado de rotatórias como agente redutor da acidentalidade no trânsito**. 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Brasília, DF, 2013.

SINDEPEÇAS: SINDICATO NACIONAL DE PEÇAS AUTOMOTIVAS. Associação Brasileira da Indústria de Autopeças. **Relatório da frota circulante em 2018**. Disponível em: <<https://www.sindipecas.org.br/area-atuacao/?co=s&a=frota-circulante>>. Acesso em: 20 maio 2018.

SOUZA, Marcos Timóteo Rodrigues. **Mobilidade e acessibilidade no espaço urbano. Revista Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, 2005.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, **Highway Capacity Manual**. HCM2010., v 3 – interrupted flow. National Research Council, Washington, DC, 2010.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. Annablume, 2000.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. Annablume, 2001.

VIANNA, Marise Rauen; DO VALE, Michel HoogChaui. **Planejamento e gestão em cingapura: um caso a ser observado à luz da integração intersetorial e a relação com os transportes**, 2014.

VILANOVA, Luis **Crêterios para Implanta o de Semáforos**, 2007. Disponível em: http://sinaldetransito.com.br/artigos/criterios_implantacao_semaforos.pdf. Acesso em: 20 de outubro de 2017




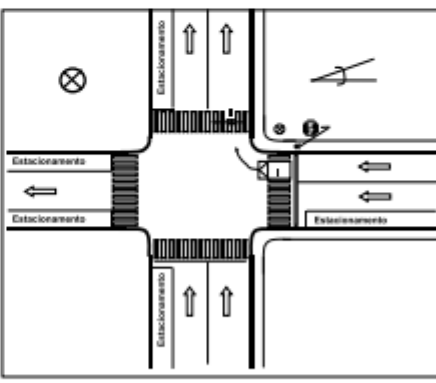
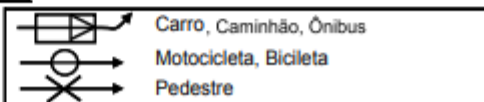
YIN, Roberto K. Estudo de caso: **Planejamento e Métodos**. 5. ed. PortoAlegre-RS: Bookman, 2001.

FERRAZ, Antonio Clóvis et al. **Segurança Viária**. São Carlos-SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012, 324 p.

ANEXOS

ANEXO A – Exemplo de preenchimento de formulário utilizado no método suco de pesquisa de conflitos de tráfego

FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO

Observador(s): Alexandre, Bárbara e Rogério	Data: 18/6/2007	Horário: 16:50	Número: 7	Cidade: São Carlos
Intersecção: Rua XV de Novembro com Rua Aquidabam		Condições do Tempo: Sol <input checked="" type="checkbox"/> Encoberto <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/>		
Superfície: Seca <input checked="" type="checkbox"/> Molhada <input type="checkbox"/>	Visibilidade: <input checked="" type="checkbox"/> Boa (iluminação natural total-amplo visibilidade) <input type="checkbox"/> Prejudicada (iluminação natural parcial-visibilidade ampla dependente de iluminação artificial)	 Norte		
Veículo Bicicleta <input checked="" type="checkbox"/> Pedestre <input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/>	Usuário I Sexo (ped.) M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> Idade (ped.)	Usuário II Sexo (ped.) M <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/> Idade (ped.)	Envolvido Secundário III Sexo (ped.) M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> Idade (ped.)	POSIÇÃO DO OBSERVADOR E DA FILMADORA POSIÇÃO DO OBSERVADOR  POSIÇÃO DA FILMADORA 
Velocidade Distância do ponto de colisão Valor do TA	20 km/h 8 m 1,4 seg	1,4 km/h 10 m seg		
Ação de Evitar Frenagem Desvio Aceleração	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Possibilidade de desviar	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>		
Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>				
Descrição das causas do evento: <u>O carro fez conversão à direita e quase atropelou o pedestre, pois o motorista estava olhando para a esquerda.</u>				

ANEXO B – Contagem veicular da intersecção Tamoio x Tapir (dia 04/04/18)

MOVIMENTO 1 : TAMOIO -> TAMOIO (SENTIDO RETO)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	47	47	1	0,5	3	5	0	0	50	52
17:15 até 17:30	75	75	9	4,5	5	8	2	4	82	87
17:30 até 17:45	73	73	8	4	3	5	0	0	76	78
17:45 até 18:00	82	82	7	3,5	6	10	4	8	92	100
18:00 até 18:15	125	125	11	5,5	2	4	3	6	130	135
18:15 até 18:30	61	61	8	4	7	11	0	0	68	72
18:30 até 18:45	60	60	5	2,5	1	2	0	0	61	62
18:45 até 19:00	45	45	7	3,5	0	1	0	0	45	46

SOMA	568	568	56	28	27	41	9	18	604	627
------	-----	-----	----	----	----	----	---	----	-----	-----

04/04/2018		MOVIMENTO 2: TAMOIO -> TAPIR (SENTIDO A ESQUERDA)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	7	7	3	1,5	0	0	0	0	7	7	
17:15 até 17:30	6	6	1	0,5	0	2	0	0	6	8	
17:30 até 17:45	5	5	0	0	0	0	0	0	5	5	
17:45 até 18:00	10	10	1	0,5	1	1	0	0	11	11	
18:00 até 18:15	9	9	0	0	1	2	0	0	10	11	
18:15 até 18:30	8	8	3	1,5	1	2	0	0	9	10	
18:30 até 18:45	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6	
18:45 até 19:00	7	7	1	0,5	0	0	0	0	7	7	
SOMA	58	58	9	4,5	3	5	0	0	61	63	

04/04/2018		MOVIMENTO 3 : TAPIR -> TAPIR (SENTIDO RETO)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	47	47	8	4	2	4	0	0	49	51	
17:15 até 17:30	40	40	9	4,5	1	2	1	2	42	44	
17:30 até 17:45	68	68	7	3,5	0	1	1	2	69	71	
17:45 até 18:00	61	61	8	4	1	2	0	0	62	63	
18:00 até 18:15	82	82	17	8,5	2	4	2	4	86	90	
18:15 até 18:30	60	60	8	4	2	4	0	0	62	64	
18:30 até 18:45	31	31	3	1,5	1	2	1	2	33	35	
18:45 até 19:00	51	51	10	5	0	1	0	0	51	52	
SOMA	440	440			9	14	5	10	454	464	

04/04/2018		MOVIMENTO 4 : TAPIR -> TAMOIO (SENTIDO A DIREITA)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	12	12	2	1	0	1	0	0	12	13	
17:15 até 17:30	12	12	0	0	0	1	0	0	12	13	
17:30 até 17:45	20	20	2	1	2	4	1	2	23	26	
17:45 até 18:00	20	20	2	1	1	2	0	0	21	22	
18:00 até 18:15	24	24	2	1	0	0	0	0	24	24	
18:15 até 18:30	15	15	4	2	1	1	0	0	16	16	
18:30 até 18:45	16	16	1	0,5	1	0	0	0	17	16	
18:45 até 19:00	21	21	1	0,5	0	0	0	0	21	21	
SOMA	140	140	14	7	5	8	1	2	146	150	

ANEXO C – Contagem veicular da interseção Tupi x Tapir (dia 11/04/18)

11/04/2018		MOVIMENTO 1 : TUPI -> TUPI (SENTIDO DE UTFPR PARA CENTRO)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	91	91	9	4,5	2	4	2	4	95	99	

17:15 até 17:30	76	76	10	5	0	1	1	2	77	79
17:30 até 17:45	85	85	23	11,5	0	1	3	6	88	92
17:45 até 18:00	93	93	24	12	0	1	0	0	93	94
18:00 até 18:15	118	118	15	7,5	0	1	0	0	118	119
18:15 até 18:30	83	83	9	4,5	0	1	0	0	83	84
18:30 até 18:45	90	90	9	4,5	1	2	0	0	91	92
18:45 até 19:00	87	87	7	3,5	3	5	0	0	90	92
SOMA	723	723			6	10	6	12	735	745

11/04/2018 MOVIMENTO 2: TUPI -> TAPIR (SENTIDO A DIREITA DE UTFPR PARA CENTRO)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	48	48	17	8,5	4	6	1	2	53	56
17:15 até 17:30	55	55	9	4,5	2	2	1	2	58	59
17:30 até 17:45	80	80	11	5,5	9	13	3	6	92	99
17:45 até 18:00	84	84	11	5,5	4	6	1	2	89	92
18:00 até 18:15	111	111	20	10	7	2	0	0	118	113
18:15 até 18:30	61	61	4	2	4	2	0	0	65	63
18:30 até 18:45	23	23	5	2,5	4	6	1	2	28	31
18:45 até 19:00	42	42	4	2	1	1	0	0	43	43
SOMA	504	504		0	35	5	7	14	546	523

11/04/2018 MOVIMENTO 3 : TUPI-> TUPI (RETORNO UTFPR PARA UTFPR)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	7	7	1	0,5	0	1	1	2	8	10
17:15 até 17:30	6	6	1	0,5	0	1	1	2	7	9
17:30 até 17:45	4	4	1	0,5	0	1	0	0	4	5
17:45 até 18:00	6	6	2	1	1	2	0	0	7	8
18:00 até 18:15	10	10	2	1	0	1	0	0	10	11
18:15 até 18:30	9	9	0	0	0	1	0	0	9	10
18:30 até 18:45	7	7	0	0	0	1	0	0	7	8
18:45 até 19:00	4	4	1	0,5	0	1	0	0	4	5
SOMA	53	53			1	2	2	4	56	59

11/04/2018 MOVIMENTO 4 : TUPI -> TUPI (SENTIDO DO CENTRO PARA UTFPR)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	109	109	15	7,5	2	4	2	4	113	117
17:15 até 17:30	109	109	11	5,5	3	5	4	8	116	122
17:30 até 17:45	124	124	16	8	8	13	1	2	133	139
17:45 até 18:00	111	111	13	6,5	4	7	4	8	119	126

18:45 até 19:00	4	4	1	0,5	0	0	0	0	4	4
SOMA	39	39			0	1	0	0	39	40

11/04/2018 MOVIMENTO 8 : TAPIR -> TUPI (SENTIDO A DIREITA DO BAIRRO PARA UTFPR)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	7	7	0	0	0	1	1	2	8	10
17:15 até 17:30	4	4	1	0,5	1	2	0	0	5	6
17:30 até 17:45	9	9	0	0	0	1	2	4	11	14
17:45 até 18:00	15	15	1	0,5	0	1	1	2	16	18
18:00 até 18:15	8	8	0	0	0	0	1	2	9	10
18:15 até 18:30	10	10	0	0	0	1	2	4	12	15
18:30 até 18:45	6	6	3	1,5	0	0	0	0	6	6
18:45 até 19:00	11	11	2	1	0	0	0	0	11	11
SOMA	70	70			1	2	7	14	78	86

11/04/2018 MOVIMENTO 9 : TAPIR -> TAPIR (SENTIDO DO BAIRRO PARA CENTRO)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMERC.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	29	29	5	2,5	1	1	0	0	30	30
17:15 até 17:30	30	30	1	0,5	3	4	2	4	35	38
17:30 até 17:45	49	49	3	1,5	2	3	1	2	52	54
17:45 até 18:00	43	43	2	1	1	1	1	2	45	46
18:00 até 18:15	56	56	8	4	1	1	2	4	59	61
18:15 até 18:30	55	55	2	1	0	0	0	0	55	55
18:30 até 18:45	27	27	2	1	0	0	0	0	27	27
18:45 até 19:00	29	29	2	1	0	0	0	0	29	29
SOMA	318	318			8	10	6	12	332	340

ANEXO D: Contagem veicular da interseção Guarani x Tapir (dia 27/03/18)

05/04/2018 MOVIMENTO 1 : TAPIR -> TAPIR (SENTIDO RETO)										
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMER.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP
17:00 até 17:15	113	113	20	10	4	7	3	6	120	126
17:15 até 17:30	119	119	19	9,5	6	10	1	2	126	131
17:30 até 17:45	153	153	26	13	9	14	3	6	165	173
17:45 até 18:00	180	180	16	8	9	14	2	4	191	198
18:00 até 18:15	192	192	44	22	8	13	2	4	202	209

18:15 até 18:30	147	147	15	7,5	4	7	0	0	151	154
18:30 até 18:45	99	99	7	3,5	5	8	0	0	104	107
18:45 até 19:00	102	102	3	1,5	5	8	0	0	107	110
SOMA	1105	1105			50	76	11	22	1166	1203

05/04/2018		MOVIMENTO 2: TAPIR -> GUARANI (SENTIDO A DIREITA)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMER.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	29	29	3	1,5	1	1	0	0	30	30	
17:15 até 17:30	27	27	3	1,5	0	2	0	0	27	29	
17:30 até 17:45	36	36	2	1	1	1	0	0	37	37	
17:45 até 18:00	31	31	2	1	2	3	2	4	35	38	
18:00 até 18:15	29	29	5	2,5	0	2	0	0	29	31	
18:15 até 18:30	20	20	1	0,5	0	2	0	0	20	22	
18:30 até 18:45	13	13	0	0	0	0	0	0	13	13	
18:45 até 19:00	15	15	0	0	0	0	0	0	15	15	
SOMA	200	200		0	4	5	2	4	206	209	

05/04/2018		MOVIMENTO 3 : GUARANI -> GUARANI (SENTIDO RETO)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMER.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	80	80	16	8	2	4	0	0	82	84	
17:15 até 17:30	84	84	9	4,5	0	1	1	2	85	87	
17:30 até 17:45	88	88	9	4,5	0	1	1	2	89	91	
17:45 até 18:00	72	72	11	5,5	1	2	0	0	73	74	
18:00 até 18:15	79	79	16	8	1	2	1	2	81	83	
18:15 até 18:30	83	83	10	5	2	4	1	2	86	89	
18:30 até 18:45	70	70	5	2,5	2	4	0	0	72	74	
18:45 até 19:00	55	55	2	1	2	4	0	0	57	59	
SOMA	611	611			10	16	4	8	625	635	

05/04/2018		MOVIMENTO 4 : GUARANI -> TAPIR (SENTIDO A ESQUERDA)									
HORARIO	AUTO	UCP	MOTO	UCP	COMER.	UCP	CAMINH.	UCP	SOMA	SOMA UCP	
17:00 até 17:15	22	22	4	2	1	2	1	2	24	26	
17:15 até 17:30	23	23	6	3	2	4	0	0	25	27	
17:30 até 17:45	25	25	2	1	0	1	0	0	25	26	
17:45 até 18:00	27	27	3	1,5	0	1	1	2	28	30	
18:00 até 18:15	26	26	5	2,5	0	0	0	0	26	26	
18:15 até 18:30	21	21	5	2,5	1	1	1	2	23	24	
18:30 até 18:45	19	19	0	0	0	0	0	0	19	19	
18:45 até 19:00	32	32	5	2,5	0	0	0	0	32	32	
SOMA	195	195			4	7	3	6	202	208	

ANEXO E:Tabela de contagens (modelo DNIT 2005).

CONTAGEM EM INTERSEÇÕES												
FOLHA	POSTO	TEMPO	DIA DA SEMANA	DATA	ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO						PESQUISADOR	
		DE _____ PARA _____			SENTIDO	DE _____ PARA _____			SENTIDO	DE _____ PARA _____		
					MOVIMENTO				MOVIMENTO			
					AUTO	MOTO	BUS	TRUCK	AUTO	MOTO	BUS	TRUCK
ATÉ												
ATÉ												
ATÉ												
ATÉ												

Ativar o Windows
 Acesse Configurações para ativar c