

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DE MOBILIDADE URBANA E
FUTURA INTERVENÇÃO: ESTUDO DE CASO BR 060

ERIC RODRIGUES SANTOS
ROBERTO SANTOS MONTEIRO

GOIÂNIA
Novembro/2018

ERIC RODRIGUES SANTOS
ROBERTO SANTOS MONTEIRO

**ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DE MOBILIDADE URBANA E
FUTURA INTERVENÇÃO: ESTUDO DE CASO BR 060**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás-Uni-Anhanguera, sob orientação da Professora Esp. Marcela Pimenta Faleiros dos Santos, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Novembro/2018

Resumo

O crescimento das cidades somado ao aumento da frota de veículos, que vem ocorrendo exponencialmente no Brasil, torna perceptível a importância e a necessidade de políticas e ações direcionadas ao planejamento viário, que supram a necessidade da população. O presente trabalho teve como objetivo a proposta de intervenções para a melhoria do fluxo de veículos e segurança nos cruzamentos situados na cidade de Goiânia, no trecho urbano da BR-060 que cruza com a Alameda Câmara Filho e com a Rua das Magnólias, dando-se enfoque para a possibilidade de implantação semafórica nas duas rotatórias do trecho. Para realizar a análise proposta na pesquisa foi utilizado como base o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica, assim como legislações complementares de órgãos como o DENATRAN e CONTRAN. A metodologia utilizada consistiu na análise dos critérios ditados pelo manual, com o intuito de se verificar a viabilidade da implantação semafórica no local. Os resultados apresentados na pesquisa apontaram para a implantação semafórica. Para tanto, foi proposto a instalação de semáforos em cada aproximação, aliada a aplicação de sinalização horizontal e vertical, visando maior organização e fluidez no cruzamento.

PALAVRAS-CHAVE: Trânsito. Congestionamentos. Planejamento viário. Crescimento das Cidades.

INTRODUÇÃO

A partir da metade do século XX, foi verificado um processo de urbanização acelerado no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, que resultou no aumento das concentrações populacionais nas cidades. Em decorrência dessas aglomerações de pessoas em um pequeno número de cidades, verificaram-se também os conflitos entre as mais diversas classes sociais pela apropriação e utilização dos espaços públicos. A crise de mobilidade que se instalou graças ao aumento da frota de veículos, é ilustrada diariamente pelos grandes congestionamentos e na disputa pelo uso da via entre os diversos modos de transporte, seja para possibilitar o ir e vir de pessoas ou para o transporte comercial de mercadorias e prestação de serviços (BOARETO, 2008).

O modelo de ocupação e uso do solo verificado nas grandes cidades brasileiras, é configurado por espaços urbanos fragmentados, onde grande parte dos serviços mais utilizados pela sociedade, se concentra em uma única região, dificultando a locomoção e fazendo com que as pessoas tenham que se deslocar por maiores distâncias para realizar suas tarefas diárias, como ir ao trabalho, a escola e ter seus momentos de lazer. Este modelo de ocupação do solo, segundo Kneib (2016), gera os movimentos pendulares diários, que contribui para a sobrecarga do sistema viário em horários específicos.

No Brasil não foram realizados investimentos suficientes em infraestrutura para acompanhar a crescente urbanização do país. As vias públicas não garantem fluidez para o deslocamento dos veículos, trazendo como consequência o aumento do número de congestionamentos nos grandes centros urbanos e afetando negativamente as condições dos serviços de transporte público (VIANNA, 2013).

Nota-se que é irrefutável a necessidade de organização no tráfego, visto que no caso de uma cidade grande como São Paulo, os gastos anuais causados por congestionamentos chegam a cerca de 10% do PIB da cidade. E não são apenas os custos financeiros que geram preocupação, visto que existem gastos igualmente notáveis com o tempo.

No caso em estudo foi analisado o trecho entre o km 161 e 162 da BR 060 em Goiânia-GO, que liga bairros da periferia e outras cidades da região metropolitana, nesse trecho a utilização de rotatórias já foi implantada, porém nota-se que as mesmas não são eficazes o suficiente para escoar o fluxo de veículos da região, pois o trânsito no trecho trava diariamente durante os horários de pico.

Entre as possíveis alternativas utilizadas para minimizar a retenção de veículos, que ocorre principalmente em cruzamentos estão: a instalação de mini rotatórias e rotatórias, a implantação de semáforos e a construção de cruzamentos em desnível.

De acordo com Bezerra (2007) o semáforo é uma das principais alternativas da engenharia de tráfego, sendo uma solução ao caos do sistema de tráfego urbano, o mesmo é indicado para melhorar a segurança nos cruzamentos com pouca visibilidade, nos quais o relevo favorece altas velocidades, e onde existe entrelaçamento. O semáforo quando instalado adequadamente, traz vantagens como: a redução da demora e do número de paradas, aumento da capacidade da via, redução do tamanho das filas de veículos, de acidentes, da emissão de poluentes e de gastos com combustível. Devido as vantagens promovidas pelo uso dos semáforos, foi definido para a pesquisa em questão o estudo da viabilidade da implantação semafórica no trecho em estudo.

Ainda não dispomos de uma metodologia, suficientemente comprovada, de critérios para justificar a instalação de semáforos, pois se tratando de um assunto complexo como trânsito, nem sempre uma solução aplicada em um determinado local funcionará em outro. No Brasil, existem manuais para instalação de semáforos que são utilizados atualmente por órgãos de gestão do tráfego, como por exemplo os manuais do Departamento Nacional de trânsito (DENATRAN) e também os manuais elaborados pela Companhia de Engenharia de tráfego (CET) de São Paulo.

Apesar de existirem algumas diferenças entre os critérios aplicados em cada manual, todos entram em um consenso quanto a necessidade da realização de estudos de engenharia que avaliem as condições de trânsito no local, as características dos pedestres e a configuração física da via em questão, a fim de, determinar se a instalação de um semáforo é justificável num determinado local.

O Objetivo do presente trabalho é analisar a situação em que se encontra os cruzamentos das duas rotatórias localizadas no trecho urbano da rodovia BR-060, situadas entre o km 161 e 162 e através dos dados coletados, apontar possíveis medidas de reestruturação, seguindo as normativas e recomendações definidas por órgãos nacionais de trânsito, em especial o manual de trânsito do DENATRAN e contextualizar com a realidade observada na região.

MATERIAL E MÉTODOS

1 Material

O material em estudo são as duas rotatórias localizadas na BR-060 em Goiânia, situadas entre o km 161 e 162. O trecho considerado para a pesquisa tem 515m de extensão, como pode ser visto nas Figuras 1, 2 e 3.

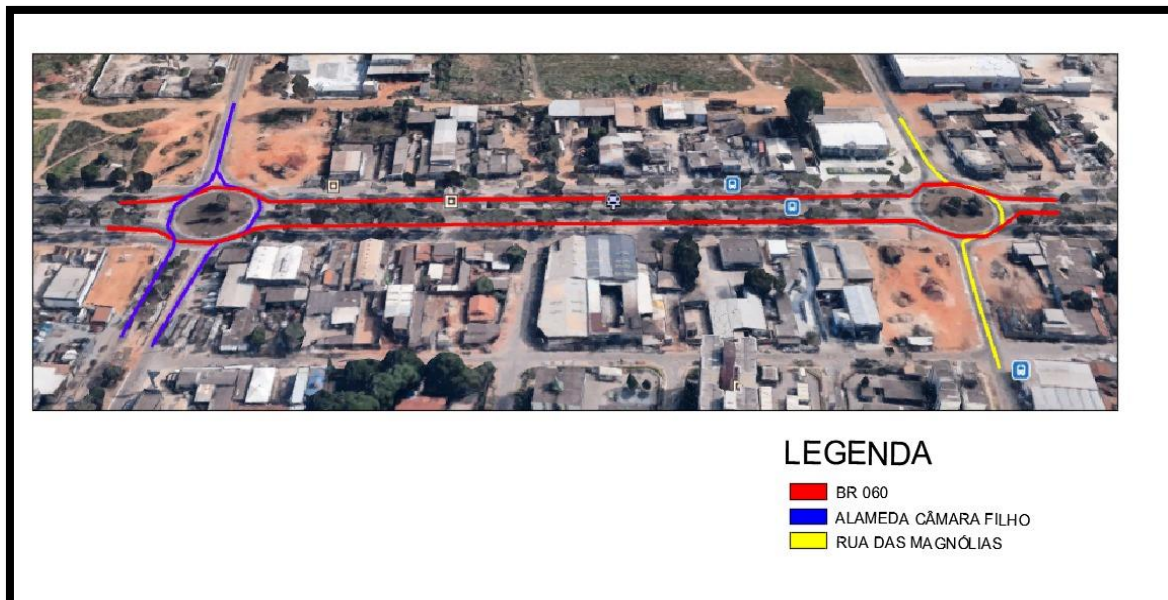


Figura 1. Trecho delimitado em estudo
Fonte: Google Earth modificado no Auto Cad pelos autores

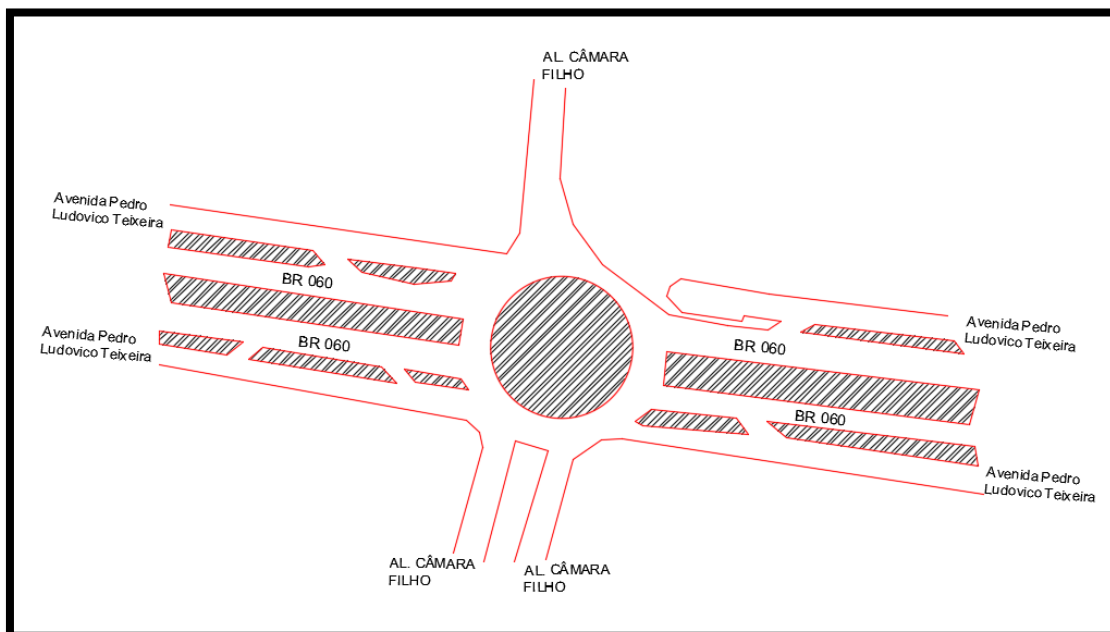


Figura 2. Mapa do cruzamento da BR-060 com a Alameda Câmara Filho
Fonte: Elaborado no Auto Cad pelos autores

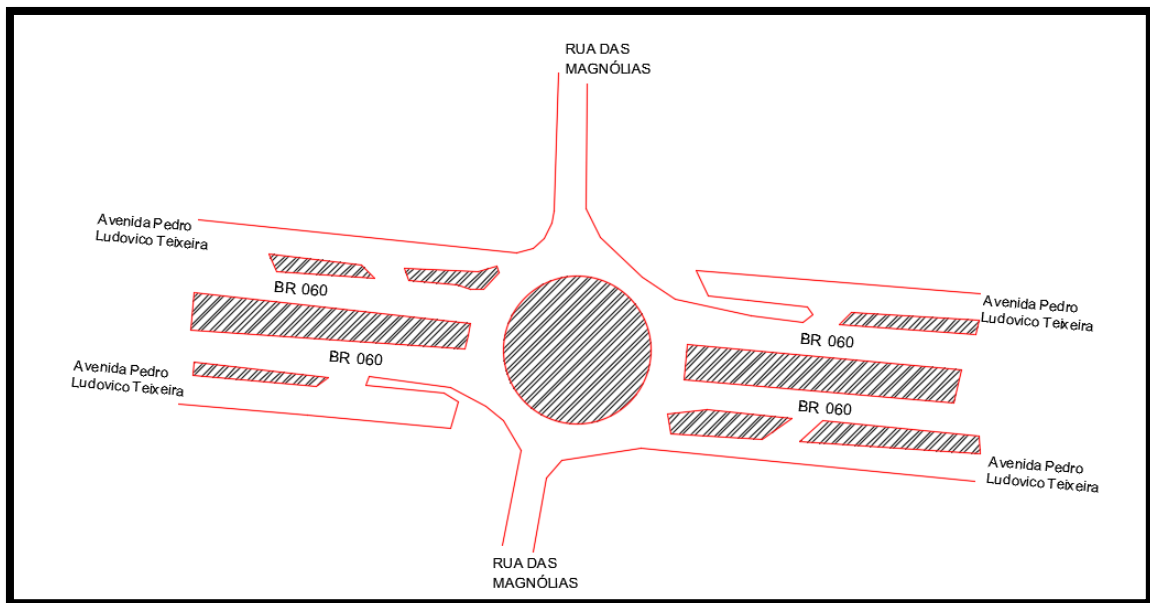


Figura 3. Mapa do cruzamento da BR-060 com a Rua das Magnólias

Fonte: Elaborado no Auto Cad pelos autores

2 Métodos

A metodologia desenvolvida no presente trabalho consistiu na revisão da bibliografia existente e na coleta de dados de campo do fluxo de veículos no trecho das duas rótulas da BR 060, entre o Km 161 e 162, a primeira rotatória faz cruzamento com a Alameda Câmara Filho e a segunda com a Rua das Magnólias. Caracterizando assim a pesquisa como um estudo de caso.

A revisão da bibliografia foi realizada a partir do estudo de artigos, teses, monografias, livros, periódicos, manuais, normas técnicas, entre outras fontes, de modo a obter o embasamento teórico necessário para a realização do trabalho.

Para o levantamento de dados, primeiramente, foi feito um registro fotográfico das vias e sinalização existente no local, para se obter um panorama geral da situação atual do trecho. Do período das 18:00 as 19:00 horas foi realizada a contagem de veículos nas 4 aproximações da primeira rotatória, situada no km 162, sentido Guapó- Goiânia. A contagem foi subdividida em 4 períodos de um quarto de hora, os resultados obtidos serão apresentados ao longo deste trabalho.

O DENATRAN (2007) aponta no Volume V do seu manual de sinalização semafórica que devem ser avaliadas a obediência das normas de circulação estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro, o mesmo recomenda que devem ser estudadas outras formas de canalização de tráfego, como o controle com uso de sinalização vertical e horizontal e a implantação de rotatórias, antes de se analisar a necessidade de implantação semafórica.

Durante o estudo do trecho em questão, pôde-se notar, que, tanto a utilização da sinalização horizontal e vertical, quanto a implantação de rotatórias, não se mostrou suficiente para conduzir com fluidez e segurança o tráfego no trecho, justificando então, segundo as premissas estabelecidas pelo DENATRAN a necessidade da análise da implantação do semáforo.

Foi realizada uma comparação entre os dados obtidos na contagem realizada pelos autores, com os dados de volume de tráfego obtidos no projeto de duplicação da via datado no ano de 2008 (dados fornecidos pelo DNIT), com isso, foi possível determinar o horário com maior fluxo de veículos, sendo este o horário indicado pelo manual, para ser realizado a análise da contagem.

Para realizar a análise dos impactos da implantação dos semáforos no trecho em estudo, também foram levantados dados do quantitativo populacional na região, dos bairros e das cidades do entorno, que contribuem para o aumento do fluxo de veículos nos horários de pico.

A análise para a implantação dos semáforos, foi realizada, com o auxílio do Volume V do Manual de Semáforos do DENATRAN (2007), seguindo os critérios do item 4.2.2 do manual, para abordagem apenas veicular, visto que o tráfego de pedestres no trecho é relativamente pequeno, os critérios levados em consideração para a análise podem ser vistos na Figura 4.

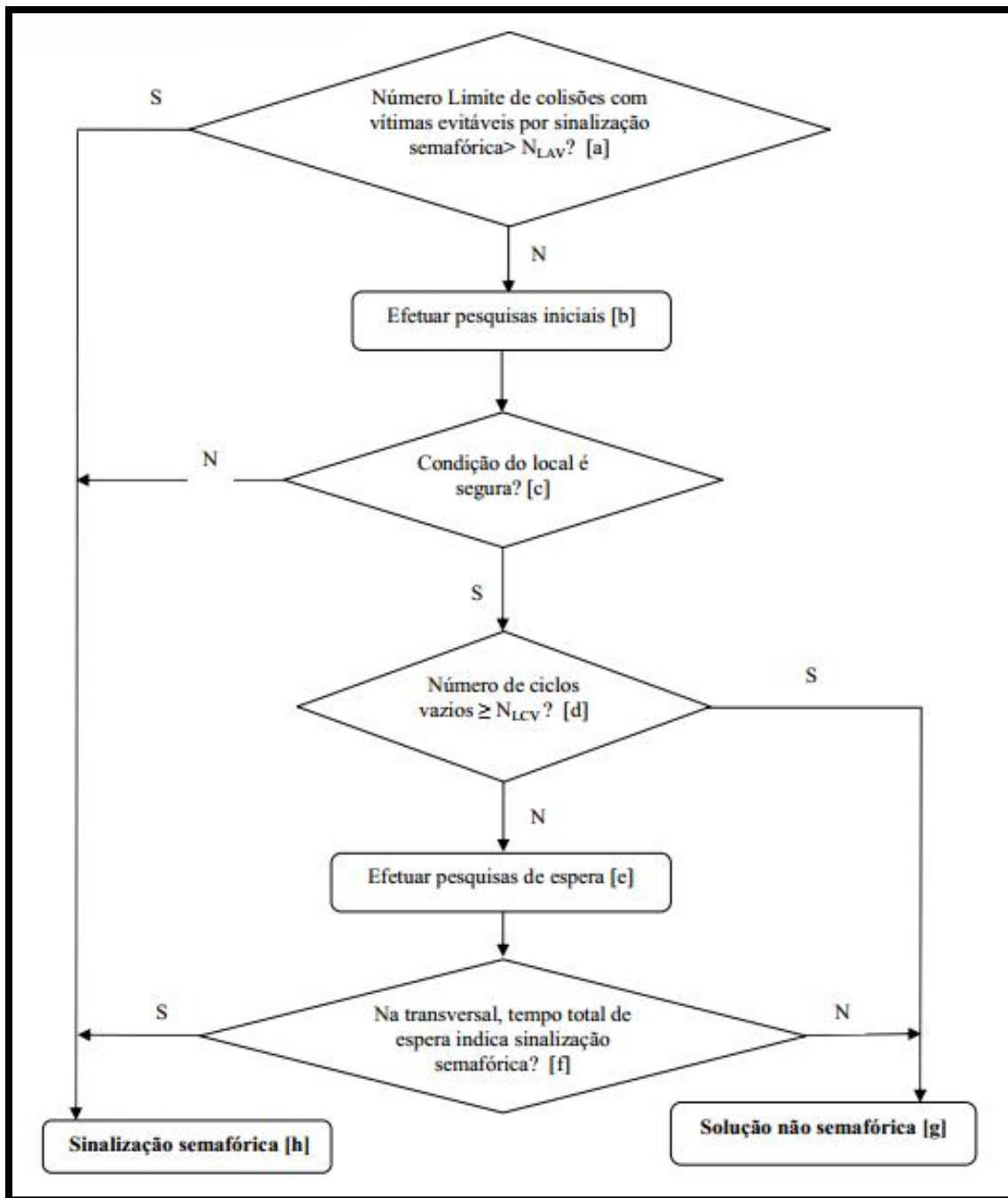


Figura 4. Critérios para implantação do semáforo: abordagem veicular

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica (2007)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Quantitativo Populacional

Os bairros do entorno e as cidades vizinhas da região metropolitana de Goiânia, são os locais de onde se origina a maior parte do fluxo de veículos que circula pelo trecho em estudo diariamente, isso ocorre, porque a maior parte dos deslocamentos casa-trabalho saem dos bairros/cidades do entorno sentido ao centro de Goiânia. Devido a este fato, foram levantadas as populações dos principais bairros da região (Parque Oeste Industrial, Buena Vista, Santa Rita, Alphaville) e das cidades de Aparecida de Goiânia, Abadia de Goiás, Guapó e Trindade, como pode ser visto nas Figuras 5 e 6.

GOIÂNIA-GO	
BAIRRO	POPULAÇÃO
Parque Oeste Industrial	6106
Buena Vista	2262
Santa Rita	22596
Alphaville	3620

Figura 5. População dos principais bairros do entorno

Fonte: Censo IBGE 2010, elaborado pela Seplam e modificado pelos autores

REGIÃO METROPOLITANA		
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO CENSO 2010	POPULAÇÃO ESTIMADA 2018
Aparecida de Goiânia	455.657	595.957
Abadia de Goiás	6.876	8.583
Guapó	13.976	14.211
Trindade	104.488	125.328

Figura 6. População dos principais bairros do entorno

Fonte: IBGE 2018, modificado pelos autores

2 Polos Geradores de Viagens (PGVS)

Várias empresas estão instaladas ao longo do trecho e nos arredores, o que demanda um tráfego constante de veículos. Os ramos de atividades são os mais variados, indo desde casas de shows a empresas de manutenção de veículos e indústrias. Os PGVS com maior influência na demanda por tráfego de veículos neste trecho, são a faculdade Uni – Anhanguera, o SENAI e a Igreja Sagrada família localizados a cerca de 1,86 km de distância do trecho em questão.

3 Dados de Tráfego

Os Estudos de Tráfego realizados no trecho visaram a determinação da quantidade de veículos que utiliza diariamente o trecho delimitado, e a composição deste tráfego. Os dados obtidos servem de base para a análise de implantação dos semáforos.

3.1 Contagem de Veículos

O trecho urbano da BR-060 é utilizado diariamente por automóveis, veículos de carga e também por ônibus que a utilizam como via de ligação entre diferentes regiões da cidade. Com a finalidade de conhecer a magnitude do tráfego no trecho, foi realizada uma contagem volumétrica do tipo classificatória. Os veículos foram classificados segundo as classes: carros de passeio/utilitários, ônibus e caminhões, sendo que os dois últimos, foram considerados como um modelo padrão, para facilitar a contagem.

A metodologia adotada na pesquisa consistiu em coletar o volume de tráfego de cada categoria de veículos considerada em um intervalo de um quarto de hora, durante uma hora. Desta forma foi possível obter o volume horário no período de maior pico de tráfego, que de acordo com estudos realizados em 2008 no projeto de duplicação da rodovia, ocorre no período das 18:00 as 19:00 horas, como pode ser visto na Figura 7.

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA				
Duplicação Rodovia BR-060				
Trecho: Goiânia - Abadia de Goiás				
VOLUME MÉDIO DIÁRIO DE TRÁFEGO				
INTERVALO DE HORA	TRÁFEGO TOTAL			
	Sentido Goiânia-Guapó	Sentido Guapó-Goiânia	Dois sentidos	
00:00 - 06:00	487	443	929	
06:00 - 07:00	224	322	546	
07:00 - 08:00	430	582	1012	
08:00 - 09:00	441	577	1018	
09:00 - 10:00	458	506	964	
10:00 - 11:00	491	505	996	
11:00 - 12:00	497	487	984	
12:00 - 13:00	496	418	914	
13:00 - 14:00	543	533	1076	
14:00 - 15:00	502	443	945	
15:00 - 16:00	545	396	941	
16:00 - 17:00	548	521	1069	
17:00 - 18:00	602	520	1122	
18:00 - 19:00	893	437	1330	
19:00 - 20:00	519	334	853	
20:00 - 00:00	948	861	1810	
Total	8.622	7.886	16.509	
%	52,23%	47,77%	100,00%	

Figura 7. Volume médio diário de tráfego trecho Goiânia – Abadia de Goiás
Fonte: DNIT (2008)

Com o horário de pico crítico determinado, foram realizadas contagens nas 4 aproximações da 1ª rotatória no cruzamento da BR 060 com a Alameda Câmara Filho, sendo a

aproximação A sentido Goiânia – Guapó, a aproximação B sentido Bairro Goiá – Parque Oeste, a aproximação C sentido Guapó – Goiânia e a aproximação D sentido Parque Oeste – Bairro Goiá, como mostra o esquema da Figura 8.

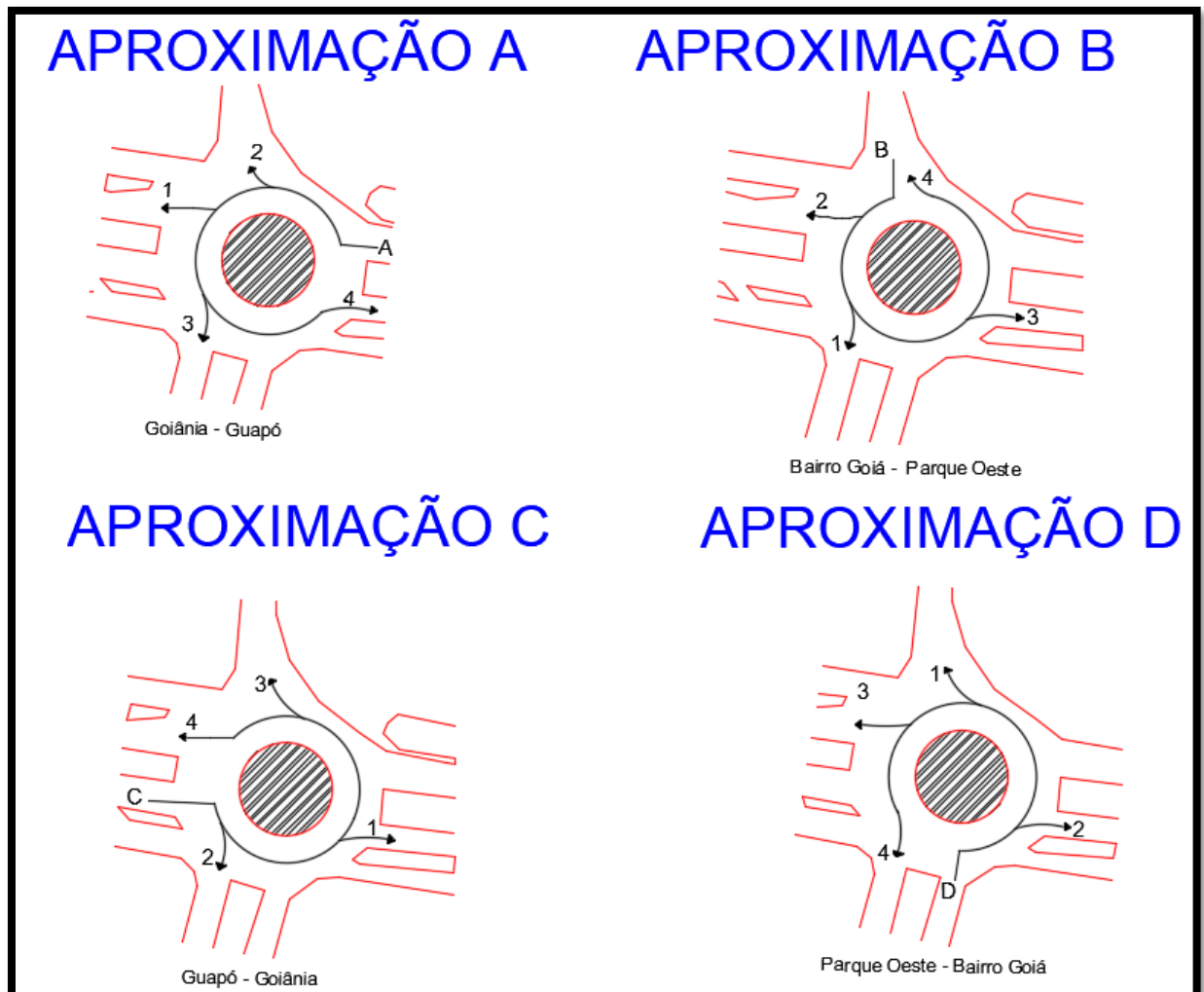


Figura 8. Esquema aproximações
Fonte: Elaborado no Auto Cad pelos autores

Onde os números de 1 a 4, representam os movimentos possíveis em cada aproximação. O movimento 4 de cada aproximação não foi representado nas tabelas de contagem, pois durante o período de contagem, o número de veículos que realizaram essa conversão foi igual a zero.

3.2 Resultados obtidos

A partir dos dados coletados em campo foi possível conhecer o volume horário de pico e a composição do tráfego usuário no cruzamento, como pode ser visto nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

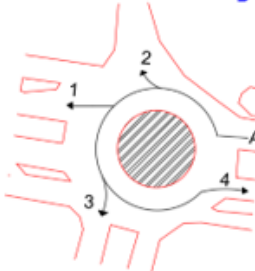
Planilha de contagem manual										
Local= Aproximação sentido Goiânia - Guapó										
Data= 22/10/2018										
Croqui da aproximação	 <p style="text-align: center;">Goiânia - Guapó</p>									
	Aproximação A									
Hora	Carros de passeio			Caminhões			Ônibus			Total
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	
18:00 - 18:15	308	108	4	12	2	0	2	0	0	436
18:15 - 18:30	340	117	2	7	4	2	1	0	0	473
18:30 - 18:45	394	135	7	18	1	0	0	0	0	555
18:45 - 19:00	419	96	3	13	6	1	2	0	0	540
Total	1461	456	16	50	13	3	5	0	0	2004
%	72,9	22,75	0,8	2,5	0,65	0,15	0,25	0	0	100

Figura 9. Contagem de veículos na aproximação A
Fonte: Autoria própria

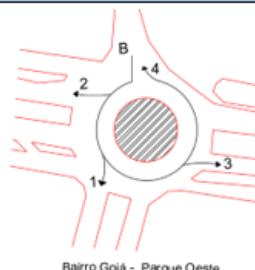
Planilha de contagem manual										
Local= Aproximação sentido Bairro Goiá - Parque Oeste										
Data= 22/10/2018										
Croqui da aproximação	 <p style="text-align: center;">Bairro Goiá - Parque Oeste</p>									
	Aproximação B									
Hora	Carros de passeio			Caminhões			Ônibus			Total
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	
18:00 - 18:15	19	18	10	2	3	5	0	1	0	58
18:15 - 18:30	21	22	24	0	2	9	0	0	0	78
18:30 - 18:45	27	28	29	4	0	2	0	1	0	91
18:45 - 19:00	33	37	36	2	3	4	0	0	0	115
Total	100	105	99	8	8	20	0	2	0	342
%	29,24	30,7	28,95	2,34	2,34	5,85	0	0,58	0	100

Figura 10. Contagem de veículos na aproximação B
Fonte: Autoria própria

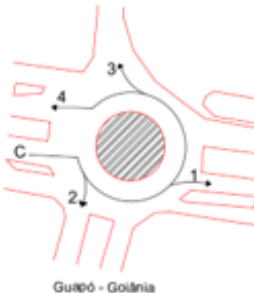
Planilha de contagem manual										
Local= Aproximação sentido Guapó - Goiânia										
Data= 22/10/2018										
Croqui da aproximação										
	Aproximação C									
Hora	Carros de passeio			Caminhões			Ônibus			Total
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	
18:00 - 18:15	129	17	5	10	2	3	1	0	0	167
18:15 - 18:30	139	18	8	9	3	1	2	0	0	180
18:30 - 18:45	165	20	11	19	5	1	0	0	1	222
18:45 - 19:00	174	32	16	11	1	4	1	0	0	239
Total	607	87	40	49	11	9	4	0	1	808
%	75,12	10,77	4,95	6,06	1,36	1,11	0,5	0	0,12	100

Figura 11. Contagem de veículos na aproximação C
Fonte: Autoria própria


Planilha de contagem manual										
Local= Aproximação sentido Parque Oeste - Bairro Goiá										
Data= 22/10/2018										
Croqui da aproximação										
	Aproximação D									
Hora	Carros de passeio			Caminhões			Ônibus			Total
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	
18:00 - 18:15	19	26	2	2	3	5	0	1	0	58
18:15 - 18:30	12	29	1	0	2	9	0	0	0	53
18:30 - 18:45	27	31	5	4	0	2	0	1	0	70
18:45 - 19:00	30	37	6	6	3	4	0	0	0	82
Total	88	123	14	12	8	20	0	2	0	267
%	33,46	46,77	5,32	3,04	3,04	7,6	0	0,76	0	100

Figura 12. Contagem de veículos na aproximação D
Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da análise da contagem de veículos, realizada no horário de pico crítico, foi possível verificar, que 48,67% do fluxo dos veículos, vai para a BR 060, sentido Guapó, isso ocorre, devido ao trecho ser a principal rota entre os bairros da periferia da cidade e os bairros mais centralizados e durante esse horário as pessoas estão se deslocando do trabalho para casa.

A segunda rota mais utilizada, contemplando 26,66% do fluxo, se dá pela BR 060 sentido centro de Goiânia, onde parte do fluxo, durante esse horário se direciona para faculdade Uni - Anhanguera, pois existem aulas no período noturno, se iniciando as 19:00 horas. Os 24,67% restantes do fluxo de veículos vai para a Alameda Câmara Filho e se divide entre os veículos que vão no sentido Bairro Goiá com 18,09% e 6,58% dos veículos se deslocam em direção ao Parque Oeste, como pode ser visto na Figura 13.

Total por aproximação				
BR 060 Sentido Guapó	BR 060 Sentido Goiânia	Alameda Câmara Filho Sentido Bairro Goiá	Alameda Câmara Filho Sentido Parque Oeste	Total geral
1665	912	619	225	3421
48,67%	26,66%	18,09%	6,58%	100%

Figura 13. Porcentagem dos veículos em cada conversão

Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 Composição do Tráfego no trecho por tipo de veículo

A composição do tráfego indica que 93,42% do total corresponde a carros de passeio/utilitários, 6,17% são caminhões e 0,41% são ônibus (ver Figura 14).

Verifica-se uma grande participação de veículos de passeio na composição do tráfego. Isto ocorre porque o trecho em estudo é urbano, e o mesmo serve de ligação a mais de 20 bairros da região sudoeste de Goiânia, como o Parque Santa Rita, Bairro Jardim Botânico, Buena Vista, Residencial Alphaville entre outros, e também liga cidades da região metropolitana, como Guapó, Abadia de Goiás e Trindade, que são consideradas “cidades dormitórios”, contribuindo para o aumento do volume de veículos de passeio.

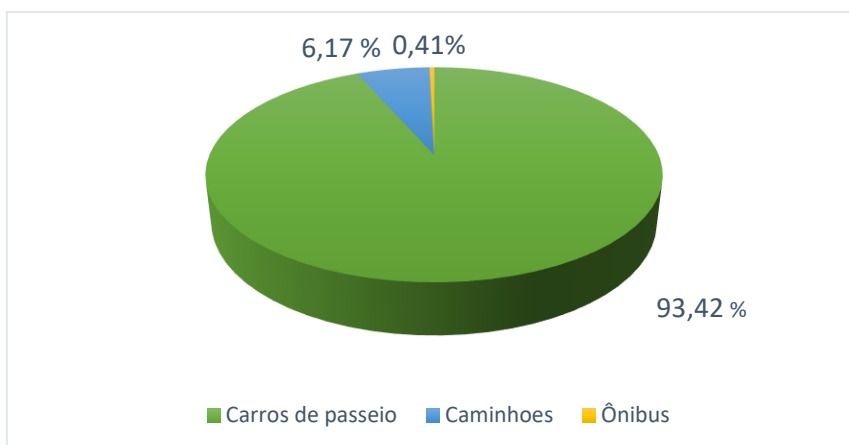


Figura 14. Composição do tráfego no trecho

Fonte: Elaboração dos autores

4 Análise da Viabilidade da Instalação Semafórica no Trecho

Para determinar a necessidade da implantação do semáforo no trecho em estudo, foram utilizados critérios para estudos em locais existentes, ou seja, que não estejam em fase de projeto, contemplando apenas uma abordagem veicular, pelo fato de existir baixa circulação de pedestres em todos os sentidos estudados na interseção. Esse estudo foi feito com base no Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) do DENATRAN. Para realizar a análise foram levados em consideração os tópicos representados na figura 3 página 10, e que serão percorridos a seguir.

4.1 Critério [a] Número limite de colisões com vítimas evitáveis por semáforo >NLA V?

Este primeiro critério do manual, indica que devem ser contabilizados, o número de acidentes com vítimas, independente da gravidade, e o tipo de colisão, para se obter o número de acidentes evitáveis por sinalização semafórica, devendo ser analisados durante um período de 3 anos, se o número de acidentes evitáveis for igual a 7, justifica a implantação semafórica. Na falta de dados durante o período de 3 anos, o manual cita que pode ser feita a análise no período de 12 meses, onde o número mínimo de colisões evitáveis por semáforo deve ser igual a 3 para se justificar a implantação semafórica.

Foi realizada uma consulta junto ao corpo de bombeiros, e polícia militar de Goiânia, porém não foram encontrados dados referentes ao número de acidentes e tipo de colisão ocorridos nesse trecho específico. Portanto devido a escassez de dados em relação a este critério, o mesmo foi considerado não atendido, para ser dado seguimento a pesquisa.

4.2 Critério [b] efetuar pesquisas iniciais

Para realizar as pesquisas iniciais da contagem de veículos, primeiramente, foi necessário encontrar o horário de pico, no qual a análise deve ser desenvolvida. Para essa determinação do horário de pico crítico, foi analisada a contagem de veículos realizada pela empresa Basitec no ano de 2008, no projeto de duplicação da rodovia BR-060. A partir da análise da tabela de contagem, foi possível verificar que o horário de pico crítico no trecho, tem duração de 1 hora e ocorre no intervalo entre as 18:00 e 19:00 horas, como demonstrado anteriormente na figura 7 (página 12).

Analisando a contagem realizada em todas as aproximações, foi possível identificar, que a aproximação "A" recebe o maior número de veículos, compondo 58,8% do fluxo de veículos que se aproximam do trecho, seguida pela aproximação C com 23,62%, o restante chega nas aproximações B e D com 10,00% e 7,80% respectivamente. De acordo com essa

divisão, chega-se a conclusão de que a BR-060 sentido Goiânia – Bairro Goiá e BR-060 sentido Bairro Goiá – Goiânia são as vias principais do cruzamento, portanto as vias Alameda Câmara Filho e Rua das Magnólias que cortam o cruzamento são as vias secundárias, como pode ser visto na Figura 4.

Aproximação A	Aproximação B	Aproximação C	Aproximação D	Total geral
2004	342	808	267	3421
58,58 %	10,00 %	23,62 %	7,80 %	100 %

Figura 15. Volume de veículos por aproximação

Fonte: Elaborado pelos autores

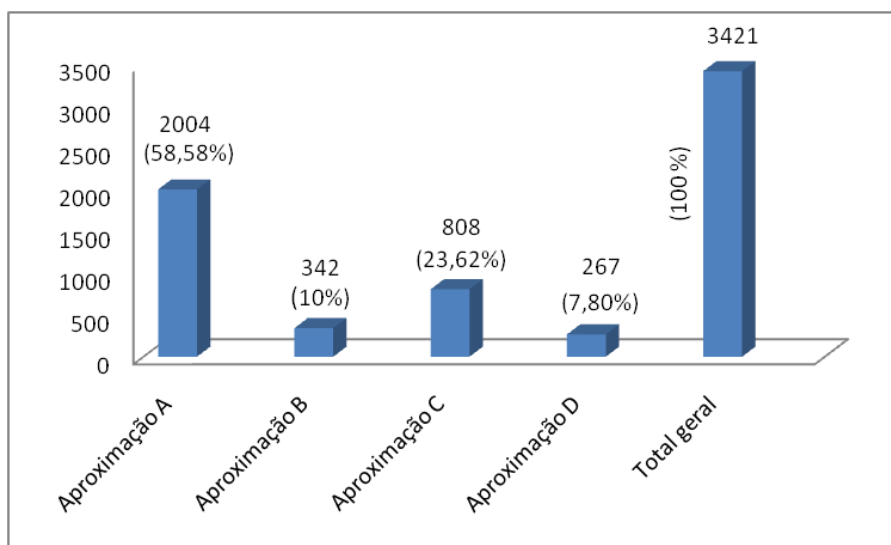


Figura 16. Porcentagem de veículos contabilizados por aproximação

Fonte: Elaborado pelos autores

4.3 Critério [c] Condições do local é segura?

O seguinte critério é levado em consideração com o intuito de verificar se o local apresenta características que comprometam a segurança dos usuários na interseção. São características referentes a geometria da via nas proximidades da interseção, a existência de elementos que dificultem a visibilidade dos movimentos conflitantes entre si, ou a configuração irregular da interseção dificultando a percepção de qual é a via principal no cruzamento.

Para esse estudo foram cheçadas as condições de estado da via, em relação a sinalização horizontal e vertical e estado de conservação do pavimento, como recomenda o manual de sinalização semafórica do DENATRAN. A seguir foram apresentados os resultados obtidos, a partir do relatório fotográfico realizado em todas as aproximações da rotatória.

4.3.1 Sinalização

Nota-se a ausência de sinalização horizontal adequada em todas as aproximações, mas de forma mais alarmante na aproximação da rotatória pela BR 060 sentido Goiânia - Guapó, na qual se concentra o maior volume de veículos, onde a sinalização horizontal de PARE se encontra praticamente apagada, como pode ser visto na figura 17.



Figura 17. Sinalização horizontal apagada na aproximação ‘A’ Goiânia – Guapó
Fonte: Autoria Própria

As outras 3 aproximações do cruzamento se encontram em estado semelhante, com sinalização horizontal e vertical desgastada ou até mesmo inexistente, como mostrado nas Figuras 18, 19,20 e 21.



Figura 18. Ausência de sinalização horizontal e vertical na aproximação B da Alameda Câmara Filho
Fonte: Autoria própria



Figura 19. Ausência de sinalização horizontal e vertical na aproximação "C" Guapó- Goiânia
Fonte: Autoria própria



Figura 20. Ausência de sinalização horizontal aproximação "D" da Alameda Câmara Filho
Fonte: Autoria própria



Figura 21. Sinalização vertical desgastada aproximação sentido Parque Oeste - Bairro Goiá
Fonte: Autoria própria

A falha mais grave notada em todo o trecho em estudo, é a inexistência de linhas de continuidade e setas indicativas de posicionamento na pista, para realização de movimentos na via, aumentando de forma considerável o número de movimentos interceptantes. O pavimento ao longo do trecho, se encontra em estado regular, como se pode observar nas figuras anteriores.

4.3.2 Geometria do cruzamento

A configuração dos cruzamentos se dá por ângulos incomuns, diferentes de 90° . No cruzamento da BR 060 com a rua das Magnólias foram encontrados ângulos de 109° , 107° , 102° e 87° , como mostra a Figura 22.

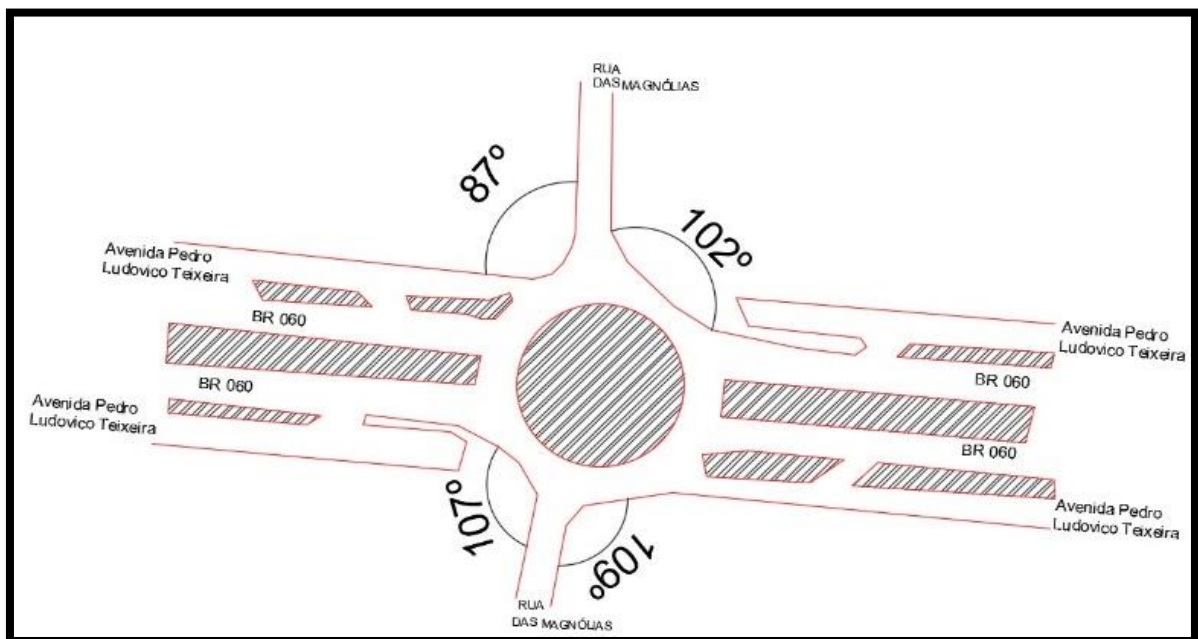


Figura 22. Ângulos do cruzamento
Fonte: Autoria própria

Com isto, as distâncias de visibilidade entre as vias no cruzamento variam, comprometendo a visão dos condutores. Além disso, as vias marginais do cruzamento no sentido Guapó – Goiânia são abertas, de forma que os movimentos gerados por esses veículos na interseção são conflitantes com os movimentos realizados pelos veículos que chegam na aproximação pela BR 060.

4.4 Critério [c] Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV?

4.4.1 Passo 1. Determinação do tempo de ciclo C em segundos

O Manual de sinalização semafórica indica que caso o cruzamento estiver localizado a uma distância inferior a 500 metros do ciclo mais próximo, será utilizado o tempo de ciclo operante na rede. O cruzamento em questão se situa a 870 metros do semáforo mais próximo. Porém foi decidido considerar um tempo de ciclo de 60 segundos, visto que este tempo de ciclo é o mais comum adotado nos semáforos operantes em Goiânia, que fica abaixo do tempo máximo estipulado pelo DENATRAN (2007) que é de 120 segundos.

4.4.2 Passo 2. Determinação do número de ciclos por hora (NC)

Para este cálculo é utilizada a seguinte fórmula, onde C é o número de ciclos em segundos:

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

$$NC = \frac{3600}{60}$$

$$NC = 60 \text{ ciclos por hora}$$

4.4.3 Passo 3. Determinação do fluxo total das aproximações de via secundária (FTS)

Para ser feita a análise deste parâmetro, foram utilizadas as contagens realizadas durante o horário de pico, nas aproximações dos dois sentidos da Alameda Câmara Filho. Segundo o manual os valores de volume médio devem ser expressos em termos de unidades de carros de passeio por horas (ucp), esse dado é obtido ao se fazer a seguinte conversão:

Tipo	Fator de equivalência
Automóvel	1,00
Moto	0,33
Ônibus	2,00
Caminhão (2 eixos)	2,00
Caminhão (3 eixos)	3,00

Figura 23. Fator de equivalência para cálculo do volume de tráfego

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V – Sinalização Semafórica

Foi feita a conversão utilizando os dados referentes as duas aproximações, representados anteriormente nas Figuras 10 e 12. A tabela representada na Figura 24 a seguir demonstra o número de veículos equivalentes nas duas aproximações secundárias, sendo 380 na aproximação B e 305 na aproximação D.

Volume de veículos de passeio ucp

Tipo de veículo	Aproximação B	Aproximação D
Automóvel	304	225
Caminhão	72	80
Ônibus	4	0
Veículos equivalentes	380	305

Figura 24. Veículos equivalentes nas aproximações das vias secundárias
Fonte: Autoria Própria

4.4.5 Passo 4. Determinação do número médio de veículos por ciclo, em termos de ucp, nas aproximações da via secundária (m)

Para o cálculo do valor de m, foi utilizada a equação a seguir, onde foi adotado o maior volume médio, que ocorre na aproximação B, logo FTS= 380.

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

$$m = \frac{380}{60}$$

$$m = 6,33 \text{ UCP}$$

Em média passam o equivalente a 6,33 automóveis por ciclo.

4.4.6 Passo 5. Determinação do número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária (NCV)

Este critério prevê o cálculo para estimar o número de ciclos onde não haverá carros circulando no cruzamento pelas vias secundárias. Para tal utiliza-se a equação a seguir, onde:

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

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

$$NCV = 2,72^{-6,33} \times 60$$

$$NCV = 0,106$$

Como o NCV obtido foi inferior a quatro, justifica-se a implantação semafórica, conforme indica o Manual de sinalização semafórica (2007). Portanto, demos prosseguimento a pesquisa.

4.5 Critério [c] efetuar pesquisas de espera, na transversal, tempo total de espera indica semáforo?

Devido a alguns dos critérios anteriores serem positivos e já apontarem a implantação semafórica, não há necessidade de dar continuidade aos estudos dos critérios restantes. Por essa razão e pelo fato de que a realização das pesquisas de espera apresenta uma demanda de equipamentos, como por exemplo uma grande quantidade de cronômetros, o que não foi viável devido ao número insuficiente de pesquisadores, além da dificuldade de operação de vários cronômetros de maneira simultânea, devido a isso, decidiu-se não verificar a resposta que seria obtida por estes critérios do Manual, visto que a realização das mesmas não alteraria o resultado final da pesquisa, pois a implantação semafórica já havia tido sua comprovação nos critérios antecedentes.

5 Discussões

5.1 Análise das propostas de intervenção

Os resultados da pesquisa puderam comprovar que apenas a implantação de rotatórias no trecho, não foi o suficiente para canalizar o fluxo de veículos de forma satisfatória. Analisando a situação pelo ponto de vista econômico, a implantação semafórica se torna a solução mais indicada e menos onerosa, visto que ao longo dos anos os gastos com a implantação, seriam recuperados com os acidentes evitados, gerando assim uma economia para o poder público.

Devido a configuração dos dois cruzamentos ser praticamente a mesma, optou-se por demonstrar graficamente as intervenções em apenas uma das rotatórias, uma vez que as intervenções realizadas em uma também serão realizadas na outra.

A proposta de intervenção principal no trecho, consiste na instalação de semáforos nas duas rotatórias, sendo um semáforo posicionado em cada aproximação, como pode ser visto na figura 25.

Como intervenção complementar a sinalização semafórica, recomenda-se a implantação de sinalização horizontal e vertical, descritas a seguir.

Sinalização horizontal: Implantação de faixas horizontais de PARE, pois foi comprovada a inexistência das mesmas na maioria das aproximações, delimitação das pistas utilizando linhas simples, para melhorar a organização dos veículos na via, aplicação de setas direcionais nas vias marginais das aproximações ‘A’ e ‘C’, como pode ser visto nas figuras 25 e 26.

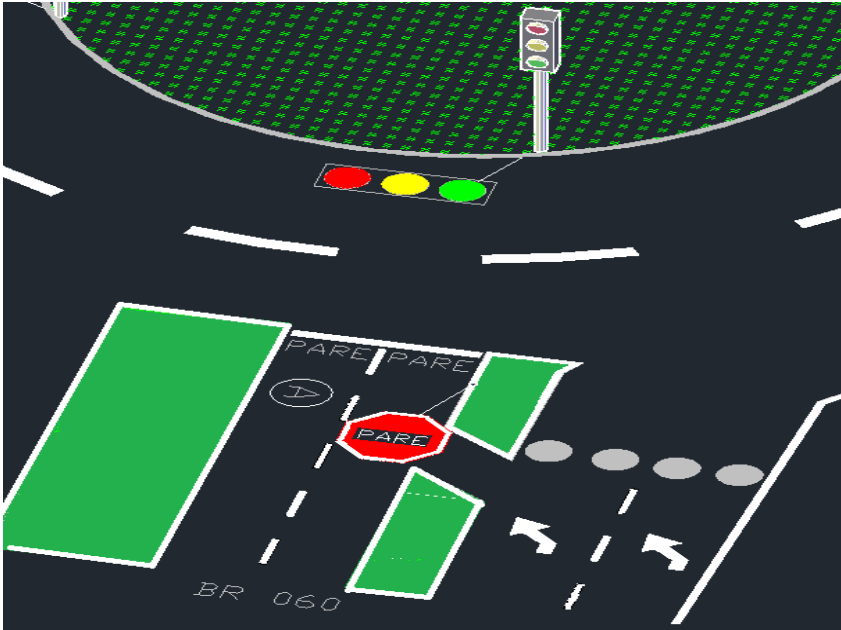


Figura 25. Sinalização horizontal na aproximação "A"
 Fonte: Autoria própria

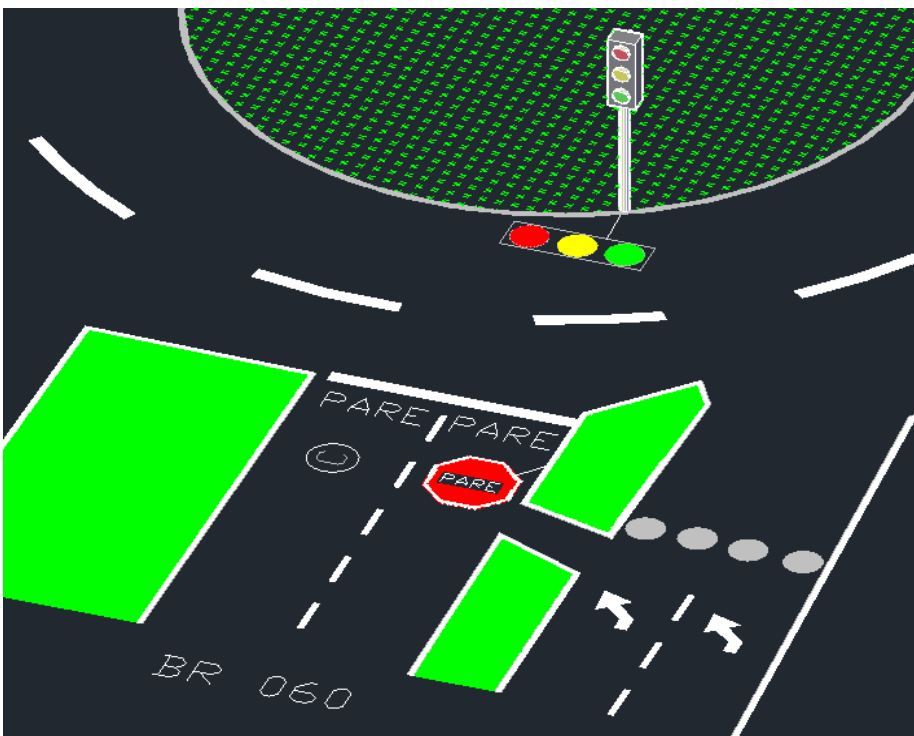


Figura 26. Sinalização horizontal na aproximação "C"
 Fonte: Autoria própria

Sinalização vertical: Implantação e troca de placas R-01- parada obrigatória, para servir de apoio a sinalização horizontal, uma vez que as placas já instaladas se encontram em mau estado.

Propõe-se pelos autores a redução do raio das rotatórias, com o intuito de aumentar a largura da via, para melhorar a passagem dos veículos enquanto fazem o contorno da mesma.

As rotatórias em sua configuração atual possuem um raio de 19 metros, sugere-se uma redução de 3 metros no raio de cada rotatória, desse modo, aumentando a largura das pistas.

É recomendado o bloqueio da via marginal denominada Avenida Pedro Ludovico nos dois sentidos, já que os veículos que se aproximam pela rotatória utilizando essas vias geram movimentos conflitantes com os veículos que se aproximam pela BR 060. A figura 27 representa um esboço de como ficaria o cruzamento após as intervenções.

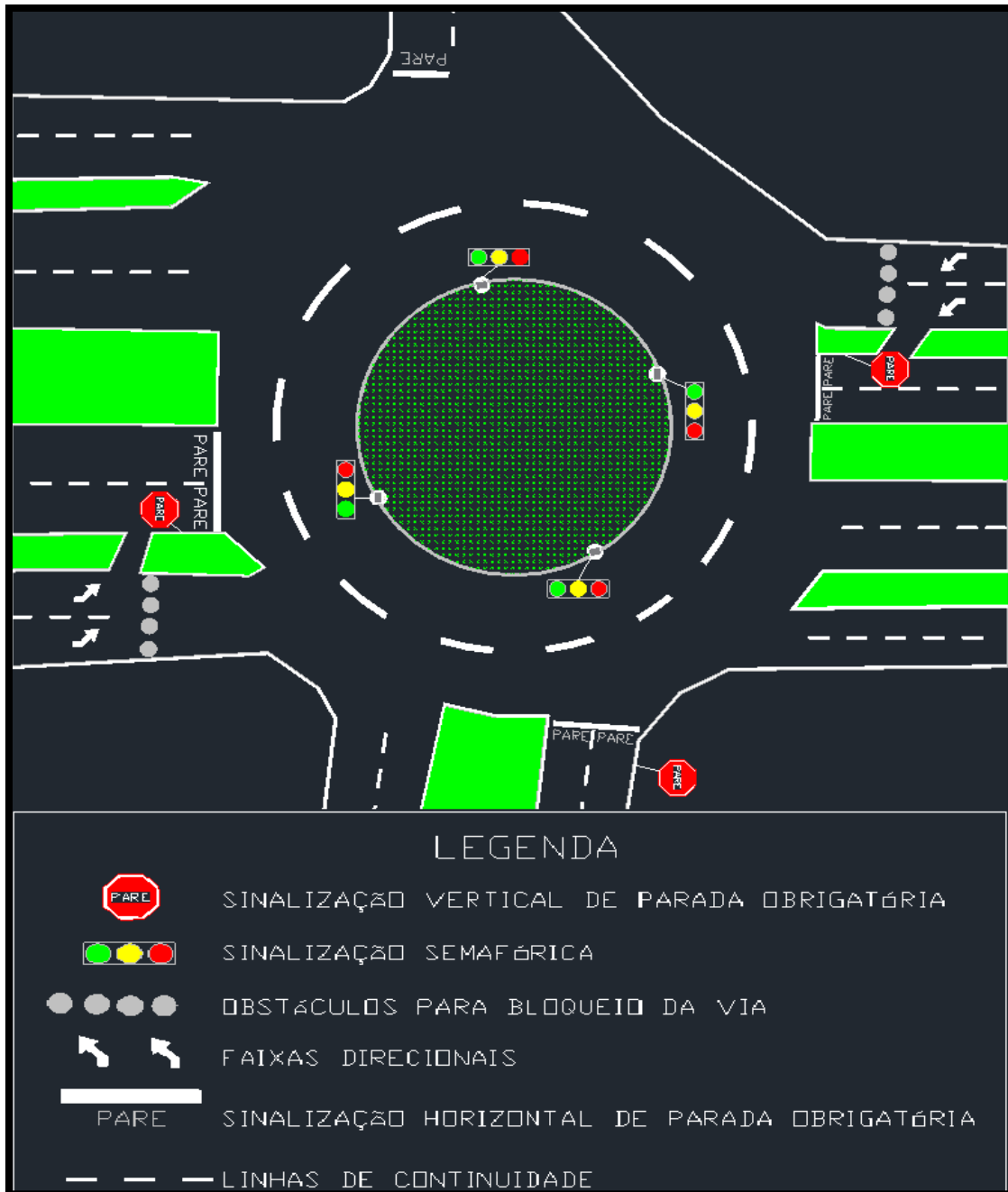


Figura 27. Propostas de intervenção nos cruzamentos
Fonte: Autoria Própria

A partir da análise focada prioritariamente no estudo da viabilidade técnica de implantação semafórica na interseção, pôde-se chegar a conclusão de que o semáforo aumentaria a organização e a segurança no cruzamento. No entanto, a sistematização da implantação dos semáforos não terminaria nesta etapa da pesquisa, ainda seria necessário o planejamento de seu posicionamento seguido do planejamento do funcionamento e de sua programação. Como este não foi o foco principal da pesquisa, conclui-se que, o objetivo do trabalho foi cumprido, pois a implantação semafórica na interseção é justificada, e viável segundo os critérios do manual.

CONCLUSÕES

Concluindo a análise das interseções formadas pela BR 060 com a Alameda Câmara Filho e com a Rua das Magnólias, pôde-se constatar a necessidade da reorganização da configuração atual do trecho, tendo em vista principalmente a canalização do fluxo de veículos no trecho com uma maior fluidez e segurança. A proposta de intervenção sugerida, foi indicada por ser a iniciativa mais viável economicamente e poderá ser reutilizada para ações futuras.

Notou-se através desta pesquisa, que a maior parte do fluxo de veículos do cruzamento se dá pela BR 060 nos dois sentidos da via, sendo o maior volume contabilizado no sentido Goiânia – Guapó com 58,58% do total de veículos. Verificou-se também que os veículos que transitam pela aproximação D sentido Parque Oeste – Bairro Goiá ao realizar os movimentos 1, 3 e 4 impedem a movimentação dos veículos que transitam pela aproximação A sentido Goiânia - Guapó, que recebe o maior volume de veículos, sendo esse um dos motivos para o aumento do tempo de espera na via principal. Portanto considera-se que a sinalização semafórica amenizaria tal problema, uma vez que os veículos que transitam pela via principal terão um tempo maior para atravessar o cruzamento.

Considera-se que a solução proposta para o cruzamento não resultaria em novos problemas em cruzamentos próximos, devido a não ocorrência de fatores problemáticos nos demais cruzamentos, tendo como base relatos dos utilizadores do local.

Foi levada em consideração a hipótese de se retirar as rotatórias, no entanto, em um primeiro momento, optou-se por manter a configuração atual do cruzamento, para que se possa preservar os movimentos possibilitados por seu uso. Caso verifique-se ao longo do tempo que a intervenção adotada não atingiu o resultado desejado, recomenda-se a retirada das rotatórias, e que sejam pavimentadas algumas vias no entorno do trecho, para possibilitar os loops de quadra, mantendo-se a implantação semafórica.

Sabe-se ainda que, existe a opção de se construir cruzamentos em desnível, caso as intervenções propostas na pesquisa não resolvam totalmente o problema, porém essa solução não foi citada ao longo do trabalho, visto que o estudo de viabilidade de sua implantação requer estudos mais aprofundados e um maior número de pesquisadores, por esta razão e devido ao tempo limitado para a realização da pesquisa, optou-se por uma abordagem apenas semafórica. Sugere-se pesquisas futuras complementares, para verificar a condição do fluxo de veículos na via após a instalação dos semáforos.

O presente trabalho proporcionou aos autores um ganho de conhecimento valioso sobre mobilidade urbana, planejamento viário, e principalmente, a noção da importância que os estudos relacionados a essa área, tem para a Engenharia Civil e para a sociedade.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, B.S. **Semáforos: Gestão Técnica, Percepção do Desempenho, Duração dos Tempos.** 2007. 231 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008. Disponível em:
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-18062007-093237/pt-br.php> - Acesso em: Set. 2018.
- BOARETO, R. A política de mobilidade urbana e a construção das cidades sustentáveis. **Revista dos transportes públicos- ANTP**, v. 103, p.143, mês. 2008. Disponível em:
<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/10APoliticaConstrucaoCidadesSustentaveis.pdf>
. Acesso em: mar. 2018
- DENATRAN, **Volume V – Sinalização Semafórica.** Manual de Sinalização de Trânsito. 1 ed. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 2007. 299p.
- DNIT, **Projeto Executivo de Engenharia para Duplicação e Restauração da Rodovia BR 060/GO.** 1 ed. Goiânia: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2008. 257p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades @. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: Set.2018
- KNEIB, E. K. Projeto e cidade: mobilidade de acessibilidade em Goiânia. Goiânia: UFG, 2016. 432 p.
- VIANNA, G. S. B. **Mobilidade Urbana no Brasil:** Uma estimativa do produto perdido em trânsito. 2013. 50 f. Monografia (bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DE MOBILIDADE URBANA E FUTURA INTERVENÇÃO: ESTUDO DE CASO BR 060

SANTOS, Eric Rodrigues¹; MONTEIRO, Roberto Santos²; SANTOS, Marcela Pimenta Faleiros dos³

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

²Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

³Professora, Especialista, Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA.

O crescimento das cidades somado ao aumento da frota de veículos, que vem ocorrendo exponencialmente no Brasil, torna perceptível a importância e a necessidade de políticas e ações direcionadas ao planejamento viário, que supram a necessidade da população. O presente trabalho teve como objetivo a proposta de intervenções para a melhoria do fluxo de veículos e segurança no cruzamento situado na cidade de Goiânia, no trecho urbano da BR-060 que cruza com a Alameda Câmara Filho e com a Rua das Magnólias, dando-se enfoque para a possibilidade de implantação semafórica nas duas rotatórias do trecho. Para realizar a análise proposta na pesquisa foi utilizado como base o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica, assim como legislações complementares de órgãos como o DENATRAN e CONTRAN. A metodologia utilizada consistiu na análise dos critérios ditados pelo manual, com o intuito de se verificar a viabilidade da implantação semafórica no local. Os resultados apresentados na pesquisa apontaram para a implantação semafórica. Para tanto foi proposto a instalação de semáforos em cada aproximação, aliada a aplicação de sinalização horizontal e vertical, visando maior organização e fluidez no cruzamento.

PALAVRAS-CHAVE: Trânsito. Congestionamentos. Planejamento viário. Crescimento das Cidades

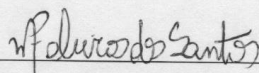
FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIC RODRIGUES SANTOS

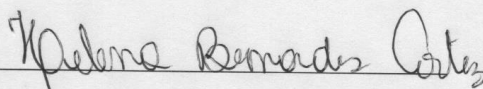
ROBERTO SANTOS MONTEIRO

ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA DE MOBILIDADE URBANA E FUTURA
INTERVENÇÃO: ESTUDO DE CASO BR 060

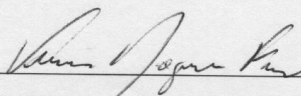
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito final para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 09 de novembro de 2018 pela banca examinadora constituída por:



Profª. Esp. Marcela Pimenta Faleiros dos Santos (Orientadora)



Profª. Esp. Helena Bernardes Cortez (Membro)



Prof. Ms. Vinícius Nogueira Fróes (Membro)

