

Planejamento urbano: viabilização de semáforos próximos à rotatória através de um software para melhoria de fluxo de veículos e pedestres
Urban planning: traffic feasibility near rotating through a software to improve flow of vehicles and pedestrians
Planificación urbana: viabilidad de tráfico cerca de rotación a través de un software para mejorar el flujo de vehículos y peatones

Recebido: 20/04/2020 | Revisado: 22/04/2020 | Aceito: 23/04/2020 | Publicado: 25/04/2020

Osires de Medeiros Melo Neto

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2535-0969>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: osiresdemedeiros@gmail.com

Bervylly Lianne de Farias Santos

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0221-8284>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: bervylly.santos@gmail.com

Flávia do Socorro de Sousa Carvalho

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0248-2990>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: flaviasousa.ec@hotmail.com

Anderson Marcos Vieira do Nascimento

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8575-1580>

Universidade estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: andersonmarcos_611@hotmail.com

Gustavo Correia Basto da Silva

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6081-2540>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: gugacorreiaa@gmail.com

Resumo

O planejamento da rede viária é sempre essencial para qualquer proposta urbanística, seja ela uma simples reestruturação, amplificação ou proposta nova, em qualquer escala de abrangência. A pesquisa objetiva analisar a implantação de semáforos próximos à uma rotatória localizada

na cidade de Campina Grande-PB, a fim de aperfeiçoar o fluxo e a segurança dos motoristas e pedestres que ali circundam. Realizou-se um estudo de fluxo, atraso e segurança na rotatória por meio de coleta de dados em campo e a utilização de um programa simulador VISSIM, avaliando um sistema da rotatória sem semáforos e outro com semáforos, onde o último se mostrou mais eficaz e com uma menor quantidade de áreas de conflitos. A fim de garantir melhoria nos horários de pico da rotatória, é aconselhada a implantação de semáforos parciais que operem normalmente em determinados períodos do dia, somado a uma faixa de pedestres na via principal.

Palavras-chave: Atraso; Rotatória; Segurança.

Abstract

The planning of the road network is always essential for any urban proposal, be it a simple restructuring, amplification or new proposal, in any scale of coverage. The objective of the study is to analyze the implementation of traffic lights near a roundabout located in the city of Campina Grande-PB, in order to improve the flow and safety of the drivers and pedestrians that surround it. A study of flow, delay and safety at the roundabout was carried out by means of data collection in the field and the use of a VISSIM simulator program, evaluating a roundabout system without traffic lights and another with traffic lights, where the latter proved to be more effective and with fewer conflict areas. In order to ensure improvement in the peak times of the roundabout, it is advisable to install partial traffic lights that normally operate at certain times of the day, in addition to a crosswalk on the main road.

Keywords: Delay; Roundabout; Safety.

Resumen

La planificación de la red de carreteras siempre es esencial para cualquier propuesta urbana, ya sea una simple reestructuración, ampliación o nueva propuesta, en cualquier escala de cobertura. El objetivo del estudio es analizar la implementación de semáforos cerca de una rotonda ubicada en la ciudad de Campina Grande-PB, a fin de mejorar el flujo y la seguridad de los conductores y peatones que lo rodean. Se realizó un estudio de flujo, demora y seguridad en la rotonda mediante la recopilación de datos en el campo y el uso de un programa simulador VISSIM, evaluando un sistema de rotonda sin semáforos y otro con semáforos, donde este último demostró ser más efectivo y con menos áreas de conflicto. Para garantizar la mejora en las horas pico de la rotonda, es aconsejable instalar semáforos parciales que normalmente

funcionan en ciertos momentos del día, además de un cruce de peatones en la carretera principal.

Palabras clave: Retraso; Rotonda; Seguridad.

1. Introdução

A missão da Engenharia de Tráfego é dispor um uso eficiente e seguro do sistema viário para movimentação de pessoas e bens compreendidos na atividade social, moderando os impactos sociais e ambientais gerados pelo tráfego urbano e colaborando para universalizar o acesso às atividades sociais para os diversos grupos sociais, de forma econômica no uso de recursos.

Segundo Costa (2010), o projeto de uma interseção solicita atenção a sua importância, pois se mal implementado pode intervir na segurança, na capacidade de tráfego e na velocidade de operação da via. Logo, apesar de sua clara simplicidade, as intervenções urbanas são um tema complexo e de grande relevância, pois lidam com a segurança da população. Devido ao grande número de interseções numa rede viária urbana, os órgãos de controle de trânsito devem dispor de projetos de interseções seguros, eficientes e baratos. Neste contexto, adquire importância o estudo de um tipo de interseção, as “rotatórias”.

Melo Neto et al. (2020) afirma que rotatória é um modelo de interseção que acomoda Trabalho com controle de retenção no ponto de entrada, e dá prioridade aos veículos que estão circulando no seu interior.

Segundo Neris (2014), qualquer que seja o tipo de operação utilizado em uma rotatória, quando o volume de veículos é muito grande, há presença de pelotões, aumento do atraso para circular pelo dispositivo devido à presença de veículos pesados, Unidades em sua proximidade, intensificando também o número de acidentes, pois os motoristas, em razão da espera para passar, acabam por acatar brechas inferiores que o aceitável entre veículos da via principal. Como solução para evitar possíveis problemas, o Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (STT/EESC/USP), lançou a ideia da utilização de semáforos colocados na via principal a certa distância do dispositivo (entre 15 e 30 metros), com preferência de passagem na rotatória para os fluxos da via principal. Visando aperfeiçoar significativamente o desempenho da rotatória com aumento da capacidade, diminuição da demora e redução do número de acidentes.

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2012), após a instalação de um semáforo e para ser justificada a implantação, as consequências devem ser positivas, cujas principais são:

- Crescimento da segurança viária;
- Avanço na fluidez do trânsito na medida em que proporciona a distribuição apropriada dos tempos destinados a cada movimento;
- Controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e pedestres com a consequente diminuição de conflitos;
- Diminuição de atrasos e confiança do usuário em relação à sinalização.

Na avaliação do nível de serviço de uma rotatória, Highway Capacity Manual indica que o estudo deve ser feito como em uma interseção comum não semaforizada, ou seja, com base nos valores de atrasos, conforme a Tabela 1 que relaciona esses atrasos com um determinado nível de serviço (levando em consideração que se o volume superior à capacidade da via, o nível de serviço é sempre F).

Tabela 1 - Critério para avaliação do nível em rotatórias.

Atraso (s/veículo)	Nível de Serviço	
	$V/C < 1$ e $V/C = 1$	$V/C > 1$
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).

Caracterização dos níveis de serviços conforme o Manual de Projetos de Interseções do DNIT (2005):

- Nível de serviço A: A maioria dos veículos passa livremente pela interseção praticamente sem sofrer atrasos.

- Nível de serviço B: A capacidade de deslocamento da via secundária é afetada pelo fluxo na via principal, porém os atrasos são relativamente pequenos.
- Nível de serviço C: Número expressivo de veículos na via principal e inicia a formação de filas na via secundária, mas sem grande extensão e duração.
- Nível de serviço D: Os veículos da via secundária são obrigados a efetuar paradas e o tempo de espera pode ser elevado e, mesmo que forme filas grandes, elas tendem a reduzir. O tráfego permanece estável.
- Nível de serviço E: Há grandes retenções de veículos que, enquanto não reduzir o volume de tráfego, tendem a se manter. Os tempos de espera são elevados e, com pequenos aumentos no volume, pode levar o tráfego ao colapso. É o ponto em que atinge a capacidade da interseção.
- Nível de serviço F: Sobrecarregamento da interseção. O volume de veículos é maior que a capacidade da via, ou seja, as filas e o atraso tendem a aumentar caso não haja uma atenuação de veículos chegando.

Segundo Neris (2014), o uso de simuladores é muito importante no auxílio à tomada de decisões dentro da engenharia de transportes. Por meio destes, há verificação do funcionamento de dispositivos de controle e infraestrutura antes mesmo de haver uma intervenção do tráfego. Permitem análises de novas alternativas de tráfego ou reformulação de alternativas já existentes, sem a necessidade de interferir no tráfego atual, ou seja, ferramenta importante para o processo de decisão.

Dentre os inúmeros simuladores de tráfego atualmente utilizados, o VISSIM, desenvolvido na Alemanha em 1992, é um simulador microscópico amplamente utilizado tanto em meio acadêmico quanto profissional devido à grande facilidade de elaborar e entender os fenômenos ocorridos, representando alternativa realista de um sistema.

Há diversas aplicações e verificações do software, por exemplo: Estudo detalhado de semáforos e sinais; impacto no tráfego devido à passagem de trens, metrô e ônibus; análise de áreas de redução de velocidade; análise comparativa de projetos de interseções, vias preferenciais, impactos de mensagens variáveis e desvios; modelagens de pedestres, entre outros.

Dados de entrada são colocados com a interface do software assim como o desenho da rede. A visualização é permitida durante a simulação, o que possibilita uma análise mais crítica da operação e, como resultados, são gerados arquivos de acordo com a necessidade do operador. O software apresenta alguns exemplos de projetos de rotatórias, facilitando o entendimento da

construção e caracterização do modelo. As lógicas psicofísicas de interação entre veículos desse simulador são chamadas car-following e Lane change.

Fez-se um estudo para a viabilidade dessa implantação utilizando a capacidade de fluxo e segurança na rotatória situada no bairro de Bodocongó próxima a Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Diante disso, esse trabalho se propõe a avaliar o uso desse sistema por meio de um programa simulador VISSIM, como solução para melhoria do fluxo no dispositivo, assim como a segurança dos pedestres que fazem travessias na sua proximidade.

2. Metodologia

Caracterização da Rotatória

A rotatória próxima a UFCG interliga várias vias, entre elas estão a Rua Aprígio Veloso no sentido UFCG – Sertão (A e B), Avenida Vinte e Sete de Julho sentido UFCG – Rotatória (C e D), Rua Brg. Eduardo Gomes sentido UEPB – Rotatória (E e F), Rua Aprígio Veloso no sentido Sertão – UFCG (G e H), Avenida Vinte e Sete de Julho sentido Centenário – Rotatória (I e J), Avenida Joaquim Caroca sentido Posto Unigás – Rotatória (K e L) conforme observado na Figura 1.

Figura 1 - Rotatória próxima à UFCG.



Fonte: Google Earth.

Nas imediações da rotatória encontra-se o Posto de Gasolina Unigás e o Restaurante Assadão, os quais ainda intensificam o fluxo em suas proximidades. A rotatória possui grande movimentação de estudantes da Universidade Federal de Campina Grande, estudantes da Universidade Estadual da Paraíba, trabalhadores e moradores das cidades circunvizinhas no

sentindo sertão que chegam pela Avenida Aprígio Veloso. Os horários de maior caos são os horários de deslocamento no início do dia (06h30min às 08h00min), horário de almoço (11h30min às 13h00min) e fim da tarde que é o final de expediente de grande maioria dos trabalhadores (17h30min às 18h30min).

Coleta de dados

Fez-se em campo, num dos principais horários de pico, pela manhã às 06h45min por um tempo determinado de uma hora. O fluxo de veículos foi dividido em categorias de carros, caminhões, motocicletas e ônibus. O volume desse fluxo foi estabelecido de 10 em 10 minutos para existir um comparativo no acréscimo ou decréscimo do volume com o decorrer do tempo.

A quantidade de veículos coletados foi registrada separadamente, pois apenas uma pessoa estava realizando a coleta. Somado a esses dados, foi coletado em campo as larguras de todas as vias que alimentam a rotatória por meio de uma trena a laser no período da noite, e estimou-se uma velocidade média de 50 km/h por veículo. Portanto, seguiu-se o cronograma mostrado abaixo na Tabela 2 para a coleta de dados:

Tabela 2 - Coleta de dados do volume de veículos na Rotatória próxima à UFCG.

DIA	DATA	HORÁRIO	AVENIDA/RUA
SEGUNDA-FEIRA	11/06/2018	06h45min- 07h45min	Vinte e Sete de Julho sentido Centenário – Rotatória (I e J)
TERÇA-FEIRA	12/06/2018	06h45min- 07h45min	Aprígio Veloso sentido UFCG – Sertão (A e B)
QUARTA-FEIRA	13/06/2018	06h45min- 07h45min	Brg. Eduardo Gomes sentido UEPB – Rotatória (E e F)
QUINTA-FEIRA	14/06/2018	06h45min- 07h45min	Vinte e Sete de Julho sentido UFCG – Rotatória (C e D)
SEXTA-FEIRA	15/06/2018	06h45min- 07h45min	Aprígio Veloso sentido Sertão – UFCG (G e H)
TERÇA-FEIRA	19/06/2018	06h45min- 07h45min	Joaquim Caroca sentido Posto Unigás – Rotatória (K e L)

Fonte: Adaptado de Melo Neto et al. (2020).

Utilização do Programa VISSIM

Após a coleta de dados (largura das vias, volume e velocidade dos veículos), iniciou-se a simulação utilizando o VISSIM. A priori o programa pede uma imagem do local que haverá a simulação do tráfego, esta pode ser obtida por meio do Google Earth e é colocada acima do mapa no programa em escala.

As faixas são adicionadas com as larguras obtidas em campo para cada respectiva avenida/rua e o sentido do fluxo dos veículos marcados. Links entre as vias são colocados para que haja rota nos devidos locais. Os dados de volume e velocidade são colocados para cada faixa de acordo com os veículos escolhidos, o volume foi colocado variando de 20 em 20 minutos, como indicado pelo software.

Posteriormente, a rotatória foi tomando forma e dados como redutor de velocidade para 20 km/h ao entrar na rotatória foram adicionados para segurança. Faixas prioritárias, as que estão circundando a rotatória, veículos que circulam no local, entre eles, carros, motos, caminhões e ônibus, cada um com suas respectivas percentagens do volume de fluxo. Um sistema de Semáforo de Trânsito foi implantado no modelo vermelho-verde-amarelo, com um ciclo de 70 segundos e dois grupos semafóricos. Um sistema para as avenidas Aprígio Veloso, sentido UFCG-Sertão e Aprígio Veloso sentido Sertão-UFCG e outro sistema para a Avenida Vinte e Sete de Julho sentido Centenário-Rotatória e Brg. Eduardo Gomes, sentido UEPB-Rotatória.

Após todos os objetos, dados e dimensões adicionadas ao programa, foi realizada uma simulação comparativa com a implantação do semáforo e sem a implantação do semáforo, visando melhoria no fluxo e segurança dos veículos que ali circulam. Foi avaliado dois sistemas na rotatória próxima à Universidade Federal de Campina Grande. O primeiro sem a implantação do semáforo, com os veículos dispersos respeitando só a preferência dos circulantes na rotatória, o segundo com a implantação de dois grupos semafóricos, nos quais os veículos respeitam a sinalização, atrasando um pouco a passagem, mas regularizando o fluxo de forma mais homogênea entre todas as vias e otimizando a segurança na rotatória.

Os parâmetros utilizados na caracterização do desempenho das rotatórias foram o atraso médio na aproximação da rotatória (onde o valor médio do atraso é maior) e o tamanho médio da fila na aproximação da rotatória (onde o valor do tamanho da fila é maior), recomendados por Facilities Development Manual (2010). Os valores das larguras das vias foram determinados pela coleta em campo, como mostra a Tabela 3 e outros valores utilizados foram determinados pelo software VISSIM, com os valores default do simulador. A velocidade limite considerada foi de 50 km/h nas vias de chegada, reduzindo para 20 km/h e 30 km/h na rotatória.

O fluxo de veículos foi estabelecido pela coleta em campo, realizado em cada avenida/rua em um horário estabelecido, conforme a Tabela 4.

Tabela 3 – Largura das vias que alimentam a rotatória.

Avenidas/Vias	Largura (m)
Aprígio Veloso (A e B)	14,2
Avenida Vinte e Sete de Julho (C e D)	10,6
Avenida Brg. Eduardo Gomes (E e F)	7,1
Aprígio Veloso (G e H)	8,0
Avenida Vinte e Sete de Julho (I e J)	13,3
Avenida Joaquim Caroca (K e L)	9,0

Fonte: Adaptado de Melo Neto et al. (2020).

Tabela 4 – Volume coletado dos veículos nas vias da rotatória.

Veículos		Volume de veículos nas avenidas da rotatória próxima a UFCG - Mão e Contra-Mão				
		Vinte e Sete de Julho (I e J)	Aprígio Veloso (A e B)	Brg. Eduardo Gomes (E e F)	Vinte e Sete de Julho (C e D)	Aprígio Veloso (G e H)
TOTAL	Carro	1339	1703	970	1213	1623
	Moto	662	1056	498	747	1014
	Ônibus	16	103	68	14	90
	Caminhão	19	39	0	4	23
(% dos tipos de veículos)	Carro	65,76	58,70	63,15	61,32	59,01
	Moto	32,51	36,40	32,421875	37,76	36,87
	Ônibus	0,78	3,55	4,42	0,70	3,27
	Caminhão	0,93	1,34	0	0,20	0,83

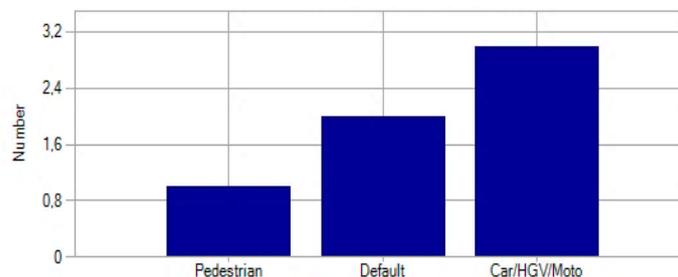
Fonte: Adaptado de Melo Neto et al. (2020).

Os valores associados aos dois grupos de semáforo adotados nas simulações foram: duração do tempo de ciclo = 70 segundos, duração do tempo de verde = 36 segundos para o primeiro grupo e 27 segundos para o segundo grupo, duração do vermelho = 31 segundos para o primeiro grupo e 40 segundos para o segundo grupo, duração do amarelo = 3 segundos para ambos os grupos. Mesmo o sinal iniciando a cor verde para determinada via, os veículos ainda devem respeitar a preferência para veículos que ainda estejam circulando na rotatória, para só assim entrar na rotatória.

3. Análise e Discussões dos Resultados

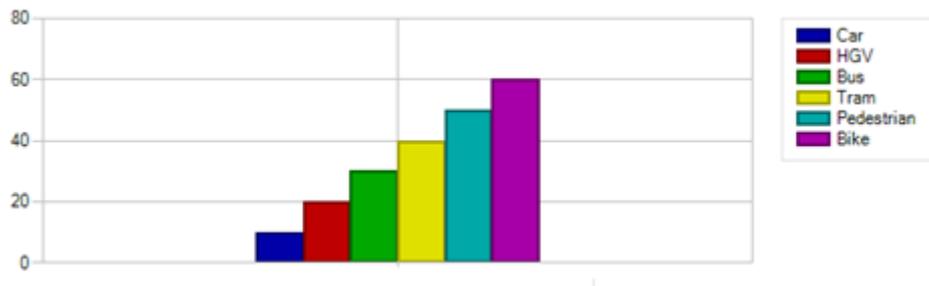
A Figura 2 resulta a composição dos veículos que circundam a rotatória. A classe Default é a indicada pelo programa baseado em médias de cálculos do software, já a classe criada pelo programador é a última coluna, que apresenta veículos reais do fluxo como carro, moto, caminhão e ônibus. Cada veículo já é inserido com o volume correspondente ao coletado em campo, a fim de caracterizar melhor a simulação da rotatória.

Figura 2 - Gráfico da composição dos veículos da rotatória no software.



A Figura 3 identifica as classes dos veículos dentro da composição criada no programa. Cada um com sua respectiva cor, podendo ser alterado e/ou atualizado os volumes de cada classe individualmente. O ID é um número fornecido pelo programa para identificar cada respectiva classe.

Figura 3 - Gráfico com as classes de veículos encontrados na rotatória.



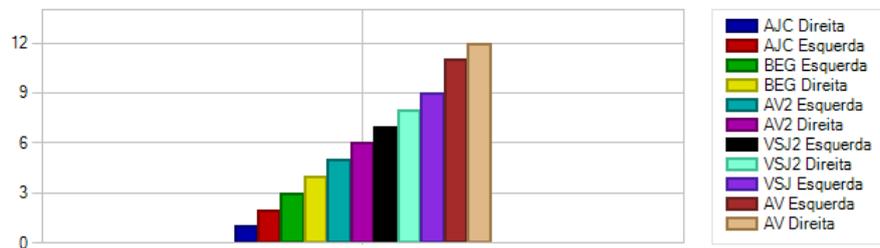
O gráfico na Figura 4 representa a distribuição do tempo de inserção dos veículos nas vias que alimentam a rotatória. O volume do fluxo dos veículos foi determinado a cada 20 minutos no programa, mas a frequência de inserção nas vias é variante por cálculos gerados no programa e o resultado foi uma variação de 0,5 segundos a 30 segundos.

Figura 4 - Tempo de distribuição dos veículos nas vias da rotatória.



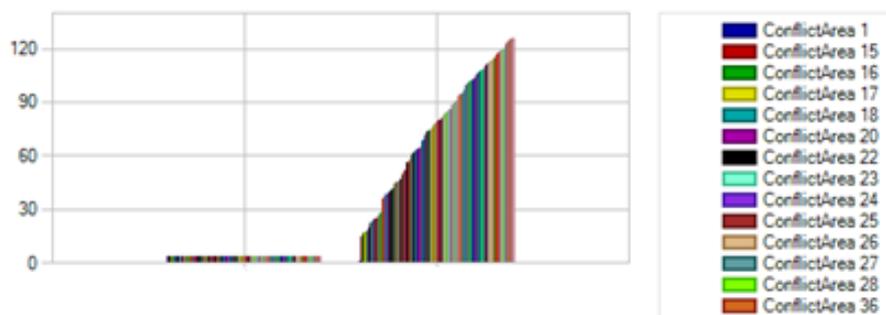
Cada via foi marcada e identificada individualmente, considerando mão e contramão, conforme a coleta de dados. Elas são identificadas por siglas e podem ser manipuladas no decorrer da simulação, onde cada uma possui uma cor diferenciada, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Gráfico definindo todas as vias que foram distinguidas na composição da rotatória pelo software.



A simulação do fluxo na rotatória sem o uso de semáforos apresentou um número superior em conflito de áreas, pois quando não se regulariza o fluxo, e permite a preferência apenas aos veículos que estão circulando na rotatória, fica difícil o controle de entradas arriscadas, assim como congestionamentos nas avenidas. A Figura 6 abaixo identifica em quais áreas de conflitos são mais prováveis para colisões e a heterogeneidade no fluxo de veículos.

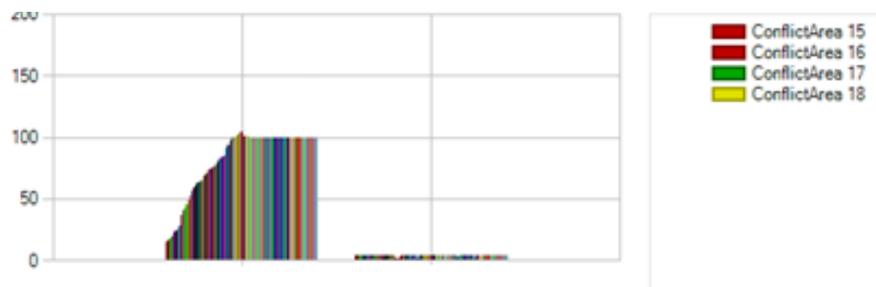
Figura 6 - Gráfico dos conflitos de áreas dentro da rotatória sem o uso de semáforos.



Os valores obtidos no simulador e seu desempenho no software com uso de semáforos em relação ao fluxo e segurança dos veículos na rotatória apresenta seu funcionamento superior quando comparado à rotatória sem uso de semáforos tendo como análise um fluxo alto. Conforme a Figura 7 o uso dos semáforos apresentou uma diminuição no número de conflitos nas áreas que circundam a rotatória e organizou e reestruturou o fluxo na rotatória, assim como a segurança dos motoristas, passageiro e pedestre, pois a colocação dos semáforos aumentou consideravelmente a capacidade de passagem do fluxo da via secundária, evitando que os condutores tivessem que aceitar pequenas brechas no fluxo da via principal, nos períodos de pico, para poder passar – o que aumentava muito o risco de acidentes. Aumentando de forma

significativa a capacidade de tráfego da rotatória, os resultados da simulação correspondem com o esperado, mas só será validado e avaliado após sua aplicação na realidade.

Figura 7 - Gráfico dos conflitos de áreas dentro da rotatória com o uso de semáforos.



Levando em consideração o uso dos semáforos, a situação muda, pois o tempo dos ciclos dos grupos semaforicos foi simulado em 70 segundos, considerando o tempo de espera o sinal vermelho com 35 segundos e o sinal amarelo com 3 segundos totalizando 38 segundos de parada, a rotatória evolui para o nível de serviço E. Levando em conta apenas o tempo de sinal vermelho de 35 segundos, a rotatória se caracteriza com nível de serviço D (os veículos da via secundária são obrigados a efetuar paradas e o tempo de espera pode ser elevado e, mesmo que forme filas grandes, elas tendem a reduzir; o tráfego permanece estável). Foi analisado em campo que a rotatória supre os veículos que lá trafegam, o problema é má organização, espera e segurança, que foi analisado e otimizado com a semaforização.

4. Considerações Finais

Buscando-se otimização do fluxo e segurança nos horários de pico da rotatória, é aconselhável a implantação de um semáforo parcial que opere normalmente em determinados períodos do dia e permaneça com todos os grupos focais piscando em forma de alerta nos demais horários, regularizando as passagens dos veículos de forma mais segura. Assim como, fixação de uma faixa de pedestre na Avenida Aprígio Veloso alguns metros antecedentes a rotatória, com o intuito de evitar pedestres andando pelo canteiro central e favorecendo também a redução de velocidade dos veículos, chegando ao ponto da entrada da rotatória com uma velocidade bem reduzida. O semáforo parcial seria ativado logo cedo pela manhã, em horário de almoço e no fim da tarde, que são horários de pico, de movimentação da população para suas casas e locais de alimentação. De acordo com o superintendente da STTP, Félix Neto, Campina Grande é a primeira cidade no Brasil a ter uma fábrica de semáforos pública. A mesma possui

hoje 94 semáforos, sendo que 25% deles foram recuperados e fabricados através do laboratório digital da STTP. A tecnologia própria possibilita à STTP obter uma redução de 50% em relação a despesas de compra do similar equipamento no mercado. Além da economia, outro ponto positivo é a melhora da qualidade dos aparelhos. Os semáforos fabricados no laboratório da STTP são produzidos com 120 lâmpadas de led, o dobro que a maioria dos semáforos que estão nas ruas hoje. Essa ampliação resulta numa otimização da luminosidade e uma melhor segurança nas vias.

Referências

Brasil. (2008) Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. 1º ed. Brasília: DENATRAN.

Conselho Nacional de Trânsito. (2007) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Brasília: CONTRAN, 1ª ed. v. 5, p. 293.

Costa, J. P. B. (2010) *Mini-rotatórias: contribuição na redução de conflitos em interseções urbanas*. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Federal Highway Administration. (2000) Roundabouts: an Informational Guide, Virgínia; McLean.

Fortes, F.Q.; Boschiero, M, A, F.; Blassioli, P, R, F.; & Ferraz, A, C, P. (2004) *Interseções rodoviárias: passado, presente e futuro*. In: III Seminário de Segurança Rodoviária. São Paulo: DER-SP.

Melo-Neto, O. M.; Silva, G. C. B.; & Melo, T. G. P. R. (2020) Melhoria no fluxo de veículos e segurança de pedestres: estudo com usuários na viabilização de semáforos próximos à rotatória. *Research, Society and Development* 9 (4), 1-15.

Neris, D.F. (2014) *Melhoria do desempenho do tráfego em rotatórias com o emprego de semáforos próximos na via principal*. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos: Universidade de São Paulo.

TI Especialistas. (2018) Semáforos Inteligentes. Recuperado em 20 de maio de:
<https://www.tiespecialistas.com.br/semaforos-inteligentes>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Osires de Medeiros Melo Neto – 50%

Bervylly Lianne de Farias Santos – 10%

Flávia do Socorro de Sousa Carvalho – 10%

Anderson Marcos Vieira do Nascimento – 10%

Gustavo Correia Basto da Silva – 20%