

## VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA SEMAFÓRICO EM UM CRUZAMENTO NO GRANDE ROSA ELZE EM SÃO CRISTÓVÃO/SE

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior  
Bárbara de Santana Nogueira  
Juliane Apolinário da Silva

### RESUMO

A partir do crescimento urbano acelerado de grande parte dos municípios brasileiros, se ocasionou o aumento do fluxo de veículos, bem como a necessidade de usufruir de espaços públicos para realizar o deslocamento entre determinados pontos da cidade. Assim, tornou-se relevante estudos acerca do planejamento viário, que supram a necessidade da população em relação a mobilidade e deslocamento. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo realizar averiguar a viabilidade de implementação de sistema semafórico em um cruzamento do Grande Rosa Elze, no município de São Cristóvão, estado de Sergipe. Para isso, o estudo em questão teve como base o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica (CONTRAN, 2014), que apresenta os critérios de implementação de semáforos, bem como os procedimentos que devem ser efetuados. Neste sentido, foram obtidos dados que apontam positivamente para a implantação semafórica no cruzamento em questão, visando melhorar a fluidez do tráfego e a segurança da população.

**Palavras-chave:** qualidade do tráfego; controle do tráfego; sinalização.

### INTRODUÇÃO

O sistema viário consiste em um dispositivo presente em todas as áreas urbanas, destinado ao transporte de pessoas, animais e veículos para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga e descarga (SIMÕES & SIMÕES, 2016).

Este espaço, além de ser responsável pelo transporte urbano de forma geral, também abriga diversos serviços urbanos, como abastecimento de água, energia elétrica, telefonia, coleta e esgotamento de águas pluviais, lixo e esgoto sanitário. Com isso, se torna necessária a instalação de equipamentos nas vias, no subsolo e no espaço aéreo, para melhor auxiliar na circulação urbana (LUZA & ROLDO, 2013).

Dessa forma, o planejamento do sistema viário depende, em grande parte, das orientações e do controle sobre a distribuição das atividades econômicas e sociais da área urbana em questão e, também depende da construção e da organização das próprias vias (ANTP, 2015; VASCONCELOS, 2006).

No planejamento do sistema viário, devem ser levados em consideração fatores como o crescimento acelerado e desordenado das cidades. Diante disso, com a eclosão urbana e

industrial dos centros urbanos brasileiros no século XX, foi necessária realizar a ampliação da malha viária (PINTO *et al.*, 2003).

Assim, é preciso realizar diversas verificações, que envolvem os horários que possivelmente há uma maior quantidade de tráfego, bem como incidentes, os tipos de veículos que circulam no local e, outras características do local que possam delimitar as possíveis propostas que definir a execução de trânsito que tenha fluidez.

Dentre as alternativas que são conhecidas para evitar e mitigar os problemas relacionados ao tráfego de veículos nas vias urbanas, pode-se citar a implementação semafórica. A mesma tem como objetivo gerenciar o conflito de tempos em cruzamentos e vias.

De forma geral, a implantação de semáforos, de forma obrigatória deve ser avaliada por meio de critérios e estudos para determinar a sua efetiva necessidade. Alinhada à implementação semafórica, também se pode optar pela adoção de outras alternativas de sinalização, como as placas indicativas com definição da preferência de passagem, a remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade dos condutores, bem como realizar melhorias na iluminação e na adequação das sinalizações horizontal e vertical, além de reduzir as velocidades nas aproximações.

Segundo o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2014), a sinalização semafórica é definida como um sistema elétrico/eletrônico, que dispõe de dispositivos luminosos, que são operados de forma alternada ou intermitentemente. Portanto, o sistema semafórico é responsável por controlar o tráfego e o deslocamento dos veículos e pedestres, baseando-se no cauteloso alerta sobre o direito de passagem em vias com dois ou mais movimentos que podem vir a serem realizados.

No que tange as vantagens na implantação de semáforos em vias urbanas, é válido ressaltar que com este tipo de dispositivo de controle, se possibilita também um movimento mais ordenado do tráfego de veículos, reduzindo a possibilidade de determinados tipos de acidentes, em razão de ser providenciada a interrupção no tráfego intenso (LEITE, 1980).

Em vista disso, o semáforo possui a tarefa de comunicar a população, os conflitos das vias, informando sobre obstáculos e casos especiais que possuem na mesma. Sendo assim, há a classificação semafórica, que pode ser sinalização semafórica de regulamentação e sinalização semafórica de advertência (SPIGOLON, 2010).

Portanto, estudos acerca da viabilidade de implementação de semáforos, podem ser definidos como ferramentas para sugerir propostas de melhorias em sistemas viários. Tendo em

vista a dinâmica do tráfego, esses dispositivos podem ser essenciais para proporcionar segurança para os condutores.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade de implementação de um sistema semafórico em um cruzamento no Grande Rosa Elze, na cidade de São Cristóvão, visando a melhoria do tráfego, para proporcionar maior segurança e conforto para a dinâmica do trânsito na localidade.

## **IMPLANTAÇÃO DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA**

Os semáforos de forma prioritária, devem atender as normas de segurança, garantindo a boa visibilidade em relação aos elementos físicos da interseção, no que diz respeito ao tráfego de veículos, ciclistas e de pedestres.

Nesse sentido, em cruzamentos com presença de sistemas semafóricos, também deve haver uma preocupação com as ilhas, que é definida como um obstáculo físico que é fixado na pista de rolamento, destinado a proporcionar uma orientação aos fluxos em uma determinada interseção (DNIT, 2005).

Sendo assim, a sinalização instalada de maneira adequada, irá garantir a devida visibilidade, que pode ainda ser aumentada com o uso de material refletivo. Além disso, é importante salientar a preocupação da visibilidade que os motoristas devem ter dos demais veículos, ciclistas e dos pedestres.

De forma geral, em cidades de quantidade populacional pequenas, onde o fluxo de veículos motorizados é baixo, não se justifica a colocação de sistemas semafóricos. Em cidades, com grande concentração populacional, onde o fluxo de veículos motorizados é alto, como as cidades médias e grandes, propicia-se a instalação de semáforos para veículos, ciclistas e pedestres (SIMÕES & SIMÕES, 2016).

No Brasil, em geral há poucas referências no que tange os critérios e estudos que envolvem a viabilidade de implementação semafórica. Neste trabalho, foi utilizado para averiguar estes critérios o Volume V – Sinalização Semafórica, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito elaborado pelo CONTRAN (2014).

Com isso, para avaliar a necessidade ou não de implantação de sistema semafórico em intercepções, é necessário verificar a sua eficiência e as contextualizações da localidade. Para isso, devem ser realizados os seguintes procedimentos de acordo com o CONTRAN, (2014):

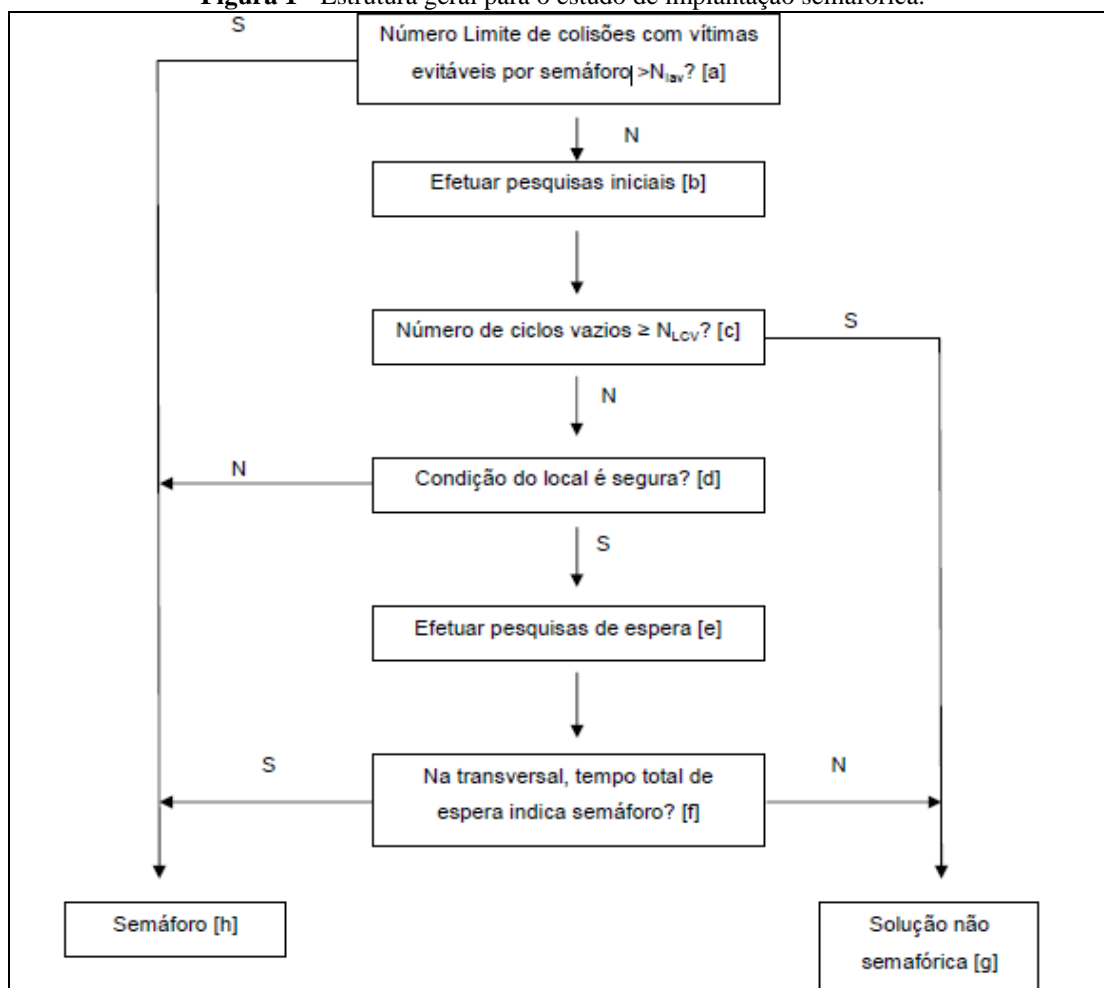
- 
- Coleta de dados relativos à segurança e fluidez;
  - Avaliação da efetiva necessidade de implantação da sinalização semafórica;
  - Escolha da sinalização complementar a ser utilizada;
  - Elaboração do projeto;
  - Divulgação da implantação;
  - Implantação do semáforo e da sinalização complementar;
  - Acompanhamento da operação inicial do semáforo;
  - Coleta rotineira de dados relativos à segurança e fluidez;
  - Avaliação rotineira da programação semafórica.

Dessa forma, o tipo de abordagem a ser realizada para a elaboração e implantação do sistema semafórico, inicialmente deve levar em consideração se o local em estudo se encontra em:

- Fase de projeto;
- Local já consolidado.

Ressalta-se que também deve-se atentar para a abordagem principal da localidade, que consiste no tipo de usuário que será dada prioritária consideração na intercepção: veículos ou pedestres. A Figura 1 mostra a estrutura geral para o estudo de implantação semafórica.

**Figura 1** - Estrutura geral para o estudo de implantação semafórica.



Fonte: Luza & Roldo (2013).

As diferentes correntes de tráfego e suas considerações, a classificação das vias, os horários de pico, constituem-se como levantamentos que são essenciais para a verificação da dinâmica dos deslocamentos. Assim, estes dados servem de dados às análises de adequação das interseções para a implementação de dispositivos como semáforos e suas sincronizações.

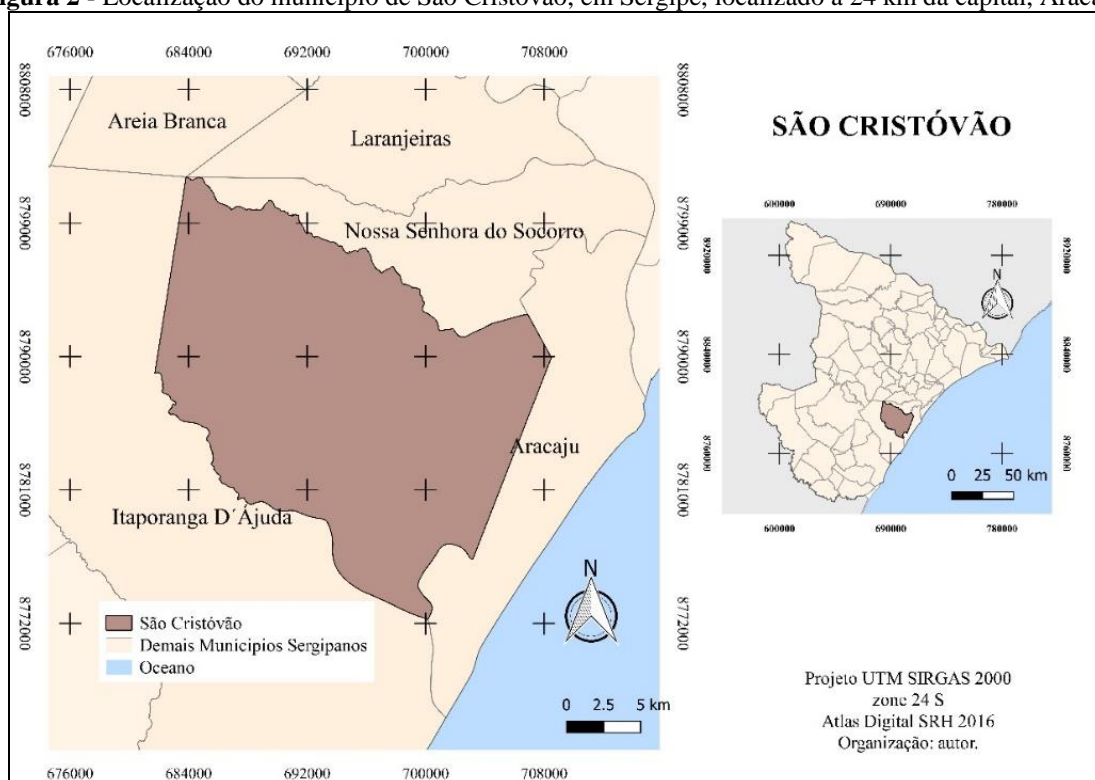
## METODOLOGIA

### Estudo de caso no Grande Rosa Elze em São Cristóvão

O município de São Cristóvão, no estado de Sergipe, possui uma área de 436,9 km<sup>2</sup> e, sua localização é mostrada na Figura 2, sendo distante cerca de 24 km da capital, Aracaju. De

acordo com Plano de Saneamento Básico de São Cristóvão (SÃO CRISTÓVÃO, 2014), o mesmo é dividido conforme expõe a Tabela 1.

**Figura 2 -** Localização do município de São Cristóvão, em Sergipe, localizado a 24 km da capital, Aracaju.



Fonte: os autores (2019).

Ademais, em sua totalidade, São Cristóvão possui cerca de 78.864 habitantes, sendo formado por dois grandes núcleos urbanos, o Grande Rosa Elze e a Sede, que representam mais de 80% da população do referido município.

**Tabela 1 -** População aproximada de cada localidade pertencente ao município de São Cristóvão.

Localidade	População
Sede: São Cristóvão, Alto Divinéia, Lauro Rocha, e loteamentos da cidade.	21.690
Rosa Elze: Rosa Elze, Rosa Maria, Luiz Alves, Tijuca, Eduardo Gomes, Madre Paulina, Jardim Universitário, Conj. Maria do Carmo, Jacunã, Jubiara, Parque Formoso, Quem Dera, Lafaiete Coutinho, Rosa D'oeste, etc.	43.612
Cardoso	2.691
Pedreiras	2.587
Cabrita	2.796
Parque Santa Rita	2.585
Rita Cacete / Colônia	2.903

Fonte: Plano de Saneamento Básico de São Cristóvão (2014).

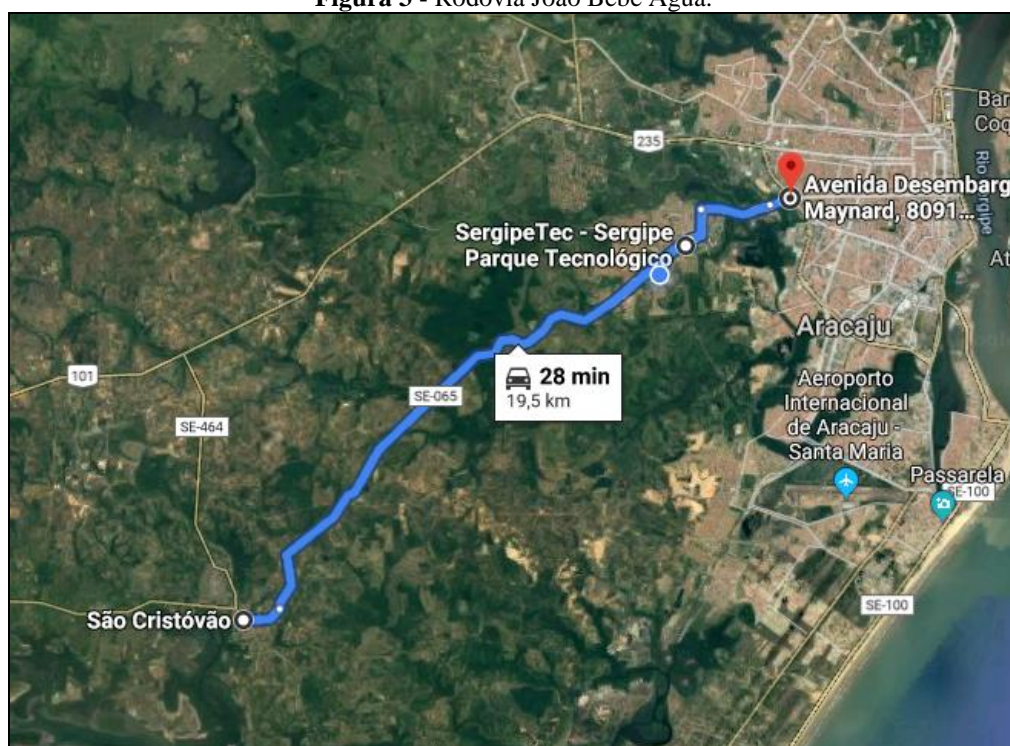


O Grande Rosa Elze, de acordo com o Plano de Saneamento Básico de São Cristóvão (SÃO CRISTÓVÃO, 2014), a área possui uma população estimada em 43.612 habitantes, e consiste no núcleo urbano mais ocupado do município de São Cristóvão.

Neste sentido, em diversas localidades do Grande Rosa Elze, ocorreu uma ocupação habitacional, despontando uma realidade que também é típica em diversas cidades brasileiras, onde o crescimento populacional acarretou o crescimento do tráfego de veículos, bem como o de ciclistas e pedestres.

Sendo assim, discussões acerca da mobilidade da população devem ser levadas para melhor gerenciamento dos transportes locais. A área conta com uma rodovia estadual, rodovia João Bebe Água (SE-065), que liga Aracaju a sede do Município de São Cristóvão, por onde trafegam vários veículos, conforme mostra a Figura 3.

**Figura 3 - Rodovia João Bebe Água.**



Fonte: Google earth, 2019.

No que tange o deslocamento de veículos, há diversos conflitos na Rodovia João Bebe, principalmente nas imediações do Grande Rosa Elze, em razão do fluxo de carros ser maior. Dentre os conflitos que há na região, pode-se citar o cruzamento que dá acesso ao conjunto Eduardo Gomes, na rodovia João Bebe Água com a rua E, conforme mostra as

Figuras 4 e 5. Salienta-se que foi considerada a rodovia João Bebe Água como a via principal, e a rua E como a via secundária.

**Figura 4** - Cruzamento em estudo, acesso a partir da rodovia João Bebe Água.



Fonte: *Google street*, 2019.

**Figura 5 -1** Cruzamento em estudo, acesso a partir da rua E.



Fonte: *Google street*, 2019.

Sob as considerações do tráfego intenso do cruzamento em questão, se propõe estudar a viabilidade técnicas para a implementação de um sistema semafórico, visando melhorar o tráfego de veículos da área. Dessa forma, a possível viabilidade de implementação desse sistema, consiste em uma estratégia para promover a segurança no trânsito do local em estudo.



---

## **Proposta de implementação de sistema semafórico**

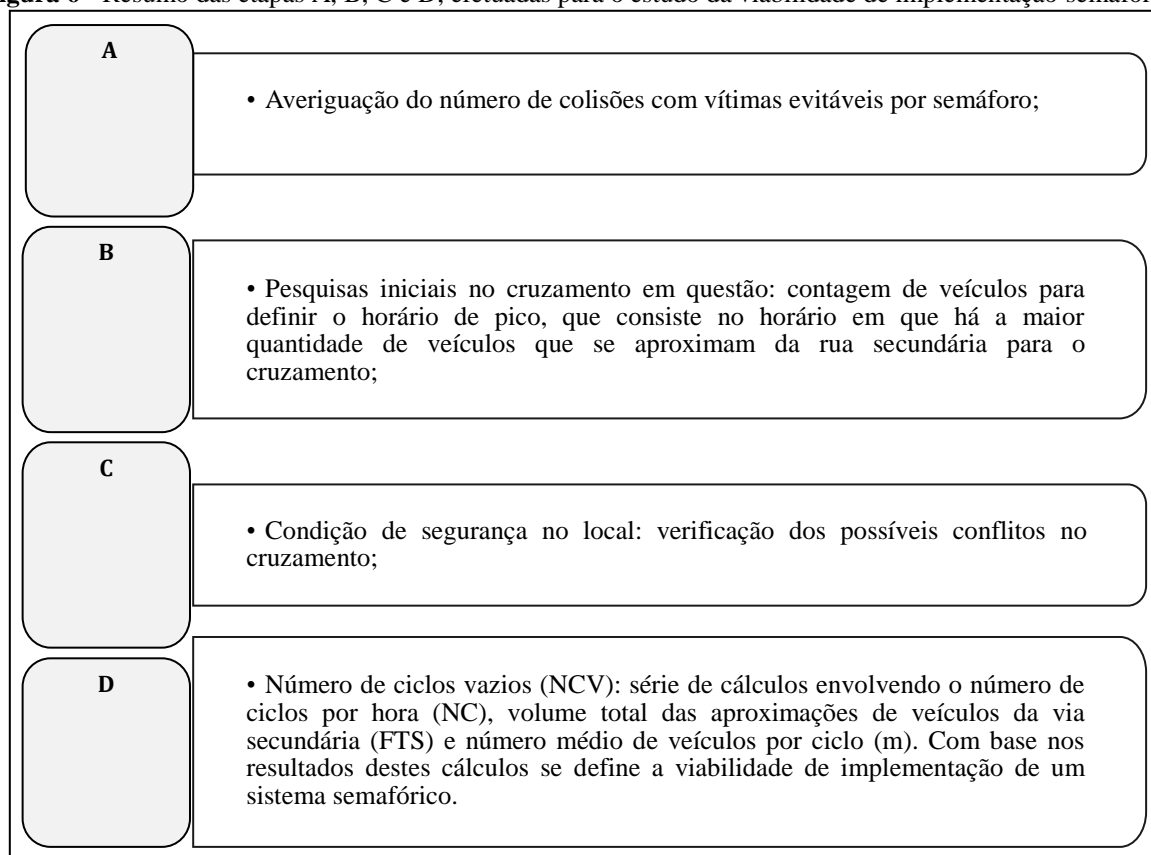
Para averiguar a necessidade de implementação no cruzamento em questão, foi seguido o fluxograma de estrutura geral para o estudo de implantação semafórica, proposto no Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014).

A Figura 6 mostra resumidamente o referido fluxograma que discorre as etapas para estudo da viabilidade de implementação semafórica. Todas estas etapas são explicadas detalhadamente posteriormente.

Para este trabalho foram aplicadas as etapas A, B, C e D, que dependem em suma da contagem de veículos que passam pelo cruzamento, bem como pesquisas acerca das condições e da segurança local. Ademais, o fluxograma do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014), ainda sugere a realização de mais uma etapa, que consiste em pesquisas acerca do tempo de espera no semáforo, sendo efetuada para a operação do possível sistema ser mais otimizada.

Entretanto, com a realização do estudo até a etapa D, já é possível apontar a viabilidade ou inviabilidade acerca da implementação de um sistema semafórico, sendo que para isso, não é necessário definir os tempos de espera, apenas determinar por meios de cálculos a partir da quantidade de veículos que cruzam a localidade, como se comportam os ciclos de tempos.

**Figura 6** - Resumo das etapas A, B, C e D, efetuadas para o estudo da viabilidade de implementação semafórica.



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2014.

Com isso, foram seguidos os critérios estabelecidos pelo fluxograma do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014), para avaliar a necessidade de implementação de um sistema semafórico no local em estudo, consistindo nas seguintes etapas e análises explicadas de maneira mais detalhada:

#### • A - NÚMERO DE COLISÕES COM VÍTIMAS EVITÁVEIS POR SEMÁFORO

De forma inicial, se pode verificar o número limite mínimo de colisões com vítimas evitáveis com a implementação de semáforo (Nlav), para assim, justificar a implantação de semáforo, sendo que o Nlav do cruzamento em questão deve ser igual ou maior a 7, observado nos últimos 3 anos ou 3 nos últimos 12 meses.

Neste caso, a prefeitura de São Cristóvão e nem os órgãos competentes, não fornecem os referidos dados, em relação ao quantitativo de acidentes que ocorrem no cruzamento, pois não há um monitoramento. Em razão disso, como não foi possível o atendimento, este item foi desconsiderado, para efeitos de cálculos.

## • B – PESQUISAS INICIAIS NO CRUZAMENTO EM QUESTÃO

Realizou-se as pesquisas iniciais no cruzamento em questão, onde foram executadas as contagens de veículos que passavam pelo cruzamento em estudo. Neste sentido, essa contagem foi realizada de forma manual, onde se visualizava os veículos que cruzavam o local pelas vias de acesso, sendo a rodovia João Rebe Água e rua E.

Considerou-se todos os veículos com seus respectivos fatores de equivalência, para transformar todos os veículos para Unidade de Carro de Passeio (UCP), conforme é revelado na Tabela 2. Ademais, a contagem se deu a partir dos 3 postos de contagem conforme mostra a Figura 7, que mostra os acessos para o cruzamento em questão, a partir dos dois sentidos da rodovia João Bebe Água e da rua E.

O Fator de Equivalência serve para unificar todos os veículos para uma única hierarquia (UCP), multiplicando cada categoria de veículo pelo seu respectivo Fator de Equivalência contido na Tabela 2, por exemplo: uma moto tem como equivalência 0,33 UCPs, um ônibus e um caminhão de 2 eixos tem equivalência de 2 UCPs, um caminhão de 3 eixos tem equivalência de 3 UCPs.

**Tabela 2** - Fatores de equivalência.

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

Fonte: CONTRAN (2014).

**Figura 7 -2** Postos de contagem. Ponto 1: Rodovia João Bebe Água, sentido São Cristóvão-Aracaju; Ponto 2: rua E; Ponto 3: Rodovia João Bebe Água, sentido Aracaju- São Cristóvão.



Fonte: *Google earth*, 2019.

- C - CONDIÇÃO DE SEGURANÇA NO LOCAL

Realizou-se a verificação das condições de segurança do local, envolvendo os aspectos que podem prejudicar a segurança na interseção. Assim, foram analisadas as seguintes características da via, que podem ocasionar riscos: geometria das vias, edificações que atrapalhem a visão dos condutores, configuração da própria interseção que pode dificultar atrapalhar o conhecimento dos condutores sobre qual é a via principal.

- D - NÚMERO DE CICLOS VAZIOS (NCV)

O número de ciclos vazios (NCV) consiste em um parâmetro que expressa os períodos de tempos em que não existiria demanda na via secundária, neste caso, a rua E, considerando o ciclo programado para o semáforo, caso o mesmo fosse instalado na área. Deste modo, para determinar o valor deste parâmetro, são aplicados os cálculos demonstrados a seguir.

Para que a sinalização semaforica tenha cabimento e, seja justificada segundo este critério, o número de ciclos vazios (NCV), durante o horário de pico, deve ser menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora (NC).

Portanto, para se estimar a quantidade dos ciclos de vazios (NCV), bem como o número de ciclos por hora (NC), é preciso seguir os procedimentos abaixo:

SUBETAPA 1: Verificar o tempo de ciclo (C) em segundos, que o semáforo teria, caso o mesmo fosse instalado no local. O tempo de ciclo operante na rede, caso a mesma rede que opera na região, realize o trabalho em modo coordenado. Além disso, ressalta-se que o semáforo circunvizinho esteja em uma próxima de no máximo 500 metros. Com isso, ressalta-se que o tempo de ciclo deve ser de no máximo 120 segundos e, para este trabalho, foi adotado 90 segundos, em decorrência de não haver nenhum sistema semafórico em operação no Grande Rosa Elze.

SUBETAPA 2: Determinação do número de ciclos por hora (NC), que mostra o número de ciclos que o sistema semafórico teria, caso seja implementado no local, conforme expõe a equação 1.

$$NC = \frac{3600}{c} \quad (1)$$

SUBETAPA 3: Contagem do volume total das aproximações de veículos da via secundária (FTS), expresso em termos de unidade de carros de passeio (UCP) por hora. Essa contagem deve ser executada de acordo com o fator de equivalência de cada veículo, conforme se mostrou na Tabela 2.

Salienta-se que a contagem deve ser realizada com registro a cada 15 minutos da quantidade de UCP que se aproximam do cruzamento, para assim, identificar os horários de pico e, apenas nestes horários, contabilizar por 5 dias a quantidade de UCP que passam no cruzamento e obter uma média do FTS.

SUBETAPA 4: Cálculo do número médio de veículos por ciclo, em convenção de UCP, nas aproximações da via secundária (m), conforme mostra a equação 2.

$$m = \frac{FTS}{NC} \quad (2)$$



**SUBETAPA 5:** Cálculo do número que se espera de ciclos vazios nas aproximações da via secundária. Especificamente, o número de ciclos em que possivelmente não existiram veículos na via secundária aproximando-se da interseção (NCV). Para obter o NCV deve ser aplicada a equação 3, sendo que neste caso,  $e$  representa a base dos logaritmos neperianos, igual a 2,72, conforme atesta o Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014).

$$NVC = e^{-m} * NC \quad (3)$$

A determinação do NCV é responsável por deduzir que as aproximações de veículos pela via secundária ocorrem de formas aleatórias, conforme a distribuição de Poisson. Destarte, o valor obtido de NCV, mostra a possibilidade de não haver fluxo de veículos que chega ao cruzamento, com aproximação pela via secundária, ou seja, revela a possibilidade de não haver nenhum veículo se aproximando pela via secundária, para o cruzamento em questão.

Com isso, se o valor do referido NCV for menor do que o NC, justifica-se com base nos cálculos, a implementação semaforica, como forma de otimizar e proporcionar segurança para o cruzamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local em estudo consiste em um cruzamento que é responsável pelo acesso ao conjunto Eduardo Gomes a partir da rodovia João Bebe Água, sendo um ponto de grande estratégia para a mobilidade local e para interligar Aracaju e São Cristóvão. Sendo assim, aplicando a metodologia proposta e dando procedimento aos passos e etapas da mesma, obteve-se:

- A - NÚMERO LIMITE MÍNIMO DE COLISÕES COM VÍTIMAS EVITÁVEIS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SEMÁFORO (NLAV)

Por ser um ponto de intensa movimentação, há notícias em sites de informações de acidentes no local, porém, não se tem monitoramentos dos acidentes por parte da prefeitura de São Cristóvão e demais órgãos. Dessa maneira, como não foi possível a obtenção dos registros

de acidentes e possíveis vítimas, foi considerado que este item não foi atendido, dando prosseguimento ao trabalho.

- **B - PESQUISAS INICIAIS NO CRUZAMENTO EM QUESTÃO**

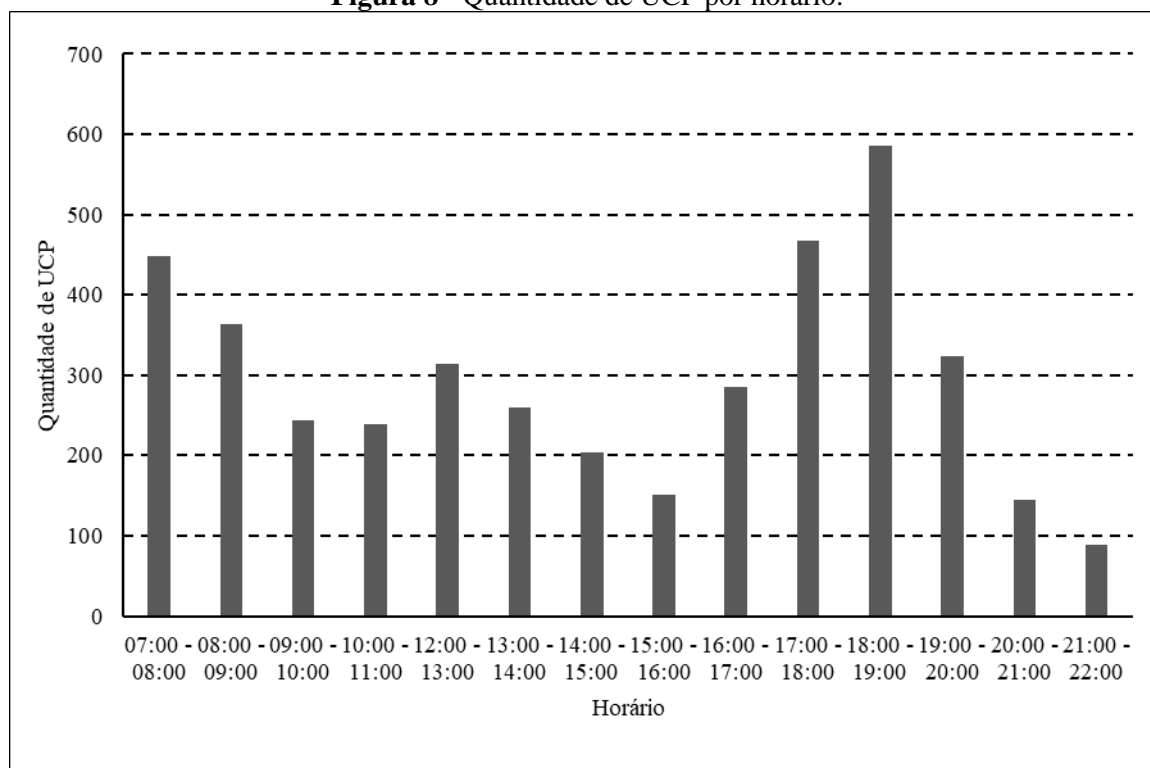
A partir dos 3 postos de contagem, foram averiguadas as quantidades de veículos que chegam ao cruzamento, sendo representadas por unidades de carros de passeio (UCP), conforme atesta o Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014). Ressalta-se que o cruzamento em estudo, é caracterizado como um local em funcionamento, não se encontrando em fase de projeto.

Nesse sentido, foram considerados todos os veículos com seus respectivos fatores de equivalência. Foram realizadas as contagens durante o dia 7 de outubro de 2019, uma segunda feira, das 07:00 até as 22:00, configurando como um dia típico de movimentação de veículos. Ressalta-se que foram registrados a cada 15 minutos a quantidade de UCP que se aproximam do cruzamento.

A Figura 8 mostra o comportamento da movimentação, de veículos que se aproximam pela via secundária (rua E), no que tange a quantidade de UCP. Para ocorrer uma melhor visualização, os horários foram divididos a partir de 1 hora.

É válido salientar que os cálculos posteriores são realizados com base na quantidade de veículos que advém da aproximação da rua E (via secundária) para o cruzamento em estudo. Em detrimento disso, a identificação do horário de pico, é efetuada analisando a quantidade de veículos que chegam ao cruzamento pela referida via, como é mostrado na Figura 8.

**Figura 8 - Quantidade de UCP por horário.**



Fonte: os autores (2019).

Assim, o horário de pico, onde se aproximam mais veículos da via secundária, neste caso, da rua E para o cruzamento, foi identificado e considerado como sendo de 17:00 até 19:00 horas, como o referido horário de maior pico, em vista da maior quantidade de veículos que cruzam o local em estudo, a partir da rua E. Portanto, neste horário, foram realizadas novas contagens nesses horários nos três pontos de contagem, do dia 08 a 11 de outubro (terça-feira a sexta-feira) e dia 14 de outubro (segunda-feira) no ano de 2019.

Com isso, a partir da contagem realizada entre os dias 08 a 11 e 14 de outubro de 2019, no horário de pico de 17:00 a 19:00 horas, foi calculada uma média de UCP com base nos dias que se efetuou essas contagens, conforme mostra a Tabela 3. Conforme foi apontado, a média UCP que é utilizada nos cálculos, consiste no valor de veículos que chegam ao cruzamento a partir da via secundária, que neste trabalho que é representada pela rua E, tendo assim, a média UCP como 471.

**Tabela 3 - Média de veículos, sendo representada por unidades de carros de passeio (UCP).**

PONTO DE CONTAGEM	MÉDIA
RUA E	471
RODOVIA JOÃO BEBE ÁGUA: SENTIDO ARACAJU - SÃO CRISTÓVÃO	504
RODOVIA JOÃO BEBE ÁGUA - SENTIDO SÃO CRISTÃO - ARACAJU	755

Fonte: os autores (2019).

- C - CONDIÇÃO DE SEGURANÇA NO LOCAL

Com relação as conversões que os veículos podem realizar, as Figuras 9 a 11 revelam as movimentações dependendo da origem dos veículos em questão. Dessa forma, surgem os conflitos que podem provocar acidentes, imprevistos e sinistros na localidade, a depender da realização de manobras e conversões.

**Figura 9** - Possíveis conversões, Rodovia João Bebe Água, sentido Rosa Elze – sede de São Cristóvão.



Fonte: *Google earth*, 2019.



**Figura 10** - Possíveis conversões, Rodovia João Bebe Água, sentido sede de São Cristóvão – Rosa Elze.



Fonte: Google earth, 2019.

**Figura 11** - Possíveis conversões, Rua E, sentido Eduardo Gomes – Rosa Elze.



Fonte: Google earth, 2019.

Dessa maneira, há várias conversões que os motoristas podem realizar, causando conflitos, sendo que a atenção no cruzamento deve ser significativa para evitar sinistros. Um outro fato de segurança importante, consiste na geometria do cruzamento, o mesmo não possui uma inclinação muito elevada e nem íngreme, o que contribui para evitar possível acidentes.



Em relação a velocidade, é válido salientar que nas proximidades do cruzamento, não há indicação de redução da velocidade, porém, há quebra-molas nos dois sentidos da rodovia João Bebe Água, contribuindo para a redução da velocidade dos veículos. Além disso, há também sinalização para indicando a presença destes quebra-molas na rodovia.

- D – ESTIMATIVA DO NÚMERO DE CICLOS VAZIOS (NCV)

Por conseguinte, dando continuidade a avaliação para implantação semaforica, foi estimado o número de ciclos (NC) do suposto semáforo, como se o mesmo fosse implantado no cruzamento. Logo, foi possível calcular o valor para o ciclo em segundos, considerando 90 segundos (1 minutos e meio) para o tempo de ciclo (C).

Ressalta-se que foi escolhido o tempo de ciclo de 90 segundos, em razão de ser necessário implementar o semáforo em 3 pontos, de acordo com as conversões e conflitos mostrados. Como não há semáforo na região e, em nenhum lugar do município de São Cristóvão, onde caso tivesse, poderia ser adotado o mesmo tempo de ciclo, foi necessário realizar essa consideração. Assim, foi obtido 40 ciclos por hora, aplicando a equação 1:

$$NC = \frac{3600}{90} = 40 \text{ ciclos por hora}$$

Posteriormente, com o valor do fluxo total na via secundária (FTS) durante a hora de pico, que de 471 UCP/hora, foi possível determinar o número médio de veículos por ciclo (m), onde foi obtido 11,775 UCP, aplicando a equação 2:

$$m = \frac{471}{40} = 11,775 \text{ UCP}$$

Com a possibilidade de no cruzamento em questão, pela via secundária, ser possível existir ciclos onde não haverá nenhum veículo, foi necessário calcular o número esperado de ciclos vazios (NCV) nas aproximações dessa via secundária.

Sendo assim, este critério realiza a previsão estimada do número de ciclos onde não haverá veículos presentes no cruzamento a partir da secundária. Após o cálculo, se compara o

NCV com o NC, para ser justificada a implementação do semáforo. Ressalta-se que valor de  $e$ , foi considerado 2,72, com isso, foi aplicada a equação 3:

$$NVC = e^{-11,775} * 40$$
$$NVC = 3,05499952 * 10^{-4}$$

Tendo em vista que, o NVC obtido foi de  $3,05499952 * 10^{-4}$ , sendo extremamente menor do que o NC que foi de 40 ciclos por hora, justifica-se a implementação semaforica com base na metodologia proposta pelo Manual de Sinalização Semaforica. Em razão dos cálculos propostos resultarem positivamente para a implementação semaforica, não houve necessidade de prosseguir aos estudos com outros critérios estabelecidos pelo Manual de Sinalização Semaforica (CONTRAN, 2014).

Salienta-se que para dar esse prosseguimento aos outros critérios seriam necessários equipamentos específicos para realizar as pesquisas de espera, como cronômetros com boa exatidão que seriam operados de forma simultânea, além de mais pesquisadores para executarem as operações. Entretanto, mesmo com a não realização das pesquisas de espera, se pode definir que o resultado final deste estudo de caso não seria alterado, pois houve a comprovação da implementação semaforica de acordo com os critérios anteriores, que demonstraram a partir da abordagem e contagem de veículos, a viabilidade de efetivação de um sistema semaforico no cruzamento em estudo.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2016), avaliando a viabilidade de implementação semaforico a partir da metodologia do CONTRAN (2014), em um cruzamento no município de Manaus, também apresentou resultado positivos para a referida viabilidade, que pode melhorar o fluxo do tráfego na área.

Segundo Beyer (2016), também é viável a implementação de um semáforo em um cruzamento do município de Campo Mourão, no estado do Paraná, que apresenta problemas de tráfego, de acordo com os resultados obtidos em estudo com a mesma metodologia.

Deste modo, se evidencia que em locais onde há a ocorrência de problemas de tráfego em cruzamentos, é essencial a aplicação de metodologia e estudos que apontam a viabilidade de intervenção com equipamentos de controle do tráfego, como o sistema semaforico, que pode ser promissor dependendo do caso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo no grande Rosa Elze, pode-se concluir que o trânsito e a mobilidade urbana do local necessitam de intervenções, onde a presença de um dispositivo como o sistema semafórico, se denota ser aproveitável para atenuar possível riscos e sinistros.

No cruzamento em questão, que liga a rodovia João Bebe Água a rua E, pode-se constatar que no local se faz necessária a aplicação de medidas corretivas com o objetivo de melhorar o tráfego. Sendo assim, o sistema semafórico foi apontado como uma alternativa tecnicamente viável para o local.

Nesse sentido, foi justificada a real necessidade da implantação semafórica no cruzamento, com base na proposta metodológica empregada, que levou em consideração a quantidade de veículos que cruzam a área, os horários de pico, qualidade do cruzamento, entre outros. Entretanto, são necessários estudos mais aprofundados no que diz respeito aos custos de implantação, problemas de circulação, tempos dos semáforos, tamanho das faixas, entre outros.

Portanto, ressalta-se que os resultados obtidos podem servir de base para a prefeitura do município de São Cristóvão, no que tange a elaboração do Plano de Mobilidade Municipal, envolvendo também as técnicas de mobilidade sustentável e equipamentos e ferramentas de controle do tráfego.

## REFERÊNCIAS

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos. PlanMob. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Secretaria Nacional dos Transportes e da Mobilidade – SeMob. Ministério das Cidades, 2015.

BEYER, M. A. **Estudo de viabilidade técnica para Implantação semafórica no município de Campo Mourão**. 98 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Programa de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

CONTRAN. **Volume V – Sinalização Semafórica. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. DENATRAN, Ministério das Cidades, 2014.

DNIT – Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de conservação rodoviária**. 2ª edição, Rio de Janeiro: 2005.

LEITE, J. G. M. **Engenharia de Tráfego: métodos de pesquisa, características de tráfego, interseções e sinais luminosos**. São Paulo: CET, 1980.

LUZA, L. A.; ROLDO, L. Z. **Estudo para melhoria de tráfego do cruzamento das ruas Guarani e Nereu Ramos na cidade de Pato Branco-PR através de análise de implantação semafórica**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

PINTO, A. B.; DÍOGENES, M. C.; LINDAU, L. A. **Quantificação dos impactos de polos geradores de tráfego**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE, 2003.

SÃO CRISTÓVÃO. **Lei nº 218 de 23 de outubro de 2014**. Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico nos eixos Abastecimento de Água Potável e Tratamento de Esgoto, e dá outras providências. São Cristóvão. 23 out. 2014.

SILVA, S. F.; BARBOSA, K. M.; BITTENCOURT, V. S. A. Análise de viabilidade de implantação de sinalização semafórica em um cruzamento no bairro Petrópolis –Manaus/AM. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**. ISSN 2358-5420 – edição especial - agosto de 2016 – p. 1-6. ISSN 2358-5420. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/177/77>.

SIMÕES, F.; SIMÕES, E. **Sistema Viário e Trânsito Urbano**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar – CREA-PR, 2016.

SPIGOLON, L. M. G. **Semáforo: grupo focal convencional x grupo focal com informação do tempo do verde/vermelho restante**. 128p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e Meio Ambiente: Conceitos e informações para a análise de impactos**. Editora Annablume, ed. 1. São Paulo: 2006.

Recebido em 02/04/2021

Aprovado em 06/06/2021