

## **Análise do tráfego, da sinalização e da acessibilidade de uma interseção na cidade de Estância –SE**

**Traffic, signaling and accessibility analysis of an intersection in the city of Estância - SE**

**Análisis de tráfico, señalización y accesibilidad de una intersección en la ciudad de Estância –SE**

Recebido: 09/05/2022 | Revisado: 11/05/2022 | Aceito: 24/05/2022 | Publicado: 29/05/2022

### **Wilson Ramos Aragão Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8998-7611>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: wilsonramosaragao@hotmail.com

### **Anny Salony Santos Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5981-9916>  
Instituto Federal de Sergipe, Brasil  
E-mail: annysalony@hotmail.com

### **Jéssica Soares dos Santos Paes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1402-3978>  
Instituto Federal de Sergipe, Brasil  
E-mail: soareseng.2708@gmail.com

### **José Nilton Soares Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4345-0557>  
Instituto Federal de Sergipe, Brasil  
E-mail: niltonsoares8@gmail.com

### **Carine Aragão de Mello**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4956-7481>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
E-mail: aragaodemello@gmail.com

### **Resumo**

Buscando avaliar e reduzir o tempo de deslocamento dos usuários, bem como analisar a eficiência da sinalização e da acessibilidade, este estudo teve como objetivo apontar alternativas que viabilizassem o aumento da fluidez e da segurança no cruzamento entre a Avenida Getúlio Vargas, a Rua Raimundo Costa Carvalho e a Praça Orlando Gomes dos Santos, na cidade de Estância, em Sergipe, por meio do aprimoramento operacional embasado na reprogramação semafórica e na redução de movimentos conflitantes da interseção. Essa abordagem pode gerar economia, qualidade de vida e segurança no trânsito. Este artigo demonstrou que além da reprogramação semafórica é necessária a requalificação das calçadas do entorno do cruzamento, para obter uma melhor mobilidade e acessibilidades dos transeuntes.

**Palavras-chave:** Engenharia de tráfego; Análise semafórica; Mobilidade urbana; Acessibilidade.

### **Abstract**

Seeking to evaluate and reduce the travel time of users, as well as analyze the efficiency of signaling and accessibility, this study aimed to point out alternatives that would increase the fluidity and safety of the intersection of the Avenue Getúlio Vargas, Street Raimundo Costa Carvalho and Plaza Orlando Gomes dos Santos, in the city of Estância, Sergipe, through operational improvement based on traffic signals reprogramming and conflicting movements reduction of the intersection. This approach can generate savings, quality of life, and traffic safety. This paper demonstrated that, in addition to signal reprogramming, it is necessary to upgrade the sidewalks around the intersection, to obtain better mobility and accessibility for passersby.

**Keywords:** Traffic engineering; Traffic signal analysis; Urban mobility; Accessibility.

### **Resumen**

Con el objetivo de evaluar y reducir el tiempo de viaje de los usuarios, así como analizar la eficiencia de la señalización y la accesibilidad, este estudio tuvo como objetivo señalar alternativas que permitan aumentar la fluidez y la seguridad en la intersección entre la Avenida Getúlio Vargas, Rua Raimundo Costa Carvalho y Praça Orlando Gomes dos Santos, en la ciudad de Estância, en Sergipe, a través de la mejora operativa basada en la reprogramación de semáforos y la reducción de movimientos conflictivos en la intersección. Este enfoque puede generar ahorro, calidad de vida y seguridad vial. Este artículo mostró que además de la reprogramación de semáforos, es necesario recalificar las aceras alrededor de la intersección, para obtener una mejor movilidad y accesibilidad para los transeúntes.

**Palabras clave:** Ingeniería de tráfico; Análisis de semáforos; Mobilidade urbana; Accesibilidad.

## 1. Introdução

Planejamento para evitar problemas futuros que provocam, por exemplo, a diminuição da qualidade de vida das pessoas (Portugal, 2017). Esse desenvolvimento e crescimento urbano acontece estreitamente ligados aos sistemas de transportes (Mello, 2019), uma vez que, com a popularização dos automóveis, ocorreu um processo de construção de cidades amplamente adaptadas aos carros (Mello, 2015). No Brasil o transporte rodoviário domina o espaço urbano e rural (Joner & Volpi, 2013). No país a frota de veículos tem crescido rapidamente, conforme o Denatran (2020) em 2010 eram 59,7 milhões e até setembro de 2020 eram 106,9 milhões de veículos automotores. O uso dos veículos motorizados causa o aumento dos congestionamentos, da poluição, de acidentes e da degradação dos espaços urbanos e ambientais, afetando a mobilidade urbana e principalmente a qualidade de vida nas cidades.

Os acidentes de trânsito resultam na morte de aproximadamente 1,35 milhão de pessoas em todo o mundo a cada ano e deixam entre 20 e 50 milhões de pessoas com ferimentos não fatais (WHO, 2018). De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2017), no Brasil a taxa de mortalidade anual por acidentes de trânsito por 100 mil habitantes era 17,54 em 2017, no Nordeste essa taxa chegava a 19,41, em Sergipe a 18,14. Já na cidade de estudo desse artigo, Estância – SE, em 2017 a taxa de mortalidade anual por acidentes de trânsito por 100 mil habitantes era de 12,99 e no ano de 2019 chegou a 21,80 (TCE/SE, 2020).

Para minimizar esses problemas, Joner e Volpi (2013) propõem a sincronização dos semáforos como uma forma de promover a harmonia no trânsito, melhorando a mobilidade de pessoas e de veículos, e aumentando a segurança viária. A sincronização dos semáforos tem como objetivo manter o tráfego em movimento e organizado em pelotões através de um sistema de semáforo controlado ao longo das vias urbanas (Magalhães, 1981). A aplicação da sincronização dos semáforos pode trazer maior segurança, ao evitar acidentes, como também, ao manter os veículos em constante movimento, reduz assaltos, bloqueios em cruzamento e congestionamentos, melhorando a fluidez do tráfego, o conforto e a segurança dos usuários do sistema viário (*ibid*).

Diante desse cenário, o objetivo desse estudo foi avaliar um cruzamento, em relação ao tempo semafórico, a sinalização e a acessibilidade, de modo a melhorar a segurança e a fluidez, visto que esse cruzamento apresenta notórios conflitos, tanto para os pedestres quanto para os condutores de veículos, que resultam em diversas queixas dos transeuntes. A interseção estudada é situada entre a Avenida Getúlio Vargas, a Rua Raimundo Costa Carvalho e a Praça Orlando Gomes dos Santos, na cidade de Estância, localizada no litoral sul do estado de Sergipe. O município de Estância em 2020 tinha uma população estimada em 69.556 habitantes (IBGE, 2010) e trata-se de um município de pequeno porte.

Para isso, foram realizados levantamentos de campo, buscando observar as problemáticas enfrentadas no horário de maior fluxo de pessoas e de veículos, para propor intervenções com o intuito de melhorar o tráfego na localidade. Esse artigo está estruturado em 5 seções. Após essa seção introdutória, na seção 2, é apresentado uma breve revisão da literatura. Na seção 3 é descrito o método de análise deste artigo, cujos resultados são apresentados na seção 4. Por fim, na seção 6 são expostas as considerações finais.

## 2. Revisão Bibliográfica

O grande número de veículos em circulação gera problemas como congestionamentos, acidentes, poluição sonora, visual e ambiental. Para minimizar essas externalidades o planejamento urbano torna-se fundamental, verificando os maiores volumes de tráfego, os horários de pico, e outras soluções para que o trânsito possa fluir (Portugal, 2017). A movimentação do ser humano deve ser cada vez mais organizada, a fim de que haja eficácia e segurança nos deslocamentos dos cidadãos. Assim, melhorar a qualidade de vida em relação ao trânsito significa propiciar melhores condições de acessibilidade a pessoas e a mercadorias, evitar problemas ambientais e destruição do patrimônio histórico devido à abertura de novas vias, e reduzir a

irritabilidade do motorista em relação ao trânsito desordenado (Soares, 2016). Desse modo, é apresentado nessa revisão de literatura os principais conceitos para organização do trânsito.

A interseção em nível constitui uma parte crítica do sistema viário, ocorrendo ali movimentos conflitantes de veículos e pedestres (Magalhães et al., 2019). Conceitualmente uma intercessão é uma área partilhada por duas vias cuja função principal é a mudança de rota (Aquino, 2017). Quando as intercessões são formadas apenas por duas ruas são denominadas simples, e compostas quando formadas por três ou mais ruas na mesma área (Aquino, 2017; Lima & Valim, 2017). Em um mesmo trajeto, pode-se realizar séries indefinidas de movimentos em vários sentidos em interseções ou trecho viário. Desse modo, o CONTRAN (2014) denomina movimento para identificar o fluxo de veículos que possuem origem semelhantes e mesmo destino, e/ou o fluxo de pedestres que se deslocam na mesma direção, entretanto não obrigatoriamente no mesmo sentido.

Esses movimentos podem ser: convergentes, quando possuem origem em aproximações distintas e têm destino iguais; divergentes, quando ocorrem com origem na mesma aproximação e têm destinos distintos; interceptantes, os movimentos que têm origem em aproximações distintas e que se cruzam em um certo ponto da área de conflito; e, por fim, não-interceptantes, os movimentos em que as trajetórias não se encontram em nenhum ponto da área de conflito (CONTRAN, 2014). O que determinará se uma intercessão necessitará de semáforos ou não é o volume de tráfego, essa decisão será influenciada também pela quantidade de pedestres e acidentes na região (Aquino, 2017; Oliveira et al., 2018).

Enquanto a sinalização tem como objetivo proteger os usuários da via, além de controlar e orientar o trânsito. Para que a sinalização seja bem compreendida pelos usuários deve ser simples, clara e precisa, eficiente, visível e uniforme (Liberalesso, 2014; Soares, 2016), sendo dividida em sinalização horizontal e vertical.

A sinalização viária horizontal é utilizada em linha, marcações, símbolos e legendas pintados ou apostos sobre o pavimento das ruas. E a sinalização horizontal tem como função organizar o fluxo de pedestre e veículos, controlar e orientar os deslocamentos em topografias acidentadas e complementar os sinais verticais de regulamentação (CONTRAN, 2014). A sinalização viária vertical, que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical ao lado ou suspensas sobre a pista, que transmite mensagens mediante os símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas (ibid).

Tanto a sinalização horizontal quanto a sinalização vertical fornecem informações aos usuários para adotarem comportamentos adequados, e aumentar a segurança e a fluidez do trânsito (CONTRAN, 2007). Já a sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária com indicações luminosas, que funcionam alternadamente ou intermitente (CONTRAN, 2014). E, desse modo, comunicar aos usuários sobre o direito de passagem ou possibilidade de situação especial na travessia ou utilização da via pública (CONTRAN, 2014; Cauduro et al., 2018). Após a implantação da sinalização semafórica em uma via, essa operação deve ser criteriosamente avaliada ao longo do tempo para proporcionar ao fluxo agilidade e segurança, uma vez que o trânsito sofre constantes transformações (Lima & Valim, 2017).

O conceito de acessibilidade pode ser considerado por diferentes perspectivas. Ghiraldi (2014) explica que a acessibilidade não se refere apenas a deficientes, deve incluir também as pessoas com mobilidade reduzida, como idosos, gestantes e crianças. A acessibilidade pode ainda ter diferentes abordagens para o planejamento de transportes, com conceitos vastos, como a acessibilidade física, social, organizacional, econômica e financeira, virtual, entre outras (Cervero, 2005; Amante, 2017; Mello, 2019; Litman, 2021). O conceito de acessibilidade abordado neste texto é o da NBR 9050 (ABNT, 2020), em que a acessibilidade é a possibilidade e condição de alcance percepção e entendimento para utilização com segurança e autonomia de mobiliários, equipamentos urbanos, edificações e demais elementos.

As calçadas no Brasil não são favoráveis a pessoas que possuem deficiência. Segundo Rabelo (2008), na maioria das cidades brasileiras as calçadas possuem regulamentação própria de construção ditadas por legislação municipal, sendo sua fiscalização de esfera municipal, e sua conservação transferidas aos proprietários do lote. O autor destaca ainda que várias

irregularidades ocorrem pelo descumprimento da legislação, tais como, o acabamento inadequado, inclinação excessiva, descontinuidade, operação de comércio e má conservação.

A população brasileira está envelhecendo e alcançando um perfil populacional semelhante ao dos países desenvolvidos, em que a pirâmide da idade populacional tende a ser mais larga no centro entre as idades de 20 a 40 anos (IBGE, 2010). Logo, é importante planejar as cidades para amenização do tráfego, melhorando a segurança no trânsito e a qualidade da vida da população.

Amorim (2019) explica que a adoção de medidas que favorecem à locomoção de pedestres deve ser abrangente, reduzindo a exposição às externalidades negativas produzidas pelo trânsito, tais como acidentes e diversos tipos de poluição ambiental. Dessa maneira, a integração motorista e pedestre deve ser realizada com o uso de uma sinalização apropriada, onde ambos devem ter consciência que a sua adequada utilização reduz em muito a probabilidade de ocorrência de um acidente (*ibid*).

### 3. Metodologia

O estudo foi realizado no cruzamento localizado entre a Avenida Getúlio Vargas, a Rua Raimundo Costa Carvalho e a Praça Orlando Gomes dos Santos, no município de Estância – SE (latitude: 11° 16' 20.961" Sul; longitude: 37° 26' 24.840" Oeste; Datum SIRGAS2000). Esta é uma via importante no centro da cidade de Estância, em que há um número elevado de estabelecimentos comerciais, bancos e estabelecimentos públicos.

A pesquisa foi baseada em dois métodos: quantitativo e qualitativo. O método quantitativo foi aplicado por meio de uma avaliação indutiva, ou seja, a partir da observação de campo. Assim, inicialmente buscou-se identificar o período de maior fluxo da interseção. Após a determinação do horário de maior movimentação, foi realizada a quantificação do número de veículos que trafegaram nos locais e no período analisados, bem como as quantidades de pedestre para analisar se os tempos semafóricos são coerentes com os tráfegos (veículos/veículos e/ou veículos/pedestres) observados no local. Posteriormente, foram realizados cálculos pelo método de dimensionamento de tempo entreverdes (Vilanova, 2005; Ejzenberg, 2005):

- Cálculo do tempo de amarelo ( $t_{am}$ ) – a situação mais desfavorável é a quando o veículo está justamente na seção crítica para frenagem, quando o semáforo muda para amarelo. Supondo que o veículo trafega a uma velocidade uniforme, o tempo que ele demora para chegar na faixa da retenção determina a duração do período de amarelo:

$$t_{am} \geq t_{pr} + \frac{v}{2 * a_{mx}} \quad (1)$$

- Tempo do vermelho de limpeza ( $t_{vl}$ ) – para assegurar que o veículo no tempo verde tenha saído totalmente da área do cruzamento quando o semáforo da transversal for para verde, o comprimento do vermelho de limpeza:

$$t_{vl} = \frac{l + c}{v} \quad (2)$$

- Tempo de verde útil ( $t_{v \text{ útil}}$ ) – tempo necessário que determina a quantidade de veículos que irão passar pela faixa de retenção da aproximação, por faixa de rolamento:

$$t_{v \text{ útil}} = \frac{N}{n} . 2 \text{ s/veic} \quad (3)$$

**onde:**  $v$  - velocidade do veículo;  $t_{pr}$  - tempo perdido pelo motorista, composto pela demora de percepção e pelo tempo necessário à reação em si;  $a_{mx}$  - máxima desaceleração do veículo;  $c$  - comprimento do veículo;  $l$  - largura da via transversal;  $N$  – quantidade de veículos que passam pelas faixas da via no tempo verde;  $n$  – quantidade de faixas de rolamento da via.

O método qualitativo foi realizado de forma indutiva, através da avaliação da estrutura física da interseção, abrangendo a identificação e a verificação das condições da sinalização horizontal e vertical, bem como da acessibilidade. Em

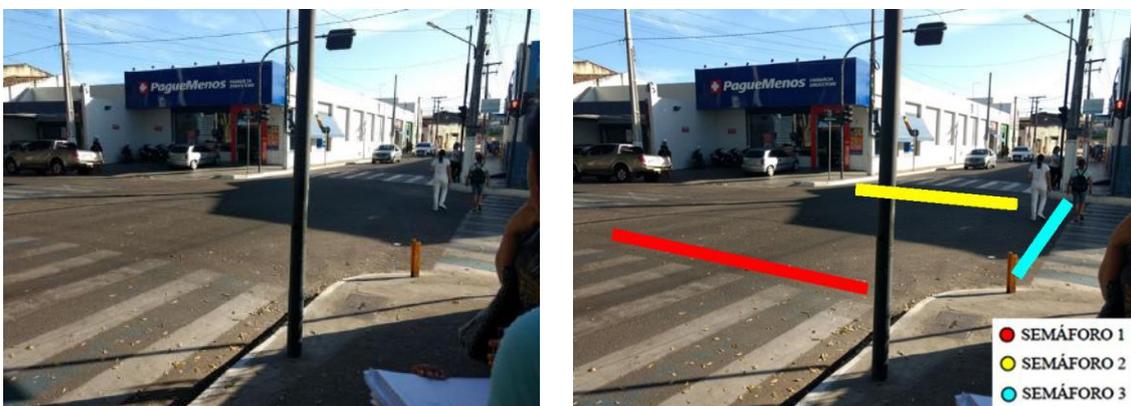
seguida, a partir de uma análise comparativa, foi verificada a conformidade com as normas que regularizam a sinalização vertical viária, NBR 14644 (ABNT, 2013); e a acessibilidade de espaços urbanos, NBR 9050 (ABNT, 2020).

#### 4. Resultados e Discussões

Com uma observação inicial, percebeu-se que o momento de maior movimentação nas vias pertencentes ao cruzamento compreende o intervalo das 16h às 18h. Com isso, o levantamento das informações de campo foi realizado nesse intervalo. Após a análise do cruzamento, foram obtidos os dados com referência nos semáforos 1, 2 e 3 (Figura 1).

A contagem de veículos para o intervalo das 16h às 18h constatou que trafegam neste período de pico 1.644 veículos (Tabela 1), número considerado alto pelos órgãos de trânsito.

**Figura 1** – Interseção analisada.



Fonte: Autores.

**Tabela 1** – Contagem de veículos e pedestres.

	Pedestre	Ciclista	Moto	Carro	Ônibus	Caminhão
Semáforo 1	75	55	221	289	28	1
Semáforo 2	131	46	257	245	46	6
Semáforo 3	185	7	217	210	9	7

Fonte: Autores.

Analisando os movimentos realizados pelos veículos na interseção foi elaborada uma classificação dos movimentos segundo as trajetórias e verificados os movimentos conflitantes – intercepção, convergência e divergência (Figura 2).

**Figura 2** – Análise da interseção: (a) layout com a identificação dos semáforos; (b) movimentos e conflitos existentes.



Fonte: Autores.

Assim, de acordo com os dados coletados, foram diagnosticados 13 conflitos. Os quatro movimentos convergentes podem ser geradores de efeito afunilamento, contribuindo para a ocorrência de acidente. Os três movimentos divergentes foram apontados como um dos causadores e geradores de longas filas no cruzamento, pois todos os motoristas devem seguir a mesma rota até a interseção para depois seguirem destinos diferentes.

A interseção possui três sinalizações semafóricas para os automóveis e para os pedestres, sendo do tipo três tempos e funcionando com movimentação de apenas uma via a partir da programação do semáforo correspondente, totalizando 109 segundos para conclusão de um ciclo (Tabela 2 e Figura 3).

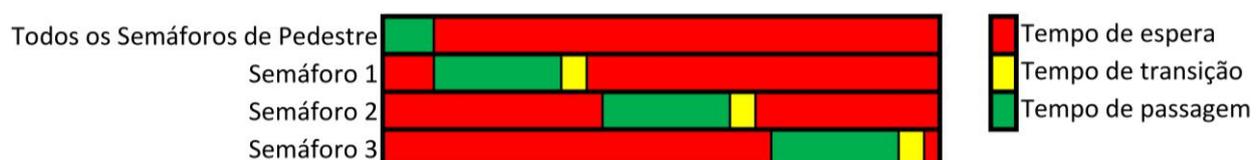
Percebe-se que, independente do fluxo de veículos e de pedestre, todos os semáforos possuem estágios temporárias iguais, o que é incoerente com o fluxo da via, uma vez que foi observado que o fluxo de veículos é maior no semáforo 1 e o fluxo de pedestre é maior no semáforo 3. Além disso, o tempo de verde para pedestres é de apenas 10 s, e como as vias possuem 6 metros de largura, este tempo não é suficiente para uma pessoa com dificuldade de locomoção atravessar. Outro fato preocupante é que o tempo vermelho para pedestres é de 97 s, e neste intervalo de tempo alguns pedestres acabam passando entre os intervalos do semáforo.

**Tabela 2** – Tempo semafórico identificado.

	Tempo de Vermelho (s)	Tempo de Verde (s)	Tempo de Amarelo (s)
Semáforo 1	79	25	5
Semáforo 2	79	25	5
Semáforo 3	79	25	5
Todos os Semáforos de Pedestre	97	10	-

Fonte: Autores.

**Figura 3** – Ciclo do diagrama de tempos identificado.



Fonte: Autores.

Diante disso, foi realizado o cálculo do método de dimensionamento de tempo entreverdes para redimensionar os tempos semaforicos. Para isso, foi considerado como padrão o veículo da marca Gol G4, onde o mesmo possui comprimento de 3,931 m e máxima desaceleração de 2,5 m/s<sup>2</sup>, a velocidade máxima permitida na via de 11,111 m/s, tempo perdido pelo motorista de 2 s, e a largura da via transversal de 6 m. De tal modo, tem-se:

- $t_{am}$  – se o veículo trafegasse a uma velocidade uniforme, o tempo que ele demoraria a chegar à faixa da retenção seria de 4,22 s;
- $t_{vl}$  – para o cruzamento analisado o vermelho de limpeza deve ser de 0,89 s;
- $t_{v\acute{u}til}$  – foi verificado o número de veículos que conseguem passar no tempo verde útil empregado, sendo esse igual a 12 veículos.

Nota-se que os valores de  $t_{am}$  e  $t_{vl}$ , respectivamente, 5 s e 3 s, aplicados nos semáforos, estão superiores aos encontrados por meio do método de dimensionamento de tempo entreverdes, o que é um fator positivo. Em relação ao  $t_{v\acute{u}til}$  foi verificado que em alguns momentos os semáforos ficavam alguns segundos sem a passagem de veículos, como também o mesmo tempo de entreverdes para os semáforos é insuficiente, visto que os fluxos de veículos são distintos para os três semáforos.

A partir do diagnóstico realizado da interseção estudada, foram ponderadas algumas medidas para mitigação dos problemas e para melhoramento do tráfego na interseção. Desse modo, após a análise dos movimentos e dos conflitos identificados, buscando a redução de intercepções e de convergências, recomenda-se a proibição da entrada à esquerda a partir dos três semáforos (Figura 4). Logo, tem-se a redução de 13 para sete movimentos conflitantes. Com isso, espera-se que as problemáticas de ocorrência de acidente e de longas filas sejam minimizadas.

**Figura 4** – Movimentos e conflitos na interseção após as recomendações para redução de conflitos.



Fonte: Autores.

Tendo em vista a proposta da nova configuração dos movimentos, foi realizada uma nova distribuição do tempo para as sinalizações semaforicas para os automóveis e para os pedestres (Tabela 3 e Figura 5). Os valores de  $t_{am}$  e  $t_{vl}$  permaneceram os mesmos, respectivamente, 5 s e 3 s. Para o cálculo de  $t_{v\acute{u}til}$ , considerou a partir das observações de campo:

- a passagem de 8 veículos para os Semáforos 1 e 2, pois, por esses dois semáforos na nova configuração não apresentarem intercepção, ficaram com tempo semaforico igual e simultâneo, sendo correspondente a 16 s; e

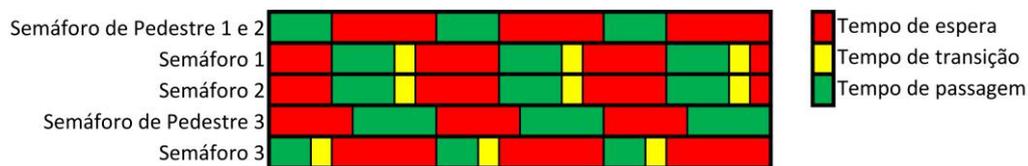
- a passagem de 5 veículos para o Semáforo 3, sendo encontrado 10 s.

**Tabela 3** – Tempo semafórico identificado.

	Tempo de Vermelho (s)	Tempo de Verde (s)	Tempo de Amarelo (s)
Semáforo de Pedestre 1 e 2	24	15	-
Semáforo 1	18	16	5
Semáforo 2	18	16	5
Semáforo de Pedestre 3	18	21	-
Semáforo 3	24	10	5

Fonte: Autores.

**Figura 5** – Ciclo do diagrama de tempos identificado.



Fonte: Autores.

Ao comparar o tempo para conclusão de um ciclo de entreverdes dos semáforos, evidencia-se que antes eram necessários 109 s para o fechamento do ciclo de entreverdes dos semáforos, e com o presente estudo o ciclo foi reduzido para 39 s. Com isso, o tempo que era necessário para conclusão de um ciclo de entreverdes, tornou-se suficiente para realização de quase três ciclos de entreverdes. Logo, a distribuição dos tempos passou a ser mais coerentes com o fluxo do local, onde os semáforos 1 e 2 ficaram com intervalo de tempo maior para passagem de veículos e o semáforo 3 ficou com intervalo tempo maior para passagem de pedestres.

Diante disso, após as ponderações realizadas nesse artigo, espera-se que ocorra o aumento da segurança viária da interseção analisada, por meio da melhoria da fluidez do trânsito diante da promoção da distribuição adequada dos tempos destinados a cada movimento, da redução de conflitos a partir do controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e de pedestres.

Com as atividades de campo pôde-se observar algumas irregularidades. A interseção não possui acesso básico às pessoas com deficiência e com dificuldades de locomoção, em que a maioria das calçadas não possuem rampas e as que têm rampa de acessibilidade estão fora dos padrões da NBR 9050 (ABNT, 2020), como inclinação, largura mínima e leito da rua em desnível (Figuras 6 e 7).

**Figura 6** – Calçadas sem rampas.



**Figura 7** – Calçada com rampa fora dos padrões



Fonte: Autores.

A única sinalização vertical que possui é a placa de proibido estacionar, sendo ausente placas indicativas da velocidade máxima da via. Em relação a sinalização horizontal foi verificada a falta de faixa de retenção antes da faixa de pedestres em todas as vias da interseção, sendo esta obrigatória e deve ser colocada a uma distância mínima de 1 m antes da faixa de pedestre (Lei n. 9.503, 1997). Além disso, foi verificado um fluxo elevado de bicicletas nas vias analisadas e a interseção não possui faixa exclusiva para ciclistas, sendo necessário implementar medidas que elevem a segurança dos transeuntes que utilizam bicicletas como meio de locomoção.

É importante destacar que no Brasil há aproximadamente 12,5 milhões de deficientes, segundo o IBGE (2018), isso corresponde a cerca de 6,7% da população do país. Além disso, a população idosa no Brasil tem mais de 28 milhões de pessoas, o que representa cerca de 23,0% da população do país IBGE (2019). Com isso, percebe-se que os cidadãos brasileiros estão envelhecendo seguindo a tendência mundial de envelhecimento da população nos últimos anos, tornando relevante a busca por políticas públicas que favoreçam a acessibilidade e a mobilidade de pedestres e pessoas com deficiência, pois são usuários mais vulneráveis no sistema de transportes, é uma ação promotora de justiça e de igualdade (Melo, 2005).

## 5. Considerações Finais

De acordo com os dados coletados em campo, foram ponderadas algumas medidas para mitigação dos problemas e para melhoramento do tráfego na interseção. Primeiro, após a análise dos movimentos e dos conflitos identificados, buscando a redução de intercepções e de convergências, recomendou-se a proibição da entrada à esquerda a partir dos três semáforos. Dessa forma, tem-se a redução de 13 para sete movimentos conflitantes. Assim, espera-se que as problemáticas, por exemplo, de ocorrência de acidente e de longas filas sejam minimizadas.

Segundo, a partir da proposta da nova configuração dos movimentos, realizou-se uma nova distribuição do tempo para as sinalizações semafóricas para os automóveis e para os pedestres. Ao comparar o tempo para conclusão de um ciclo de entreverdes dos semáforos, evidenciou-se que antes eram necessários 109 s para o fechamento do ciclo de entreverdes dos semáforos, e com o presente estudo o ciclo foi reduzido para 39 s. Logo, o tempo que era necessário para conclusão de um ciclo de entreverdes, tornou-se suficiente para realização de quase três ciclos de entreverdes.

Terceiro, tendo em vista que os pedestres são os usuários mais vulneráveis do sistema viário compondo o maior percentual entre vítimas fatais e que na interseção analisada foram encontradas algumas irregularidades – tais como: ausência de acessibilidade e algumas sinalizações horizontal e vertical importantes; ficou evidente a necessidade de adequações para melhoria da acessibilidade às pessoas com deficiência e com dificuldades de locomoção, a fim de aumentar a segurança dos

transeuntes, uma vez que a travessia de pedestre é onde acontece a reprodução de situações conflitantes no trânsito entre motoristas e pedestre.

Por fim, após as ponderações realizadas nesse artigo, espera-se que ocorra o aumento da segurança viária da interseção analisada, por meio da melhoria da fluidez do trânsito diante da promoção da distribuição adequada dos tempos destinados a cada movimento, da redução de conflitos a partir do controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e de pedestres, do acesso básico às pessoas com deficiência e com dificuldades de locomoção, entre outros.

Sugere-se para trabalhos futuros, buscando ajustar adequadamente a demanda do fluxo dos usuários no cruzamento estudado, a realização de uma análise das mudanças de demanda durante o dia, o que pode levar a diferentes horários de semáforos em diferentes horários do dia.

## Referências

- ABNT NBR 9050, de 03 de agosto de 2020. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT NBR 14644, de 12 de junho de 2013. Sinalização vertical viária — Películas — Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Amante, A. T. D. P. T. (2017). *Medidas de acessibilidade no sistema de planejamento urbano português* (Tese de Doutorado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, Porto, Portugal. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/109670>
- Amorim, D. G. (2019) *Sustentabilidade urbana no planejamento de rodovia perimetral em região metropolitana* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP, Brasil. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-24102019-100356/pt-br.php>
- Aquino, T. D. C. (2017). *Análise da interseção semaforizada formada pelas Av. Prudente de Moraes e Av. Amintas Barros* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, RN, Brasil. <https://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/4295>
- Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm)
- Cauduro, A. L., Righi, G. Z., Silveira, E. L. M. da, & Santos, M. S. dos (2018, novembro). Variação do fluxo de veículos em diferentes cruzamentos de uma Rua Central de Alegrete/RS. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Santana do Livramento, RS, Brasil, 10. <http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/view/40587/25402>
- Cervero, R. (2005). *Accessible cities and regions: A framework for sustainable transport and urbanism in the 21st century*, WP UCB-ITS-VWP-2005-3, UC Berkeley Center for Future Urban Transport, Berkeley, CA. <https://escholarship.org/uc/item/27g2q0cx>
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. (2007). *Manual de Sinalização de Trânsito: Sinalização horizontal*. (1rd ed). Brasília: CONTRAN.
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. (2014). *Manual de Sinalização de Trânsito: Sinalização Semaforica*. (2rd ed). Brasília: CONTRAN.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. (2020). *Portal Denatran: Frota de veículos*. <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>
- Ejzenberg, S. (2005). *Reprogramação de Semáforos - Método de observação de campo*. [http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/metodo\\_de\\_campo.pdf](http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/metodo_de_campo.pdf)
- Ghiraldi, A. L. D. (2014). *Análise de acessibilidade em calçadas, vias públicas e prédios públicos na cidade de Doutor Camargo-PR* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, PR, Brasil. <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5870>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Censo demográfico 2010*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=downloads>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Educa IBGE*. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Agência de notícias*. <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/24036-idosos-indicam-caminhos-para-uma-melhor-idade.html>
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2017). *Atlas da Violência*. <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/dados-series/153>
- Joner, S., & Volpi, N. M. P. (2013). Sincronização de semáforos: modelo matemático para uma aplicação ao tráfego de Curitiba. *HOLOS*, 2, 3-18. doi: 10.15628/holos.2013.1254
- Liberalesso, R. (2014). *Avaliação crítica da sinalização empregada nas travessias de pedestres situadas na BR-287 e RS-509* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. [http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_RAFAEL%20LIBERALESSO.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_RAFAEL%20LIBERALESSO.pdf)
- Lima, G. R. G. de, & Valim, V. G. R. (2017). *Estudo para melhoria de tráfego da interseção não semaforizada entre a avenida Pedro Ludovico e rua Quintino Bocaiuva na cidade de Anápolis-GO utilizando o HCM 2000* (Trabalho de conclusão de curso). Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil. <http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/909>

- Litman, T. (2021) *Evaluating Transportation Equity – Guidance For Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning*. Victoria Transport Policy. <https://www.vtpi.org/equity.pdf>
- Magalhães, D. J. A. V. de. (1981). *Sincronização de semáforos em um corredor urbano: desenvolvimento de um modelo simplificado* (Dissertação de Mestrado). Instituto Militar de Engenharia– IME, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/990>
- Magalhães, V. de, Bessa Júnior, J. E. B., & Frade, G. H. M. (2019, novembro). Uma abordagem acerca da otimização de redes semaforicas utilizando simulação de tráfego. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, Balneário Camboriú, SC, Brasil, 33. [http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Tr%C3%A1fego%20Urbano%20e%20Rodovi%C3%A1rio/Comunica%C3%A7%C3%B5es%20T%C3%A9cnicas/2\\_494\\_CT.pdf](http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Tr%C3%A1fego%20Urbano%20e%20Rodovi%C3%A1rio/Comunica%C3%A7%C3%B5es%20T%C3%A9cnicas/2_494_CT.pdf)
- Mello, C. A. de (2015). Possíveis rotas cicloviárias em áreas urbanas: uma aplicação para a cidade de Caruaru-PE (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Caruaru, PE, Brasil.
- Mello, C. A. de (2019). *Análise da atratividade de um território gerador de viagens em um centro atacadista de vestuário no interior do Nordeste* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Caruaru, PE, Brasil. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33203>
- Melo, F. B. (2005). *Proposição de medidas favorecedoras à acessibilidade e mobilidade de pedestres em áreas urbanas. Estudo de caso: o centro de Fortaleza* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, Brasil. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4845>
- Oliveira, C. M. da S., Silva, C. P. da, Silva, C. M., Santos, M. de M., & Silva, P. C. M. da. (2018, novembro). Modelo multicritério para a implantação de sinalização semaforica na cidade de Campina Grande-PB. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, Gramado, RS, Brasil, 32. [http://www.anpet.org.br/anais32/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Trafego%20em%20Vias%20Urbanas%20I/6\\_287\\_AC.pdf](http://www.anpet.org.br/anais32/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Trafego%20em%20Vias%20Urbanas%20I/6_287_AC.pdf)
- Portugal, L. da S. (Org.). (2017). *Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano* (1a ed.). Rio de Janeiro: Elsevier Ltda.
- Rabelo, G. B. (2008). *Avaliação da acessibilidade de pessoas com deficiência física no transporte coletivo urbano* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14246>
- Soares, B. R. (2016). *Análise da sinalização e iluminação empregadas nas faixas de pedestres: Estudo de caso campus UFSC/Florianópolis* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/171415>
- TCE/SE – Tribunal de Contas do Estado de Sergipe. (2020). *Quadro de Indicadores Municipais – Taxa de Mortalidade por Acidentes de Transito por 100 mil Habitantes*. <https://www.tce.se.gov.br/IndicadoresMunicipais/mapa?area=4&indicador=12>
- Vilanova, L. M. (2005). *Dimensionamento dos tempos de entreverdes para veículos*. <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/dimensionamento.pdf>
- WHO – World Health Organization. (2018). *Global status report on road safety 2018*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>