

Intervenções em interseções urbanas críticas: equilibrando fluidez e segurança diante da inviabilidade de soluções em desníveis.

Ana Paula de Oliveira Freitas¹; Lucas Neves Silveira¹; Ana Carolina de Mattos Lana¹

¹ METRICS Consultoria e Engenharia em Mobilidade, Transporte, Tráfego e Logística - Rua Pirapetinga, 322, sala 801, bairro Serra, Belo Horizonte/MG – (31) 97265 8250 – anpaula@metricsm.com; lucas@metricsm.com; anacarolina@metricsm.com.

SINOPSE

O artigo descreve um projeto realizado pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano de Recife (CTTU), junto com a empresa METRICS Mobilidade, que comprova resultados relevantes de uma solução em nível, com o uso adequado do controle por semáforos, utilizando a conversão à esquerda antecipada.

PALAVRAS-CHAVES

Programação semafórica; Tráfego; Segurança viária; Conversão à esquerda antecipada; *Parallel-Flow Intersection*.

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana tem importância fundamental na vida de todos os cidadãos, se relacionando diretamente com os seus direitos básicos intrínsecos, tais como habitação, saúde, lazer, dentre outros. Contudo, o seu planejamento e suas políticas vêm se alterando, principalmente no que tange à busca por conceitos de intermodalidade e de coesão social, minimizando o domínio absoluto que outrora o automóvel obtinha, principalmente a partir de meados do século XX, nas soluções pensadas ao setor (Silva, 2013).

Nesse sentido, a busca por soluções que consigam pensar de forma integrada outros atores da mobilidade urbana, para além de somente os ocupantes de automóveis, se faz crescente, sendo o estudo estratégico da programação semafórica uma alternativa valiosa para reorganização e priorização dos demais usuários. Entretanto, por uma série de situações, que que incluem o pouco investimento na área (seja de recurso financeiro, humano, de software etc), verifica-se uma desvalorização da importância deste trabalho. Usualmente, o seu não reconhecimento implica, inclusive, na inexistência de equipe especializada nesta função em várias cidades, ocasionando na limitação de potenciais resultados de planos e projetos da área da mobilidade urbana.

Para além das restrições ligadas ao emprego da reprogramação semafórica nas cidades, ainda se verifica uma outra dificuldade: a ocupação intensa lindeira às vias no território urbano limita as soluções possíveis de transformação do sistema viário. Nesse sentido, visto que nem sempre há possibilidade de ampliação ou reconstrução das vias, principalmente devido aos custos desse tipo de projeto e do ônus à população em uma possível desapropriação no local, a alternativa viável é reestruturar toda a dinâmica dos fluxos dentro do limite já estabelecido ao corredor.

Os desafios listados, portanto, influenciaram os profissionais que atuam na área a procurarem soluções alternativas, através de projetos não convencionais para lidar com o problema de congestionamento em interseções semaforizadas (Dhatrak *et al.*, 2010). Esses projetos alcançam um desempenho superior, principalmente reduzindo o número de fases semafóricas na interseção, geralmente deslocando os movimentos de conversão à esquerda para locais à montante ou à jusante da interseção principal – sendo uma opção o projeto de conversão à esquerda antecipada, do inglês *displaced left-turn design* (DLT). Este, também conhecido como interseção de fluxo contínuo, provou ser uma alternativa aos projetos convencionais de interseção em termos de manuseio de volumes pesados durante os períodos de pico, sendo uma opção que produz economia financeira e de tempo aos usuários em comparação às opções de interseções em desnível (Dhatrak *et al.*, 2010).

O contexto apresentado implica, diretamente, na efetividade e produtividade da mobilidade urbana. Se faz necessário, portanto, pensar em um arranjo metodológico que inclua o desenvolvimento de um instrumento adequado e consistente, que permita uma abordagem sistêmica do tráfego urbano e todos os usuários que o compõem, independentemente do modo de transporte utilizado. Esta estratégia serve, ainda, como um elemento de comunicação com as equipes de planejamento urbano, principalmente àquelas que atuam com os sistemas de transporte coletivo, cuja interface com a mobilidade, notadamente nas questões ligadas aos pedestres, é cada vez mais necessária.

Partindo disso, o objetivo do presente artigo é demonstrar um projeto realizado pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano de Recife (CTTU), em conjunto com a empresa METRICS Mobilidade¹, que comprova resultados relevantes de alterações estratégicas na circulação de uma solução em nível, com o uso adequado do controle por semáforos, tendo como base a utilização da conversão à esquerda antecipada, em uma adaptação da *Parallel-Flow Intersection* (PFI). Esta última se apresenta como uma estratégia ainda pouco utilizada no contexto brasileiro, e até no contexto global, surgindo como uma variação da DLT. Após a especificação da técnica utilizada, o artigo ainda apresenta uma metodologia de análise de indicadores que mensuram os ganhos da solução de forma qualitativa e quantitativa, sendo esta, também, uma criação do corpo técnico da organização privada.

DIAGNÓSTICO

A interseção objeto da análise deste artigo situa-se entre a Av. Engenheiro Abdias de Carvalho e a Av. General San Martin, localizada exatamente nos limites entre os bairros Prado, Bonji, San Martin e Cordeiro, no município pernambucano Recife. A contratação do projeto surgiu através da necessidade de se desenvolver um estudo de tráfego para o entorno de um novo supermercado de porte atacadista e varejista – o Novo Atacarejo Bonji; sendo este desenvolvido pela própria METRICS Mobilidade. Ainda que a análise realizada tenha pautado outras interseções, decidiu-se focar nesta em específico, em vista da solução incomum adotada no projeto.

A região já apresentava um elevado grau de saturação viária, sendo a interseção, em especial, de uma complexidade ainda maior, visto que ambas as avenidas possuem uma grande importância ao município: a Av. Gen. San Martin interliga a Av. João Cabral de Melo Neto à Av. Professor Estevão F. da Costa e se configura como a III Perimetral da cidade; já a Av. Eng. Abdias de Carvalho faz a ligação da Av. Getúlio Vargas com a Av. Sport Clube do Recife, sendo o maior corredor de transporte da região e apresentando um elevado volume de veículos durante a maior parte do dia.

Em função da complexidade das análises desenvolvidas no estudo de tráfego para a implantação do empreendimento, recorreu-se ao uso de técnicas de simulação computacional, de forma a permitir uma análise abrangente e precisa de possíveis impactos ocasionados pelo aumento da demanda no sistema viário. Este estudo contemplou duas etapas com abordagens distintas: a primeira macroscópica e a segunda meso/microscópica. Ambas foram suportadas pelo *software* de macro, meso e microsimulação de tráfego *Aimsun Next*.

Primeiramente, foi realizado um extenso levantamento de informações dos aspectos físicos e operacionais do sistema viário e de transporte na região, para caracterização da situação existente. Paralelamente, foram coletados dados acerca das características do empreendimento para subsídio do cálculo do número de viagens geradas por este, divisão modal, perfil horário do tráfego, distribuição das viagens na rede, entre outros. Da mesma forma, foram coletados dados em campo, objetivando garantir que o modelo computacional

¹ A razão social da empresa é METRICS Serviços de Consultoria e Engenharia LTDA. Todos os integrantes do artigo representam a organização e parte destes participaram da concepção do projeto apresentado no estudo de caso.

reproduzisse, de forma fidedigna, as condições operacionais atuais do sistema viário, obedecendo aos parâmetros próprios da área de estudo.

No que diz respeito especificamente à matriz origem-destino (matriz OD), que busca representar os desejos de deslocamentos da população ao longo de um dia útil típico, esta foi estimada a partir de dados socioeconômicos da Região Metropolitana de Recife. A determinação do caminho mínimo entre os centroides, nós da rede que representam os pontos de onde se originam ou se destinam as viagens de cada Zona de Tráfego, baseou-se na minimização do tempo de percurso entre os pares OD.

Ressalta-se que a alimentação dos dados sobre tráfego considerou uma série de pesquisas realizadas anteriormente nas proximidades da área de estudo, que alimentam adequadamente o modelo computacional da situação atual, além de dados de tráfego disponibilizados pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano de Recife (CTTU), pelo Instituto da Cidade Pelópidas Silveira (ICPS) e realizados pela própria Consultora em 2018 e 2019. No caso específico da interseção entre as avenidas Eng. Abdias de Carvalho e Gen. San Martin, foram consultados os dados disponibilizados pelo ICPS sobre, inclusive, o levantamento do número de pedestres que atravessavam a interseção.

De forma a promover um ajuste da matriz OD da área de estudo para a microssimulação, empregou-se a ferramenta específica do *Aimsun Next*, que se baseia no método matemático “Filtro de Kalman”. Esta altera e simula os valores das células da matriz OD de forma iterativa, a fim de que os volumes observados nas simulações se aproximem ao máximo dos pesquisados, respeitando as informações de congestionamento, também repassadas ao *software*.

Em seguida, foi produzida a calibração do modelo. Esta consiste em um processo no qual são alterados diversos parâmetros do sistema viário, dos algoritmos de escolha de rota e parâmetros de comportamento do condutor, a fim de se obter um resultado que melhor represente a situação real de tráfego. É importante ressaltar que, para que a microssimulação seja considerada válida (calibrada), não apenas o volume de tráfego simulado deve ser equivalente ao pesquisado em campo, como, também, o tráfego deve reproduzir as condições reais, principalmente em situações de congestionamento.

O critério de avaliação para validação do sistema modelado consistiu na comparação estatística, utilizando o método de regressão linear, de todos os fluxos coletados na hora pico das pesquisas com o número de veículos que executaram tais movimentos durante uma hora de simulação. Para o método, quanto mais próximo o coeficiente de ajuste linear (fator R^2) estiver de 100%, melhor é a calibração do modelo. O fator R^2 obtido no resultado da regressão linear entre os volumes pesquisados e simulados para o horário de pico da manhã e tarde excedeu 99%.

Uma vez calibrado o modelo de microssimulação para a situação atual, foram adicionadas às matrizes OD dos picos da manhã e da tarde as viagens atraídas e produzidas pelo empreendimento, também calculadas a partir de um modelo. Apesar do seu porte, verificou-se que o impacto à interseção estudada não seria expressivo e que a saturação desta já era verificada no contexto precedente à implantação do Atacarejo, mesmo que a caixa viária de ambas as vias comportasse muitas faixas por sentido. Isso se dava, principalmente, pelas características do volume de veículos e dos movimentos permitidos na interseção, que operava em 3 estágios distintos, sendo um destes apresentando movimentos conflitantes (Figura 1). Além disso, ainda que existissem faixas de pedestres, a interseção não contava com nenhum semáforo exclusivo para estes usuários, prejudicando o seu acesso e segurança.



Figura 1: Diagrama de estágios da interseção - situação prévia ao projeto.

Fonte: Autoria própria.

Nesse sentido, considerando o volume de tráfego da interseção, a quantidade de movimentos permitidos em cada sentido, bem como a não incorporação do pedestre na programação semafórica – usuário que fundamentalmente precisa ser atendido, ainda mais com a presença do empreendimento no entorno; se fez necessário repensar a solução de uma forma inovadora.

PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

Além das análises realizadas com o *software Aimsun Next*, a avaliação da proposta do projeto se baseou em uma metodologia desenvolvida pelo corpo técnico da METRICS Mobilidade, que tem como objetivo aprimorar os resultados operacionais das programações dos semáforos das interseções, levando em consideração as necessidades de todos os usuários: motoristas, passageiros e pedestres. O foco foi estabelecer padrões de qualidade, tanto quantitativos quanto qualitativos, para atender a esses usuários.

A metodologia foi criada por meio do programa PS - Programação dos Semáforos (e os impactos sobre os usuários - motorizados ou não), que, além de gerar resultados e indicadores próprios, possui um sistema que se integra diretamente com o *Aimsun*. Com isso, o *Aimsun* é capaz de capturar todas as programações semafóricas elaboradas ao longo do dia em uma determinada rede viária, permitindo a otimização dessas programações por meio de simulações. O microssimulador também é capaz de importar outros resultados e indicadores, possibilitando a criação de mapas temáticos georreferenciados relacionados a pedestres e transporte coletivo. Além disso, as soluções encontradas podem ser testadas e aperfeiçoadas durante o processo de simulação.

De forma a solucionar os conflitos entre os movimentos na interseção e permitir ganhos para todos os usuários da via, o estudo de tráfego e a reprogramação semafórica foi pensada dentro de um contexto de uma solução ainda pouco utilizada no contexto brasileiro: a criação de uma conversão à esquerda antecipada, atendendo os critérios de uma adaptação da *Parallel-Flow Intersection* (PFI). Esta surgiu como uma variação de uma *Continuous Flow Intersection* (CFI), também conhecida como *Displaced Left-Turn* (DLT). Ambas as soluções são aplicáveis em interseções semaforizadas em nível e tem como premissa permitir que a conversão à esquerda seja realizada em conjunto com a fase verde do tráfego transversal na interseção principal, através da adição de uma interseção de conversão antecipada no meio da quadra, controlada por um semáforo, onde o fluxo se destina a uma faixa específica de conversão à esquerda antes do cruzamento principal (Cheong *et al.*, 2008). Na CFI, contudo, o movimento à esquerda é feito em uma pista específica, enquanto que na PFI este é realizado em uma mesma pista, com sentido duplo de circulação, o que resulta em uma interseção com dimensões menores.

Considerando as restrições espaciais do projeto, visto que não havia a possibilidade para expansão da interseção, a solução indicada utiliza o mesmo princípio que uma PFI, incorporando, contudo, os fluxos opostos em uma mesma faixa de rolamento, organizados em fases semafóricas de verde distintas (Figuras 2 e 3). Para tanto, é indicada a antecipação da conversão à esquerda dos veículos que seguem pela Av. Eng. Abdias de Carvalho em destino à Av. Gen. San Martin, em ambos os sentidos da via, criando uma faixa à esquerda para a sua acumulação. A conversão à esquerda na interseção principal opera em paralelo com o tempo da própria Av. Abdias, ampliando sua capacidade de atendimento ao tráfego na interseção. Para o desenvolvimento do projeto de sinalização/geometria, foi verificado o giro de diferentes veículos de carga para a conversão à esquerda, considerando as necessidades do tráfego local e atestando o seu funcionamento sem conflitos entre as avenidas.

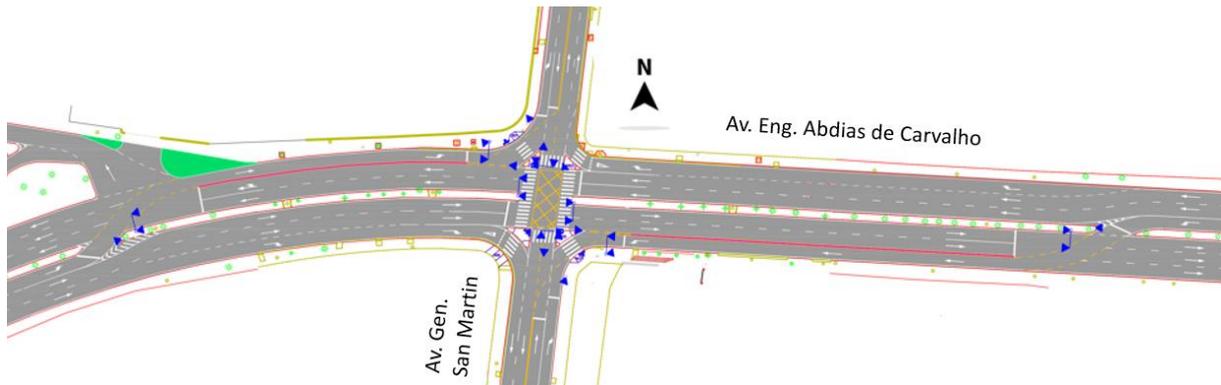


Figura 2: Imagem do projeto de sinalização desenvolvido.
Fonte: Autoria própria.

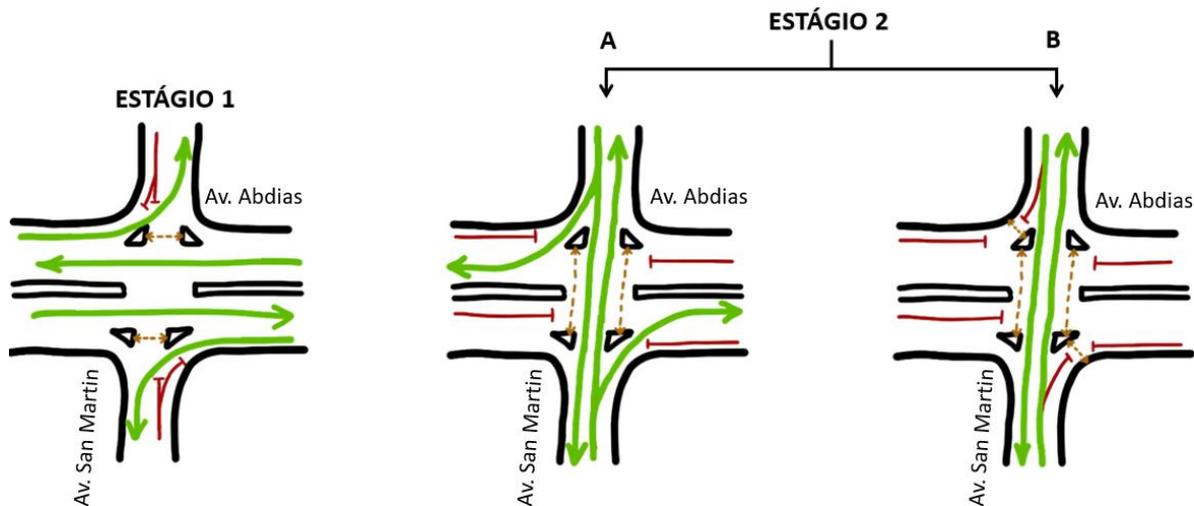


Figura 3: Diagrama de estágios da interseção - situação proposta no projeto.
Fonte: Autoria própria.

O projeto também criou condições adequadas para o atravessamento dos pedestres que utilizavam a interseção, por meio da indicação de semáforos próprios para esses usuários e uma reprogramação semafórica baseada na velocidade máxima de 0,70 m/s. Esta solução, portanto, conseguiu garantir um maior conforto e segurança aos diferentes tipos de pedestres, sendo outro ganho considerável para a proposta em comparação à situação predecessora.

Através da proposta apresentada, foi possível verificar uma melhoria significativa do nível de serviço da interseção, passando para B nos picos da manhã e tarde (Tabela 1). O conceito de nível de serviço, introduzido pelo *Highway Capacity Manual - HCM (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2010)*, está relacionado com medidas qualitativas que caracterizam as condições operacionais dentro de uma corrente de tráfego e a sua percepção pelos motoristas e passageiros. Essa medida qualitativa está relacionada com diferentes

fatores, como a velocidade, o atraso e o tempo de viagem, a liberdade de manobras, as interrupções no tráfego, o conforto e a conveniência. São seis os níveis de serviço registrados pelo HCM, classificados de A a F, no qual A representa a melhor condição e F a pior.

Tabela 1: Alterações no nível de serviço das interseções estudadas.

Fonte: Autoria própria.

HCM	Av. Abdias do Nascimento com						San Martin com	
	San Martin		Quinze de Março		Est. do Forte		Delmiro Gouveia	
Período	Atual	Prop	Atual	Prop	Atual	Prop	Atual	Prop
PM	D	B	C	B	C	B	C	B
PT	F	B	D	D	B	B	C	B

Na abordagem metodológica de análise da solução indicada, foi realizada a compreensão de como a alternativa reflete sobre as condições de segurança e conforto do pedestre, medindo quantitativamente os impactos e verificando o seu caminhar, acesso por acesso, na interseção. Da mesma forma, foi providenciado o estudo dos ganhos e perdas dos passageiros de transporte coletivo com a mesma acurácia e disposição dedicada aos pedestres, registrando os seus problemas e as mitigações propostas e, com o mecanismo metodológico de medição proposto pelo Manual do BRT (Ministério das Cidades, 2008), promoveu-se a avaliação quantitativa dos resultados obtidos.

A abordagem metodológica criada pela consultora tem como principal foco a avaliação do tempo perdido por cada usuário (pedestres, transporte coletivo e automóveis) para que seja possível mensurar os ganhos com as intervenções propostas. Através dessa abordagem, foi possível observar uma redução do tempo perdido para todos os usuários e outras melhorias em indicadores de qualidade, como a redução do custo social, que está diretamente relacionado ao tempo perdido, e um aumento da capacidade para automóveis no pico da manhã e da tarde. Os resultados são apresentados na Figura 4 a seguir.

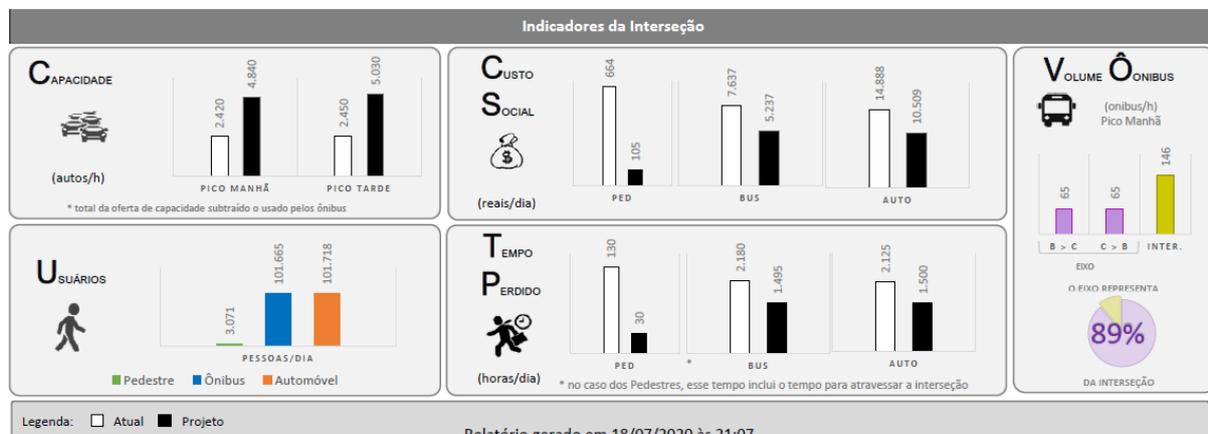


Figura 4: Indicadores analisados para a solução adotada na interseção.

Fonte: Autoria própria.

Para se conseguir os resultados obtidos, a capacidade foi analisada através da comparação entre os modelos gerados no software *Aimsun Next*, em conjunto com o uso do programa PS. Já a metodologia para o cálculo do tempo perdido, ou tempo de espera, considera uma fórmula básica aplicável tanto para pedestres, quanto para ocupantes do transporte coletivo, apresentada na Equação (1). Esta é responsável por influenciar os demais métodos de análise, sendo a principal base da metodologia de análise qualitativa desenvolvida.

(1)

$$T_{espera} = \frac{T_{verm}^2}{2 \times Ciclo}$$

Para o desenvolvimento do método de cálculo do tempo de espera, considerou-se o todo o conjunto de pessoas que usam determinada oferta, quantificando todos os modos em que realizam a viagem, seja por veículos (públicos ou privados, coletivos ou individuais) ou a pé. Em outras palavras, buscou-se ir além do tempo de espera do ônibus e chegar a um dimensionamento do tempo perdido pelos seus passageiros, fazer algo semelhante com os usuários dos veículos particulares e quantificar também o tempo gasto pelos pedestres. A métrica foi construída de forma a sintetizar um indicador que pode representar de modo único a performance operacional de determinado projeto para a interseção e permitir o confronto entre alternativas, identificando, por exemplo, àquela onde o conjunto de usuários perde menos tempo para ser atendido na interseção.

No que diz respeito ao cálculo do transporte coletivo, verifica-se que o tempo perdido pelo total de passageiros é a soma dos tempos perdidos por eles em cada um dos acessos da interseção, calculado conforme demonstrado na Equação (2). As duas primeiras variáveis (Fh_i e $T_{esperaTotal\ i}$) já são consideradas nos cálculos realizados, restando, entretanto, a ocupação média dos veículos em determinado período como elemento a ser devidamente avaliado.

$$TPPO_i = Fh_i \times T_{esperaTotal\ i} \times OM_i \quad (2)$$

Onde $TPPO_i$ é o total de tempo perdido pelos passageiros de ônibus no período “i”; Fh_i é a frequência total do conjunto de linhas de ônibus no acesso na hora “i”; $T_{esperaTotal\ i}$ é a média do tempo perdido por ônibus no acesso na hora “i” e; OM_i é a ocupação média do veículo na hora “i”.

$$T_{espera\ Total} = T_{espera} + T_{fila} \quad (3)$$

$$T_{espera} = \frac{T_{verm}^2}{2 \times Ciclo} \quad (4)$$

Onde T_{verm} é o tempo de vermelho para o grupo semafórico do acesso (ciclo – tempo de verde).

$$T_{fila} = \frac{x - 0,5}{F_{bus}} \quad (5)$$

Onde x é a saturação do semáforo na faixa de ônibus:

$$x = \frac{F_{bus}}{S - \left(1 - \frac{T_{verm}}{T_{ciclo}}\right)} \quad (6)$$

Já com relação ao cálculo dos ocupantes dos automóveis na interseção, este é a soma dos tempos perdidos nos seus acessos, conforme calculado na Equação (7). Como Vh_i é resultado da multiplicação entre o tempo de verde do acesso dividido pelo ciclo, pelo seu número de faixas de tráfego, pelo corretor da relação demanda sobre capacidade ($0,50 * Var_{bus}$) e por 1.650 veículos por hora por faixa de tráfego (3.600 segundos na hora dividido por 2,2 segundos por veículo), temos, ao somar os resultados de todos os acessos, uma estimativa do tempo total perdido na interseção pelos ocupantes dos veículos particulares.

$$TPOA_i = Vh_i \times T_{espera\ i} \times OM_i \quad (7)$$

Onde $TPOA_i$ é o total de tempo perdido pelos ocupantes dos automóveis em um acesso, no período “i”; Vh_i é o volume horário de automóveis no acesso durante o período “i”; $T_{espera\ i}$ é a média do tempo perdido por automóvel no acesso no período “i” e; OM_i é a ocupação média do automóvel no período “i”.

$$T_{espera} = \left(\frac{T_{verm}^2}{2 \times Ciclo} \times \frac{1}{1 - (0,50 \times Var_{bus})} \right) \quad (8)$$

Onde Var_{bus} é a variação da frequência de ônibus ao longo dos períodos do dia. O tempo perdido pelo conjunto de usuários de automóveis na interseção fica sendo o valor do tempo de espera médio encontrado por acesso, multiplicado pelo volume de automóveis no acesso durante o período considerado e pela ocupação média dos veículos (1,3 pessoas por veículo).

Finalmente, dentro desta mesma linha de raciocínio - usando o perfil de frequência horária de ônibus como elemento modelador das demandas para os outros modos e o tempo médio perdido por um pedestre qualquer esperando para transpor determinado acesso, obtido anteriormente, chegamos ao tempo perdido pelo conjunto de pedestres, demonstrado na Equação (9).

$$TPI_i = (F_1 + F_2) \times TPTC_i \quad (9)$$

Onde TPI_i é o total de pedestres usando a interseção durante o período “i”; F_1 é o fator associado à localização relativa da interseção na cidade; F_2 é fator associado ao uso que o sistema de transporte faz da região do entorno imediato da interseção e; $TPTC_i$ é o total de passageiros de transporte coletivo usando a interseção durante o período “i”.

Com relação ao custo social, este foi calculado a partir da valoração do tempo para cada um destes usuários, formando um indicador único para subsidiar a seleção da alternativa a ser encaminhada para o projeto executivo, baseando-se em diretrizes do padrão metodológico estabelecido pelo Banco Mundial (2010) e dados do município de Recife (IBGE, 2010). No caso aplicado ao projeto desenvolvido, adotou-se que o valor do pedestre é proporcional ao dos usuários de transporte motorizado coletivo ou transporte motorizado individual. Para a projeção dos valores diários em anuais, o fator de expansão empregado foi de 276 dias úteis equivalentes.

Sob esta abordagem geral, no projeto temos um ganho anual de R\$2 milhões (resultado da redução do número de horas perdidas pelo usuário nas interseções multiplicado pelo valor da hora em reais); com os pedestres reduzindo seu custo atual em cerca de 84%, os passageiros de ônibus em 31% e os usuários de auto em 29%.

Por fim, o projeto proposto foi executado em campo no ano de 2021 pela CTTU (METRICS Mobilidade, 2023). Esta providenciou uma filmagem aérea sobre o seu funcionamento, demonstrando uma performance satisfatória dos fluxos de todos os usuários que utilizam a interseção, atendendo, portanto, aos critérios desejados.

CONCLUSÕES

A mobilidade urbana é um tema essencial à qualidade de vida da população. Considerando os crescentes desafios relacionados à temática, principalmente no que tange à saturação do sistema viário e a urbanização intensa das cidades brasileiras, o uso de estratégias voltadas à reprogramação semafórica dos fluxos e de alternativas nas interseções se fazem necessárias para aprimorar o acesso, deslocamento e a segurança de todos os usuários, independentemente do modo de transporte utilizado.

Ainda, a programação semafórica de uma interseção urbana que opera em três estágios pode influenciar diretamente na produção de congestionamentos crônicos, na falta de oportunidade

de travessias seguras para os pedestres, em atrasos às viagens do transporte público, bem como em altos índices de sinistros de trânsito. Somado a isso, é comum visualizar a proposição de soluções em desnível, com orçamentos usualmente inexequíveis ao Poder Público e que, ainda, desconsideram impactos sociais decorrentes de desapropriações.

Partindo desse cenário, o objetivo do presente artigo é descrever um projeto realizado pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano de Recife (CTTU), em conjunto com a empresa METRICS Mobilidade, que comprova resultados relevantes de alterações estratégicas na circulação de uma solução em nível, com o uso adequado do controle por semáforos, tendo como base uma concepção ainda pouco utilizada no contexto brasileiro: a conversão à esquerda antecipada, em uma adaptação da Parallel-Flow Intersection (PFI). A solução foi empregada em uma interseção entre duas vias importantes de Recife/PE, com um elevado volume de veículos: as avenidas Engenheiro Abdias de Carvalho e General San Martin.

Além disso, foi apresentada uma metodologia de análise de indicadores que mensuram os ganhos da solução de forma qualitativa e quantitativa para os diversos tipos de usuário. Para o projeto, foram observadas quatro importantes contribuições: a melhoria da capacidade viária para os veículos; a redução do tempo perdido por pedestres, passageiros de transporte coletivo e usuários de automóveis; a melhoria da segurança do trânsito e, conseqüentemente; a redução do seu custo social.

Salienta-se, contudo, que as soluções precisam ser pensadas caso a caso e que, ainda que tenham caráter inovador, não são aplicáveis em qualquer cenário. O corpo técnico precisa ter um olhar criterioso às condições de cada situação, bem como as características locais do sistema viário e sua operação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. **Brasil: Aprimoramento do marco de avaliação de investimentos em infra-estrutura de transportes rodoviários**: elementos a serem considerados. Washington DC: Banco Mundial, 2010. 32 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/440971468226148301/pdf/569550ESW0P1010rodoviario0no0Brasil.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2023.

CHEONG, Seonyeong; RAHWANJI, Saed; CHANG, Gang-Len. **Comparison of three unconventional arterial intersection designs**: continuous flow intersection, parallel flow intersection, and upstream signalized crossover. In: 11th int. IEEE Conf. New York, 2008.

DHATRAK, Amit; EDARA, Praveen; BARED, Joe G. Performance Analysis of Parallel Flow Intersection and Displaced Left-Turn Intersection Designs. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, [S.L.], v. 2171, n. 1, p. 33-43, jan. 2010. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.3141/2171-04>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**: Panorama de Recife. Recife: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>. Acesso em: 10 mai. 2023.

METRICS MOBILIDADE. **Caso Abdias X San Martin**. 2023. Disponível em: <https://www.metricsm.com/abdias-x-san-martin>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Manual de BRT Bus Rapid Transit**: Guia de Planejamento. 1. ed. Brasília DF: Ministério das Cidades, 2008.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Highway Capacity Manual 5th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis**. 5. ed. Washington Dc: The National Academies Press, 2010. 533 p.

SILVA, Fernando Nunes da. Mobilidade urbana: os desafios do futuro. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 15, n. 30, p. 377-388, dez. 2013.