

MOBILIDADE (PRÓ) ATIVA

Faixas de travessia de pedestres semaforizadas: norma vigente e a realidade da mobilidade a pé

Jonie Doberstein

PVT Group

✉ jonie.doberstein@ptvgroup.com

Luisa de Moura Chaves

Escola Politécnica – USP

✉ luisa.chaves@ptvgroup.com

Marcio de Moraes

Instituto Corrida Amiga

✉ marcio@corridaamiga.org

Maria Ermelina Brosch Malatesta

Pé de Igualdade Consultoria e Cursos em Mobilidade Ativa

✉ meli.mobilidade@gmail.com

Renata Maré

Escola Politécnica – USP

✉ renata.mare@usp.br

Silvia Stuchi Cruz

Instituto Corrida Amiga

✉ silvia@corridaamiga.org

É mais do que sabido que, apesar da prioridade do pedestre estar estabelecida nos marcos institucionais do país (Código de Trânsito Brasileiro – CTB, 1997 e Lei Federal da Mobilidade Urbana, 2012) e replicada nas legislações das esferas estadual e municipal, ainda é distante a sua verdadeira prática. É só observar a divisão do espaço público de mobilidade urbana destinado ao deslocamento a pé e veicular para se constatar este desequilíbrio. A maior parte está destinada ao leito veicular em detrimento da calçada, independentemente de sua demanda de ocupação. Mesmo que 39% (ANTP, 2018) das viagens diárias das cidades brasileiras sejam realizadas totalmente a pé e este percentual suba para 67% (ANTP, 2018) se somadas às viagens a pé em complementação às de transporte coletivo, a menor parte do espaço da via é destinada aos pedestres.

O mesmo ocorre quando se trata dos tempos destinados ao uso dos trechos de leito viário quando é dividido entre veículos e pedestres. É pouco praticado entre os condutores o atendimento aos artigos do



CTB que instituem que o condutor deve parar para dar preferência ao pedestre na faixa de travessia quando segue em frente ou quando faz uma conversão. Da mesma forma, a norma vigente no Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica (2022) (aqui chamado de Manual Contran) determina metodologias totalmente diferentes para cálculo do tempo do ciclo semafórico para veículos e para pedestres.

Enquanto no caso dos veículos o tempo verde, que dá o direito de passagem, é definido pela demanda veicular, ou seja, quantos segundos são necessários para zerar o pelotão que se formou no tempo vermelho de parada, no caso da travessia das pessoas a pé, o tempo que determina o direito à travessia é definido pela distância a ser atravessada dividido pela velocidade da caminhada cujo valor adotado, 1,2 m/s, foi copiado de manual dos Estados Unidos, o Hight Capacity Manual (2000).

Esta metodologia reversa, ao trabalhar somente com os conceitos de espaço a ser atravessado e a velocidade da passada humana, desconsidera a situação de demanda que causa a formação de pelotão de pessoas aguardando o direito de atravessar e cujo tempo de espera, na maior parte dos casos, está submetido à prática da prioridade de atendimento ao fluxo veicular, o que corrobora o que já foi afirmado anteriormente, o não atendimento à determinação de priorizar o pedestre.

Assim é sistemática a sensação de que o tempo de travessia do pedestre nunca é suficiente para que ela seja completada sem que haja necessidade de apressar o passo e muitas vezes até correr, trazendo o risco de sofrer quedas no processo. Da mesma forma, aguardar pelo tempo de travessia é tão demorado que muitas vezes a sinalização cai no descrédito ou desrespeito por trazer conclusões de que está avariada e que é melhor tentar atravessar entre brechas, o que coloca o pedestre em risco de morte.

Para complicar ainda mais a difícil situação do pedestre, o Contran estabeleceu a Resolução 483 de 4 de abril de 2014 que aprovou alteração dos critérios de sinalização semafórica do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e alterou o anexo da Resolução Contran 160 de 2004. Esta mudança instituiu uma revisão na forma de comunicar do foco semafórico para pedestre, subdividindo o tempo de travessia comunicado pelo foco verde, entre o tempo que o pedestre tem o direito de iniciar a travessia e o momento a partir do qual o pedestre não pode mais iniciar a travessia, representados pelo foco verde e vermelho piscante, respectivamente.

Esta alteração que teve como justificativa melhorar a segurança do pedestre não obteve, até o momento, o resultado esperado pelo meio técnico. Este é o mote deste artigo, em que são apresentados conjuntamente dois trabalhos de natureza totalmente diversa e que chegam



ao mesmo resultado: a necessidade de haver uma urgente revisão da forma de calcular e comunicar aos usuários da via que andam a pé seu direito ao tempo de travessia justo e cidadão.

O primeiro trabalho aqui mencionado foi apresentado no Congresso da Anpet de 2023, “Norma brasileira e tempos semaforicos de travessia de pedestres: estudo comparativo por microssimulação na av. 9 de Julho – São Paulo” e o outro trabalho trata da “Campanha travessia cilada da ONG Corrida Amiga, 2024.

A Microssimulação aplicada ao Vermelho Piscante: um estudo de caso

A Resolução 483 (Contran, 2014), em que os tempos semaforicos para pedestres passaram a priorizar o foco no vermelho intermitente, intensificou a difícil ação do pedestre de atravessar a via. Em pesquisa realizada pela Universidade Corporativa da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (UniCET, 2023), a maioria dos entrevistados declarou ter dificuldades para compreender o novo método de sinalização utilizado para indicar o tempo destinado à travessia de pedestres. Das 719 pessoas entrevistadas, apenas 12,3% entendiam corretamente o conceito de vermelho intermitente. Obtiveram-se, em geral, porcentagens superiores a 50% de pessoas confusas ou que aceleraram o passo no vermelho intermitente. Esses resultados levaram a crer que os entrevistados têm a percepção da iminência do acionamento do foco verde, mas desconhecem os critérios que definem o tempo restante para terminarem a travessia. Isto pode ser justificado, em parte, pelo fato de que, antes da referida resolução, a maior parte do tempo destinado à travessia era sinalizada com o foco de pedestre em verde, enquanto apenas os últimos segundos eram indicados pelo vermelho intermitente, até que o tempo de espera fosse sinalizado pelo foco em vermelho.

Para que se compreendesse este comportamento, realizou-se um estudo de caso, na cidade de São Paulo, baseado em uma avaliação qualitativa e quantitativa dos critérios estabelecidos pelo Manual Contran (2014). Comparou-se esta metodologia com o chamado Método Ordinário (Ejzenberg, 2011), anterior à resolução, que priorizava o foco verde durante o ciclo semaforico. Compararam-se os tempos de travessia e espera de pedestres e os efeitos da adoção desses tempos na qualidade dos percursos a pé. Adotou-se como local para essa comparação uma travessia de pedestres localizada na av. Nove de Julho, entre as vias perpendiculares Cravinhos e Presidente Prudente (próximo ao Pamplona Shopping). A simulação realizada visou verificar os fatores durante a travessia dos pedestres como sua segurança e relação com os tempos semaforicos de verde e vermelho intermitente, além do impacto do conhecimento das regras de sema-



forização impostas. Realizou-se, portanto, uma análise comparativa entre as formas atual e anterior de sinalização do tempo semaforico destinado à travessia de pedestres.

A fim de se elaborar a simulação (Banks, 1999), iniciaram-se os trabalhos com uma coleta de dados no local objeto de estudo, visando estimar o volume de tráfego de veículos e pedestres. Feita a coleta, simularam-se e compararam-se dois cenários alternativos, com tempos semaforicos calculados pelas metodologias estabelecidas no Manual Contran (2014) e no Método Ordinário (Ejzenberg, 2011). Para cada cenário, considerou-se o comportamento atual do pedestre, que desconhece e/ou desrespeita as regras de semaforização, e o comportamento ideal do pedestre, com o respeito total às regras vigentes.

Utilizou-se o software de microssimulação de tráfego e de pedestres PTV Vissim (PTV, 2023), que permite simular a interação entre pedestres e veículos em ambientes urbanos, verificando o impacto de medidas de acessibilidade e priorização da mobilidade ativa.

O Manual Contran (2014) estabeleceu 4 segundos como tempo mínimo de verde para a travessia de pedestres, sendo o restante do tempo sinalizado por vermelho intermitente, em que o pedestre é proibido de iniciar a travessia. No entanto, o pedestre que inicia a travessia no verde, deve concluí-la, atentando-se ao fato de que o foco verde para os veículos está na iminência de acontecer (Contran, 2014). Ainda de acordo com o manual, o cálculo para o tempo de vermelho intermitente para pedestres é definido pela equação (1), em que:

- t_t : tempo do intervalo de vermelho intermitente para o grupo focal de pedestres, em segundos;
- t_{pr} : tempo de percepção e reação do pedestre, em segundos;
- l : extensão da travessia, em metros;
- V_p : velocidade do pedestre, em m/s.

Pelo método ordinário, que consistia em uma abordagem mais simples baseada na observação direta do comportamento dos pedestres e na medição do tempo necessário para a travessia da via com segurança, a fórmula para o cálculo do tempo de travessia do pedestre corresponde à equação (2), em que:

- t_t : tempo de travessia, em segundos;
- l : extensão da travessia, em metros;
- V_p : velocidade do pedestre, em m/s.

O método ordinário apresenta a seguinte equação (3) para o cálculo do tempo de vermelho intermitente, em que:

- t_p : tempo de vermelho intermitente, em segundos;
- t_t : tempo de travessia, em segundos.



Comparando-se as duas metodologias, constata-se que o método disposto no Manual Contran (2014) inverteu o estabelecido pelo método ordinário, priorizando o tempo de vermelho intermitente em detrimento do tempo de verde. Essa mudança teve como objetivo melhorar a segurança do pedestre uma vez que, na metodologia anterior, era comum o pedestre finalizar a travessia quando o sinal estava verde para os veículos. Assim, para que se evitassem pedestres retardatários, alterou-se a norma, priorizando-se o sinal vermelho intermitente para o pedestre (UnicET, 2023).

Questiona-se, entretanto, a efetividade em garantir a segurança e a qualidade das travessias a pé prometida pela nova metodologia. Além disso, ela torna desnecessário o § único do artigo 70 do CTB (Brasil, 1997), que institui a obrigação aos condutores de aguardar os pedestres retardatários concluírem sua travessia, mesmo com o semáforo a seu favor (CTB, 1997). Pela resolução de 2014 somente os pedestres com condições de reação e início da caminhada no primeiro segundo do sinal verde conseguiriam atravessar. De fato, essa alteração contribui para evitar qualquer comprometimento da fluidez veicular devido à espera por pedestres retardatários, que estariam protegidos pelo parágrafo supracitado.

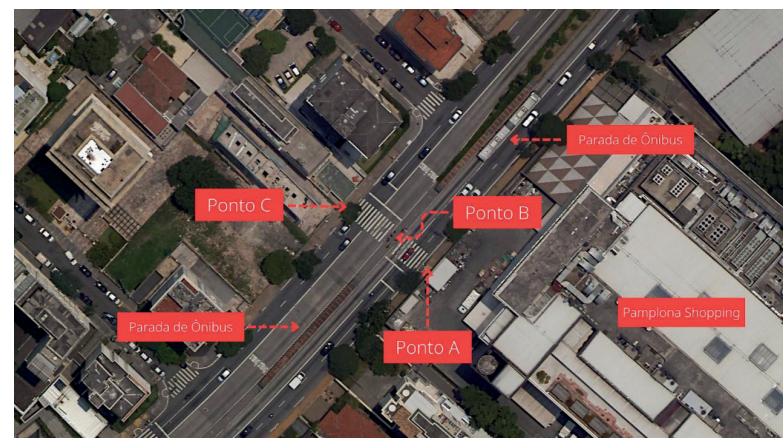
Ao calcular o tempo de travessia a partir de uma velocidade de caminhada de 1,2 m/s, a norma desconsidera velocidades de deslocamento mais críticas, como a apontada pelo estudo de Gaglione (2021), de 0,6 m/s para pessoas com idade igual ou superior a 75 anos; ou ainda aquelas destacadas por Van Hoof *et al.* (2021), em que pessoas idosas acima dos 65 anos deslocam-se, em média, a 0,9 m/s – homens e 0,8 m/s – mulheres, sendo que, próximo aos 85 anos de idade, a velocidade pode ser 0,4 m/s. Ainda há que se considerar outras pessoas com mobilidade reduzida, comprovadamente mais propensas a se deslocarem a uma velocidade mais lenta do que a exigida pelos semáforos nos cruzamentos da cidade de São Paulo (Duum, 2017).

Simulação de pedestres e veículos

Escolheu-se o local descrito para a simulação do projeto por: (1) ser um dos principais corredores viários da cidade de São Paulo; (2) alta demanda de pedestres na travessia; e (3) geometria da intersecção com poucos movimentos conflitivos, permitindo uma análise objetiva dos tempos de pedestre na travessia.

Além do alto fluxo de veículos observado na av. Nove de Julho, há uma grande circulação de pedestres oriundos do corredor de ônibus Nove de Julho e do Pamplona Shopping (figura 1). Considerou-se o fluxo de pedestres da travessia entre os pontos A (calçada sentido Centro - Av. Paulista/Pamplona Shopping), B (canteiro central/pontos de ônibus) e C (calçada sentido Bairro - av. Faria Lima).

Figura 1
Localização da travessia de pedestres



No local do estudo, observaram-se três grupos semaforizados por sentido de tráfego: aqueles relativos às faixas de ônibus segregadas; aos veículos que se deslocam pela av. Nove de Julho; e aos pedestres. Os grupos relativos ao corredor de ônibus e aos veículos possuem direito de passagem no mesmo estágio, ou seja, iniciam e terminam o verde de forma simultânea. Isso não representa um problema no que concerne à programação desses controladores semaforizados, visando o entreverdes, uma vez que não se trata de intersecção, mas, sim, de pistas paralelas (Ming, 2019). Diante disso, coube verificar como resolver a programação entre os grupos semaforizados conflitantes, proporcionando o tempo de travessia adequado aos pedestres naquele local.

Coleta de dados e modelagem do cenário atual

Diante da inexistência de dados abertos de pedestres, fez-se necessária a realização de um levantamento de campo para a coleta dos fluxos veiculares e de pedestres, bem como dos tempos semaforizados no local. Coletaram-se os dados da simulação por vídeo, durante um dia típico (13/04/2023), por um período de 15 min, das 7h30 às 7h45 da manhã. A escolha desse período para a coleta de dados se deu com base no relatório da CET (2020), "Mobilidade no sistema viário principal – volumes e velocidades 2019". Nele, o horário de pico na av. Nove de Julho, entre a av. Brasil e rua Espéria, próximo à área de estudo, se dá entre as 7h00 e 8h00 da manhã.

Elegeu-se o ponto de coleta entre os dois pontos de parada de ônibus, de modo que se pudesse filmar a travessia de pedestres e o fluxo vei-

cular nos dois sentidos. Dada a existência do corredor de ônibus, coletaram-se cinco minutos extras, das 7h45 às 7h50, visando verificar e validar o fluxo de tráfego na faixa sentido av. Paulista. Com esses dados, calculou-se o fluxo de carros e motos por minuto. A partir das informações coletadas, foi possível extrapolar o volume de pedestres e de veículos para a hora pico (60 minutos), multiplicando-se os dados por quatro. As tabelas 1 e 2 apresentam os fluxos finais de tráfego na região.

Tabela 1
Contagem do tráfego de veículos na av. Nove de Julho, sentido av. Faria Lima

Intervalo de tempo (em minutos)	Total	Moto	Caminhão	Ônibus normal	Ônibus articulado	Carro
0 - 5	121	16	1	5	7	98
5 - 10	129	18	4	4	7	96
10 - 15	134	19	1	2	7	105
Total 15 minutos	384	53	6	7	19	299
Total hora de pico	1.536	212	24	28	76	1.196

Tabela 2
Contagem do tráfego de veículos na av. Nove de Julho, sentido av. Paulista

Intervalo de tempo (em minutos)	Total	Moto	Caminhão	Ônibus normal	Ônibus articulado	Carro
0 - 5	154	36	2	2	9	105
5 - 10	128	25	0	1	4	98
10 - 15	148	39	1	3	6	99
Total 15 minutos	430	100	3	6	19	302
Total hora de pico	1.720	400	12	24	76	1.208

As tabelas 3 e 4 apresentam os dados de contagem dos pedestres na travessia, a partir dos pontos A, B e C (figura 1). Verificou-se ainda o número de pedestres que atravessam fora do foco verde permitido, ou seja, durante o foco vermelho.

Tabela 3
Contagem de pedestres na travessia, com origem ou destino no ponto A

Intervalo de tempo (em minutos)	B > A (Total)	Divisão dos fluxos		A > B (Total)	Divisão dos fluxos	
		B > A	C > B > A		A > B	A > B > C
0 - 5	11	9	2	3	2	1
5 - 10	23	22	1	6	1	5
10 - 15	26	21	5	7	2	5
Total 15 min.	60	52	8	16	5	11
Total hora de pico	240	208	32	64	20	44

Tabela 4
Contagem de pedestres na travessia, com origem ou destino no ponto C

Intervalo de tempo (em minutos)	B > A (Total)	Divisão dos fluxos		A > B (Total)	Divisão dos fluxos	
		B > A	C > B > A		A > B	A > B > C
0 - 5	27	26	1	4	2	2
5 - 10	35	31	4	1	0	1
10 - 15	44	38	6	7	2	5
Total 15 min.	106	95	11	12	4	8
Total hora de pico	424	380	44	48	16	32

Pode-se constatar pelos dados acima que, para um intervalo de 5 minutos a variação do fluxo de pedestres foi mais expressiva que a do fluxo veicular. Justifica-se essa variabilidade por dois motivos: a presença do corredor de ônibus, que forma pelotões de pessoas, e o ciclo semafórico com tempo elevado de espera do pedestre, que faz com que seja recorrente um pedestre desembarcar durante a ocorrência de um ciclo e atravessar em outro. Por este motivo, pedestres que atravessaram fora do tempo de travessia determinado pelo semáforo em um sentido (ex. sentido av. Paulista) não tiveram tempo para atravessar no sentido oposto (ex. sentido av. Faria Lima).

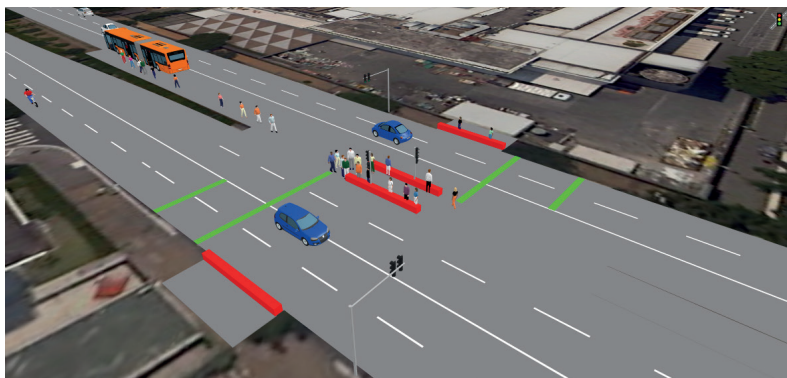
O ciclo semafórico do local da travessia é de 150 segundos. Para os grupos semafóricos veiculares, esse tempo é dividido em 4 s de amarelo, 26 s de vermelho e 120 s de verde. Para a travessia de pedestres, são destinados os 26 s de vermelho veicular, sendo 13 s de verde, 10 s de vermelho intermitente e 3 s de segurança (2 s antes do ciclo e 1 s após). O tempo de espera médio é de 64 s e o máximo de 128 s. Dado o elevado tempo de espera, observou-se que, em média, 23% das pessoas atravessaram fora do tempo de verde de pedestre. Incorporou-se este parâmetro à simulação, junto ao critério de travessia em que o pedestre desrespeita o semáforo, com o condicionante de uma distância de segurança mínima de 150 m entre o veículo que se aproxima e o pedestre.

Simularam-se as linhas de transporte público, com passageiros embarcando e desembarcando nas paradas de ônibus, a fim de se representar o comportamento em pelotão. Observaram-se 17 linhas distintas circulando no corredor em 15 min. Diante dessa grande variedade de linhas no local, os intervalos foram calculados considerando-se o momento de chegada dos veículos nas paradas de ônibus. Multiplicou-se o número de ônibus por quatro para totalizar a hora pico.

Finalmente, também foram modelados os pedestres que não entendem as regras do vermelho intermitente e correm durante a travessia. Criaram-se parâmetros que identificam, para cada pessoa simulada

e em cada instante de simulação, a cor do semáforo, a localização do pedestre, a ação realizada (atravessando ou não) e o tipo de pedestre (idoso ou adulto). A cada pedestre também se associou uma função de distribuição linear $y = x$, limitada entre $[0,1]$, de acordo com os resultados da pesquisa UniCET (2023). A velocidade de caminhada desejada foi multiplicada por 1,2 vezes para 40% dos idosos ($y \leq 0,4$) e 60% dos adultos ($y \leq 0,6$), durante a travessia em vermelho intermitente. Aplicou-se o mesmo conceito aos pedestres que desrespeitaram a regra semaforizada e atravessaram no vermelho. A figura 2 mostra o cenário atual modelado.

Figura 2
Simulação realizada no software PTV Vissim



Cenários alternativos

Analisaram-se dois cenários alternativos distintos: o primeiro seguiu as regras para pedestres de tempos semaforizados de verde e vermelho intermitente descritas no Manual Contran (2014); o segundo, as premissas do Método Ordinário. Os dois cenários utilizaram a mesma base de modelagem, com diferenças apenas nos tempos de cada foco semaforizado de pedestres.

Para o cenário Contran, os tempos semaforizados foram calculados de acordo com a equação 1. Para a velocidade do pedestre e para o tempo de percepção, utilizaram-se valores destacados como usuais no Manual Contran (2014), sendo 1,2 m/s a velocidade de caminhada do pedestre e 1,0 s o tempo de percepção. Dimensionou-se o tempo de vermelho intermitente para os dois semáforos da travessia com base na maior largura de via nos dois sentidos, ou 12 m, correspondente à via que se direciona para o sentido Faria Lima. Dessa forma, chegou-se a um tempo de vermelho intermitente de 11 s.

Ainda de acordo com o Contran (2014), o tempo mínimo de verde para a travessia de pedestres deve ser igual ou superior a 4 s. Como se visava comparar os requisitos mínimos para a travessia nos dois métodos, utilizaram-se os parâmetros supracitados para a modelagem. O tempo total de travessia foi de 15 s, distribuídos em 11 s de vermelho intermitente e 4 s de verde.

Para o cenário correspondente ao método ordinário, aplicaram-se os mesmos parâmetros de cálculo, adotados para o cenário Contran, às equações 2 e 3, chegando-se a 10 s para um tempo de verde, a 5 s para o vermelho intermitente e a 15 s para o tempo de ciclo para a travessia dos pedestres. Os tempos de ciclo para os dois cenários coincidiram, com exceção dos tempos de verde e vermelho intermitente, que se diferenciaram pela metodologia de cálculo.

Resultados

Analisando-se os cenários microssimulados, constatou-se uma redução na qualidade dos indicadores de travessia de pedestres ao se adotar a metodologia estabelecida pela Resolução 463 no Manual Contran (2014), comparando-se ao método ordinário. Essa diferença significativa entre os cenários está relacionada principalmente ao tempo mínimo de verde estabelecido no Manual Contran (2014). O tempo demasiadamente curto não proporciona aos pedestres tempo suficiente para se iniciar a travessia. Consequentemente, isso faz com que grande parte dos pedestres iniciem a travessia durante o foco de vermelho intermitente e atravessem durante o foco vermelho.

O ciclo semaforizado com o vermelho intermitente, apesar de proporcionar maior tempo de travessia ao pedestre, dificulta o seu início, permitindo que somente aqueles que se encontram próximos à guia, sejam capazes de iniciar a travessia em tempo hábil. Por meio da simulação, tornou-se evidente a relevância desse fato, especialmente ao analisar aspectos como a densidade, o tempo médio de viagem e o tempo total de espera dos pedestres. A tabela 5 apresenta os resultados da simulação comparativa entre os cenários, levando em consideração o comportamento real dos pedestres.

O cenário atual apresentou o melhor desempenho entre todos os cenários comparados devido ao maior tempo de ciclo semaforizado destinado à passagem de pedestres, frente aos dois outros cenários avaliados. Os resultados da tabela 5 mostraram que um maior tempo de foco verde para os pedestres pode, por exemplo, proporcionar um tempo consideravelmente menor de viagem e de espera e, por consequência, diminuir a possibilidade de os pedestres atravessarem fora do foco verde. Assim, ao se proporcionar mais tempo de verde para os pedestres, pode-se contribuir favoravelmente para uma travessia mais segura.



Tabela 5
Resultados da simulação, considerando o comportamento real dos pedestres

Variáveis	Cenário atual	Cenário método ordinário	Cenário Contran
Densidade (m ²)	0,08	0,09	0,13
Distância média entre pedestres (m)	1,23	1,23	1,17
Número de paradas	1.121,13	1.326,13	2.323,60
Tempo total dos pedestres parados (s)	14.664,54	17.529,85	27.285,92
Variação de velocidade (km ² /h ²)	0,90	0,78	0,58
Tempo médio de viagem (s)	118,49	133,11	159,59

Adicionalmente, simularam-se outros cenários onde há o total respeito às leis de trânsito por parte dos pedestres, isto é, onde não há travessia de pedestres durante o foco vermelho e não há incremento na velocidade dos pedestres durante a travessia (tabela 6).

Tabela 6
Resultados da simulação, considerando-se total respeito às leis de trânsito

Variáveis	Cenário atual	Cenário método ordinário	Cenário Contran
Densidade (m ²)	0,08	0,10	0,16
Distância média entre pedestres (m)	1,22	1,21	1,12
Número de paradas	1.313,00	1.609,13	3.801,27
Tempo total dos pedestres parados (s)	15.672,89	18.845,83	34.910,62
Variação de velocidade (km ² /h ²)	0,85	0,74	0,50
Tempo médio de viagem (s)	122,56	138,48	185,64

Os resultados da tabela 6 revelaram que, considerando-se o total respeito às leis de trânsito por parte dos pedestres, o cenário Contran apresentou um comprometimento ainda maior na mobilidade dos pedestres. Houve uma superlotação das áreas de espera na travessia, especialmente no canteiro central (ponto B). Esses resultados indicam que a razão principal para os pedestres desrespeitarem as regras de trânsito e iniciarem a travessia fora do foco verde é o longo tempo de ciclo destinado aos veículos, resultando em um elevado tempo de espera para o início da travessia dos pedestres. O curto tempo para o início de sua travessia também os incentiva a atravessarem fora do

foco permitido. Esse cenário hipotético também demonstra que se os pedestres seguissem rigorosamente as leis de trânsito, sem iniciarem a travessia fora do foco verde, a eficiência de sua travessia seria significativamente prejudicada pelo elevado fluxo a pé.

Neste ponto também foram coletados os dados do tráfego de veículos. Como não há uma diferença significativa entre o grupo de cenários sem e com total respeito às regras de trânsito, devido aos tempos de ciclo semaforico serem iguais, os resultados foram unificados, com distinção apenas entre os cenários atual, método ordinário e Contran (tabela 7).

Tabela 7
Resultados da simulação do tráfego de veículos

Variáveis	Cenário atual	Cenário método ordinário	Cenário Contran
Densidade (por km)	37,42	35,34	34,95
Atraso relativo	20,31%	17,07%	16,61%
Velocidade média (km/h)	40,97	42,67	42,92

Apesar dos veículos terem 8 s a menos de foco verde em relação aos demais cenários, os resultados da simulação para o tráfego de veículos mostraram que o cenário atual apresenta apenas uma ligeira diminuição no desempenho dos indicadores analisados (densidade, atraso relativo e velocidade média). Esses resultados evidenciam que é possível se aumentar o tempo de ciclo semaforico destinado à travessia dos pedestres, proporcionando-lhes maior segurança, sem causar maiores impactos à fluidez do tráfego de veículos.

Recomendações

No Manual Contran (2014) há uma diferença de tratamento metodológico entre os fluxos a pé e veicular que diverge da diretriz de priorização dos usuários mais frágeis, ou seja, os pedestres. O tratamento metodológico para o fluxo a pé é empírico, qualitativo e depende de observações e decisões subjetivas a cargo do técnico responsável, enquanto o segundo é mais objetivo e exato, dependendo de cálculos mais precisos, relativos às características do fluxo veicular.

Cabe ressaltar a premente mudança de paradigmas relativos às diretrizes que norteiam o direito de uso do espaço público destinado à mobilidade urbana entre os modos a pé e veicular. É preciso um alinhamento com as demandas já abundantemente documentadas na literatura, de forma a tornar o tempo de uso mais justo, democrático e, como consequência, mais seguro e eficiente. Isso atenderá às atuais prerrogativas que direcionam as políticas públicas mundiais de mobilidade urbana, priorizando as pessoas, a



tolerância zero às mortes no trânsito e contribuindo para reverter o quadro de aquecimento global.

Os resultados desse estudo de caso denotam a inadequação da mudança ocorrida na resolução de 2014 do Contran, no que se refere ao curto tempo de foco verde, desfavorecendo a travessia de pedestres. Ele os obriga a esperarem o próximo tempo de ciclo e os induz a realizarem a travessia fora do foco permitido. Além disso, os longos tempos de vermelho piscante geram dúvidas e pressa por parte dos pedestres, se caracterizando como riscos à sua segurança.

A ênfase de tempo no vermelho intermitente e o estabelecimento do curto tempo mínimo de verde resultaram nos indicadores aqui apresentados, com baixos níveis operacionais, especialmente quando comparados com os critérios determinados no método ordinário, expressos pelo aumento da densidade nas áreas de espera, nos tempos de atraso e de viagem dos pedestres.

A partir dos resultados apresentados neste trabalho e destacando-se ainda o reduzido tempo mínimo de verde permitido pelo Manual Contran (2014), recomenda-se aos projetistas e planejadores que utilizem outras metodologias (distintas da atual e da ordinária) para estimar o tempo de verde na travessia de pedestres. Adicionalmente, dada a resolução vigente no Brasil, recomenda-se a sua revisão no que concerne ao tempo mínimo de verde permitido, garantindo maior segurança aos pedestres em suas travessias.

Campanha Travessia Cilada – a opinião do usuário

De acordo com as práticas adotadas nas cidades, as travessias muitas vezes são grandes barreiras para o pedestre. Pessoas são muito prejudicadas por tempos curtos para travessia – que desafiam o preparo até dos mais jovens – e encontram dificuldades no longo tempo de espera para atravessar. Nesse sentido, é importante ressaltar a revisão do ciclo semaforico como um todo, que vise o tempo verde adequado para a travessia, mas também um tempo de espera que não incite o pedestre a se envolver com mais frequência em comportamentos de risco.

O Instituto Corrida Amiga lançou no ano de 2019 a primeira edição da campanha Travessia Cilada, mapeando semáforos com tempos inadequados de travessia. Em maio de 2024, no mês do maio amarelo de combate à violência no trânsito, foi realizada a segunda edição com o mesmo escopo e intuito. A iniciativa busca conscientizar a população sobre a necessidade de garantir tempos semaforicos seguros e adequados para os pedestres, gerando demandas por mudanças.

A seguir, apresenta-se um resumo comparativo entre as campanhas de 2019 e 2024:

Tabela 8
Resumo entre campanhas de 2019 e 2024

Ano	Cidades	Estados	Semáforos mapeados	Média de tempo para travessia (segundos)	Tempo médio de espera (minutos)
2019	15	8	190	6	1:50
2024	21	6	167	7	2:11

Com relação aos tempos semaforicos, em 2024, a campanha observou que em 54% dos semáforos de pedestre, o tempo de travessia era de 10 s ou menos. O tempo médio de espera do pedestre foi de 2 min e 11 s (131 s), em contrapartida contrastando com um tempo médio de travessia de apenas 7 s.

Em uma velocidade média de 0,7 m/s (2,5 km/h) – comum entre crianças e idosos – um intervalo de 10 s permitiria uma distância percorrida de 7 m, o suficiente para cruzar uma pista de duas faixas largas (a largura da faixa varia de 2,5 a 3,5 m). No entanto, com um intervalo de apenas 7 s, a distância percorrida seria de 4,9 m, tornando impraticável a travessia de uma rua de duas faixas.

Muitas cidades no Brasil e no mundo adotam uma velocidade média de 1,2 m/s (4,3 km/h) para a movimentação de pedestres, conforme recomendado pela Resolução 483/2014 do Denatran e pelo Highway Capacity Manual (HCM). Entretanto, de acordo com Duim et al. (2017), 97,8% dos idosos em São Paulo não conseguem atingir a velocidade de 4,3 km/h, a qual é a velocidade padrão estabelecida pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP) para os semáforos da cidade.

Um estudo conduzido em Belo Horizonte, realizado por Gualberto et al. (2017) apoia a observação de discrepâncias na velocidade média adotada por pedestres. De acordo com este estudo, a velocidade média de deslocamento de um adulto entre 18 e 30 anos é 20% superior à média registrada para idosos acima de 65 anos. Além disso, ao comparar a mesma faixa etária de adultos com indivíduos com mobilidade reduzida, a diferença na velocidade média é de 31%.

Nas travessias de grandes avenidas muitas vezes se estabelece um ciclo maior que 90 segundos, o que gera uma impaciência no pedestre e um obstáculo urbano quase intransponível. Em 2024, cerca de 50% dos semáforos de pedestres analisados pela campanha, possuem tempo de espera maior que 90 segundos. Na tabela 9 apresentam-se os 10 piores semáforos da campanha, em relação ao tempo de espera:

Tabela 9
Tempo de espera nos 10 piores semáforos

Endereço	Cidade	UF	Tempo - registro formulário	Padronização em segundos
Rua Avanhandava x Rua Martinho Prado	São Paulo	SP	18 min*	1.080
Rua Martinho Prado x Rua Martins Fontes	São Paulo	SP	7 min 38 s	458
Av. Sumaré x Rua João Ramalho (sentido Pinheiros)	São Paulo	SP	5 min 40 s	340
Av. Giovanni Gronchi, 124	São Paulo	SP	4 min	240
Rua Henrique Schaumann, 945	São Paulo	SP	3 min 45 s	225
Av. Washington Luís, 493, Gonzaga	Santos	SP	3 min 36 s	216
Av. Industrial com a Quinze de Novembro	Santo André	SP	3 min 20 s	200
Boulevard de Taguatinga no cruzamento com Av. Central e Av. Comercial -	Taguatinga	DF	2 min 44 s	164
Praça Padre Aleixo Monteiro Mafra	São Paulo	SP	2 min 40 s	160
Avenida São Luís, 29	São Paulo	SP	2 min 25 s	145

*Botoeira quebrada.

Para fins de comparação, estudos observacionais conduzidos em interseções em Pequim, China, indicam que aproximadamente 50% dos pedestres não aderem à sinalização após um período de espera de 50 s para iniciar a travessia (Guo *et al.*, 2011). Em estudos correlatos, Marisamynathan e Vedagiri (2017) constataram que 55% dos pedestres que não seguiram as indicações de travessia foram motivados pelos tempos de espera prolongados nas travessias pesquisadas em Mumbai, Índia.

O Estatuto do Pedestre - SP (2020), em seu artigo 11, apresenta uma abordagem inclusiva e necessária para a gestão da travessia de pedestres, propondo uma revisão e atualização dos parâmetros vigentes relativos à travessia de pedestres, estabelecendo critérios importantes que devem ser considerados. Destaca-se a necessidade de garantir um tempo suficiente para a travessia, atendendo a todos os usuários, mas colocando especial ênfase nas crianças, idosos, e pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Este critério aborda a diversidade de pessoas na cidade e a importância de se reconhecer a variação nas capacidades físicas e de mobilidade. Neste quesito, o artigo também explicita a necessidade de considerar a velocidade máxima do pedestre, acrescida do tempo de reação, ao calcular o tempo de travessia. Ao contrário dos 1,2 m/s impostos, estas velocidades variam de 0,6 m/s para crianças de até 7 anos e pessoas com deficiência, a 0,7 m/s para idosos, a 1 m/s para adultos e demais usuários.

Esta distinção é fundamental para garantir que o tempo de travessia seja adequado para a população de modo geral. Além disso, o cálculo do tempo semafórico é enfatizado, especialmente em locais onde existe uma alta concentração de pedestres. O volume de pessoas que aguardam a abertura do sinal na calçada deve ser considerado, garantindo a travessia completa de todos os pedestres.

O Estatuto do Pedestre também destaca a importância de um tempo de espera adequado para a abertura do semáforo para pedestres, de modo a não induzir ao desrespeito, propondo o máximo de 90 segundos. Finalmente, o artigo se refere à necessidade de um foco semafórico específico para orientar o pedestre sobre o momento correto para realizar a travessia.

Sobre o vermelho piscante

Um estudo conduzido pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET, 2022) explorou a reação e a compreensão dos pedestres em relação ao “vermelho piscante” nos semáforos. A hipótese subjacente a este estudo era de que os pedestres podem não possuir um entendimento adequado sobre o funcionamento desta sinalização.

A metodologia da pesquisa envolveu a coleta de dados em diferentes zonas da cidade de São Paulo, incluindo áreas com semáforos de pedestres e equipamentos públicos como escolas e hospitais. A coleta de dados foi realizada através de observações diretas e questionários qualitativos aplicados aos pedestres durante a travessia.

Os resultados obtidos apontam para uma percepção significativa do “vermelho piscante” entre os entrevistados, com uma taxa de 92,7%. No entanto, em consonância com os resultados da campanha Travessia Cilada, 68% dos pedestres demonstraram um entendimento equivocado desta fase, interpretando-a como uma necessidade de atenção, mas com compreensões variadas. Alguns pedestres consideram esta fase como um tempo adicional para a travessia, enquanto outros a interpretam como uma fase intermediária.

A maioria dos pedestres expressou sentimentos de confusão ou insegurança diante desta sinalização, especialmente entre a faixa etária de 12 a 17 anos. Em relação à reação ao “vermelho piscante”,

63,9% dos pedestres interrompem a travessia, 14,9% continuam normalmente e 17,9% aceleram para concluir a travessia. Notavelmente, os jovens de 12 a 17 anos são os que mais aceleram na travessia, enquanto os idosos tendem a interromper a travessia ao perceber o “vermelho piscante”.

Estes resultados indicam que, apesar da alta percepção do “vermelho piscante” entre os pedestres, existe uma lacuna na compreensão clara de seu significado e propósito. A falta de informação e clareza pode contribuir para comportamentos variáveis e potencialmente perigosos, evidenciando a necessidade de medidas educativas e informativas mais eficazes sobre o uso adequado da sinalização semaforizada.

Conclusão e recomendações finais

Pelos assuntos abordados neste artigo pode-se concluir que, apesar de ser estabelecida como prioridade pelos marcos legais ora em vigência no país, ainda falta muito para que a mobilidade a pé o seja de fato. A propositura de norma (Resolução 483/2014) em que se faz uma releitura do ato de atravessar a pé controlado por semáforo, destinando poucos segundos ao direito de o pedestre iniciar sua travessia, coloca este usuário, que é o mais presente no espaço público de mobilidade urbana nas cidades brasileiras, numa situação extremamente difícil, perigosa e principalmente injusta e anacrônica. No atual momento em que a atenção dos tomadores de decisão sobre políticas de mobilidade se volta aos modos sustentáveis e limpos no enfrentamento da crise climática, cabe a urgente readequação do pensamento decisório na revisão das atuais práticas.

No que se refere ao assunto em questão, na garantia do aprimoramento da segurança e eficiência nas travessias urbanas semaforizadas das cidades brasileiras, algumas propostas e sugestões devem ser apresentadas ao poder público.

Primeiramente, sugere-se uma revisão do padrão de velocidade média de pedestres, atualmente estabelecido em 1,2 m/s, considerando a diversidade do perfil dos pedestres. Ressalta-se que ao centrar a análise na população idosa, observa-se um dado significativo: conforme informações do IBGE (Censo 2022), o Brasil atualmente abriga aproximadamente 30 milhões de idosos, com uma previsão de que este número ultrapassará os 60 milhões em 2050. Ademais, além dos idosos, pessoas com mobilidade reduzida, indivíduos com deficiência e crianças são os grupos mais afetados pelas práticas implementadas nas travessias de pedestres.

Em seguida conclui-se ser necessária e urgente a revisão da Resolução 436/2014 tendo-a como base para definir padrões de velocidades de pedestres. Para tanto torna-se necessário um estudo nacional ou



local que leve em conta fatores como estatura, idade, porcentagem de pessoas com deficiência, entre outros aspectos, que poderiam fornecer uma base mais precisa para tal revisão. Ademais, questiona-se a eficácia do sinal vermelho intermitente, adotado em São Paulo, como indicativo de tempo de travessia segura para o pedestre. Há uma preocupação de que a população esteja mal-informada sobre o significado deste sinal e de que, sob o foco legal, esteja em desacordo com o parágrafo único do artigo 70 do CTB que estabelece que o condutor deve esperar os pedestres terminarem de atravessar, mesmo que o sinal fique verde. Esta revisão recomendada deve levar em conta ainda a revisão da metodologia básica de cálculo do tempo de travessia em que entre também em consideração a demanda dos fluxos a pé, sobretudo em locais de alta concentração de viagens a pé.

Outra recomendação é a adoção de temporizadores trazendo ao pedestre informações sobre o tempo de travessia, uma vez que se conclui que a ausência de um temporizador torna impossível para o pedestre saber quanto tempo de sinal vermelho intermitente resta. A adoção de temporizadores que informem o tempo disponível para a travessia e a redução do tempo total do ciclo semaforizado poderiam contribuir para a redução do tempo de espera dos pedestres.

Sugere-se também que a programação dos semáforos seja gerenciada de forma diferente nos horários de pico e fora deles, ajustando-se aos diferentes níveis de atividade modal e aos diferentes objetivos ao longo do dia, assim como a adoção de metodologia que considere a demanda dos diferentes locais e horários em relação ao fluxo a pé.

Propõe-se também a adoção de medidas para atender a LBI (Lei Brasileira da Inclusão 13.146, 2015) aumentando a acessibilidade dos semáforos através de ajustes na altura da botoeira, a inclusão de sinais sonoros e em braille, e o rebaixamento de guias nas travessias, conforme a NBR 9050 (2020).

E finalmente, sempre que possível, implantar alargamento das calçadas junto às travessias para diminuir a distância e, conseqüentemente, o tempo da travessia. Por fim, destaca-se a necessidade de melhorar o funcionamento das botoeiras, uma vez que a falta de equipes de manutenção suficientes tem levado a situações em que o semáforo permanece indefinidamente vermelho para o pedestre devido a falhas no equipamento.

Estas medidas com certeza garantirão à caminhada a prática do papel prioritário que lhe cabe na rede da mobilidade urbana, justificada pela sua natureza primordial trazida pelo início e final de todos os modos de transporte que compõem a matriz modal das cidades.

Agradecimentos

Agradecemos à Ana Galdino, Tatiana Barp, Juliana Carlini, Julia Theodósio e Rafael Fontes por colaborarem na compilação dos dados da Campanha Travessia Cilada, com sugestões de abordagem e análise.



Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 9050. Acesso a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, 2020.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET). Norma brasileira e tempos semaforizados de travessia de pedestres: Estudo comparativo por microssimulação na av. Nove de Julho – São Paulo. do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes 2023. v 2, 2023. *Anais*. Disponível em <https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/norma-brasileira-e-tempos-semaforicos-de-travessia-de-pedestres-estudo-comparati?lang=pt-br>. Acesso em: 12 jan 2024.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos – Simob/ANTP, 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>. Acesso em: 13 dez 2022.
- BANKS, J. Introduction to simulation. *Winter Simulation Conference*, Atlanta, US, 1999.
- BRASIL. Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. Lei 12.587 de 3 de janeiro de 2012. Lei Brasileira da Mobilidade Urbana, Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Lei 13.146 de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira da Inclusão (LBI), Brasília, DF, 2015.
- CET-SP. Mobilidade no Sistema Viário Principal - Volumes e velocidades 2019, Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, São Paulo, SP, 2020.
- CET. Pesquisa comportamental: O entendimento do pedestre sobre o vermelho piscante, 2022. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/mobilidade/Apresentacao_Vermelho%20Piscante_%20UNICET_.pdf. Acesso em: 15 jul 2023.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, vol. V, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__05__MBST_Vol_V__Sinalizacao_Semaforica.pdf. Acesso em: 15 out 2023.
- CORRIDA AMIGA. Dados brutos e análises travessia cilada 2024. Disponível em: <https://www.redus.org.br/corrida-amiga/biblioteca/6491f98e-8b03-4b31-b654-39df860bc70d>. Acesso em: jun 2024.
- DUIM, E.; LEBRÃO, M. L.; ANTUNES, J. L. F. Walking speed of older people and pedestrian crossing time. *Journal of Transport & Health*, v. 5, 2017, p. 70-76.
- DENATRAN. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, vol. V – Sinalização semaforizada. Resolução do Contran 483 de 9 de abril de 2014.
- EJZENBERG, S. Tempo de vermelho intermitente/piscante em semáforos de pedestres, segundo o CTB - Código de Trânsito Brasileiro e a boa prática de segurança na engenharia de tráfego. *Sinal de Trânsito*, São Paulo, SP, 2011.
- GAGLIONE, F.; COTTRILL, C.; GARGIULO, C. Urban services, pedestrian networks and behaviors to measure elderly accessibility. *Transportation Research*, part D. 90, 2021.
- GUALBERTO, F.; DIAS, J. A.; SILVA, M. G., BARBOSA, M.; PORTO, F. Características de vulnerabilidade em idosos e obesos nas travessias de pedestre. XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. *Anais*, 2017.
- GUO, H.; GAO, Z.; YANG, X.; JIANG X. Modeling pedestrian violation behavior at signalized crosswalks in China: A hazards based duration approach. *Traffic Injury Prevention*, v. 12, n. 1, 2011, p. 96-103. DOI: 10.1080/15389588.2010.518652.



- MARYSAMINATHAN, S.; VEDAGIRI, P. Modeling pedestrian level of service at signalized intersection under mixed traffic conditions. *Transportation Research Record*, v. 2634, 2017, p. 86-94. DOI: 10.3141/2634-13.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL. Hight Capacity Manual, Transportation Research Board, 2000.
- PTV AG. PTV Vissim 2023 Manual. Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Alemanha, 2022.
- SÃO PAULO. Estatuto do Pedestre, 2020. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/2020/5967/59670/decreto-n-59670-2020-regulamenta-a-lei-n-16673-de-13-de-junho-de-2017-que-institui-o-estatuto-do-pedestre-no-municipio-de-sao-paulo>. Acesso em: 20 set 2021.
- TRB. Highway Capacity Manual 2000 – HCM 2000. Transportation Research Board. Washington, D.C., 2000.
- UNICET. *Cálculo da travessia do pedestre*, Universidade Corporativa da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, São Paulo, SP, 2023.
- VAN HOOFF, J. *et al*. Ten questions concerning age-friendly cities and communities and the built environment. *Building and Environment*, v. 199, 2021.

