

# Semáforos com contagem regressiva

Sun Hsien Ming

## 1. O QUE SÃO SEMÁFOROS COM CONTAGEM REGRESSIVA

Semáforos com contagem regressiva (também conhecidos como semáforos com temporizador ou com cronômetro, ou ainda, semáforos gradativos) são os grupos focais que, além de mostrar aos condutores a cor da indicação luminosa, mostram também o seu tempo restante.

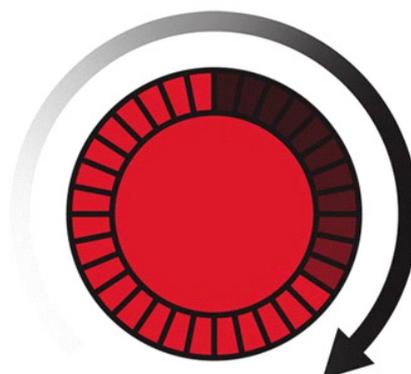
A contagem regressiva pode ser colocada em grupos focais veiculares ou em grupos focais de pedestres.

Em geral, a parte óptica dos grupos focais com contagem regressiva é constituída por LEDs (*Light Emitting Diode*).

A indicação da contagem regressiva em grupos focais veiculares pode ser feita por meio de números que decrescem com o tempo ou por meio de indicadores luminosos que vão se apagando com o tempo.

A Figura 1 mostra um exemplo de grupo focal veicular onde a contagem regressiva é feita por meio de indicações luminosas que vão se apagando.

Figura 1 – Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de indicações luminosas



A Figura 2 mostra um exemplo de um grupo focal veicular onde a contagem regressiva é feita por meio de números que decrescem com o tempo.

**Figura 2 – Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de números decrescentes**



No caso de grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de números decrescentes, é usual que o tempo restante seja mostrado em um foco separado, específico para esse fim, onde os números aparecem na mesma cor da cor vigente do semáforo.

Normalmente, nos grupos focais de pedestres a contagem regressiva é feita por meio de números decrescentes. A Figura 3 mostra um exemplo de grupo focal de pedestres com contagem regressiva.

**Figura 3 – Grupo focal de pedestres com contagem regressiva**



No caso de grupos focais de pedestres, é comum que o tempo restante seja mostrado no foco que deveria estar apagado. Por exemplo, se a cor vigente for verde, o tempo restante é mostrado na cor verde no foco que seria do foco vermelho e vice-versa.

## **2. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Os grupos focais com contagem regressiva não estão regulamentados no Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro – CTB.

O CTB, no seu Artigo 80 diz:

*Art. 80 – Sempre que necessário, será colocada ao longo da via, sinalização prevista no Código de Trânsito Brasileiro e em legislação complementar, destinada a condutores e pedestres, **vedada a utilização de qualquer outra.***

§1º .....

*§2º O CONTRAN poderá autorizar, **em caráter experimental e por período prefixado**, a utilização de sinalização não prevista no Código de Trânsito Brasileiro. O CONTRAN editará normas complementares no que se refere à interpretação, colocação e uso da sinalização.*

Segundo citação feita em SPIGOLON [1]:

*O Jornal do Fórum (2006) traz a seguinte afirmação de Sayonara Lopes de Souza (membro titular da Câmara Temática de Engenharia de Tráfego, da Sinalização e da Via do CONTRAN): “Os municípios que usam esses equipamentos (grupos focais com informação do tempo restante) em interseções controladas por semáforos estão em desacordo com a Resolução 160/2004 do CONTRAN, que trata da sinalização do trânsito”. Segundo Sayonara, o assunto é discutido na Câmara Temática desde 2002 e todos os pareceres realizados indeferiram o equipamento, mesmo assim a sua implantação cresce nas cidades brasileiras.*

De fato, pode-se ver no Apêndice do presente trabalho a quantidade de cidades brasileiras que tem implantado esse tipo de sinalização, apesar de estar em desacordo com a legislação em vigor.

Não se sabe se as cidades que implantaram grupos focais com contagem regressiva solicitaram ao CONTRAN a autorização para a instalação em caráter experimental e por período prefixado. Mesmo que o tenham feito, seriam necessárias normas complementares, ainda que provisórias, no sentido de se alcançar uma padronização mínima. Pode-se observar, pelas fotos mostradas no Apêndice, a diversidade dos modelos instalados, não havendo nenhuma preocupação com a padronização.

A maior parte das fotos mostradas no Apêndice foi extraída da Internet. É possível que em algumas cidades os equipamentos tenham sido instalados a título de demonstração e/ou testes e que, eventualmente, já tenham sido retirados.

Na pesquisa pela Internet não se conseguiu localizar casos de grupo focal veicular com contagem regressiva em países desenvolvidos, mas apenas em países como a Tailândia, Índia, Bulgária, China e Malásia. Já no Brasil, há uma proliferação deles, principalmente em cidades pequenas e médias.

Conforme SPIGOLON [1]:

*Não se sabe de nenhuma nação desenvolvida que utilize modelos de grupos focais veiculares com indicação do tempo de verde e vermelho restante, ou seja, em desacordo com o padrão internacional.*

O mesmo não ocorre com o grupo focal de pedestres com contagem regressiva, onde foi possível observar, na pesquisa pela Internet, vários casos em países como a Inglaterra, Estados Unidos, Japão, Holanda e Canadá.

Existe uma polêmica muito grande sobre a eficiência do grupo focal veicular com contagem regressiva quanto à melhoria de segurança e fluidez em relação ao grupo focal veicular convencional. Se, por um lado, existem muitos técnicos que argumentam que essa sinalização é prejudicial à segurança, outros afirmam exatamente o oposto. Além de técnicos, muitos usuários, políticos e autoridades acham que essa sinalização traz vantagens para a segurança em relação ao grupo focal convencional.

Tal polêmica não se reproduz para o grupo focal de pedestres com contagem regressiva. Há uma quase unanimidade a favor dos grupos focais de pedestres com contador regressivo, sendo os mesmos utilizados em países desenvolvidos. Por exemplo, nos Estados Unidos o MUTCD (*Manual on Uniform Traffic Control Devices*) regulamenta o uso de grupos focais de pedestres com contagem regressiva, mas não o faz para o grupo focal veicular [2].

Em função disso, o escopo do presente trabalho se restringirá à análise do uso de grupo focal veicular com contagem regressiva no que se refere à sua influência na segurança viária.

### 3. OPINIÃO DE USUÁRIOS

Apesar de não ser regulamentado pelo CTB, observa-se que existe uma proliferação desse tipo de grupo focal veicular por todo o Brasil. Isso pode ser explicado pelo fato de que, em geral, os motoristas são a favor desse tipo de sinalização.

Aqui se pode perguntar: por que os usuários têm opinião favorável aos semáforos com contadores regressivos?

Inicialmente, deve-se distinguir a contagem regressiva propriamente dita do grupo focal em si e da forma da sua instalação. Em geral, o grupo focal com contador regressivo é comparado com o grupo focal convencional. Ora, na maior parte das cidades pequenas e médias do Brasil o grupo focal anteriormente existente pode ser um grupo focal antigo e velho, com lâmpada incandescente, instalado em uma coluna, enquanto que o grupo focal com contador regressivo, instalado em um braço projetado, é de LED, novo, com brilho muito superior ao da lâmpada incandescente, além de contar com um design diferente, que chama muito mais a atenção. Assim, uma parte da opinião favorável dos usuários pode ser creditada ao grupo focal em si e na forma da instalação e não ao efeito da contagem regressiva propriamente dita.

Entretanto, independentemente da conspicuidade do grupo focal, um usuário pode ter opinião favorável à contagem regressiva, pois sempre é uma informação a mais que ele tem disponível para tomar a sua decisão de parar ou de avançar numa aproximação semaforizada quando da mudança do sinal para amarelo.

De fato, um motorista cauteloso e prudente, com a informação do tempo restante, vai se sentir mais seguro para poder parar com a devida antecedência ou avançar sabendo que o tempo será suficiente para ele atravessar a interseção com bastante tranquilidade.

Por outro lado, um motorista mais agressivo e apressado também vai achar que a informação do tempo restante é bastante útil, pois ele poderá decidir, com base nessa informação, em acelerar o veículo para conseguir passar a interseção e evitar a parada no semáforo.

Dessa forma, qualquer que seja o perfil do motorista, a informação do tempo restante lhe será útil e favorável. Contudo, nem sempre o que é bom para cada motorista individualmente, o é para o conjunto dos motoristas.

Os políticos e autoridades também apresentam tendência favorável ao semáforo com contador regressivo pelas mesmas razões dos motoristas, reforçado pelo fato de que eles tendem a contemplar demandas da população. Daí decorre o fato de que várias implantações de contadores regressivos em grupos focais veiculares são feitas por ingerência política, e não como resultado de estudos técnicos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS E TEÓRICAS

Já foram realizados alguns estudos do tipo “antes-depois” sobre o grupo focal veicular com contagem regressiva, com resultados conflitantes: enquanto alguns estudos concluíram que o dispositivo reduziu acidentes, outros concluíram que houve um aumento de acidentes ou um potencial de acidentes. Isso sugere que os estudos não abordaram todos os aspectos relevantes e/ou não foram feitos com o devido controle das variáveis envolvidas.

Concretamente, cidades como São Paulo [3], Curitiba [4] e Vitória [5] constataram aumento de acidentes (ou potencial de acidentes), tendo, por isso, retirado os equipamentos. Por outro lado, o estudo de SPIGOLON [1] constatou redução de acidentes nas cidades de São Carlos, Ribeirão Preto e Piracicaba. No caso da cidade de São Paulo, já foram instalados contadores regressivos em duas oportunidades, sem nenhum embasamento técnico prévio. Os equipamentos instalados em ambas as ocasiões foram retirados após constatação de problemas.

Esta Seção tem por objetivo fazer uma análise conceitual e teórica sobre as possíveis vantagens ou benefícios, bem como das desvantagens ou riscos à segurança envolvendo a contagem regressiva em grupo focal veicular.

A análise é conceitual e teórica, havendo a necessidade de verificar se as suas conclusões são ou não corroboradas pela realidade, por meio de testes e pesquisas de campo devidamente controladas.

A análise a seguir envolve tão somente o aspecto relacionado ao efeito da contagem regressiva em grupo focal veicular na segurança viária.

A discussão será tratada sob dois aspectos:

- Princípios para uma boa sinalização semafórica
- Desempenho relacionado ao entreverdes

Inicialmente, será feita uma descrição geral dos dois aspectos acima citados (item 4.1). A seguir, será feita uma análise do efeito da contagem regressiva com relação a esses dois aspectos (item 4.2).

##### **4.1. Descrição geral dos aspectos “Princípios para uma boa sinalização” e “desempenho relacionado ao entreverdes”.**

###### **4.1.1. Princípios para uma boa sinalização semafórica**

Conforme Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação – CONTRAN [6], os princípios para uma boa sinalização de trânsito são:

**a) Padronização** – seguir um padrão legalmente estabelecido, sendo que situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios.

**b) Clareza** – transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão.

**c) Precisão e confiabilidade** – ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade.

**d) Visibilidade e legibilidade** – ser vista à distância necessária, ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão.

A visibilidade e legibilidade também podem ser entendidas como conspicuidade.

O atendimento aos princípios citados em [6] conduzem, como resultado, às seguintes características da sinalização:

- Capacidade de ser interpretada igualmente por todos.
- Capacidade de provocar reações o mais uniformes possível.

Essas 6 características são fundamentais para qualquer sinalização de trânsito, mas são extremamente críticas na sinalização semafórica, pois envolve tomada de decisão (parar ou avançar) em frações de segundo.

A não obediência a qualquer um dos princípios acima pode ser um fator significativo de criação de risco de acidentes.

Com relação à padronização, conforme Neto [7]:

*Pela sua natureza de controlador de correntes de tráfego conflitantes, que lida com decisões tomadas pelos condutores em frações de segundo, o semáforo torna a questão da padronização muito mais relevante do que para outro tipo de sinalização.*

A observação acima é válida para todos os demais princípios e características citadas.

#### **4.1.2. Desempenho relacionado ao entreverdes**

Numa interseção semaforizada, o entreverdes é um período crítico, pois é a transição entre movimentos que irão parar e os movimentos que irão iniciar. Os tipos de acidentes que mais ocorrem em semáforos são as colisões traseiras e as colisões angulares, as quais ocorrem justamente no período do entreverdes.

Assim, o dimensionamento correto do entreverdes é fundamental para garantir o nível de segurança numa interseção semaforizada.

A análise do entreverdes pode ser feita:

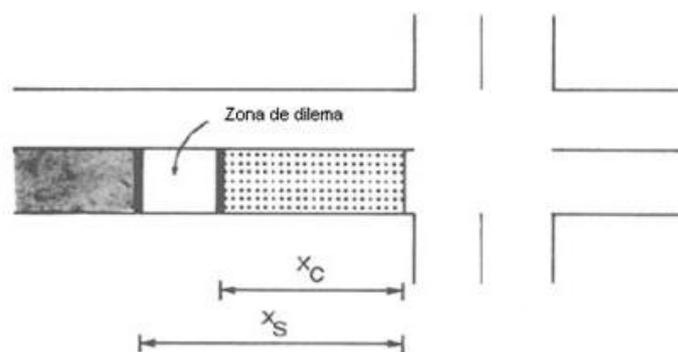
- No final do verde
- No início do verde

No final do verde, o desempenho relacionado ao entreverdes pode ser medido pelo número de veículos que ficam na Zona de Dilema e/ou pela sua extensão. Quanto maior o número de veículos que ficam na Zona de Dilema, piores serão as condições de segurança. O mesmo fato pode ser expresso pela extensão da Zona de Dilema: quanto mais extensa for a Zona de Dilema, maior a probabilidade de o veículo se encontrar nela.

A Zona de Dilema é a região em que, quando o motorista avista o sinal amarelo, ele está tão distante da interseção que ele não terá condições seguras para atravessar a interseção e, simultaneamente, ele está tão próximo da interseção que ele não conseguirá parar de forma segura na linha de retenção.

A Figura 4 mostra a Zona de Dilema [8].

Figura 4 – Zona de Dilema



Na Figura 4,  $x < X_c$  delimita a região em que os veículos devem prosseguir, enquanto que  $x > X_s$  delimita a região em que os veículos devem reduzir a marcha e parar na linha de retenção, sendo que  $x$  é a distância do veículo até a linha de retenção quando o semáforo muda para amarelo.

A Zona de Dilema é definida pela região em que  $X_s > x > X_c$ , região em que não é mais possível parar e nem prosseguir com segurança.

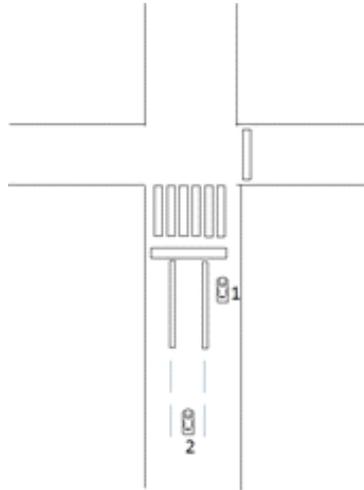
ZEGEER [9] apresenta outra conceituação para a Zona de Dilema. Ele sugeriu que a Zona de Dilema seja definida como a área entre dois pontos nos quais 10 e 90% dos veículos decidem parar.

Em qualquer um dos conceitos, o entreverdes deverá ser dimensionado de forma a minimizar a Zona de Dilema.

Além do problema da Zona de Dilema (que está associado ao final do verde – decisão de prosseguir ou parar), existe outra situação de risco de acidentes associada ao início do verde, quando em condições de trânsito reduzido.

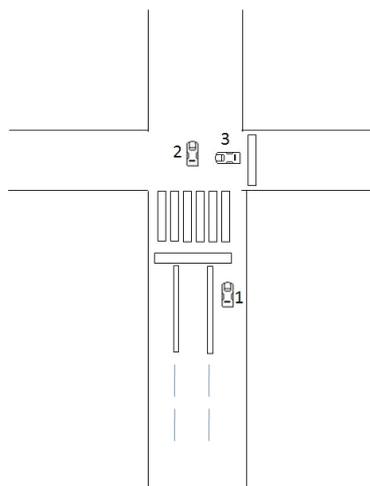
Considere as Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Aproximação do veículo 2 em faixa vazia na mudança do sinal para verde



Na Figura 5, durante todo o período de vermelho só chegou um veículo (veículo 1, que fica parado na linha de retenção aguardando a abertura do sinal verde). As outras duas faixas estão vazias. Quando inicia o sinal verde, se aproxima o veículo 2 numa das faixas vazias o qual, vendo que o sinal mudou para verde, mantém a velocidade para atravessar a interseção. O veículo 2, apesar de estar mais distante da interseção, faz a travessia do cruzamento antes do veículo 1 (que parte do repouso). Poderá haver uma colisão angular se, durante a travessia do veículo 2, houver um veículo 3 na via transversal que tenha passado no final do amarelo ou início do vermelho (Figura 6).

Figura 6 – Possibilidade de colisão entre o veículo 2 e o veículo 3 (que passou no início do vermelho)



## 4.2. Efeito da contagem regressiva com relação aos aspectos “Princípios para uma boa sinalização” e “desempenho relacionado ao entreverdes”.

### 4.2.1. Princípios para uma boa sinalização semafórica

A seguir, é feita uma análise do efeito da contagem regressiva sobre cada característica mencionada no item 4.1.1.

#### a) Padronização

Como pode ser visto pelas fotos do Apêndice, há uma completa falta de padronização não só do grupo focal, mas também do modo como é informado o tempo restante: por meio de indicações luminosas que vão se apagando ou por meio de números decrescentes. Mesmo dentro de cada categoria, há uma grande diversidade de modelos e designs.

Portanto, neste aspecto, nas atuais circunstâncias, não existe a padronização necessária para garantir um nível mínimo aceitável de segurança.

#### b) Clareza

Aqui, devem-se distinguir as duas categorias existentes no que tange ao modo como é informado o tempo restante: por meio de indicações luminosas que vão se apagando ou por meio de números decrescentes.

Figura 7-a

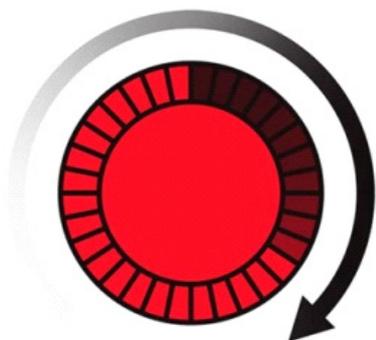


Figura 7-b

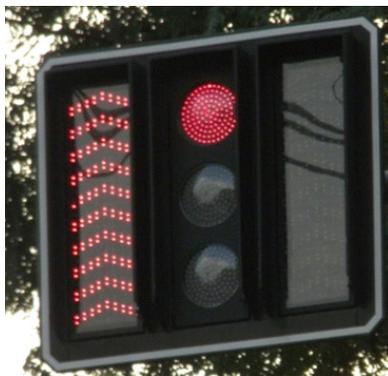


Figura 7-c



As Figuras 7-a, 7-b e 7-c mostram exemplos de grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de indicações luminosas que vão se apagando. Esse tipo de grupo focal não fornece informação objetiva. De fato, cabe a cada motorista interpretar quanto é a duração de cada segmento luminoso.

No exemplo da Figura 7-a, o círculo completo corresponde a quanto tempo? Se metade do círculo já estiver apagada, o que deve concluir o motorista?

No exemplo da Figura 7-b há 10 segmentos (setas) verdes à direita e 10 segmentos (setas) vermelhos à esquerda, numa visão frontal do grupo focal. Durante o tempo de vermelho, todos os segmentos vermelhos ficam acesos e inicia-se a contagem regressiva nos últimos 10 segundos, apagando cada segmento vermelho de 1 em 1 segundo, de cima para baixo.

Durante o tempo de verde, os segmentos verdes ficam alternando de forma sequencial de baixo para cima. Faltando 11 segundos para o término do tempo de verde, todos os segmentos verdes ficam acesos simultaneamente por 1 segundo, quando então inicia a contagem regressiva de 10 segundos, apagando cada segmento de 1 em 1 segundo de cima para baixo. Desnecessário dizer que tal sistema não apresenta a clareza necessária para o motorista.

No exemplo da Figura 7-c, a contagem regressiva começa nos últimos 10 segundos, apagando, de cima para baixo, um círculo luminoso a cada 2 segundos. Como o motorista pode “adivinhar” que cada círculo corresponde a 2 segundos?

Em todos os exemplos da Figura 7, o motorista tem que avaliar, em frações de segundo, com base na sua distância e velocidade, se os segmentos que ainda estão acesos representam um tempo suficiente para fazer a travessia ou não.

Assim, o motorista não recebe uma informação objetiva, pois ele não sabe exatamente qual é o tempo restante. Quanto maior for o número de indicações ou segmentos luminosos, menos clara e mais confusa será a sinalização.

Os grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de números decrescentes não apresentam essa desvantagem, pois a informação fornecida é objetiva e é de fácil compreensão.

Contudo, deve-se fazer uma ressalva para o caso mostrado na Figura 8, onde existem duas contagens regressivas, uma para conversão e outra para o movimento em frente. Devido à quantidade de informações, a sinalização pode não ser de fácil compreensão e ser assimilada de forma imediata por todos os motoristas, principalmente à distância e quando os contadores estiverem indicando números ou até cores diferentes.

**Figura 8 – Grupos focais com contagem regressiva para a conversão à esquerda e em frente**



**c) Precisão e confiabilidade**

Devido a problemas operacionais, o grupo focal com contador regressivo pode apresentar informações falsas aos motoristas, criando condições de insegurança.

Logo, os dispositivos atualmente disponíveis ainda não apresentam a precisão e a confiabilidade necessária. Esses problemas são apresentados posteriormente.

**d) Visibilidade e legibilidade (conspicuidade)**

Normalmente, o grupo focal com contador regressivo apresenta uma conspicuidade maior do que o grupo focal convencional devido ao seu design diferenciado. Contudo, essa qualidade é do grupo focal em si e não do efeito da contagem regressiva.

É por isso que nas cidades onde foi constatada uma redução de acidentes, deve-se verificar se essa redução foi devida ao efeito da contagem regressiva ou se foi devida à maior conspicuidade do novo grupo focal em relação ao antigo. Se o grupo focal anterior, convencional com lâmpada incandescente, for muito antigo e estiver muito desgastado, a diferença na conspicuidade será enorme, comprometendo qualquer comparação.

**e) Capacidade de ser interpretada igualmente por todos**

Aqui, também devem ser diferenciadas as duas categorias existentes no que tange ao modo como é informado o tempo restante: por meio de indicações luminosas que vão se apagando ou por meio de números decrescentes.

Os grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de indicações luminosas que vão se apagando não apresentam a capacidade de serem interpretadas de forma igual por todos os motoristas. De fato, cada motorista deve interpretar (talvez, o termo correto seria “adivinhar”) quanto tempo ainda resta. Assim, cada motorista pode ter uma ideia diferente de quanto tempo ainda resta.

Os grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de números decrescentes não apresentam essa desvantagem, pois todos os motoristas irão interpretar o número mostrado da mesma forma.

**f) Capacidade de provocar reações o mais uniformes possível**

Vamos analisar as duas situações possíveis: final de verde e início de verde.

Nos instantes finais de verde, o motorista, poderá decidir por uma das seguintes ações:

- Acelerar ou manter a mesma velocidade com objetivo de passar.
- Reduzir a marcha com objetivo de parar.

Diante da mesma informação, pode haver duas reações distintas e conflitantes entre si, o que certamente não gerará ações uniformes. Essa disparidade de ações aumenta a chance de colisões traseiras (o veículo da frente resolve parar, mas o veículo de trás resolve acelerar).

As reações antagônicas já ocorrem mesmo sem a contagem regressiva. Quando o sinal muda para amarelo, alguns motoristas decidem parar e outros decidem avançar. O risco aumenta quando um veículo, que está mais distante da linha de retenção em relação a um veículo que resolveu parar, decide avançar.

Entretanto, com a contagem regressiva, a tendência é que motoristas mais agressivos, diante da informação do fim de verde, acelerem o seu veículo mesmo estando ainda distantes da linha de retenção. Por outro lado, motoristas de perfil mais cauteloso, diante da informação do fim de verde, tendem a desacelerar para parar, mesmo estando mais próximo da linha de retenção em relação a um veículo que decidiu avançar. Dessa forma, a contagem regressiva potencializa e acentua essa disparidade de ações.

Da mesma forma, no final do vermelho e início de verde, poderá haver ações distintas. Diante da informação de que o vermelho está prestes a acabar, alguns motoristas poderão já iniciar a travessia da interseção mesmo antes da abertura do verde, enquanto outros permanecem aguardando a abertura do sinal verde.

Entretanto, se o conjunto dos motoristas tiver um perfil homogêneo, de cautela e prudência, a contagem regressiva poderá produzir um efeito mais uniforme entre os motoristas. Essa pode ser a explicação para o resultado de alguns estudos feitos em Singapura e Malásia que mostraram uma redução nas transgressões ao sinal vermelho com o uso do contador regressivo. Por outro lado, se o perfil dos motoristas for bem heterogêneo, a contagem regressiva tenderá a aumentar o número de transgressões ao sinal vermelho, como aconteceu em São Paulo [3].

#### **4.2.2. Desempenho relacionado ao entreverdes**

A Zona de Dilema é definida quando o sinal muda para amarelo, pois é neste instante que o motorista deve decidir se deve prosseguir ou parar. Com a contagem regressiva, o instante de decisão passa a ser subjetivo: o motorista poderá tomar a decisão quando a contagem estiver em 8, 7, 6 segundos e assim por diante. É como se o início do amarelo ocorresse 8 segundos antes do término do verde para um motorista, 7 segundos para outro, e assim por diante. Com a variação do instante de decisão, as distâncias  $X_c$  e  $X_s$  da Figura 4 ficam indefinidas e, por conseguinte, a Zona de Dilema fica indefinida e fluida, o que significa piores condições de segurança (pois, como já foi dito, deve-se reduzir ao máximo a extensão da Zona de Dilema). Na prática, a contagem regressiva funciona como uma antecipação do amarelo, com o agravante de que essa antecipação varia de motorista para motorista. Isso significa que a contagem regressiva altera o efeito do entreverdes, sendo que o entreverdes efetivo, aquele experimentado pelo motorista, não é mais aquele configurado no controlador e é variável de indivíduo para indivíduo.

Vale destacar ainda o uso de verde piscante para informar que o fim de verde está iminente. Segundo menciona SPIGOLON [1]:

*Elvik & Vaa (2004) citam que o emprego do verde piscante avisando que a luz verde está prestes a se apagar é previsto conduzir a um aumento entre 30% e 56% (média de 42%) dos acidentes com vítimas.*

*Ferraz et al (2008) colocam o seguinte: “O verde piscante não é utilizado no Brasil. No entanto, algumas cidades têm utilizado grupos focais com indicação digital junto ao grupo focal do tempo restante de verde e de vermelho, ou grupo focal constituído de um conjunto de lâmpadas que vão, uma a uma, sendo apagadas, para dar ideia do tempo restante de verde e de vermelho. Como esses dois sistemas passam aos usuários informações similares ao do verde piscante, é de supor que os impactos na acidentalidade viária sejam similares”.*

Com relação ao início do verde, a situação descrita nas Figuras 5 e 6 se agrava, aumentando em muito a chance de colisão angular. Na Figura 5, sem a contagem regressiva, o veículo 2 decide manter a marcha quando o sinal muda para verde. Logo, quando estiver na área de conflito da interseção, com certeza o sinal já estará verde para ele (e vermelho para a transversal). Com o contador regressivo, o veículo 2 poderá decidir fazer a travessia do cruzamento quando o semáforo ainda está no vermelho (digamos quando faltarem ainda 5 segundos para terminar o vermelho). Dependendo da sua distância e da sua velocidade, ele poderá chegar na área de conflito da interseção ainda no vermelho.

Ainda com relação ao início do verde, vale ressaltar o descrito em [10]:

*Há muitos anos, no Brasil, também era aplicada a ideia de avisar os veículos parados de que seu verde estava para surgir. Entretanto, a forma de viabilizar essa ideia apresentava dois grandes erros, o que acabou gerando um grande número de acidentes. O primeiro erro é que em vez de usar uma indicação específica, como o amarelo + vermelho, por exemplo, mostrava-se simplesmente o foco amarelo. A consequência é que o motorista que chegava ao semáforo naquele intervalo não sabia se o amarelo que estava vendo era o amarelo antes do verde ou o amarelo depois do verde. O segundo erro, mais grave ainda, é que os veículos que estavam perdendo direito de passagem ainda estavam no amarelo durante este intervalo. Dessa forma, havia um intervalo durante o qual todos os veículos do cruzamento recebiam amarelo, tanto os que perdiam o direito de passagem como os que estavam para ganhá-lo. Evidentemente, o número de acidentes causado por esse tipo de programação foi enorme e a solução foi abandonada.*

Os instantes finais da contagem regressiva do tempo de vermelho funcionariam como se fosse o amarelo após o vermelho do esquema relatado acima, incentivando que os motoristas iniciem o seu movimento antes da abertura do verde, sendo que o movimento conflitante ainda está recebendo o sinal amarelo. É como se estivesse amarelo para os dois lados. Ora, a sinalização relatada em [10] foi abolida por causa do alto risco de acidentes, sendo que o grupo focal veicular com contagem regressiva recria a ideia, já abandonada há muitos anos.

## 5. PROBLEMAS OPERACIONAIS

Há várias situações em que podem ocorrer mensagens falsas:

- Falha de equipamento
- Troca de plano no controle semafórico em tempo fixo em semáforo isolado
- Troca de plano no controle semafórico em tempo fixo numa rede coordenada
- Ocorrência de estágio dispensável
- Operação em controle manual

No caso do grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de indicações luminosas que vão se apagando, se houver a queima de uma ou mais indicações luminosas, a informação que o motorista estará recebendo poderá ser falsa.

A Figura 9 mostra uma situação em que houve a queima de uma indicação luminosa.

Figura 9 – Queima de uma indicação luminosa



Da mesma forma, no caso de grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de números decrescentes, se houver a queima de algum dígito, o motorista poderá ser “enganado” por uma informação falsa.

Às vezes, ocorrem outros tipos de falha como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Divergência na indicação luminosa



No caso de troca de plano num semáforo isolado, conforme relatório da CET/SP [11]:

*- quando há mudança de plano e o tempo de verde do estágio aumenta em relação ao anterior, o dispositivo mantém o último dos indicadores aceso por mais tempo do que na situação normal, permanecendo aceso até o final do verde. No ciclo seguinte, ele volta a operar normalmente;*

*- quando há mudança de plano e o tempo de verde do estágio diminui, o dispositivo corta para o vermelho abruptamente. Verificamos casos em que a indicação passou para o vermelho após apenas parte dos cinco indicadores apagarem e outros em que a transição para o vermelho se deu com os cinco indicadores acesos;*

*- processo semelhante acontece no vermelho. Na troca de plano ele pode aumentar o tempo em que o último indicador fica aceso, quando o tempo de vermelho programado do plano seguinte for maior do que o anterior ou, caso contrário, cortar de forma abrupta a indicação regressiva e ir direto para o amarelo, sem completar o apagamento de todos os indicadores.*

No caso de troca de plano numa rede semaforica coordenada, as mensagens falsas podem ocorrer por mais tempo porque durante o período de transição de planos o controlador leva um a dois ciclos para se resincronizar. Nesse período, os tempos de verde são ajustados, preservando-se apenas os verdes mínimos de segurança, visando o sincronismo da rede. Logo, o dispositivo de contagem regressiva não tem como saber os tempos semaforicos

nesse período. Como o mecanismo de contagem regressiva memoriza os tempos referentes ao último ciclo, o sistema vai exibir informações falsas. Imaginemos que o verde do plano que termina é de 43 segundos e que o verde mínimo de segurança seja de 6 segundos. Nessas condições, na troca de planos poderá ocorrer a seguinte sequência na contagem regressiva: 43, 42, 42, 40, 39, 38 e termina o verde! Então, o motorista, que pensava que ainda teria 38 segundos de verde, é surpreendido pelo amarelo. O sistema de contagem regressiva poderá levar até 3 ciclos para voltar a exibir informação correta, uma vez que o controlador pode levar até 2 ciclos para se sincronizar.

Esse fenômeno, tanto em semáforo isolado como numa rede coordenada, pode ocorrer várias vezes ao dia, sempre que ocorrer uma troca de planos.

No caso de estágios dispensáveis, o sistema de contagem regressiva também vai mostrar informações falsas para o motorista. Conforme relatório da CET/SP [11]:

*Outro problema que ocorre com maior frequência e, por isso, mais grave, é a informação errada mostrada no dispositivo regressivo quando há acionamento da botoeira, em locais que possuem estágio de pedestres. O já citado semáforo da Rua Pedro de Toledo X Rua Napoleão de Barros é um dos casos em que há estágio de pedestres acionado por botoeira.*

*Como esse semáforo está em uma rede e, portanto, seu tempo de ciclo deve ser sempre o mesmo dos demais equipamentos dessa rede, a cada acionamento da botoeira o tempo de verde de um dos estágios veiculares é reduzido. Se ninguém aperta a botoeira esse tempo de verde não é alterado. Como os acionamentos de botoeira são aleatórios, os tempos de verde de uma das vias são alterados também de forma aleatória. Cada vez que o tempo de verde é alterado, no ciclo seguinte o dispositivo regressivo mostra a informação errada ao motorista.*

No caso de operação em controle manual, os tempos são determinados pelo agente de trânsito. Logo, o sistema também estará fornecendo informações falsas durante todo o período da operação em controle manual.

Os grupos focais com contagem regressiva também não poderão ser utilizados em sistemas de controle semafórico em tempo real ou em sistemas atuados, pois nesses sistemas os tempos semafóricos são variáveis, o que fará com que informações falsas serão mostradas aos motoristas de forma sistemática.

## 6. ANÁLISE DE SPIGOLON [1]: SEMÁFORO: GRUPO FOCAL CONVENCIONAL X GRUPO FOCAL COM INFORMAÇÃO DO TEMPO DE VERDE/VERMELHO RESTANTE

O estudo de SPIGOLON [1] analisa três diferentes modelos de grupo focal com indicação do tempo de verde/vermelho restante em três cidades paulistas.

- a) Por intermédio de focos com tamanho normal que vão se apagando acima do foco usual que se mantém aceso: 6 interseções na cidade de São Carlos – São Paulo.

Figura 11 – Foco utilizado no estudo em São Carlos



- b) Com focos de tamanho pequeno com luzes que vão se apagando situadas ao lado dos focos de tamanho normal que se mantém acesos: 7 interseções na cidade de Ribeirão Preto – São Paulo.

Figura 12 – Foco utilizado no estudo em Ribeirão Preto



c) Com visor contendo informação digital ao lado dos focos de tamanho normal que se mantém acesos: 7 interseções na cidade de Piracicaba – São Paulo.

Figura 13 – Foco utilizado no estudo em Piracicaba



A autora do estudo adota a metodologia proposta por HAUER [12], conhecida como “método ingênuo” (*naïve method*). O método ingênuo consiste basicamente numa comparação de histórico de acidentes antes e depois da implantação da medida, com um devido tratamento estatístico. Os resultados do estudo estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1

| Cidade         | Grupo Focal   | Redução de acidentes (1 ano antes e 1 ano depois) |                                      |
|----------------|---|---|--------------------------------------|
|                |   | Antes-Depois Sem Grupo de comparação              | Antes-Depois Com Grupo de comparação |
| São Carlos     |  | 34%   | 45%                                  |
| Ribeirão Preto |  | 5%  | 16%                                  |
| Piracicaba     |  | 35%   | --                                   |

Com base nesses resultados, a autora conclui:

*“Dessa forma, pode-se dizer que a mudança de grupo focal com informador de tempo na via principal trouxe significativo benefício para a segurança no trânsito nas interseções.”*

## ANÁLISE CRÍTICA

Embora a autora tenha adotado como metodologia o método ingênuo de HAUER [12], observa-se que o método foi adotado apenas no que se refere à parte algébrica do tratamento estatístico. A autora não levou em consideração várias premissas do método ingênuo, consideradas fundamentais por HAUER [12], sem as quais o resultado não possui nenhum significado real. Entre essas premissas, pode-se destacar:

a) Acidentes alvo (*target accidents*): os acidentes alvo são os acidentes que são afetados pela medida implantada. Por exemplo: para avaliar a melhoria de segurança de uma medida como a iluminação de faixas de pedestres, os atropelamentos que ocorreram no período diurno não devem ser considerados no estudo, pois são acidentes que não são afetados pela medida implantada. No estudo em questão, a autora não especifica que tipos de acidentes foram considerados. Tendo em vista a natureza do estudo, os acidentes alvo deveriam ser preferencialmente aqueles que ocorrem no período de entreverdes.

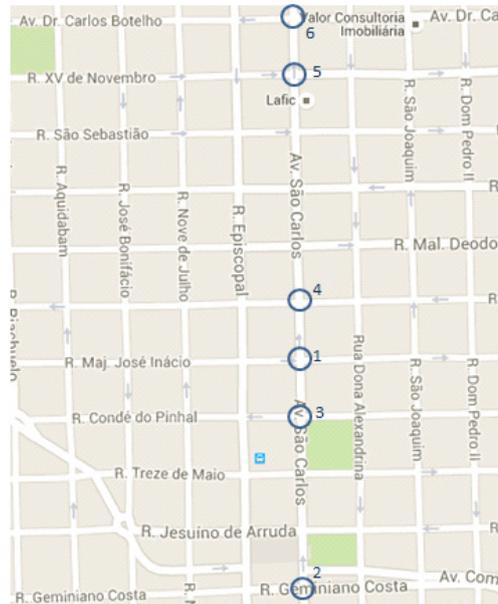
b) Regressão para a média: a autora não fornece nenhuma informação sobre como os locais foram selecionados. Se os locais onde foram implantados os grupos focais com contador regressivo foram selecionados pelo seu alto índice de acidentes, então o estudo está totalmente viciado pelo efeito da regressão para a média, que pode ser altamente significativo, da ordem de até 60%, por exemplo, de redução de acidentes, sem que nenhuma medida tenha sido aplicada. Maiores detalhes sobre o fenômeno de regressão para a média podem ser vistos em MING [13].

c) Influência de outros fatores, conhecidos como fatores de confusão (ver ELVIK [14]).

d) Defasagem entre as interseções: a autora não informa a posição relativa das interseções e se as interseções operavam como uma rede semaforica, bem como não analisa o efeito da contagem regressiva na progressão dos movimentos. No caso de haver defasagem entre as interseções, é possível que não se possa aplicar o método de HAUER [12] para essas interseções, pois o método tem por hipótese de que os acidentes que ocorrem num local são estatisticamente independentes dos acidentes que ocorrem nos demais locais. Como os acidentes alvo são preferencialmente aqueles que ocorrem no período de entreverdes, com a defasagem entre as interseções é possível que os acidentes que ocorrem numa interseção no período de entreverdes não sejam independentes dos acidentes que acontecem na interseção adjacente.

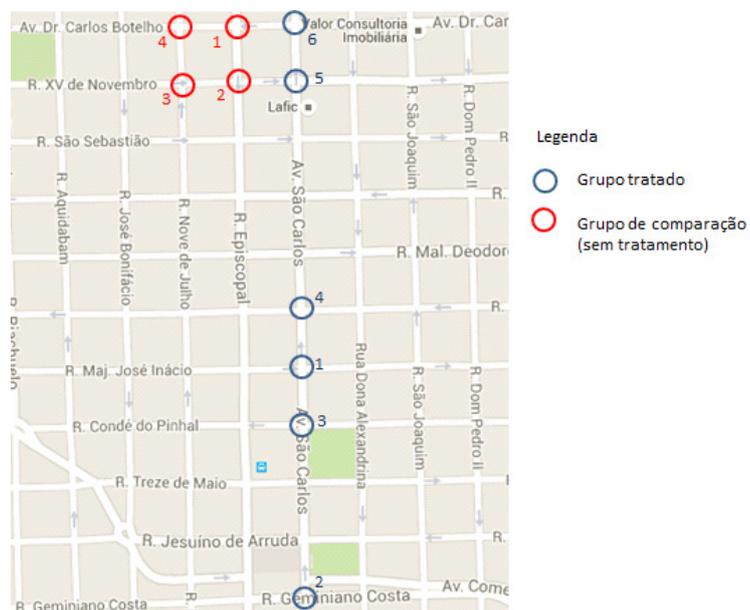
Ver, por exemplo, na Figura 13 a localização das interseções em São Carlos. Supondo que a Av. São Carlos seja a via principal, a dúvida é se as interseções 1, 3 e 4, bem como as interseções 5 e 6, estão sincronizadas.

Figura 13 – Localização das interseções em São Carlos



e) Grupo de Comparação: a autora não fornece nenhuma informação sobre como as interseções dos grupos de comparação foram selecionadas. A única justificativa para os Grupos de Comparação encontrada é: “Comparação do desempenho dos mesmos grupos de semáforos dotados de grupo focal com informador de tempo considerados no estudo anterior com o desempenho de um grupo de semáforos dotados de grupo focal convencional com **características semelhantes**, sendo quatro em São Carlos e cinco em Ribeirão Preto.” No entanto, não são explicitadas quais são essas características.

Figura 14 – Localização das interseções do Grupo de Comparação em São Carlos



Supondo que a Av. São Carlos seja a via principal, nada indica que as 4 interseções do Grupo de Comparação tenham características de tráfego semelhantes com as das 6 interseções da Av. São Carlos em termos de fluxo, travessia de pedestres, uso de solo, etc.

O método de HAUER [12] estabelece que o Grupo de Comparação precisa ser tal que  $E\{w\} \cong 1$  e  $VAR\{w\} \cong 0$ . A autora, por falta de dados históricos de acidentes, simplesmente assumiu, sem nenhuma justificativa, que  $E\{w\} = 1$  e  $VAR\{w\} = 0^1$ , o que pode não ser verdade para o Grupo de Comparação selecionado, invalidando os resultados obtidos. Conforme a própria autora: “ $VAR\{w\}$  é estimado como zero devido à falta de um histórico de acidentes mais longo”. Ora, a falta de dados não significa que a hipótese adotada seja verdadeira. Se não houver disponibilidade dos dados necessários, não se poderia aplicar o método. Por outro lado, não há nenhuma menção explícita no trabalho sobre  $E\{w\}$  que é assumido simples e implicitamente como sendo 1.

f) Intervalo de confiança: a autora não faz uma análise do intervalo de confiança dos resultados obtidos. A seguir, reproduzimos a Tabela 1 conforme segue:

Tabela 2

| Cidade         | Grupo Focal   | 1 ano antes e 1 ano depois<br>Sem Grupo de Comparação |                            |  |  |
|----------------|---|---|----------------------------|--|--|
|                |   | Redução de acidentes em %                             | Desvio padrão $\sigma$ (%) | Intervalo de confiança 95% ( $\pm 2\sigma$ ) (%) | Intervalo de confiança 95% ( $\pm 2\sigma$ ) (acidentes) |
| São Carlos     |  | 34%   | 14%                        | 34% $\pm$ 28%<br>= [6%; 62%]                     | [3; 34]  |
| Ribeirão Preto |  | 5%  | 22%                        | 5% $\pm$ 48%<br>= [- 43%; 53%]                   | [- 14; 18]   |
| Piracicaba     |  | 35%   | 14%                        | 35% $\pm$ 28%<br>= [8%; 63%]                     | [4; 35]  |

Pode-se observar pela Tabela 2 que em Ribeirão Preto existe a probabilidade de ter havido um aumento de acidentes em vez de redução.

Devido a tantas incertezas e variáveis não controladas, a conclusão do estudo não poderia ter sido que a redução de acidentes observada foi devido à colocação do grupo focal com contador regressivo. A conclusão correta deveria ter sido algo semelhante ao que HAUER [12] ressalva:

*“A mudança notada na segurança reflete não apenas o efeito do tratamento, mas também o efeito de fatores como o tráfego, meteorologia (tempo), frota de veículos, etc. Não se sabe que parte da mudança pode ser atribuída ao tratamento e que parte se deve às várias outras influências.”*

<sup>1</sup>  $E\{w\}$  e  $VAR\{w\}$  são a esperança e a variância de  $w$ , respectivamente.  $w$  é a variável aleatória representada por  $w = rc/rt$ , onde  $rc = v/\mu$  é a razão entre o número esperado de acidentes do período “depois” e o número esperado de acidentes do período “antes” do Grupo de Comparação e  $rt = \pi/k$  é a razão entre o número esperado de acidentes do período “depois” e o número esperado de acidentes do período “antes” do grupo com a aplicação do tratamento.

*Se existe a mais leve suspeita de que a decisão de tratar as entidades foi influenciada por seu registro de acidentes passado, e que o mesmo registro de acidentes passado foi utilizado como parte dos dados do período “antes”, deve-se acrescentar:*

*“A mudança notada em segurança pode ser, em parte, devido à regressão espontânea para a média e não devido ao tratamento.”*

## 7. RESUMO DE OUTROS ESTUDOS

### a) [3] Semáforos veiculares com temporizador – Avaliação preliminar sobre seu impacto na segurança do trânsito – Estudo interno – CET/SP – Março de 2005

Local da instalação: Av. Santo Amaro x Rua Baltazar da Veiga – Cidade de São Paulo.

Data a instalação: 11/10/2003.

Número de interseções: 1.

Modelo de grupo focal:



Coleta de dados: número de transgressões ao sinal vermelho captadas por dispositivo de fiscalização automática de transgressão ao sinal vermelho.

Observação: foi dado um período de 3 semanas após a instalação para que os usuários da via se acostumassem com o novo grupo focal.

Resultados obtidos:

|   | Período Diurno |          | Período Noturno |          |
|---|----------------|----------|-----------------|----------|
|   | “Antes”        | “Depois” | “Antes”         | “Depois” |
| Número de horas avaliadas                         | 268,26         | 269,85   | 1.103,89        | 1.046,30 |
| Número de transgressões ao sinal vermelho         | 331            | 420      | 17.642          | 16.085   |
| Média de transgressões ao sinal vermelho por hora | 1,23           | 1,56     | 15,98           | 15,37    |
| Variação em %                                     | ---            | 26,8%    | ---             | - 3,8%   |

Observação: O período noturno é basicamente o período de madrugada.

Conclusão: Houve um aumento de transgressões ao sinal vermelho com o uso do contador regressivo no período diurno de quase 27%.

### b) [4] Comparativo de acidentes de trânsito e vítimas – Períodos anteriores e posteriores à instalação de semáforos gradativos – Estudo interno – Curitiba

Local da instalação: Av. Comendador Franco – Curitiba.

Data a instalação: Maio/2003.

Número de interseções: Sem informação.

Modelo de grupo focal: Sem informação.

Coleta de dados: número de acidentes, número de vítimas e número de mortos.

Resultados obtidos:

|                        | Nº de acidentes | Nº de vítimas | Nº de mortos<br>(no local) |
|------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|
| “Antes”<br>(12 meses)  | 71              | 100           | 1                          |
| “Depois”<br>(12 meses) | 106             | 128           | 5                          |
| Variação               | 49,3%           | 28,00%        | 400,00%                    |
| “Antes”<br>(18 meses)  | 98              | 134           | 2                          |
| “Depois”<br>(18 meses) | 161             | 196           | 5                          |
| Variação               | 64,3%           | 46,27%        | 150,00%                    |
| “Antes”<br>(24 meses)  | 137             | 185           | 2                          |
| “Depois”<br>(24 meses) | 225             | 276           | 5                          |
| Variação               | 64,2%           | 49,19%        | 150,00%                    |

Conclusão: Houve um aumento significativo de acidentes no período depois da implantação do contador regressivo. Entretanto, por falta de informações, não se sabe qual a parcela desse aumento de acidentes pode ser atribuída ao contador regressivo e qual é a parcela que pode ser atribuída a outros fatores.

**c) [15] Relatório Técnico – Análise da Eficácia do Temporizador Veicular em Interseções SemafORIZADAS – Fortaleza.**

Local da instalação: Av. Raul Barbosa x Av. Murilo Borges e Av. Domingos Olímpio x Av. Aguanambi.

Data a instalação: Maio/2002.

Número de interseções: 2.

Modelo de grupo focal:



Observação: o temporizador só é acionado nos 15 segundos finais do verde.

Coleta de dados: número de acidentes, número de passagens no entreverdes (contado com base em vídeo).

Observação: A avaliação do entreverdes foi feita em períodos com o temporizador ligado e desligado (em vez de “antes” e “depois” da implantação).

Resultados obtidos:

Acidentes:

*Apesar de ter havido uma redução no número de acidentes, no período posterior à instalação do temporizador, não podemos afirmar que essas pequenas reduções são significativas estatisticamente e nem que elas obedecem a uma tendência. Atribuir essa redução ao uso do temporizador seria uma afirmação precipitada, já que vários fatores influenciam a ocorrências de acidentes, dando a esse evento um comportamento extremamente aleatório.*

Entreverdes:

*Das oito comparações realizadas, quatro por aproximação, cinco apresentaram diferença no comportamento dos motoristas. Dessas, quatro apresentaram redução e em apenas uma verificou-se aumento na quantidade de veículos passando no entreverdes. Todas as comparações que apresentaram diferença significativa indicaram um aumento no coeficiente de variação, apontando para um aumento na variação do comportamento dos motoristas.*

**d) [16] Acceptability of Countdown Signals at an Urban Signalized Intersection and Their Influence on Drivers Behaviour. Rijavec, Robert; Zakovšek, Jure; Maher, Tomaž (2013).**

Este artigo explora como o contador regressivo afeta a reação dos motoristas.

Foi focada a análise de violações dos períodos de vermelho/amarelo, vermelho e amarelo.

As medições foram feitas em Ljubljana, capital de Eslovênia, em uma interseção de 4 aproximações onde grupos focais com contador regressivo foram instalados em aproximações opostas. Foi usada detecção por vídeo, com software de detecção da Autoscope.

Os resultados das medições de campo mostraram que a taxa de violações ao vermelho e/ou ao amarelo é maior quando o contador regressivo é desligado.

A tabela abaixo mostra os resultados, onde ON-1-2 significa os dois primeiros dias com o dispositivo ligado, ON-6-7 o sexto e o sétimo dia com o dispositivo ligado, OFF-1-2 os dois primeiros dias com o dispositivo desligado etc.

| Período |          | Amber  | Red   | Amber/Red | Total  |
|---------|----------|--------|-------|-----------|--------|
| ON-6-7  | Violação | 100    | 2     | 11        | 113    |
|         | Volume   | 690    | 690   | 690       | 690    |
|         | %        | 14,49% | 0,29% | 1,59%     | 16,38% |
| OFF-1-2 | Violação | 213    | 6     | 0         | 219    |
|         | Volume   | 1310   | 1310  | 1310      | 690    |
|         | %        | 16,26% | 0,46% | 0,00%     | 31,74% |
| OFF-6-7 | Violação | 214    | 6     | 0         | 220    |
|         | Volume   | 1215   | 1215  | 1215      | 690    |
|         | %        | 17,61% | 0,49% | 0,00%     | 31,88% |
| ON-1-2  | Violação | 115    | 2     | 8         | 125    |
|         | Volume   | 796    | 796   | 796       | 690    |
|         | %        | 14,45% | 0,25% | 1,01%     | 18,12% |

**e) [17] *A Before-and-After Study on Green Signal Countdown Device Installation.* Lum, K. M., Halim, H.**

Foi feito um estudo sobre o uso de um contador regressivo para o sinal verde em Singapura. O número de violações ao vermelho diminuiu 65% em um período de 1,5 meses após a instalação do contador regressivo. Observações posteriores mostraram que, após 7,5 meses, o número de violações praticamente voltou ao nível anterior à instalação do contador.

**f) [19] *Study on the Influence of Signal Countdown Device on Traffic Safety of Intersections,* Li, K., Dong, S., Sun, J., Yu, X.**

Os autores concluíram que a contagem regressiva no sinal verde aumenta o número de acidentes. A contagem regressiva no vermelho aumenta a duração do verde efetivo (os motoristas iniciam a marcha antes), reduzindo a segurança da interseção.

**g) [20] *Exploring Impacts of Countdown Timers on Traffic Operations and Driver Behaviour at a Signalized Intersection in Bangkok.* Limanond, T., Prabjabok, P., Tippayawong, K.**

Os autores investigaram o efeito de contadores regressivos em Bangkok e concluíram que o tempo perdido no início do verde reduziu de 8,32 s para 6,53 s (22%). Por outro lado, o número total de violações ao sinal vermelho reduziu de 50%. Eles também conduziram uma pesquisa de opinião onde mais da metade dos motoristas acham que o contador regressivo reduz o estresse enquanto aguardam o sinal vermelho. Quase todos os motoristas foram favoráveis à instalação do dispositivo.

Os motoristas são, em geral, favoráveis à contagem regressiva. Se a decisão sobre a sua instalação for baseada apenas na opinião dos motoristas, é certamente uma decisão “fácil”. Contudo, tal instalação precisa ser previamente avaliada e justificada.

Os autores estão convencidos de que os resultados podem ser diferentes para diferentes cidades ou países. A observação da reação de motoristas em locais com alto volume ou em áreas mais rurais pode também ser interessante.

**h) [21] *Traffic Flow Analysis of Digital Count Down Signalized Urban Intersection.* Kidwai, Farhan Ahmad; Ibrahim, Mohd Rasdan; Karim, Mohamed Rehan (2005).**

O objeto do estudo foi analisar o efeito do contador regressivo na capacidade da aproximação e no número de violações ao sinal vermelho.

Para o estudo do efeito do contador regressivo no número de violações ao sinal vermelho, a análise foi feita em 7 interseções, 4 com o contador regressivo e 3 sem, numa área não central de Kuala Lumpur, Malásia. Os resultados foram comparados entre os dois tipos de interseção (com e sem contador). Todas as interseções estão situadas próximas uma da outra e as características geométricas e condições de tráfego e de controle são similares. Foi utilizado vídeo para processar os dados de campo. Os dados foram obtidos em dias úteis, com tempo bom. Foram considerados apenas os ciclos com veículos durante o período de transição de estágios (entreverdes). Os ciclos em que não havia veículos na aproximação durante o período de transição não foram utilizados na análise.

Para as interseções sem o contador há uma média de 66,2% de violações (*RLR – Red Light Running*), enquanto que as interseções com contador regressivo o RLR é 37,1%. O RLR é calculado com base nos ciclos onde há veículos na aproximação durante o período de transição.

A alta ocorrência de RLR nas interseções sem a contagem regressiva pode ser atribuída a um tempo de amarelo não adequado.

**i) [22] *Driver Responses to Green and Red Vehicular Signal Countdown Displays: Safety and Efficiency Aspects.* Chiou, Yu-Chiun; Chang, Chien-Hua.**

Para facilitar a decisão dos motoristas de prosseguir ou parar durante os períodos de transição de estágio e reduzir sua impaciência na espera durante a fase vermelha, muitos países têm instalado displays com informação de contagem regressiva nos semáforos (GSCD para verde e RSCD para vermelho). Tomando Taiwan como exemplo, desde a primeira instalação de GSCD em Hshinjhu City em 2000, um total de 1036 interseções de 22 países/cidades já instalaram esse tipo de dispositivo (GSCD, RSCD ou ambos) até o final de 2007.

Em Taiwan, uma pesquisa do Chen et al. do Institute of Transportation [23] examinou os efeitos de RSCD (*Red Signal Countdown*) e GSCD (*Green Signal Countdown*) na segurança de uma interseção. Especificamente, o estudo examinou o número de acidentes fatais e com vítima durante o período 2003-2006 em 187 interseções em um estudo de 1 ano “antes” e 1 ano “depois” da instalação de RSCD e GSCD. Os resultados mostraram que o número de acidentes fatais e com vítima nas interseções com GSCD aumentou 100%, enquanto que esse número reduziu em 50% nas interseções com RSCD. Para as interseções com RSCD e GSCD, o número desse tipo de acidentes aumentou em 19%. Baseado nessas comparações, CHEN et al. (2007) [23] postulou que motoristas tendem a acelerar agressivamente quando é fornecida a informação do tempo de verde restante, induzindo a um aumento de acidentes. Por outro lado, com o RSCD, os motoristas tendem a obedecer mais o sinal vermelho. Consequentemente, CHEN et al. (2007) [23] recomendou às autoridades locais a evitar instalar o GSCD, mas que seja considerada a instalação do RSCD em interseções com longo tempo de vermelho e/ou em interseções de vários estágios para aliviar a impaciência e/ou confusão dos motoristas que aguardam o vermelho. Essas recomendações foram feitas apesar de não haver evidências nos comportamentos postulados.

Duas abordagens podem ser utilizadas para investigar como um dispositivo pode influenciar o comportamento humano: análise do tipo “antes-depois” e a análise “com-ou-sem”.

Nesse artigo, o estudo do GSCD foi feito com base em “com-ou-sem” o dispositivo. Foram selecionadas duas interseções consecutivas: uma com GSCD e outra sem GSCD. As duas interseções apresentam geometria e condições de controle e de tráfego similares. Foi incluído no tempo de verde restante o tempo de amarelo, num total de 10s. Após o amarelo, segue um intervalo de 4 s de vermelho total. As observações foram feitas 1,5 ano após a implantação do GSCD.

Para o estudo do RSCD foi adotada a análise “antes-depois” numa interseção. Foram feitas 4 observações: uma antes da implantação do RSCD, 1,5 meses após a implantação, 3 meses após e 4,5 meses após. Todas as 4 observações foram feitas em manhãs de sexta-feira.

As observações foram feitas usando-se câmeras de vídeo sincronizadas, seguidas por medições e contagens manuais. As observações foram feitas em dois períodos: 07:00 – 09:00 h e 09:00 – 11:00 h. Foram colocadas listras brancas marcadas em intervalos de 5 m nas aproximações para marcar a distância dos veículos à linha de retenção.

## ANÁLISE DO GSCD

Na interseção com GSCD foram excluídos os ciclos nos quais não havia veículos nos últimos 10 segundos de verde + amarelo. Um total de 40 e 39 ciclos com pelo menos 1 veículo presente foram analisados no período de pico e período fora de pico, com 311 e 187 veículos, respectivamente. Não foi observado congestionamento em ambas as interseções. Para a interseção sem o GSCD, foram considerados 33 e 40 ciclos nos quais havia pelo menos um veículo nos períodos pico e fora de pico, com um total de 129 e 145 veículos, respectivamente.

a) *Late-stopping* (porcentagem de motoristas que cruzam a linha de retenção após o sinal se tornar vermelho)

O resultado de “*late-stopping*” está apresentado na Tabela abaixo.

| Distância da linha de retenção no início do vermelho (m) |                                    | 0-5    | 6-10   | 11-15  | 16-20  | Total  |
|--|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Com GSCD   | Número de “ <i>late-stopping</i> ” | 9      | 2      | 1      | 5      | 17     |
|  | Total número de veículos           | 26     | 10     | 7      | 16     | 59     |
|  | %                                  | 34,62% | 20,00% | 14,29% | 31,25% | 28,81% |
| Sem GSCD   | Número de “ <i>late-stopping</i> ” | 5      | 1      | 1      | 2      | 9      |
|  | Total número de veículos           | 6      | 2      | 4      | 4      | 16     |
|  | %                                  | 83,33% | 50,00% | 25,00% | 50,00% | 56,25% |

Observações: Os autores não esclarecem as seguintes questões:

Por que o total de veículos é bem menor sem GSCD do que com GSCD?

O total de veículos é referente aos últimos 10 segundos (verde + amarelo) a menos de 20 m da linha de retenção?

b) Zona de Dilema

Baseado no conceito de ZEGEER [9] foram medidos os comprimentos da Zona de Dilema nas duas interseções.

A Zona de Dilema da interseção com GSCD varia de 17 m a 75 m (comprimento de 58 m) da linha de retenção, enquanto que para a interseção sem GSCD a Zona de Dilema varia de 32 a 62 m (30 m de comprimento). Assim, com o GSCD há um aumento de 28 m na extensão da Zona de Dilema em relação à interseção sem o GSCD, implicando uma maior divergência de comportamento entre os motoristas. Com base nesta informação, motoristas mais conservadores tomam a decisão de parar quando estão mais longe da linha de retenção, enquanto que motoristas mais agressivos decidem parar apenas quando estão bem mais próximos da linha de retenção. Tais decisões divergentes indicam um impacto negativo na segurança da interseção.

c) Decisão de prosseguir

Para melhor entender a decisão do motorista de prosseguir a travessia diante de uma contagem regressiva de 10 s (verde + amarelo), foi empregada um modelo de regressão logística binária para identificar os fatores significativos que afetam a decisão do motorista para prosseguir a travessia.

Os parâmetros do modelo de todos os veículos situados na região do estudo (100 m da linha de retenção) foram repetidamente medidos a cada segundo no período de 10 s de contagem regressiva (7s de verde + 3 s de amarelo). Em outras palavras, o mesmo veículo pode ser observado mais que uma vez e os correspondentes valores dos fatores mudam com o tempo. A decisão para prosseguir na travessia (sim ou não) permanecerá constante para todas as observações. Como resultado, foi obtido um total de 2739 e 1064 amostras associadas com 498 e 274 veículos na interseção nas situações com e sem GSCD. Na média, cada veículo foi observado 5 vezes.

Em relação à interseção sem o GSCD, os veículos da interseção com o GSCD apresentam uma velocidade de aproximação menor (27,95 km/h contra 35,45 km/h) e encaram um tempo remanescente menor (4,82 s contra 5,30 s), mas as duas interseções apresentam a mesma porcentagem de decisão para prosseguir (2,62% contra 2,68%). As variáveis explicativas do modelo e os termos de interação mostram efeito significativo da informação do tempo restante de verde na probabilidade de o motorista tomar a decisão de efetuar a travessia. Tanto a contagem regressiva de verde quanto a velocidade de aproximação afetam positivamente sobre a decisão do motorista de fazer a travessia, indicando que motoristas que dirigem a velocidades mais altas e com a informação de tempo restante de verde apresentam uma probabilidade maior de efetuar a travessia da interseção. Por outro lado, a distância do veículo até a linha de retenção afeta negativamente na decisão do motorista de fazer a travessia, sugerindo que motoristas que estejam mais distantes da interseção são mais inclinados a parar na linha de retenção. Adicionalmente, GSCD afeta fortemente de forma negativa na decisão do motorista de efetuar a travessia, implicando que os motoristas que se aproximam de interseções com GSCD apresentam maior probabilidade de parar na linha de retenção.

Os resultados sugerem que a razão de parada no sinal vermelho para GSCD será maior do que sem GSCD. Esse resultado também foi obtido por Lum and Halim (2006) [17].

Tomando-se o cenário em que um motorista vê que há 3 segundos restante quando ele está a 50 m da linha de retenção, com uma velocidade de aproximação de 50 km/h, a probabilidade de fazer a travessia com e sem GSCD é de 78,28% e 99,17%, respectivamente, indicando que o GSCD diminui a probabilidade de fazer a travessia.

Para investigar melhor a decisão do motorista de fazer a travessia sob vários cenários, caracterizados por 3 fatores: o tempo restante, distância da linha de retenção e velocidade de aproximação, a distribuição das probabilidades de fazer a travessia durante os últimos 6 segundos, incluindo os últimos 3 segundos de verde (G3, G2, G1) e os 3 segundos de amarelo (Y1, Y2, Y3), dentro da Zona de Dilema é comparada para diferentes velocidades de aproximação. Como a Zona de Dilema com GSCD vai de 17 m a 75 m, as decisões são analisadas em intervalos de 10 m, entre 20 e 70 m, uma faixa que também cobre a Zona de Dilema sem o GSCD. Além disso, o efeito da velocidade de aproximação é analisado em 10 intervalos de 10 km/h, de 30 a 60 km/h.

Para velocidade de aproximação de 40 km/h, para o caso sem GSCD, para  $D = 50$  m da linha de retenção e no primeiro segundo de amarelo (Y1), a probabilidade de fazer a travessia é de quase 20%, enquanto um veículo subsequente que está a uma distância  $D = 60$  m, no instante anterior (último segundo de verde – G1) tem uma probabilidade de travessia de 23%. Os dois pontos, (50 m, Y1) e (60 m, G1), separados de 10 m e de 1 segundo, apresentam padrões uniformes de decisão.

Para o caso com GSCD com a mesma velocidade de aproximação (40 km/h), para  $D = 50$  m e instante G1, a probabilidade de travessia é 27%, enquanto que no ponto  $D = 60$  m e instante G1 a probabilidade de travessia já é de 47%. Os dois pontos, (50 m, G1) e (60 m, G1), separados de 10 m, apresentam padrões de decisão inconsistentes entre si, aumentando a chance de colisões traseiras.

### ANÁLISE DO RSCD

Para investigar o efeito de RSCD no comportamento dos motoristas, foram feitas 4 observações: antes do RSCD, 1,5 mês após RSCD, 3 meses após RSCD e 4,5 meses após RSCD. Foram analisados 3 parâmetros: partida antecipada (*early start ratio*), tempo perdido no início (*Start-up delay*) e fluxo de saturação na interseção Chung-Hsiao East Road com Dun-Hua South Road em Taipei City.

Como a presente Nota Técnica tem o foco apenas na segurança, deixamos de registrar aqui a parte do estudo dos autores relativo ao fluxo de saturação.

*Early start ratio* (saída antes do início de verde)



Existem 4 áreas de espera (A, B, C e D) conforme a figura acima.

Área A: conversão à esquerda de motocicletas da via transversal

Área B: motocicletas

Áreas C e D: carros e ônibus

Em muitas interseções em Taiwan, não é permitida conversão à esquerda de motocicletas de vias transversais durante o verde. Essas motocicletas devem aguardar na Área A e aguardar o verde da transversal. *Early start* é registrado se as motos cruzam a Área A antes do início de verde da transversal.

A diferença entre as Áreas C e D é que os veículos da Área D devem esperar pela saída das motocicletas das Áreas A e B.

O *Early Start ratio* da Área D foi igual a zero tanto para o período de pico como fora de pico.

O RSCD teve um efeito surpreendente na Área C 1,5 mês após a sua instalação ao reduzir o *Early Start*, tanto no período de pico como fora de pico (no período fora de pico reduziu de 10% a quase zero). Essa redução também se observa nas Áreas A e B, reservadas a motos.

Entretanto, a 4,5 meses após a instalação do RSCD observa-se que o *Early Start* volta ao patamar sem o RSCD. No período de pico, o *Early Start* das Áreas B e C em 4,5 meses após a instalação do RSCD é maior do que sem o RSCD. No período fora de pico, o *Early Start* da Área B em 4,5 meses após a instalação RSCD é maior do que sem o RSCD.

*Start-up delay* (tempo perdido no início)

Foi medido o start-up delay dos primeiros veículos da fila nas quatro áreas nas situações “antes” e “depois” da instalação do RSCD. Foram coletadas 36 amostras tanto para o período de pico como para o período fora de pico.

Comparando o tempo perdido do período “antes” com o período “depois” da instalação do RSCD, tem-se que o tempo perdido tem um aumento significativo durante o período inicial após a instalação (durante os primeiros 1,5 meses) e então há uma redução gradual com o tempo. O tempo perdido cai para abaixo dos valores originais 4,5 meses após a instalação.

## 8. CONCLUSÃO

Concluindo, a informação do tempo restante, tanto do vermelho como do verde, é útil ao motorista, pois ele poderá tomar a sua decisão com base nessa informação. Por isso, qualquer que seja o perfil do motorista, ele provavelmente será favorável a ter essa informação. Se o motorista tiver perfil cauteloso, ele se sentirá mais seguro e agirá de forma mais confiante diante da informação. Se o motorista estiver apressado e tiver perfil mais agressivo, ele agirá conforme a informação recebida (acelerando para aproveitar os instantes finais de verde ou iniciando o movimento antes da abertura do sinal verde). Entretanto, o que é bom para o motorista de forma individual, não o é para o conjunto de todos os motoristas por causa da não uniformização das ações, que, além de serem distintas, são conflitantes entre si, gerando maior potencial de acidentes.

Por isso, a opinião favorável dos usuários deverá ser considerada com a devida reserva, pois ela é baseada estritamente sob o ponto de vista individual e não leva em conta o contexto coletivo da segurança de todos os motoristas.

Pela análise conceitual e teórica, verifica-se que o grupo focal com contagem regressiva por meio de indicações luminosas não atende ao princípio de clareza na informação exibida aos motoristas. A análise também conclui que a contagem regressiva pode potencializar e acentuar as reações antagônicas na decisão de parar e prosseguir diante de perfis heterogêneos de motoristas (perfil conservador e cauteloso x perfil agressivo e apressado), em prejuízo à segurança. No entanto, se houver um perfil homogêneo de motoristas, a contagem regressiva pode melhorar o nível de segurança, o que poderia explicar a redução de transgressões ao sinal vermelho com a utilização do temporizador, como mostraram alguns estudos apresentados. Dessa forma, o efeito na segurança pode variar de cidade em cidade. Além disso, a contagem regressiva deixa indefinida a Zona de Dilema. Além disso, alguns estudos apresentados aqui mostraram que a Zona de Dilema aumenta de extensão com a contagem regressiva. O efeito da contagem regressiva também pode ser comparado ao efeito do verde piscante e do amarelo para os dois lados.

Também foi mostrado que o contador regressivo, com a atual tecnologia, exibe mensagens falsas, o que prejudica a sua precisão e confiabilidade.

Foi feita uma análise crítica da dissertação de mestrado de Luciana Spigolon [1], onde foi mostrado que, devido a várias falhas no atendimento das premissas e hipóteses da metodologia adotada e proposta por HAUER [12], a redução de acidentes observada não poderia ser atribuída, na sua íntegra, à contagem regressiva.

Também foi apresentado um resumo de vários estudos sobre o assunto encontrados na literatura.

Finalmente, podem-se destacar algumas recomendações para um estudo do efeito da contagem regressiva sobre a segurança viária:

- Deve-se evitar a utilização do histórico de acidentes devido à dificuldade de isolar a influência de outros fatores, bem como devido ao problema da regressão para a média. No lugar de acidentes, podem-se utilizar outros parâmetros que reflitam a segurança, tais como as transgressões ao sinal vermelho, extensão da Zona de Dilema, tempo perdido no início de verde, etc. No máximo, o histórico de acidentes deve ser utilizado apenas como um indicador secundário ou complementar da segurança.
- Para isolar o efeito da conspicuidade do grupo focal, podem-se utilizar períodos de “ligado-desligado”, em vez de “antes-depois” da instalação.
- O estudo deve ser amplo, feito em várias cidades, para captar o efeito de perfis diferenciados de motoristas. O resultado obtido em um estudo pontual se aplica apenas ao local do estudo, não sendo possível generalizar a sua conclusão.
- O estudo deve ter duração suficiente para captar o efeito a longo prazo.

- No estudo, deve-se isolar o efeito do modelo e design do grupo focal. Por exemplo, no estudo conduzido por SPIGOLON [1], foram utilizados 3 modelos diferentes de grupo focal, um em cada cidade. Observou-se que em Ribeirão Preto a redução de acidentes foi bem menor do que nas outras duas cidades. Será que essa menor redução de acidentes se deve ao modelo do grupo focal? Essa dúvida não existiria se nas três cidades fosse usado o mesmo modelo de grupo focal.
- O estudo deve analisar o efeito da contagem regressiva na progressão dos movimentos em redes semaforizadas.
- Deve-se tomar o cuidado de avaliar se as temporizações como entreverdes e defasagens estão adequadas para evitar que possíveis deficiências nesses tempos possam mascarar ou deturpar os resultados do estudo.

## REFERÊNCIAS

[1] Spigolon, Luciana Maria Gasparelo – “Semáforo: Grupo Focal Convencional x Grupo Focal com Informação do Tempo de Verde/Vermelho Restante” – Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operações de Sistema de Transportes (2010).

[2] MUTCD (*Manual on Uniform Traffic Control Devices*) – Section 4E.07 – “Countdown Pedestrian Signals”. Disponível em: <http://mutcd.fhwa.dot.gov/html/2009/part4/part4e.htm> (acesso em 14/01/2011).

[3] *Semáforos veiculares com temporizador – Avaliação preliminar sobre seu impacto na segurança do trânsito* – Estudo interno – CET – Março de 2005

[4] *Comparativo de acidentes de trânsito e vítimas – Períodos anteriores e posteriores à instalação de semáforos gradativos* – Estudo interno – Curitiba.

[5] A Gazeta – “Prefeitura Retira Semáforo com Temporizador das Ruas da Capital” (20/07/2009) – Feliz, Cláudia. Disponível em: [http://gazetaonline.globo.com/\\_conteudo/2009/07/521640-prefeitura+retira+semaforo+com+temporizador+das+ruas+da+capital.html](http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2009/07/521640-prefeitura+retira+semaforo+com+temporizador+das+ruas+da+capital.html) (acesso em 14/01/2011).

[6] *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação* – CONTRAN (2007)

[7] Neto, João Cucci. *Projeto Semafórico: Legislação, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas* – [http://meusite.mackenzie.com.br/professor\\_cucci/texto2.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto2.pdf) (acesso em 05/04/2011).

[8] Ming, Sun Hsien. *Dimensionamento do Entreverdes – Uma Abordagem Probabilística* – NT 212 – Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Disponível em: <http://cetsp1.cetsp.com.br/pdfs/nt/NT212.pdf> (acesso em 31/03/2011).

- [9] Zegeer, C. *Effectiveness of Green-Extension Systems at High-Speed Intersections*. Research Report 472, Bureau of Highways, Division of Research, Kentucky Department of Transportation, Lexington. 1977
- [10] *Sinal de Trânsito – “Amarelo + Vermelho”*. Disponível em: [http://www.sinaldetransito.com.br/curiosidades\\_foto.php?IDcuriosidade=39&alt=](http://www.sinaldetransito.com.br/curiosidades_foto.php?IDcuriosidade=39&alt=) (acesso em 05/04/2011).
- [11] Relatório interno – *Grupos focais veiculares com indicador regressivo de tempo* – CET/DO/GCS – Junho de 2013.
- [12] Hauer, Ezra. *“Observational Before-After Studies in Road Safety – Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering on Road Safety”* (1997) – Pergamon; Department of Civil Engineering – University of Toronto.
- [13] Ming, Sun Hsien. *O Fenômeno da Regressão para a Média em Estudos Observacionais de Segurança de Tráfego do Tipo “Antes-Depois”* – NT 224 – Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/135475/nt224o%20fenomeno%20da%20regressao%20para%20a%20media.pdf> (acesso em 04/12/2016)
- [14] ELVIK, Rune. *The Importance of Confounding in Observational Before-and-After Studies of Road Safety Measures* – Rune Elvik – Institute of Transport Economics, Oslo, Norway – *Accident Analysis & Prevention* 34 – (2002) 631–635.
- [15] Relatório Técnico – *Análise da Eficácia do Temporizador Veicular em Interseções Semaforizadas* – Fortaleza.
- [16] Rijavec, Robert; Zakovšek, Jure; Maher, Tomaž. *Acceptability of Countdown Signals at an Urban Signalized Intersection and Their Influence on Drivers Behaviour*. (2013).
- [17] Lum, K. M., Halim, H. *A Before-and-After Study on Green Signal Countdown Device Installation, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 9, Issue 1, 2006, pp. 29-41.
- [18] Yu-Chiun, C., Chien-Hua, C. *Driver Responses to Green and Red Vehicular Signal Countdown Displays, Safety and Efficiency Aspects, Accident Analysis & Prevention*, Vol. 42, Issue 4, 2010, pp. 1057-1065.
- [19] Li, K., Dong, S., Sun, J., Yu, X. *Study on the Influence of Signal Countdown Device on Traffic Safety of Intersections, Proceedings of 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Zhangjiajie, Hunan, China, Retrieved on 14. 4. 2011. Disponível em: <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/ICMTMA.2009.625>
- [20] Limanond, T., Prabjabok, P., Tippayawong, K. *Exploring Impacts of Countdown Timers on Traffic Operations and Driver Behaviour at a Signalized Intersection in Bangkok, Transport policy*, Vol. 17, Issue 6, 2010, pp. 420-427.
- [21] Kidwai, Farhan Ahmad; Ibrahim, Mohd Rasdan; Karim, Mohamed Rehan. *Traffic Flow Analysis of Digital Count Down Signalized Urban Intersection* (2005).

[22] Chiou, Yu-Chiun; Chang, Chien-Hua. *Driver Responses to Green and Red Vehicular Signal Countdown Displays: Safety and Efficiency Aspects*. (2010).

[23] Chen, I.C., Chang, K.K., Chang, C.C., Lai, C.H., 2007. *The Impact Evaluation of Vehicular Signal Countdown Displays. Research Report*. Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, Taiwan.

## Apêndice

*Uso de grupos focais veiculares com contagem regressiva em cidades brasileiras.*

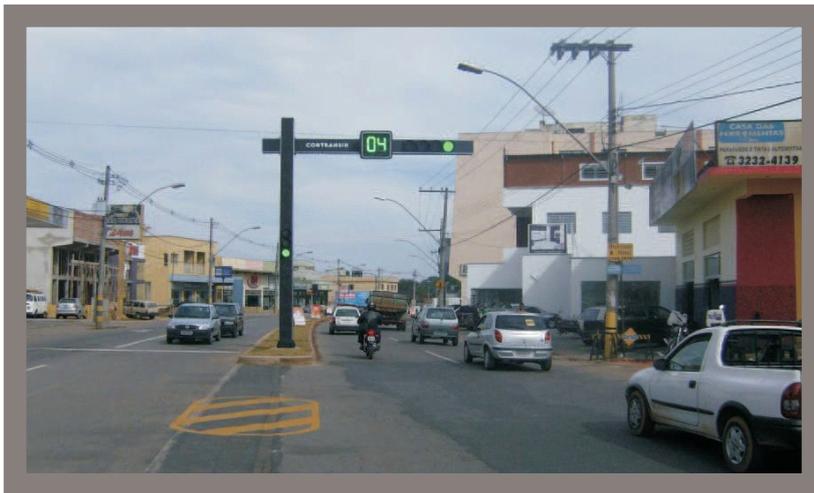


Figura A-1 – Grupo focal veicular com contagem regressiva – Fabricante CONTRANSIN (Três Corações – MG), em semi-pórtico



Figura A-2 – Grupo focal veicular – Fabricante CONTRANSIN (Três Corações – MG), em pórtico, com contagem regressiva para a conversão à esquerda e em frente



Figura A-3 – Grupo focal veicular com contagem regressiva – Fabricante CONTRANSIN (Três Corações – MG), em braço projetado



Figura A-4 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Guarulhos – SP, em coluna simples

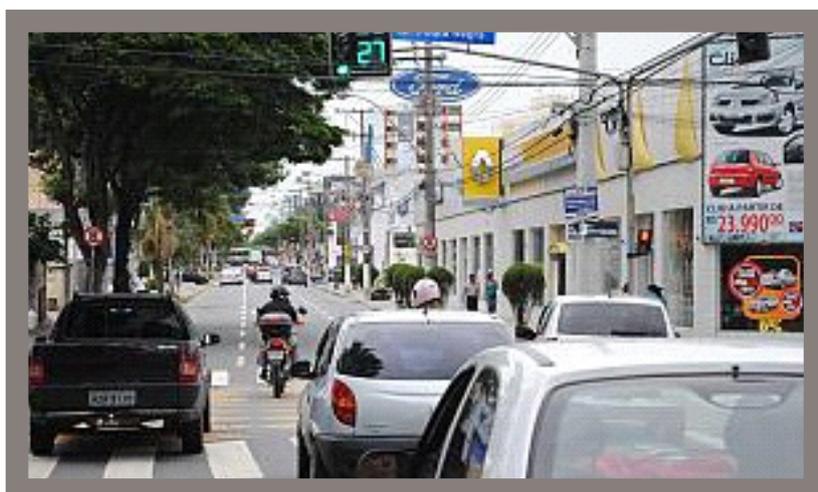


Figura A-5 – Grupo focal veicular com contagem regressiva na Av. Nove de Julho, no Centro de Taubaté – SP



Figura A-6 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Juazeiro do Norte – CE



Figura A-7 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Duque de Caxias – RJ



Figura A-8 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Mogi Guaçu – SP



Figura A-9 – Grupos focais instalados em semi-pórtico, com contagem regressiva para a conversão à esquerda e em frente, em São José do Rio Preto – SP



Figura A-10 – Grupo focal veicular com contagem regressiva na Rua dos Andradas x Rua Jorge Tibiriçá, em Pindamonhangaba – SP (vista diurna e noturna)

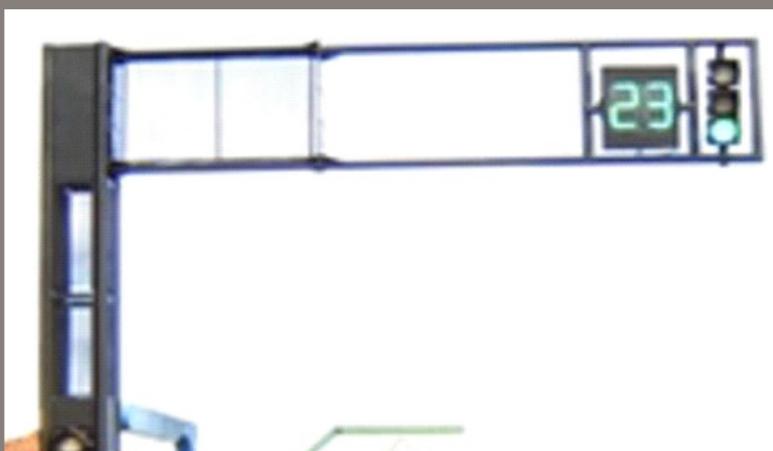


Figura A-11 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em semi-pórtico, da TecnassBrasil (Campo Largo – PR)



Figura A-12 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Aracajú – SE

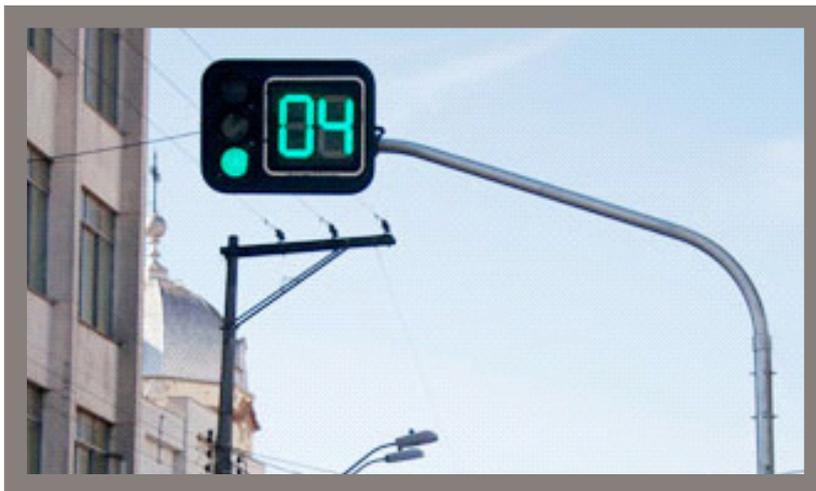


Figura A-13 – Grupo focal veicular com contagem regressiva na Rua Rui Barbosa x Av. Pintos e Av. Benjamin Constant, em Jaboticabal – SP

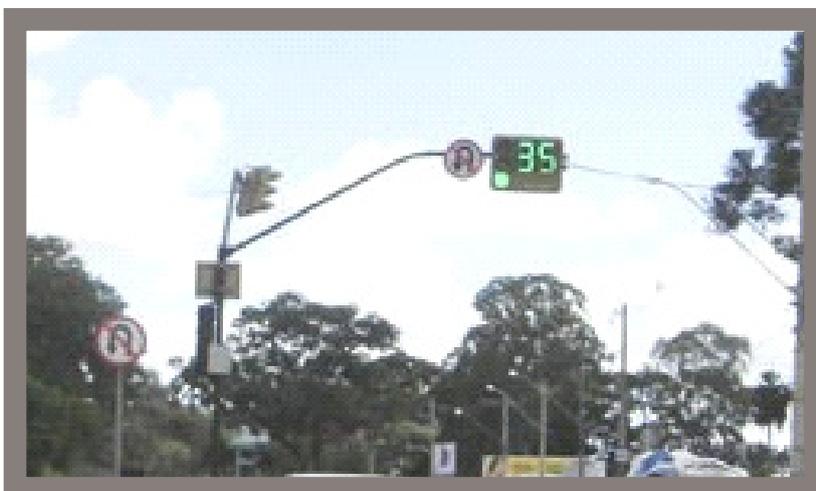


Figura A-14 – Grupo focal veicular com contagem regressiva na Av. Acadêmico Nilo Figueiredo x Av. das Árvores, em Lagoa Santa – MG



Figura A-15 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Maringá – PR



Figura A-16 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Santana do Itararé – PR



Figura A-17 – Grupo focal veicular com contagem regressiva, em pódio, junto a placas de orientação em Recife – PE



Figura A-18 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Corumbá – MS



Figura A-19 – Grupo focal veicular com contagem regressiva na Av. Goiás, São Caetano do Sul – SP

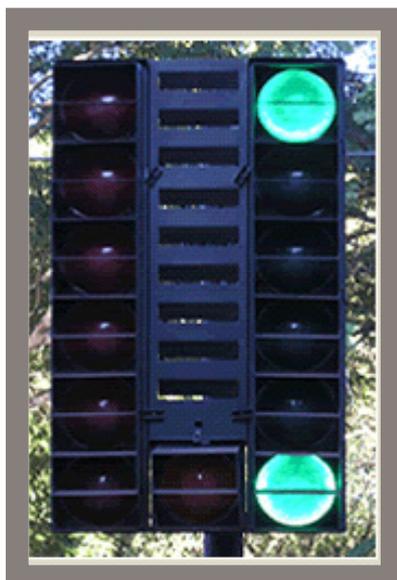


Figura A-20 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em São Carlos – SP



Figura A-21 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Ribeirão Preto – SP

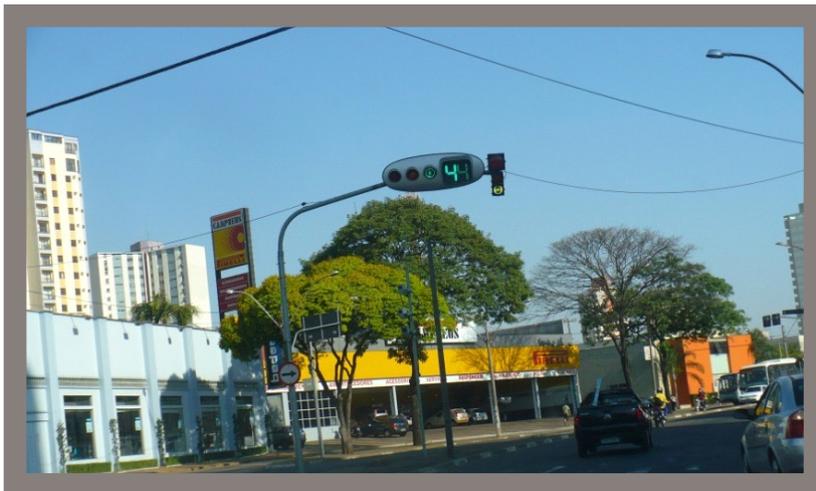


Figura A-22 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Piracicaba – SP

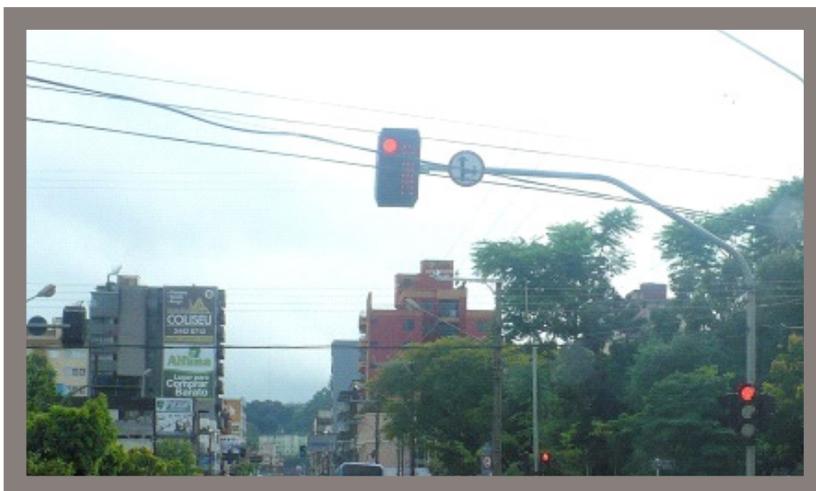


Figura A-23 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Concórdia – SC

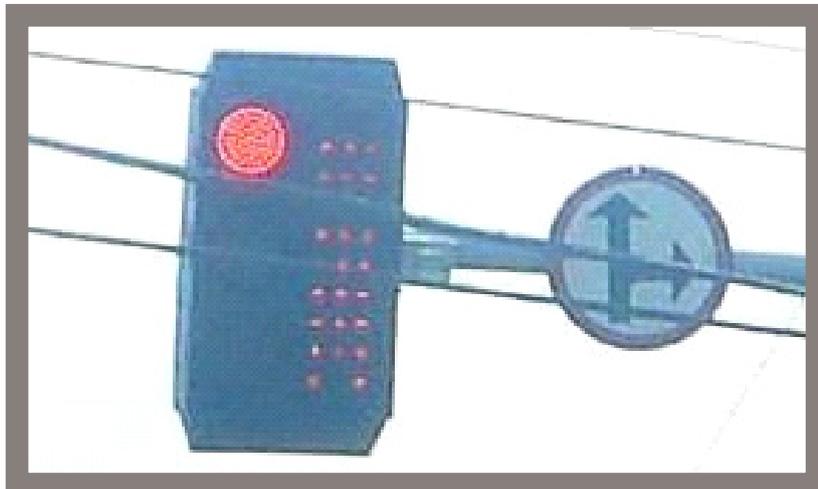


Figura A-23 – Grupo focal veicular com contagem regressiva em Concórdia – SC

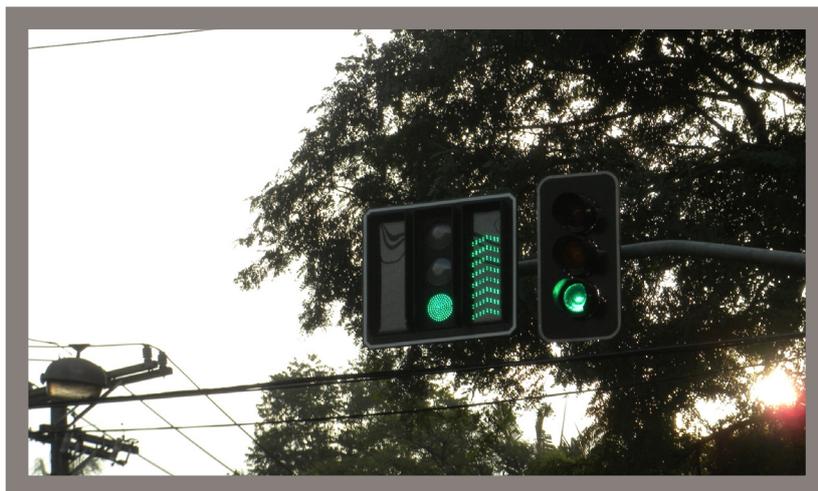


Figura A-24 – Av. Diógenes Ribeiro de Lima x Rua D. Elisa de M. Mendes – São Paulo – SP