

3M Ciencia.
Aplicada a la vida.™

Brilho dos sinais de trânsito, medidas de desempenho e segurança do motorista: sinopse



Sinopse:

Brilho dos sinais de trânsito, medidas de desempenho e segurança do motorista

**Fuat Aktan, PhD Gerente de Assuntos Regulatórios.
3M Divisão Segurança no Trânsito 3M.
Center, Saint Paul, MN 55144.**

Resumo

A visibilidade do sinal é fundamental para a segurança, operação e eficiência no trânsito. Alguns estudos recentes pesquisaram os requerimentos para o brilho do sinal que permitem uma rápida e exata aquisição da informação. As descobertas sugerem que sinais maiores e mais brilhantes fornecem uma aquisição de informação mais rápida para o motorista. Além disso, os programas de aperfeiçoamento de sinais sugerem que a diminuição de acidentes é possível com atualizações sistemáticas dos sinais. Recentemente, a cidade de Albuquerque, Novo México, fez uma atualização dos sinais de trânsito em várias de suas áreas. A cidade substituiu todos os sinais de trânsito, distrito por distrito, o qual permitiu aos pesquisadores do Instituto de Transporte de Texas (TTI) ter locais de controle junto com locais com o tratamento (atualização do sinal). O estudo informa as frequências dos acidentes não só antes e depois do tratamento nos distritos que receberam a atualização dos sinais, mas também nos distritos sem essa atualização, que funcionam como locais de controle. As descobertas indicam que, quando visualizado coletivamente como um tratamento sistemático, é possível que os sinais atualizados tenham contribuído a diminuir cerca de 13 acidentes noturnos em todo o conjunto de segmentos tratados.

Os órgãos de transporte público têm o intuito de melhorar a segurança das pessoas enquanto mantêm uma infraestrutura de transporte rápida e eficiente. Os sinais de trânsito são um elemento importante desta estrutura rodoviária, destinados a fornecer informação valiosa e oportuna para os motoristas. Embora a garantia do fornecimento desta informação valiosa e oportuna por parte dos sinais de trânsito não elimine os acidentes, o não fornecimento de esta informação oportuna e exata aos motoristas com certeza levará a graves ineficiências, bem como mais acidentes.

A prontidão e exatidão da aquisição da informação dos sinais de trânsito foram pesquisadas numa variedade de estudos nas últimas décadas. Como uma medida substituta dessa prontidão e exatidão, muitos desses estudos pesquisaram sobre a “distância de legibilidade” ou “distância de compreensão”, a distância do sinal na qual o motorista pode ser capaz de ler e entender imediatamente esse sinal. Com frequência, levanta-se a hipótese de que aumentar a distância de legibilidade dará mais tempo para os motoristas entenderem a mensagem do sinal e reagir quando necessário. Portanto, era importante averiguar o primeiro ponto em que o sinal se tornava legível. Porém, ao identificar os limiares de legibilidade, os pesquisadores com frequência não limitavam nem mediam o tempo que as pessoas precisavam para adquirir a informação dos sinais, o qual se traduziria no tempo em que o motorista tiraria os olhos da estrada durante a condução e isso poderia ter consequências ao nível da segurança. Mais recentemente, um estudo realizado pela Universidade de Iowa [1] pesquisou o tempo que os motoristas precisavam para adquirir a informação dos sinais de trânsito. Enquanto estudos prévios sobre a fixação dos olhos do motorista mostraram que os motoristas frequentemente fixavam os olhos nos sinais por vários segundos durante a leitura desses sinais. Este estudo ofereceu dados que relacionam o tamanho e brilho do sinal com o tempo de aquisição da informação. Estas descobertas indicam que o aumento do tamanho e/ou do brilho do sinal reduz o tempo de aquisição da informação. Os pesquisadores concluem que a redução no tempo de aquisição de informação dos sinais pode ajudar a explicar as melhoras na segurança, já que os motoristas podem dispor de mais tempo e atenção para sua tarefa principal, que é a condução.

Apesar de que o estudo acima mencionado ofereça evidência científica fundamental que sugere que sinais maiores e mais brilhantes ajudam a diminuir acidentes no conjunto, quantificar o efeito dos sinais mais brilhantes na diminuição de acidentes no campo traz alguns desafios. Os acidentes são relativamente pouco frequentes e acontecem por múltiplos motivos. Encontrar uma massa de dados críticos com estatísticas sólidas que pesquem o efeito de um único fator isolado leva normalmente vários anos num estudo típico com formato “antes e depois”. E ao longo desses anos, com muita frequência, podem acontecer diversas e incontroláveis mudanças, tais como variações sazonais e mudanças nos padrões e no volume do trânsito, e isso tudo pode alterar as taxas de acidentes e dificultar a execução de um “experimento controlado”, além de atribuir alguma dessas variações nas taxas de acidentes a um único fator, como a atualização dos sinais de trânsito. Uma abordagem para superar esses desafios é “observar” o efeito dos fatores não controlados num “local de controle” semelhante, em vez de tentar controlá-los para minimizar seus efeitos. Depois, as tendências no local de controle podem ser comparadas com aquelas do local com o tratamento para determinar o efeito desse tratamento.

Um estudo recente realizado pela TTI [2] tinha utilizado esta abordagem. Eles pesquisaram as taxas de acidente na cidade de Albuquerque em segmentos da cidade onde todos os sinais foram atualizados com as películas retrorrefletivas que estão em conformidade com o padrão ASTM D4956 Tipo XI, e outros segmentos semelhantes da cidade foram designados como “segmentos de controle”. Os resultados sugerem que sinais mais brilhantes oferecem, de fato, benefícios na segurança.

A literatura sobre os fatores humanos oferece uma abundância de descobertas que vão dos níveis de luminância psicofísica fundamental (brilho) que o motorista precisa para poder ler um sinal como uma função da letra, contraste e outros fatores até estudos de campo que pesquisaram as direções e duração do olhar dos motoristas enquanto leem os sinais em condições reais de condução.

As necessidades de luminância que os motoristas precisam dos sinais à noite

Alguns estudos sobre as necessidades de luminância que os motoristas têm das sinalizações de rodovias à noite podem ser categorizadas em dois segmentos para os profissionais: (1) níveis do limiar (ou mínimos) e (2) níveis ótimos.

Os níveis do limiar se referem aos níveis de luminância a partir dos quais o motorista modelo (isto é, o motorista do percentil 85) pode começar a ler a mensagem do sinal. Os níveis ótimos se referem aos níveis de luminância nos quais a leitura é confortável e relativamente sem esforços para o mesmo motorista modelo.

A literatura é relativamente mais abundante em níveis do limiar da luminância e em distâncias de legibilidade para o motorista modelo (isto é, o percentil 85 ou visão média, dependendo da escolha) e para um sinal determinado. No caso do limiar da distância de legibilidade como a variável dependente, registrou-se a distância do sinal em que o motorista conseguiu ler um sinal com sucesso. As principais variáveis independentes nestes estudos foram normalmente a luminância da legenda (ou cópia) do sinal e o fundo do sinal, tipo de letra, tamanho físico e idade do motorista. A luminância do sinal pode ser controlada diretamente ou pode ser uma função de outras diversas variáveis, tais como o local do sinal, faróis dos veículos e tipos de veículo. Ao estudar o efeito dessas variáveis independentes no limiar da distância de legibilidade (a variável dependente), os pesquisadores procuravam maximizar esse limiar e, portanto, dar mais tempo e distância para ler o sinal à noite.

Carlson e Hawkins [3] da TTI informaram sobre os coeficientes de retrorefletividade mínimos federais dos EUA atualmente em vigor no Manual de Dispositivos de Controle de Trânsito Uniforme (MUTCD) para os sinais em serviço. Estes mínimos foram estabelecidos ao identificar os níveis mínimos de luminância requeridos para diferentes categorias de sinais, com frequência em níveis que integrariam o percentil 50 dos motoristas dos EUA maiores a 55 anos. As distâncias de legibilidade são informadas no “índice de legibilidade”, que é a proporção entre a distância de legibilidade e a altura da letra da legenda do sinal. A distância de legibilidade requerida foi estabelecida, em muitos casos, no índice de legibilidade de 40 pés por polegada da altura da letra. Por exemplo, um sinal com letras de dez (10) polegadas será legível a 400 pés, um sinal com letras de dezesseis (16) polegadas será legível a 640 pés. No requerimento do índice de legibilidade de 40 pés/polegadas, as suas descobertas sugerem uma luminância mínima requerida para legendas em sinais de orientação de 2,3 cd/m² e de 3,2 cd/m² para o percentil 50 dos motoristas dos EUA maiores de 55 anos e de 65 anos, respectivamente. Para abranger uma porcentagem maior de motoristas, isto é, os motoristas modelos do percentil 98 no mesmo índice de legibilidade de 40 pés/polegadas, os níveis de luminância deverão ser aumentados drasticamente acima de 30 cd/m² para sinais verticais e acima de 38 cd/m² para as placas com os nomes da rua. A luminância requerida foi avaliada incrementando gradualmente o brilho dos faróis (e, portanto, o brilho do sinal) situados num veículo estático. O tempo de aquisição de informação não foi limitado nem medido.

Aktan e Schnell [4] compararam os níveis limiaries para obter os níveis ótimos de luminância do sinal. Eles pesquisaram as luminâncias do fundo do sinal que vão de 0,4 cd/m² até 300 cd/m² para sinais de contraste positivo (legenda mais brilhante que o fundo) e de 10 cd/m² até 1200 cd/m² para sinais de contraste negativo (legendas mais escuras que o fundo) e contrastes de luminância que vão de 1 até 37. Num determinado nível de luminância, o motorista do percentil 15 (com performance mais elevada) poderia ler um sinal a aproximadamente o dobro de distância que poderia o motorista do percentil 85 (com menor performance). Para letras Série D em estradas com aproximadamente 80 cd/m² de luminância de fundo, os índices de legibilidade para o percentil 15, para a mediana e para os motoristas do percentil 85 era aproximadamente de 60 pés/polegadas, 45 pés/polegadas e 30 pés/polegadas, respectivamente. Numa luminância de 1 cd/m², os índices respectivos foram aproximadamente de 37 pés/polegadas, 30 pés/polegadas e 20 pés/polegadas. A diferença nos índices de legibilidade de 1 cd/m² até 80 cd/m² sugerem quase 50% de melhora nos limiaries das distâncias de legibilidade. Os pesquisadores investigaram luminâncias de até 1200 cd/m². Apesar de que eles não perceberam um impacto negativo, aumentar a luminância de 100 cd/m² para 1200 cd/m² forneceu apenas um 5% adicional no índice de legibilidade. Os pesquisadores também encontraram que uma legibilidade confortável acontecia a quase 75% do limiar da distância de legibilidade. Estes pesquisadores empregaram um método semelhante ao estudo da TTI [3], no qual os indivíduos tinham um tempo ilimitado para ler os sinais.

Schnell, Aktan e Li [5] pesquisaram sobre os requerimentos de luminância do sinal para a legibilidade noturna de sinais de trânsito com símbolos. Eles estudaram o efeito do contraste interno do sinal e a luminância de fundo sobre o limiar da distância de legibilidade (traduzida como ângulo visual). Eles informaram dois padrões principais de legibilidade: Em primeiro lugar, que o efeito do contraste sobre a legibilidade é significativo a níveis mais baixos de luminância e, em segundo lugar, que a legibilidade das letras das estradas pesquisadas foi melhorada ao incrementar a luminância do sinal. Como os estudos anteriores, este permitiu um tempo ilimitado de visualização de sinal.

Sivak e Olson [6] revisaram estudos prévios sobre fatores humanos para determinar o requerimento de luminância ótima para os sinais de trânsito. Eles encontraram que 75 cd/m² era uma luminância ótima para sinais com legendas brancas.

Aktan e Burns [7] pesquisaram as luminâncias reais do sinal em diversos sinais de trânsito feitos com películas que vão do padrão ASTM D4956 Tipo I até o ASTM D4956 Tipo XI, com uma iluminação de faróis de feixe baixo no campo. Os sinais foram montados à altura do ombro direito, do ombro esquerdo e em posições verticais. O veículo de teste foi um SUV e eles usaram um fotômetro CCD para medir as luminâncias na cena conforme observadas pelo motorista. As luminâncias observadas foram tipicamente abaixo de 40 cd/m² para os sinais montados à altura do ombro direito e abaixo de 10 cd/m² para os sinais montados à altura do ombro esquerdo.

Um estudo realizado por Bullough et al [8] informou os níveis reais de luminância em cartazes LED. Eles encontraram que as luminâncias mediam entre 150 cd/m² - 277 cd/m² com uma média de 210 cd/m². Estas luminâncias ultrapassaram de longe as luminâncias retrorrefletivas típicas para os sinais de trânsito conforme observadas pelos motoristas com uma iluminação de faróis com feixe baixo à noite segundo informado em [7].

Tempo de aquisição da informação do sinal

Loftus e Ruthruff [9] pesquisaram o efeito do tempo de luminância e de exposição sobre a performance na aquisição da informação utilizando uma tarefa que envolvia a leitura de números. Estas descobertas sugerem que uma maior luminância produz uma aquisição de informação mais rápida. Eles encontraram que a maior duração na exposição e/ou luminância do texto fornecia uma taxa mais alta de lembrança correta. Os indivíduos adquiriram a informação de forma mais rápida a níveis mais elevados de luminância que a níveis inferiores de luminância.

Schnell et al [1] pesquisaram sobre o tempo de aquisição da informação a partir dos sinais de trânsito como uma função de nível de exatidão (probabilidade de lembrança correta da informação), tamanho do sinal e luminância da legenda do sinal. Este estudo fornece dados valiosos sobre os requerimentos de tempo de exposição para os motoristas lerem com sucesso a mensagem num sinal de orientação típico. Eles levantaram a hipótese de que sinais mais brilhantes podem comunicar para os motoristas com muito mais efetividade, por isso, aumentar a luminância acima do limiar de legibilidade estabelecido de 3,2 cd/m² produziria uma aquisição da informação mais veloz. Além disso, eles apresentaram a hipótese de que os sinais mais brilhantes forneceriam uma transferência de informação mais exata quando o tempo de exposição for limitado.

Eles contaram com indivíduos que tinham entre 55 e 82 anos de idade, todos com carteira de motorista válida do estado de Iowa. A sua medição dependente foi o tempo de aquisição da informação, enquanto eles alteravam as seguintes variáveis independentes: Luminância da legenda do sinal (5 níveis: 3,2 cd/m², 10 cd/m², 20 cd/m², 40 cd/m² e 80 cd/m²), tamanho do texto (ou índice de legibilidade em dois níveis: 33 pés/polegadas e 40 pés/polegadas) e uma exatidão no percentil das respostas (dois níveis: exatidão dos percentis 50 e 84).

Eles utilizaram sinais de orientação branco sobre verde como estímulo com níveis de luminância variáveis apresentados num monitor LCD calibrado por fotometria. Os estímulos apresentaram três linhas de nomes de rua, todas compostas por nomes de rua de seis letras dos EUA, cada uma delas com um correspondente número de saída gerado aleatoriamente. Primeiro foi apresentado ao indivíduo um nome de rua determinado e foi solicitado de determinar o número de saída associado com esse nome de rua no estímulo do sinal posterior. Os sinais com os nomes de rua foram semelhantes ao sinal mostrado na Figura 1. O tempo de exposição foi limitado a cinco (5) segundos. Caso o indivíduo não consiga responder depois dos cinco segundos, o tempo de resposta era registrado como de cinco segundos, com sua correspondente “falha”.



Figura 1. O nome da rua chaves e o estímulo do sinal de amostra posterior utilizado em [1]

Os pesquisadores encontraram que a luminância, o índice de legibilidade e a exatidão do percentil foram todos fatores estatisticamente significativos que afetavam o tempo de aquisição da informação. Eles observaram que alguns participantes tinham dificuldade para ler a informação, especialmente a níveis mais baixos de luminância de 3,2 cd/m² e de 10 cd/m² a um índice de legibilidade de 40 pés/polegadas. Quase a metade dos participantes (9 de 19) não conseguiram ler o sinal a um nível de luminância de 3,2 cd/m². Cinco dos indivíduos não conseguiram ler o sinal a um nível de luminância de 10 cd/m².

Uma comparação em pares dos cinco níveis de luminância mostra que cada nível de luminância foi estatisticamente diferente ($\alpha = 0.05$) entre eles em termos do tempo de aquisição da informação. Por exemplo, aumentar a luminância de 40 cd/m² para 80 cd/m² mostrou reduzir o tempo de aquisição da informação, especialmente para o nível de exatidão mais elevado (taxa mais elevada de compreensão do sinal). Mostra os diagramas de caixa para o tempo de aquisição da informação para um nível de exatidão de 84%.

Os pesquisadores concluíram que:

- A luminância mais elevada testada, de 80 cd/m², forneceu um tempo de aquisição da informação mais rápido e, portanto, era requerido menos tempo para alcançar uma determinada exatidão na leitura.
- Se o tempo de visualização for limitado, uma luminância mais elevada do sinal e/ou tamanhos de letras maiores proporcionam uma leitura de sinal mais precisa.
- O maior tamanho do sinal tem um efeito positivo muito semelhante na performance da legibilidade. Os sinais maiores melhoram a performance da transferência de informação.
- Os tempos de aquisição da informação são menos afetados pela distância (ou tamanho da letra) se a luminância do sinal é mantida a um nível elevado.
- A exatidão na transferência da informação melhora aumentando o tempo de exposição.
- Diminuir os tempos de aquisição da informação pode deixar mais tempo para atender a tarefa principal que é a condução, um fator chave na segurança.

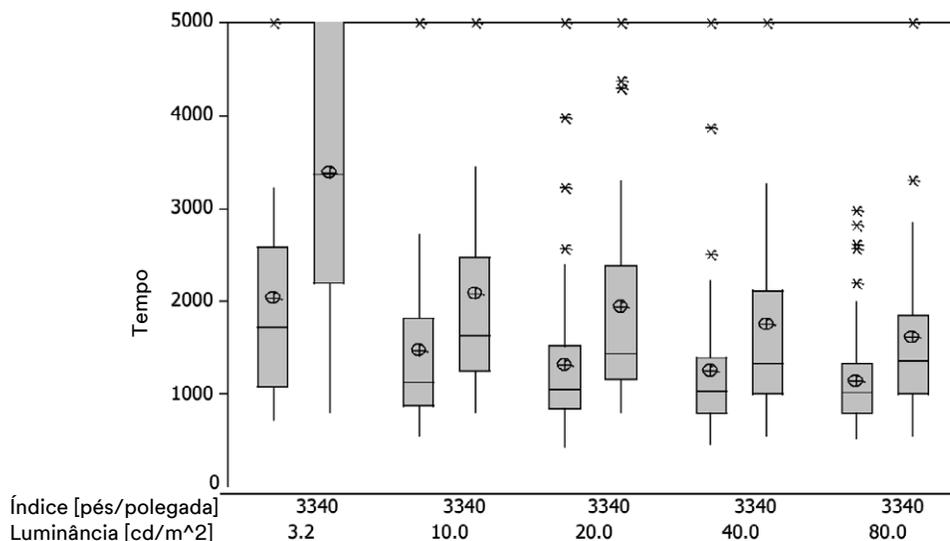


Figura 2. Tiempos de adquisición de la información en función del índice de luminancia y de legibilidad para proporcionar 84 % de respuestas correctas (adoptadas de [1]).

A literatura técnica apresenta diversos estudos do tipo “antes e depois” (comparativos) que pesquisam sobre as taxas de acidente antes e depois de um tratamento como a atualização do sinal de trânsito. Embora múltiplos estudos mostram uma redução geral nos acidentes depois da atualização sistemática dos sinais, a maioria deles não leva em conta os fatores não controlados, tais como as variações sazonais ou as mudanças no volume do tráfego ao longo dos anos. Levar em consideração estes fatores externos, não controlados e potencialmente significativos exige o uso de um local de controle.

Um estudo recente realizado por Brimley et al [2] da TTI analisou as taxas de acidente na cidade de Albuquerque, Novo México, EUA. Neste estudo, os pesquisadores conseguiram identificar separadamente locais de controle e com tratamento, semelhantes na maioria dos aspectos, exceto que todos os sinais de trânsito nos locais de tratamento foram atualizados com sinais novos com as películas do padrão ASTM D4956 Tipo XI como parte do plano de atualização dos sinais da cidade.

As taxas de acidentes nos locais de controle e de tratamento na cidade de Albuquerque ao longo de um período de quatro anos são proporcionadas na Tabela 1.

		2011	2012	2013	2014
Cidade de Albuquerque	Total de acidentes	16,546	16,070	16,292	17,728
	Acidentes fatais e com ferimentos	4,798	4,190	4,614	4,959
	Acidentes noturnos	2,529	2,462	2,612	2,943
	Acidentes noturnos fatais e com ferimentos	678	581	685	732
Segmentos com tratamento					
Cidade de Albuquerque	Acidentes totais	293	256	242	304
	Acidentes fatais e com ferimentos	88	67	87	78
	Acidentes noturnos	33	33	23	24
	Acidentes noturnos fatais e com ferimentos	8	8	11	7
Segmentos de controle					
Cidade de Albuquerque	Acidentes totais	193	209	191	233
	Acidentes fatais e com ferimentos	59	51	52	66
	Acidentes noturnos	22	20	17	23
	Acidentes noturnos fatais	3	8	10	10

*Tratamento acontecido em 2013

Tabela 1. As taxas de acidentes nos locais de controle e de tratamento em Albuquerque, NM (Tabela adotada a partir de [2])

As tendências de acidentes no segmento de controle fornecem uma expectativa de base para o local de tratamento, por isso, caso o tratamento não tenha impacto, você esperaria uma tendência semelhante em ambos os locais de tratamento e de controle. Quando são comparados os acidentes totais nos segmentos de tratamento e de controle, as tendências são semelhantes. Porém, os acidentes noturnos não parecem se mover em tandem entre os segmentos de tratamento e de controle. Os pesquisadores observaram que, em contraste com o aumento notável de acidentes noturnos em Albuquerque e nos segmentos de controle, os acidentes noturnos nos segmentos com tratamento

se mostraram ligeiramente achatados. Os pesquisadores também observaram uma diminuição nos acidentes fatais e com ferimentos nos segmentos com tratamento. Não foi observada essa diminuição em Albuquerque nem nos segmentos de controle.

A Figura 3 ilustra a comparação dos segmentos de controle e com tratamento em termos dos acidentes noturnos e totais.

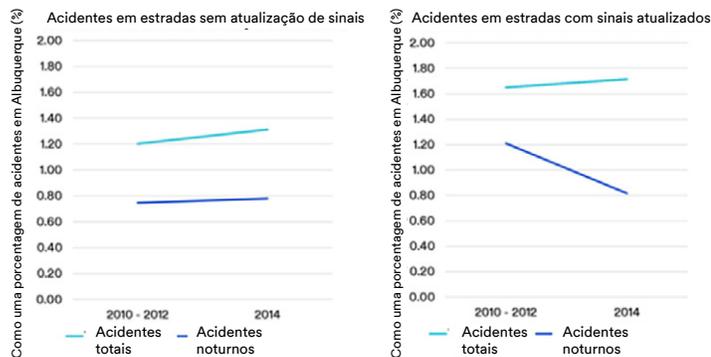


Figura 3. A comparação dos segmentos de controle e com tratamento em termos de acidentes totais e noturnos em [2].

Conclusões

Os estudos recentes sugerem que a atualização sistemática dos sinais com películas melhores e mais brilhantes pode proporcionar notáveis benefícios na segurança para o público que dirige à noite. Um estudo publicado recentemente pesquisou as taxas de acidente para os segmentos da cidade de Albuquerque, em Novo México, EUA. Como estes estudos abrangem com frequência diversos anos, as condições dos locais de teste podem mudar de forma tal que poderiam ter um impacto na segurança apesar do tratamento. Neste estudo, os pesquisadores identificaram que os locais de controle davam conta das tendências de base, o qual permitia uma comparação para isolar o efeito da atualização dos sinais, onde todos os sinais de trânsito nos segmentos com tratamento foram substituídos com sinais feitos com películas retrorrefletivas que estavam em conformidade com o padrão ASTM D4956 Tipo XI. Os resultados mostram uma melhora positiva na segurança como resultado dessa atualização dos sinais. Mais estudos sobre fatores humanos fundamentais sugerem que a melhoria na velocidade da transferência da informação dos sinais mais brilhantes poderia ajudar a explicar esta melhoria na segurança. Os pesquisadores argumentam que os sinais mais brilhantes, bem acima dos limiares de legibilidade, permitem aos motoristas obter informação mais rápida e/ou exata. Como esses sinais mais brilhantes realizam sua tarefa principal de transferência da informação muito mais rapidamente, eles outorgam aos motoristas mais tempo para atender sua tarefa principal: a condução e, portanto, ajudam a melhorar a segurança.

Muitos estudos prévios sobre os fatores humanos que pesquisam os limiares de legibilidade para a leitura de sinais também são muito valiosos em termos da determinação desses limiares. Porém, esses níveis limiares refletem uma linha de base mínima e estão por baixo dos níveis que produzem uma aquisição da informação rápida e segura. Eles foram usados para determinar os níveis mínimos para a substituição dos sinais em vez de garantir a performance ótima dos sinais. A pesquisa sugere que os sinais de trânsito que fornecem luminâncias mais próximas aos níveis ótimos oferecem benefícios de segurança imediatos para órgãos e **motoristas como uma melhora simples e acionável na segurança. Veja a diferença entre a Película Refletiva de Alta Intensidade Prismática e a de Grau Diamante™.**

Referências

1. Schnell, T., Yekshatyan, L., Daiker, R., Konz, J., Efeito da luminância sobre a exatidão e o tempo de aquisição da informação a partir dos sinais de trânsito. Artigo aceito para apresentação e publicação, Cadastro de Pesquisa de Transportes, Jornal do Comitê de Pesquisa no Transporte, 2008.
2. Brimley, B., Seyedeh, M. M., Carlson, P., Dixon, K., “Efeitos na Segurança do Upgrade dos Sinais de Trânsito em Albuquerque, Novo México”. 96 Encontro Anual do Comitê de Pesquisa no Transporte, Washington, DC, 8-12 de janeiro. Washington, DC: Comitê de Pesquisa no Transporte.
3. Carlson, P.J., Hawkins, H. G., Níveis Mínimos Atualizados de Retrorrefletividade para os Sinais de Trânsito. Julho de 2003, Instituto de Transporte de Texas, Battelle Columbus Laboratories, Administração Rodoviária Federal. p. 107 p.
4. Aktan, F., Schnell, T. Definir Limiares e Contraste e Luminância para Legibilidade Segura Necessidades dos Motoristas Noturnos para Sinais Cromáticos e Acromáticos. 17 Simpósio Biental sobre Visibilidade e Dispositivos de Controle de Trânsito do CPT. 2005. Washington, D.C.: CPT.
5. Schnell, T., Aktan, F., Li, C., Requerimentos para a Luminância dos Sinais de Trânsito dos Motoristas Noturnos para Sinais com Símbolos. Cadastro de Pesquisa de Transportes N° 1862: Jornal do Comitê de Pesquisa no Transporte, 2004: p. 24-35.
6. Sivak, M., Olson, P. L., Características para Luminância Mínima e Ótima para Sinais Rodoviárias Retrorrefletivas. Cadastro de Pesquisa no Transporte N° 1027, Jornal do Comitê de Pesquisa no Transporte, 1985: p. 53-57.
7. Aktan, F., Burns, D. M. (2008). Luminância Modelada e No Campo das Películas Retrorrefletivas para Sinais. 87 Encontro Anual do Comitê de Pesquisa no Transporte, Washington, D.C., CPT.
8. Bullough, J. D., Skinner, (2011). Critérios de Luminância e Condições de Medição para Cartazes com Díodos Emissores de Luz. 90 Encontro Anual do Comitê de Pesquisa no Transporte, Washington, DC, 23-27 de janeiro. Washington, DC: Comitê de Pesquisa no Transporte.
9. Loftus, G.R., Ruthruff, E., Uma Teoria da Aquisição da Informação Visual e da Memória Visual com Especial Aplicação para as Trocas Intensidade-Duração. Jornal de Psicologia Experimental: Performance e Percepção Humana, 1994. 20: p. 33-50 Application to Intensity-Duration Tradeoffs. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1994. 20: p. 33-50.

Fale com a 3M

0800-0132333

falecoma3m@mmm.com

www.3M.com.br/sinalizacao