



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná
DER/PR**

Avenida Iguaçu, 420,
Curitiba – Paraná
CEP 80.230-902
Fone: (41) 3304 8000
Fax: (41) 3304 8130
www.der.pr.gov.br

VISIBILIDADE

Manual de Segurança Rodoviária

Aprovado pelo Conselho Diretor em 31/10/2024

Deliberação n.º 391/2024

Este procedimento substitui o Capítulo 9 da Parte 2 do Manual de Segurança Rodoviária, 1988 – DT.4.08.R.01

Autor: DER/PR (DOP/CETS)

32 páginas

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	2
2	NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS	2
3	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	2
4	PROBLEMA	3
5	MEDIDAS POSSÍVEIS	3
6	TRATAMENTO DE REGISTROS	32
7	ANEXOS	32

HISTÓRICO

Descrição	Documento	Vigência

1 OBJETIVO

Estabelecer a metodologia para implementação de medidas de segurança rodoviária em ambiente de visibilidade prejudicada pela deficiência de iluminação, condições meteorológicas desfavoráveis, trânsito de pedestres, nevoeiros, jatos d'água e nebulização.

2 NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS

Os documentos identificados a seguir compõem a lista de referências bibliográficas citadas no texto e podem compreender requisitos para a aplicação deste procedimento.

ABNT NBR 5101:2018. Iluminação pública – Procedimento.

ABNT NBR 14644:2021. Sinalização vertical – Películas - Requisitos.

ABNT NBR 14891:2021. Sinalização vertical viária – Placas.

ABNT NBR 15486:2016. Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Indicação, Vol. III.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Sinalização Horizontal, Vol. IV.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Dispositivos Auxiliares, Vol. VI.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Sinalização Temporária, Vol. VII.

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DNIT, 2010. Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias.

FHWA, 2023. *Lighting Handbook*.

Instrução Normativa nº 16 – DER/PR

KYBA, MOHAR, POSH, 2017. *How bright is moonlight? Astronomy & Geophysics*, Vol. 58, Edição 1. Pg. 31. <<<https://doi.org/10.1093/astrogeo/atx025>>>

Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997 – Código de Trânsito Brasileiro – CTB

3 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Este manual se aplica a procedimentos relativos à elaboração de projetos de iluminação, mobilidade e segurança rodoviária das rodovias sob jurisdição do DER/PR.

4 PROBLEMA

O meio ambiente em que o motorista desempenha a sua tarefa de dirigir se altera muito ao longo do dia e em diferentes condições meteorológicas. Entretanto, a mais importante alteração é relativa ao nível de visibilidade.

Durante o dia, a intensidade de iluminação emitida pela luz solar é extremamente intensa e fornece uma fonte de iluminação muito poderosa. Em condições ideais, a luminância ao ar livre durante um dia com incidência direta do sol pode atingir valores muito altos, chegando a 100.000 lux (unidade de medida de iluminância). Isto é praticamente 100.000 vezes maior que a quantidade de luz durante uma noite de céu limpo e iluminado pela lua cheia, que não deve passar de 0,3 lux (KYBA *et al.* 2017).

Estas características da iluminância garantem a reprodução das cores e definem melhor os contrastes. Em períodos noturnos e/ou durante a ocorrência de fenômenos naturais, como chuvas intensas ou nevoeiros densos, a visibilidade dos objetos torna-se ainda mais prejudicada.

Sob o ponto de vista da engenharia de tráfego e da segurança viária, esta situação é agravada, uma vez que a velocidade dos veículos reduz os intervalos de tempo necessários à observação dos obstáculos e outros objetos adjacentes.

Sob o ponto de vista de visibilidade é necessário ainda mencionar o problema dos pedestres que se agravam muito à noite. Os pedestres não têm dificuldades de ver os veículos à noite, já que quase todos os motoristas dirigem com alguma luz acesa em seus veículos. Os pedestres, no entanto, não tendo fonte própria de iluminação, dependem de uma série de fatores para que sejam percebidos no período noturno.

Este procedimento consubstancia a análise e as soluções possíveis para fatores que interferem na visibilidade dos motoristas em sua condução. Além disso, trata de forma específica os fenômenos de nevoeiro, ação de jatos d'água e nebulização; agentes nocivos à percepção visual do condutor, recomendando soluções possíveis a cada situação.

5 MEDIDAS POSSÍVEIS

As medidas possíveis a serem implementadas para incrementar a visibilidade dos motoristas em condições adversas têm como objetivo principal fazer com que os elementos interagentes na via “vejam” e “sejam vistos”, de modo a evitar a ocorrência do conflito de trajetórias (sinistros de trânsito). Estas medidas, aplicáveis de forma isolada ou conjunta, em função das características e do nível de precariedade da visibilidade, constam dos itens a seguir:

- Iluminação pública;
- Uso de faróis;
- Sinalização retrorrefletiva;
- Dispositivos antiofuscantes;
- Casos específicos.

5.1 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Conforme apresentado em DNIT (2010), os sinistros de trânsito noturnos podem apresentar duas ou três vezes mais casos fatais que os ocorridos durante o dia. A partir disso, entende-se que a iluminação da rodovia, utilizada adequadamente, pode ser uma forma economicamente viável de provocar a redução das ocorrências noturnas.

O volume do tráfego noturno e o nível de complexidade da geometria rodoviária têm grande influência perante estudos de viabilidade do uso da iluminação como forma de melhorar a segurança. Vias expressas urbanas com interseções muito próximas e áreas adjacentes substancialmente desenvolvidas geralmente são iluminadas. As complexidades da geometria e do tráfego são de tal ordem que os motoristas necessitam identificar e reagir a condições situadas de 150 m a 350 m à sua frente. Além disso, não se pode confiar que os faróis dos carros iluminem adequadamente toda a pista de vias muito largas.

Em face de interseções complexas, as quais podem oferecer uma maior probabilidade de ocorrência de conflitos de tráfego, exigindo decisões rápidas, sua iluminação pode constituir como uma medida essencial na redução de sinistros de trânsito. Pode-se optar por iluminar apenas pontos críticos em benefício da segurança, como por exemplo, as áreas de cruzamento e/ou confluência do tráfego. Entretanto, obtêm-se resultados melhores com a iluminação de toda a interseção. A iluminação parcial é às vezes utilizada, por ser de menor custo. O uso de iluminação com mastros altos também deve ser considerado, por possibilitar fornecer aos motoristas um maior campo de visão, permitindo uma orientação de forma mais ampla e adiantada da interseção.

A habilidade do olho humano em ajustar sua sensibilidade visual é relativamente lenta quando os motoristas se movem a partir de áreas bem iluminadas para outras mais escuras ou sem iluminação. Nestas situações, podem ser necessários vários segundos para que ocorra o ajuste do olho às novas condições, especialmente para pessoas mais idosas, sendo ideal a eliminação destas transições bruscas. Em vias que possuam diversas interseções em sequência, a pequenos intervalos, deve-se promover uma iluminação contínua, a fim de alcançar melhores condições para a operação viária e a eliminação das transições nocivas de iluminação.

Em vias mais suburbanas ou vicinais, sem iluminação, podem ocorrer outros efeitos que resultam na distração do motorista em decorrência de luzes provenientes de áreas laterais mais desenvolvidas. Esta iluminação ambiental se torna prejudicial pois reduz a sensibilidade visual do condutor ao trecho rodoviário. Nestes casos, em trechos viários que atravessam áreas contíguas muito iluminadas, devem ser criados obstáculos que impeçam que esta iluminação atinja a rodovia e providenciada a iluminação adequada deste trecho.

Em áreas rurais, a iluminação pública é geralmente utilizada nas interseções rodoviárias, principalmente naquelas com geometria mais complexa e com muitos pontos de convergência de tráfego. A disponibilidade de energia e os custos atrelados a manutenção devem ser levados em conta no projeto executivo. Publicações como o Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias (DNIT, 2010) e o *Lighting Handbook* (FHWA, 2023) podem auxiliar na justificativa e na escolha dos sistemas de iluminação a serem projetados.

a) Locais com Provável Necessidade de Iluminação em Rodovias

Devem ser identificados os locais críticos que necessitam de iluminação adequada. Sua justificativa pode ser um número elevado de sinistros de trânsito noturnos, em relação ao total de sinistros, ou um registro de sinistros de trânsito ou congestionamentos em locais com visibilidade inadequada, passíveis de serem reduzidos por iluminação. Tais locais incluem:

- (1) Áreas de entrelaçamento;
- (2) Rampas de entrada e saída;
- (3) Cruzamentos apresentando movimentos conflitantes de tráfego ou canalizações deficientes de tráfego;
- (4) Ruas urbanas, apresentando conflitos com pedestres;
- (5) Cruzamentos rodoferroviários em nível;
- (6) Túneis e passagens subterrâneas;
- (7) Pontes estreitas.

Sempre que existir iluminação que não seja contínua deverá ser considerada uma iluminação de transição, a fim de diminuir o desconforto dos motoristas e oferecer condições mais seguras para dirigir.

b) Suportes de Luminárias

Os suportes das luminárias devem ser construídos e colocados, de forma tal a oferecer o menor perigo possível aos veículos desgovernados. Os postes altos ou a iluminação em torres reduz a quantidade de suportes exigidos, resultando também

em sua localização em áreas seguras. Esse tipo de iluminação tem demonstrado a sua eficácia, especialmente nas áreas dos entroncamentos.

Todos os suportes de luminárias e sinais que podem ser atingidos por um veículo desgovernado devem ser escolhidos entre os tipos já testados com sucesso em colisões. As estruturas situadas dentro da área de recuperação devem ser frágeis, ou colapsíveis, ou devem dispor de proteção adequada por dispositivos de contenção viária, como barreiras rígidas ou defensas metálicas. É também importante que essas estruturas sejam localizadas em terreno plano, para que funcionem adequadamente, quando atingidas.

Há diversos pontos importantes que devem ser considerados no projeto dos sistemas de suporte a serem utilizados:

1. Os sinais e seus suportes devem ser localizados em áreas onde não possam ser facilmente atingidos, como estruturas elevadas, ou atrás de barreiras ou em um ponto elevado de um talude de corte. A visibilidade do sinal não deve ser comprometida;
2. Suportes de múltiplos sinais não devem ser agrupados. Postes de suportes pouco espaçados (menos de 2,10 m de afastamento) devem ser evitados, a menos que tenham sido submetidos com sucesso a testes de colisões;
3. Sistemas colapsíveis devem ser instalados corretamente. A altura do mecanismo é um fator crítico. Qualquer parte remanescente, após seu rompimento, não deve ficar mais que 0,10 m acima da área vizinha.
4. As características do tipo de colapsividade são importantes. Suportes que colapsam apenas em uma única direção não podem ser usados em interseções, visto que podem ser atingidos por veículos de diferentes direções;
5. Suportes colapsíveis não devem ser localizados onde possam impedir a atuação correta de outras medidas de segurança. Por exemplo, não se deve colocar um suporte colapsível em um talude de 1V:3H ou 1V:4H, se houverem alternativas melhores. A estabilidade de um veículo desgovernado nesses taludes é pequena. Um choque com um dispositivo colapsível pode ser suficiente para desestabilizá-lo.

Na maioria dos casos, postes de iluminação devem ter sistemas semelhantes aos usados para sinais de tráfego. No entanto, é mais adequado não usar suportes colapsíveis onde houver a possibilidade de que pedestres sejam atingidos pelo poste ou pelo veículo desgovernado. Postes de iluminação, localizados em canteiros

centrais estreitos, podem cair em faixas do tráfego oposto, quando atingidos, e por essa razão não devem ser de tipo colapsível.

Grandes suportes de sinais não são feitos para serem colapsíveis e devem ser protegidos por um sistema de barreiras ou defensas. Os dispositivos de contenção viária devem ser instalados conforme a ABNT NBR 15486:2016, Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto. Suportes de luminárias que são colocados no topo de barreiras de concreto situadas nos canteiros (central ou lateral) devem ficar suficientemente afastados, de modo que não sejam atingidos por veículos com centros de gravidade elevados, em caso de impactos.

Quando forem empregados suportes do tipo articulado, recomenda-se que seja incluso na base um dispositivo que desligue automaticamente os cabos de alimentação do circuito interrompido. Esse dispositivo não se desligará aos cabos entre os postes e a luminária, como facilitará também os reparos e ajudará na conservação normal de iluminação. O sistema subterrâneo principal não sofrerá danos e o desligamento da corrente reduzirá os perigos dos choques elétricos ocasionados pelos cabos expostos.

Ao projetar o sistema de iluminação rodoviária, deverão ser levadas em conta as demandas de curto e a longo prazos, as necessidades da comunidade perante as prioridades auferidas, a energia elétrica disponível ou o uso de fontes de energia renováveis.

Para esse fim, deverão ser projetados sistemas de iluminação dotados de um circuito capaz de permitir o máximo de flexibilidade na conservação de energia dentro das necessidades mínimas de segurança de tráfego.

c) Critérios de Projeto

A instalação da iluminação pública deverá seguir as condições preconizadas pela ABNT NBR 5101:2018, ou atualização que venha a substituí-la.

5.2 USO DE FARÓIS

A intensidade luminosa dos faróis influi diretamente no alcance visual dos motoristas, podendo-se estabelecer relações de dependência entre a intensidade luminosa, distância de visibilidade e a velocidade dos veículos.

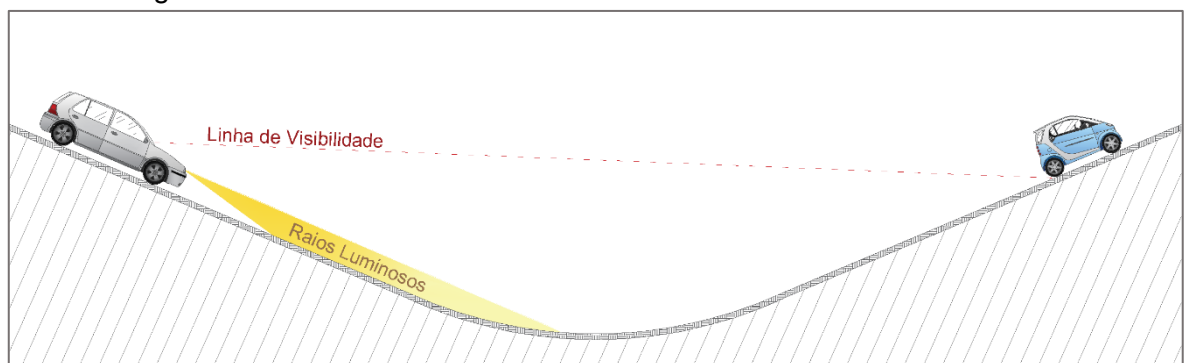
De fato, o processo de enxergar exige certo tempo de exposição do objeto (no caso, qualquer obstáculo na pista de rolamento). Disso resultam maiores alcances visuais para

velocidades menores. Verifica-se que a distância necessária para que o motorista enxergue um obstáculo inesperado cresce aproximadamente de 6 metros para cada aumento de 15 km/h na velocidade. Quanto maior a intensidade luminosa dos faróis, maior o alcance visual do motorista.

Por outro lado, o ofuscamento provocado pelos faróis de veículos que trafegam no sentido contrário é extremamente desagradável para os motoristas, podendo, em certas situações, provocar a perda momentânea da visão. No tópico 5.4 serão tratadas aplicações com a finalidade de eliminar ou minimizar o ofuscamento dos condutores.

Ainda, ao se fazer uma relação com a geometria das curvas verticais, pode-se verificar alguns problemas evidenciados pela distância de visibilidade na aproximação de curvas côncavas ou convexas, em que o alcance dos faróis tende a ser reduzido. Abaixo ilustra-se o caso de curvas côncavas, em que a situação é provocada pelo ângulo dos raios luminosos dos faróis à noite (figura 1), e pode ser agravada na existência de uma interferência com estruturas transversais (figura 2).

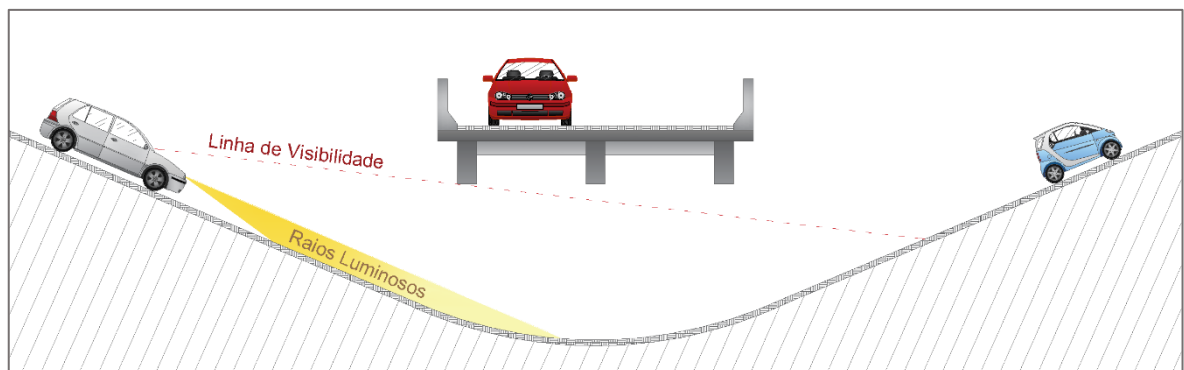
Figura 1 – Alcance dos feixes luminosos em curvas verticais côncavas.



Fonte: Adaptação DNIT, 2010.

Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Figura 2 – Alcance dos feixes luminosos em curvas côncavas na existência de estrutura transversal.



Fonte: Adaptação DNIT, 2010.

Elaboração PROJEVIAS, 2023.

No caso de sinalização de trânsito retrorrefletiva, a distância de visibilidade é alterada com o uso de faróis. Sabe-se que o uso de material retrorrefletivo na sinalização horizontal permite ampliar a distância de observação de 140 metros para 280 metros, quando são usados faróis altos. Para faróis baixos, as marcas retrorrefletivas podem ser vistas a 160 metros ao invés de a 80 metros. No caso de detecção visual de pedestres sob a iluminação de faróis, a distância média é de 120 metros para facho baixos e 230 metros para facho altos. A diferença devida à cor da roupa do pedestre pode chegar a 50% sob faróis altos; pedestres com luminância de 25% são visíveis a 300 metros enquanto que roupas que apresentam luminância de 8% são visíveis a 200 metros.

Sob condições desfavoráveis de visibilidade, como no caso de ocorrência de chuvas intensas e nevoeiros densos, o alcance dos faróis diminui sensivelmente variando conforme a severidade das condições atmosféricas. Mesmo nestas condições, o uso do farol é importante para tornar os dispositivos com elementos retrorrefletivos mais visíveis.

Os faróis são, portanto, instrumentos indispensáveis para a melhoria da segurança e pode-se extrair o máximo do seu rendimento fazendo-se uma correta calibração do facho luminoso em inspeção periódica quanto à intensidade luminosa de suas lâmpadas.

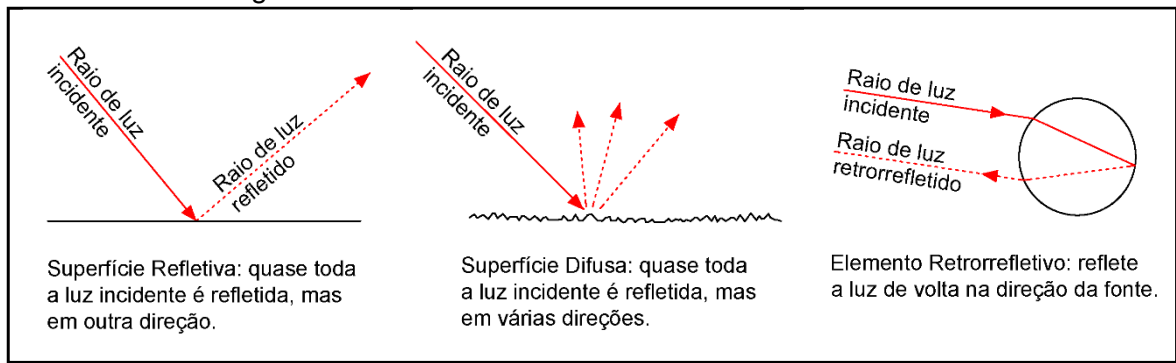
Cabe ao órgão público de trânsito realizar fiscalizações frequentes das condições de circulação dos veículos e em especial, do seu sistema de iluminação. Além disso, é importante conscientizar os motoristas da importância do uso dos faróis, através de campanhas educativas. A instalação de placas de sinalização educativa podem ser um auxílio nesta tarefa, mas devem ser utilizadas como um meio complementar às campanhas para que seu efeito se reproduza na segurança.

5.3 SINALIZAÇÃO RETRORREFLETIVA

A sinalização vertical, trazendo mensagens de regulamentação, advertência ou informação indicativa deve ser legível tanto na luz do dia quanto à noite de acordo com o § 1º do art. 80 do Código de Trânsito Brasileiro – CTB. De modo a garantir a transmissão eficiente de tais mensagens, a sinalização deve possuir elementos retrorrefletivos ou ser dotada de iluminação interna ou externa (luminosa ou iluminada, respectivamente).

O princípio de funcionamento da refletividade pode ser ilustrado da seguinte forma:

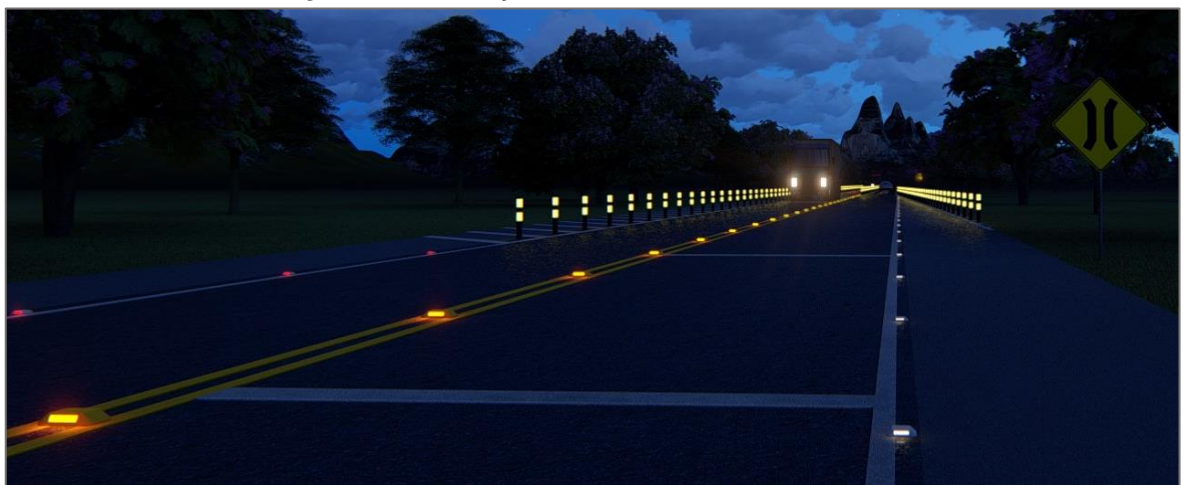
Figura 3 – Funcionamento da Retrorrefletividade da Luz.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

As superfícies espelhadas refletem praticamente toda a luz incidente. Entretanto, o raio refletido somente retorna à fonte de iluminação quando o ângulo de incidência é normal à superfície. Além disso, as superfícies comumente apresentam pequenas irregularidades que fazem com que o raio incidente seja refletido em várias direções, num fenômeno conhecido como difusão. Por fim, certos dispositivos apresentam a propriedade de refletir a maior parte da luz incidente de volta à fonte luminosa. Esta propriedade, chamada de reflexão retroativa ou retrorefletiva é apresentada pelas esferas de vidro e catadióptricos. Este efeito é conseguido na sinalização horizontal através do uso de microesferas de vidro espalhadas na tinta ou na massa usada para demarcação. Na sinalização vertical, o efeito de retrorefletividade é conseguido através do uso de películas constituídas de microesferas de vidro ou microprismas. Alguns outros dispositivos auxiliares também apresentam elementos catadióptricos, com capacidade de retroreflexão, instaladas nas tachas, tachões, balizadores, entre outros.

Figura 4 – Utilização do Material Retrorefletivo.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Através do uso de material retrorrefletivo e dos faróis dos veículos como fonte de iluminação, consegue-se uma sinalização com eficiência semelhante àquela apresentada durante o dia. Eficiência esta que se torna incomparável com a sinalização não retrorrefletiva, podendo-se considerar ainda que este efeito faz com que a sinalização apresente características mais próximas de uma sinalização luminosa do que de uma sinalização iluminada. As propriedades fotométricas dos materiais empregados em sinalização permitem que se obtenham níveis de legibilidade semelhantes tanto com luz diurna quanto noturna, ao utilizar a iluminação de um farol alto.

Os materiais retrorrefletivos são largamente empregados, tanto em sinalização vertical como em sinalização horizontal. Toda a sinalização não luminosa deve ser retrorrefletiva, garantindo assim aos motoristas a transmissão mais eficiente das mensagens de regulamentação, advertência e de indicação.


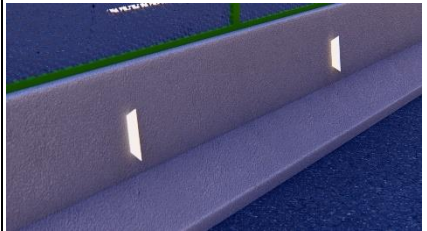



Quando o motorista dirige à noite apenas com as luzes de posição (lanternas) acesas, a sinalização refletiva perde o seu efeito, deixando de apresentar o rendimento e as vantagens assinaladas. A iluminação viária artificial tem intensidade menor que a diurna e está sujeita a variações de intensidade, de acordo com a distância entre as luminárias. Por ser instalada acima de 4,5 m de altura, a sinalização aérea, instalada em pórticos e semipórticos, está sujeita ainda à interferência de árvores, o que faz com que o seu rendimento seja prejudicado. De acordo com o princípio de funcionamento do material retrorrefletivo usado, a maior parte da luz incidente é refletida de volta em direção à fonte luminosa, ou seja, em direção à luminária e não em direção ao motorista.

Quando os motoristas dirigem com os faróis baixos acesos, a iluminação fornecida pelos faróis é refletida de volta, em direção ao veículo, proporcionando uma legibilidade muito maior das mensagens e símbolos da sinalização. Neste caso, não apenas a visibilidade dos símbolos é maior em comparação ao caso anterior, mas como também a sinalização ganha destaque no ambiente como um todo. Além de mais legível a mensagem, também torna mais fácil ao motorista localizar e identificar a mensagem em meio à grande quantidade de informações visuais que competem pela sua atenção.

De acordo com as diretrizes do CONTRAN, as rodovias e as vias de trânsito rápido, não dotadas de iluminação pública, **devem** receber placas de sinalização vertical com películas retrorrefletivas, luminosas ou iluminadas. Estas devem ainda apresentar o mesmo formato, dimensão e cores nos períodos diurnos e noturnos.

Quanto aos dispositivos retrorrefletivos, existem vários tipos adequados a cada situação. O quadro 1 relaciona os principais tipos existentes e os seus possíveis usos correspondentes.

Quadro 1 – Exemplos de aplicação dos dispositivos retrorrefletivos.

DISPOSITIVO	TIPO	APLICAÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Microesferas de Vidro	Sinalização Horizontal	Em todas as demarcações longitudinais, marcas de canalização, símbolos, legendas e setas.	
Balizador de Ponte, Viaduto, Túnel Barreira e Defesa	Dispositivos de Contenção e OAE	Junto à estrutura de obras de arte especiais, ao longo da mureta de proteção ou do dispositivo de contenção.	
Cilindro Delimitador	Sinalização Horizontal	Junto às marcas viárias para inibir a circulação imprópria de veículos e melhorar a visibilidade em trechos de canalização.	
Tacha	Sinalização Horizontal	Junto às marcas longitudinais de sinalização viária.	
Tachão	Sinalização Horizontal	Demarcação de faixas exclusivas, minirrotatórias e outras marcas de canalização.	

Elaboração PROJEVIAS, 2023.

O uso do material refletivo melhora muito as condições de visibilidade da sinalização. O seu melhor resultado é obtido através do uso e regulagem adequada dos faróis dos veículos, no entanto, algumas condições devem ser observadas pois tendem a piorar o desempenho dos materiais retrorrefletivos, são elas:

- A água acumulada sobre o pavimento impede que a sinalização horizontal seja lida, por não dar condições de funcionamento ao material refletivo e por criar padrões de reflexão inconvenientes. É necessário que a drenagem superficial seja adequada a fim de evitar a formação de poças e para que a lâmina de água sobre

o pavimento seja a menos espessa possível (aplicações podem ser obtidas no PSR-E 04 – Melhoramentos na Superfície de Rolamento).

O uso de dispositivos auxiliares delimitadores com elementos retrorrefletivos, como tachas, tachões e balizadores, podem suprir satisfatoriamente a canalização nas vias nos momentos sob intempéries.

- A sujeira acumulada sobre a via pode impedir a visualização adequada da sinalização horizontal. É recomendável, portanto, que entre as providências de manutenção de sinalização esteja a limpeza da pista nos locais onde existe sinalização horizontal para eliminação da sujeira que tende a diminuir a eficiência do material refletivo.
- A sujeira acumulada nas placas da sinalização vertical reduz a retrorrefletividade e legibilidade dos sinais. Deve ser providenciada a lavagem periódica da sinalização vertical, principalmente das placas de regulamentação e advertência, que se sujam mais por ficarem próximas do pavimento.
- A sujeira acumulada nos elementos retrorrefletivos dos dispositivos auxiliares diminui sua eficácia. Deve-se, portanto, providenciar a sua limpeza periódica, ou mesmo, a sua substituição.
- O desgaste do material refletivo usado na sinalização horizontal leva à deterioração das suas condições de visibilidade. É necessário prever a revisão periódica e a reaplicação do material, sempre que o desgaste comprometer a visibilidade da sinalização. Deve ser lembrado que em certas localidades o desgaste do material usado em sinalização horizontal é muito maior que o normal, exigindo manutenção mais constante.
- As tachas empregadas na canalização das faixas de trânsito podem ser deslocadas de seu posicionamento original, perdendo então, sua finalidade. A solução se dá pela substituição das tachas, e talvez, exija uma recuperação do pavimento, caso este tenha sido danificado.

5.4 DISPOSITIVOS ANTIOFUSCANTES

O ofuscamento visual provocado por fontes luminosas intensas, especialmente em períodos noturnos, pode contribuir, em algum nível, para a diminuição das condições da segurança rodoviária. Sob velocidades mais altas podem influenciar na redução do tempo de reação dos condutores.

Ao longo das rodovias é possível que existam diversas fontes luminosas que podem contribuir com este problema, como postes de iluminação e outros focos terrestres, entretanto, os faróis dos veículos que trafegam em sentido contrário se tornam inegavelmente superior às demais. Os facho luminosos mal regulados, ou faróis altos sendo utilizados inadequadamente, podem atingir diretamente os olhos dos condutores, ou mesmo dos pedestres, sendo de grande risco nos períodos noturnos. Locais que não possuem outra fonte de iluminação, dependendo unicamente dos faróis veiculares, tendem a ampliar o contraste percebido entre o ambiente e a fonte luminosa recebida diretamente nos olhos, podendo resultar na perda de visão por vários segundos.

Mesmo com o avanço das tecnologias, possibilitando a criação de novos sistemas de iluminação, mais fortes e com maior precisão na delimitação dos facho de luz, ainda é possível encontrar uma grande quantidade de veículos com faróis de modelos antigos, desregulados, ou até mesmo incompatíveis com a legislação.

De todo modo, avistando que ainda existam causas de sinistros de trânsito envolvendo a perda de visibilidade ocasionada pelo ofuscamento dos condutores, existem alguns dispositivos que podem ser utilizados em benefício da segurança viária. Mesmo em locais onde já existam divisórias nos canteiros centrais, evitando o contato direto dos veículos que trafegam em sentidos opostos, o vazamento de luz ainda pode ser danoso e os dispositivos antiofuscantes podem ser aplicados em locais específicos e pontuais, em curvas verticais e horizontais, serras e pontos críticos, a fim de beneficiar a atenção dos condutores aos fatores de cuidado e alerta da via.

Desta forma os dispositivos antiofuscantes podem ser utilizados para eliminar ou minimizar estes efeitos nocivos à segurança viária, evitar a perda de visão temporária causada pelos faróis dos veículos que circulam no sentido oposto, ou até mesmo por outras interferências luminosas que estejam adjacentes à via, tais como refletores de edificações e sinalização de aeroportos. De modo auxiliar, estes dispositivos ainda podem ser utilizados para minimizar incômodos causados pelo tráfego rodoviários a moradores de áreas lindeiras.

A sua utilização deverá ser realizada sobre dispositivos de contenção longitudinal, canteiros ou faixas de segurança centrais das rodovias de mais de duas pistas ou em

divisórias da rodovia às vias marginais, sempre que houver necessidade de bloquear o ofuscamento causado pelo fluxo oposto.

Desta forma, o projetista deverá observar as seguintes circunstâncias:

- Local onde o ofuscamento é um problema conhecido com base na experiência ou em fatos documentais;
- Histórico de sinistros de trânsito em que se possa identificar que o ofuscamento foi fator contribuinte para a ocorrência;
- Características rodoviárias como canteiros centrais estreitos (menor que 6 metros), VDM superior a 20 000 veículos por dia, maior percentagem de tráfego de veículos pesados (acima de 25%) e ausência de iluminação.
- Situações especiais que possam justificar a instalação de dispositivos antiofuscantes em canteiros centrais mais largos, ou em acostamentos laterais, visando evitar interferências com sistemas de iluminação vizinhos e/ou bloquear a luz que pode penetrar em matas e florestas.

Dentro destes parâmetros podem ser utilizadas a utilização das seguintes medidas:

- Barreira em Chapa Expandida

Barreira confeccionada em aço-carbono e montada sobre sistema de contenção veicular. Deve possibilitar proteção visual com altura mínima de 1,75m do nível do solo com boa visibilidade lateral, durável, resistente, com aspecto agradável, a ser instalada e fixada sobre barreira rígida ou defensas metálicas, atendendo aos requisitos estabelecidos nas ABNT NBR 15.486, ABNT NBR 14.885 e ABNT NBR 6.971 e mantendo os critérios de segurança estabelecidos pelas ABNT NBR 15.486, ABNT NBR 14.885 e ABNT NBR 6.971.

Figura 5 – Ilustração de uma barreira de chapa expandida.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

- Barreira em Lamela Plástica

Barreira constituída por lâminas plásticas verticais de superfície lisa na cor verde, moldadas como peças únicas, montadas sequencialmente sobre sistema de contenção veicular. Deve possibilitar proteção visual com altura mínima de 1,75m do nível do solo, com boa visibilidade lateral, durável, resistente, com aspecto agradável, a ser instalada e fixada sobre barreira rígida ou defensas metálicas, mantendo os critérios de segurança estabelecidos pelas ABNT NBR 15.486, ABNT NBR 14.885 e ABNT NBR 6.971.

Figura 6 – Ilustração de uma barreira de lamela plástica.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

- Barreira Natural

Barreira constituída de vegetação formada por arbustos plantados ao longo do canteiro central de forma adequada para eliminar ou minimizar o ofuscamento dos condutores provocado pelos faróis dos veículos que circulam na pista oposta. Deve possibilitar proteção visual com altura mínima de 1,75m do nível do solo, requer manutenção periódica para manter seu aspecto e não pode constituir um obstáculo na zona livre da via.

Figura 7 – Ilustração de uma barreira natural.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

5.5 CASOS ESPECÍFICOS

São abordados alguns casos específicos que merecem atenção especial quanto aos problemas de visibilidade. São situações em que a utilização incorreta da sinalização ou da iluminação pode acarretar consequências que comprometem a segurança viária. São elas:

- Pedestres;
- Distância de visibilidade;
- Guias e edificações;
- Túneis e viadutos;
- Obstáculos não removíveis;
- Obras nas vias;
- Ruptura da luminosidade;
- Áreas de cultivo lindeiras à rodovia.

5.5.1 Pedestres

Os pedestres são motivo de grande preocupação por parte dos técnicos e engenheiros de tráfego, não apenas por serem elementos mais frágeis que se deslocam na via pública, mas também por apresentarem padrões de deslocamento caracterizados pela irregularidade de trajeto e pelas mudanças bruscas na direção e na velocidade. Apesar desses fatores interferirem na visibilidade apresentada pelos pedestres, a principal dificuldade reside no fato dos pedestres não possuírem uma fonte própria de luminosidade. À noite a percepção pelos motoristas sobre a existência de pedestres nas vias depende, fundamentalmente, da existência da iluminação pública e do uso dos faróis pelos veículos.

A visibilidade dos pedestres nos pontos de travessia é o problema mais sério a ser enfrentado e a melhor maneira de resolvê-lo é através da localização adequada das luminárias. O princípio básico do arranjo das luminárias nas proximidades das áreas de travessia pode ser ilustrado pelo modo em que o pedestre que irá atravessar a rua é visto. O uso de uma luminária, instalada de maneira adequada, em que a região iluminada que ela produz ilumine a maior parte da área de travessia, ainda deixa escura a área de aproximação do pedestre às margens da via (conforme mostrado na figura 8). É desejável, então, que hajam luminárias instaladas nestas áreas (de aproximação) e, de preferência, de ambos os lados da via, para que se crie um fundo claro no qual o pedestre será visto (conforme figura 9).

Figura 8 – Iluminação Deficiente para Visualização do Pedestre.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Figura 9 – Iluminação Efetiva para Visualização do Pedestre e da Travessia.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Os polos geradores de viagens a pé e os pontos de concentração de pedestres devem, obrigatoriamente, construir focos de atenção para o Engenheiro de Tráfego. Alguns dos problemas observados podem ser resolvidos, ou ao menos minimizados, através de providências que nem sempre são de Engenharia. A adoção de roupas claras pelos pedestres que se utilizam das vias à noite, a generalização do uso dos faróis pelos motoristas, a construção de calçadas onde a sua falta provoca tráfego de pedestres pela via e a construção de passarelas. São todas soluções válidas, cada qual mais conveniente para uma situação específica.

5.5.2 Distância de Visibilidade

As características topográficas e geométricas da via, como curvas horizontais e verticais, além das obstruções laterais existentes, podem prejudicar a intervisibilidade dos motoristas. Nesta situação pode ser necessário definir trechos de viagens onde a ultrapassagem é proibida por questões de segurança.

A distância mínima de visibilidade a ser seguida é descrita em função da velocidade regulamentada, conforme apresentado pelo CONTRAN, Vol IV (2022), constando das seguintes relações:

Quadro 2 – Distância de Visibilidade.

VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h)	DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE (m)
40	140
50	160
60	180
70	210
80	245
90	280
100	320
110	355

Sempre que possível, é conveniente que estas zonas de distância mínima de visibilidade de ultrapassagem tenham uma iluminação adequada, pois são locais onde a perfeita intervisibilidade dos veículos se faz altamente relevante para a segurança.

5.5.3 Guias e Edificações

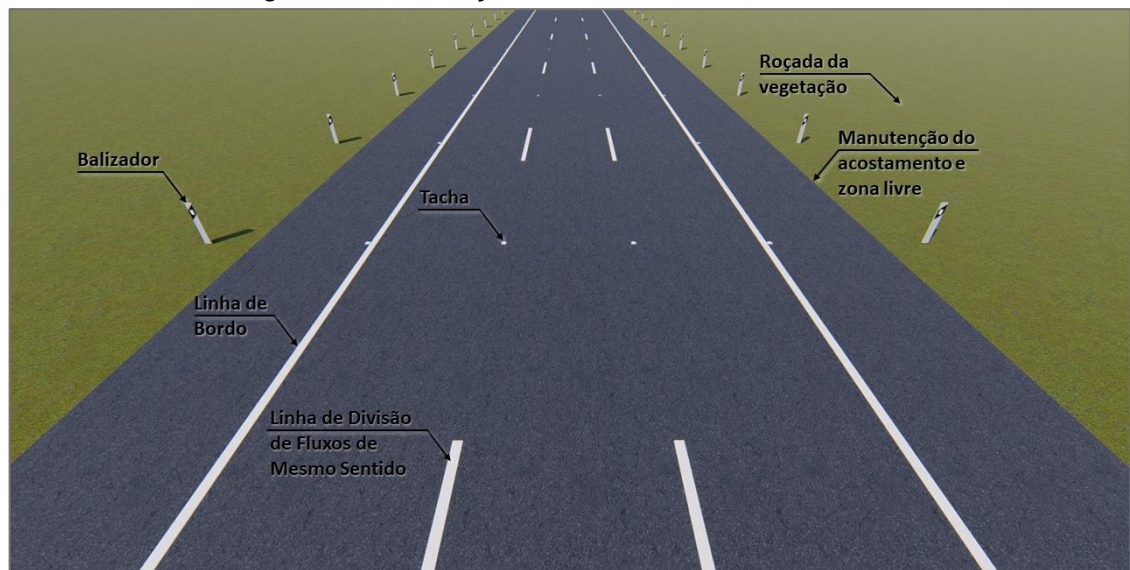
Muito frequentemente no meio rural, as vias pavimentadas não possuem guia nem edificações nas áreas lindeiras. Isso pode dificultar a tarefa de dirigir à noite, já que as informações sobre o traçado da via e demais condições geométricas acabam por serem mais difíceis de se observar. Além disto, a falta de iluminação pública exige que as medidas a serem tomadas devam tirar o máximo proveito do uso dos faróis dos veículos.

As figuras a seguir ilustram o emprego de medidas que intentam melhorar a visibilidade para estas situações:

- Aplicação e manutenção da sinalização horizontal com material retrorrefletivo;
- Utilização de tachas e tachões retrorrefletivos;
- Balizamento dos limites da via com balizadores (dispositivos delimitadores);

- Sinalização de curvas e desalinhamentos viários, como estreitamentos de pista, com marcadores de alinhamento;
- Sinalização de obstáculos e alterações geométricas da rodovia com marcadores de perigo;
- Utilização de elementos retrorrefletivos nos dispositivos de contenção viária;
- Sinalização vertical de advertência para a indicação de ocorrências na pista;
- Manutenção do acostamento e zona livre; limpeza da pista e roçada da vegetação para evitar que ocupe a pista e prejudique a sinalização.

Figura 10 – Utilização de elementos retrorrefletivos.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

A sinalização e os elementos retrorrefletivos têm importância fundamental para a visibilidade noturna de vias rurais, além das providências que devem ser tomadas em relação a manutenção da zona livre, com ilustrado na figura 10.

Figura 11 – Utilização de Elementos Retrorrefletivos e Marcadores de Alinhamento.



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Conforme apresentado na figura 11, as defensas podem fornecer uma orientação visual além da sua função de contenção viária, principalmente em trechos em curva, onde são visíveis não só por sua estrutura, mas também pelos seus elementos retrorrefletivos.

5.5.4 Túneis e Viadutos

Os túneis são fontes potenciais permanentes de problemas de iluminação, razão pela qual requerem tratamentos adicionais. Afinal, são trechos mais escuros que as demais vias durante o dia, enquanto que à noite são mais bem iluminados que as vias externas. Em qualquer das duas situações, os olhos do motorista são abrigados a dupla adaptação, na entrada e na saída do túnel, o que se traduz no fato de que, em poucas dezenas de metros, por duas vezes os olhos do motorista não estão ajustados para o máximo rendimento.

A iluminação de túneis requer que sejam tomados os seguintes cuidados:

- O nível de iluminação no interior do túnel não deve ser uniforme, mas variar ao longo do comprimento. Deve ser mais intenso junto à entrada, decrescendo em direção à saída;
- As fontes de luz empregadas devem ser de baixa luminância, já que a altura de montagem é baixa. Frequentemente, inclusive, são empregadas luminárias especiais, com características de espalhamento de luz específicas para uso em túneis, de forma a evitar ofuscamento;
- Na medida do possível, as fontes de luz devem ser instaladas de forma tal que o seu alinhamento contribua para a orientação visual do motorista com relação à direção seguida pelo túnel;
- A baixa luminância das fontes exige que elas sejam mais numerosas e o pequeno espaçamento entre elas acentua o efeito da intermitência. Além de desagradável, tal efeito tem ação hipnótica e pode ser evitado com o emprego de espaçamento tal, que a frequência da intermitência esteja entre 2 e 20 Hertz;
- O fenômeno de maior impacto sobre a visibilidade é, provavelmente, a depreciação das fontes de luz pela deposição de sujeira sobre as tampas de vidro das luminárias. A limpeza frequente e a manutenção preventiva das luminárias são, portanto, medidas indispensáveis para a operação adequada dos trechos em túnel;
- A limpeza das paredes internas dos túneis tem também impacto sobre a eficiência da iluminação, de modo que a limpeza frequente pode sempre melhorar as condições de visibilidade.

Pode-se notar, inclusive, que o nível de iluminação interna pode ser bem menor à noite que durante o dia, de modo a compensar a variação do nível de iluminação externa. O efeito pode ser obtido apagando-se algumas luminárias à noite, de acordo com algum padrão simétrico.

Mais frequentes que os túneis, as passagens sob viadutos também são áreas problemáticas. Do ponto de vista da iluminação, essas passagens se caracterizam pelo fato de que a saída e os seus arredores são claramente visíveis a partir de um ponto a certa distância. Nestes locais, via de regra, os movimentos conflitantes de veículos são mais intensos (entrelaçamentos), justamente no trecho pouco iluminado. Para o motorista que se aproxima, o campo de visão sob o viaduto aparecerá como uma moldura escura em volta de um centro claro. Os objetos serão vistos como silhuetas escuras contra o fundo claro.

Para passagens com até 50 metros de comprimento, a iluminação provida pela difusão de luz solar é geralmente suficiente. Para a operação noturna, no entanto, passagens com mais de 30 metros devem ser iluminadas.

Como medida auxiliar à visibilidade de túneis e viadutos recomenda-se o uso de dispositivos marcadores de obstáculo, colocados em vigas, pilares e outras estruturas dispostas na via ou área adjacente a ela. Detalhes de projeto e parâmetros de utilização podem ser obtidos no PSR E-08 – Sinalização de Segurança.

5.5.5 Obstáculos Não Removíveis

Todo obstáculo não passível de remoção encontrado na via pública deve ser amplamente visível para o motorista sob qualquer condição. Durante o dia, a grande maioria dos obstáculos é facilmente perceptível, mas à noite é necessário dar condições particularmente boas de visibilidade para certos obstáculos. Os recursos a serem usados são numerosos e variados, dependendo da escolha de cada situação particular.

A Iluminação pública, por outro lado, pode criar ilusões perigosas. Existem determinadas vias dotadas de iluminação pública e que são interrompidas por um pequeno obstáculo, como um córrego ou vala. A continuidade e o padrão uniforme da iluminação podem dar a um motorista a falsa impressão de que a via também é uniforme e continua. As providências a tomar incluem a quebra da uniformidade da iluminação, seja pelo uso de espaçamento diferente perto do obstáculo, seja pelo uso de iluminação instalada de um lado da via no trecho anterior ao obstáculo. Outra providência seria a instalação de sinalização, defesa, dispositivos de contenção e muros a fim de aumentar a visibilidade do obstáculo.

De modo geral, todas os dispositivos de canalização de trânsito, que podem ser consideradas como obstáculos na via ou que não tenham contornos suaves, devem receber tratamento semelhante, conforme indicado pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VI, Dispositivos Auxiliares.

Os elementos retrorrefletivos devem ser claramente visíveis a 300 metros de distância sob a incidência de fecho alto do farol de um veículo, em condições favoráveis de tempo.

5.5.6 Obras nas Vias

A sinalização de trânsito para locais em obras é regida por diretrizes do Conselho Nacional de Trânsito, o CONTRAN. A sua função principal é garantir melhores condições de segurança nos deslocamentos de veículos, nas proximidades das obras realizadas na via. No entanto, ela pode ser feita de tal maneira que garanta também a segurança dos pedestres, permitindo o controle da ocupação da via pela interferência.

A segurança dos pedestres pode ser melhor garantida pela exigência da manutenção de passagem livre pela calçada ou por proteção ao fluxo de pedestres que forem obrigados a contornar a obra pelo leito da via, devido à inexistência de espaço para a passagem pelo passeio/calçada.

De acordo com o CONTRAN, Vol. VII (2022), definem-se as seguintes responsabilidades sobre a sinalização de obras:

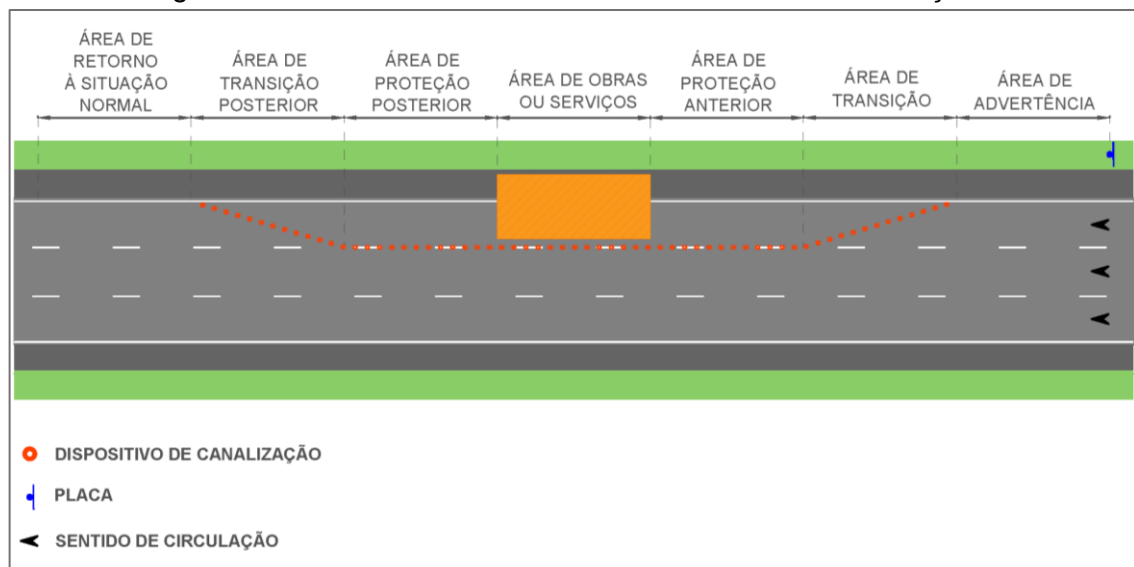
- *O projetista da sinalização tem a responsabilidade de elaborar o projeto e submetê-lo à aprovação do órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via;*
- *O órgão ou entidade de trânsito tem a responsabilidade de aprovar os projetos de sinalização que estejam de acordo com as normas estabelecidas, divulgar à comunidade o projeto, as restrições e caminhos alternativos com, no mínimo, quarenta e oito horas de antecedência e fiscalizar sua correta implantação, manutenção e desativação;*
- *A empresa executora da sinalização tem a responsabilidade de seguir as diretrizes constantes no projeto ou determinadas pelo órgão ou entidade de trânsito e providenciar sua correta implantação, manutenção e desativação.*

A sinalização para obras e serviços deve seguir as diretrizes descritas no esquema básico do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. VII – Sinalização Temporária. Estes critérios abrangem uma área maior que aquela estritamente ocupada pelos trabalhadores, englobando toda uma sinalização prévia de advertência e regiões onde o motorista é obrigado a realizar mudanças na velocidade e no trajeto. A sinalização e os dispositivos empregados devem, portanto, ser visíveis a uma distância mínima, seja durante o dia ou a noite, em que o condutor do veículo possa perceber a existência de um perigo num ambiente de ruído visual, e pouca iluminação, reconhecer o tipo de perigo, selecionar a velocidade e o trajeto adequado e executar as medidas necessárias de forma segura e eficiente.

De acordo com as diretrizes do CONTRAN, toda área abrangida pela interferência, isto é, aquela que compreende todos os desvios e rotas alternativas no sistema viário como um todo, é denominada de “Área de Influência da Obra ou Serviço”. Já nos locais de intervenção, entre o primeiro sinal de advertência, até o ponto a partir do qual o trânsito retorna para a configuração normal da via, é denominado de “Área de Obra ou Serviço”.

Assim, este percurso encontrado na Área de Obra ou Serviço, pode ser dividido em zonas características, de acordo com a abordagem realizada. O exemplo é apresentado na figura 12, constando das zonas características para áreas de obra ou serviço em vias ruais.

Figura 12 – Zonas Características da Área do Obra ou Serviço



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Além deste modelo, outras aplicações podem ser encontradas no Manual do CONTRAN, as quais que podem ser necessárias para utilização em áreas mais extensas, e que envolvam a transposição de mais fluxos de veículos ao longo do trajeto.

5.5.7 Ruptura da Luminosidade

A mudança brusca no padrão de iluminação de uma via se chama ruptura. É o que ocorre quando a iluminação de uma via vem sendo feita com um tipo de lâmpada ou montagem e, repentinamente, passa a ser usado um equipamento diferente, sem que haja uma zona de transição. Tanto pode acontecer que o trecho inicial seja melhor iluminado que o segundo, como ao contrário. Isto faz com que, na prática, parece haver túneis em certos trechos da via. O problema é mais grave à noite, embora ocorra durante o dia, em vias muito arborizadas.

A ruptura também acontece quando uma via é iluminada em determinados trechos e não em outros, seja por defeito na instalação, lâmpada queimada ou por falta de equipamento. Da mesma forma que no caso dos túneis e viadutos, os olhos do motorista demoram um certo período de tempo para se adaptarem à nova condição de iluminação, o que faz com que o veículo percorra algumas dezenas de metros parcialmente controlado, cada vez que ocorre a ruptura.

Não existem muitas alternativas para soluções do problema da ruptura do nível da luminosidade da via pública. Uma delas, no entanto, é adotar o espaçamento gradativamente maior nos trechos finais do segmento iluminado ou espaçamento gradativamente menor nos trechos iniciais, para facilitar a adaptação. A revisão periódica e a manutenção rápida do equipamento de iluminação pública defeituosa podem contribuir, já que se estaria evitando a ocorrência de áreas escuras.

5.5.8 Áreas de cultivo lindeiras às rodovias

É comum que áreas de cultivo “invadam” as faixas de domínio das rodovias paranaenses. Plantações lindeiras acabam utilizando espaços junto à sinalização vertical, comprometendo sua visibilidade e funcionalidade.

Desta forma, a legislação brasileira impede a interferência de vegetações na sinalização viária e define, para as rodovias estaduais do Paraná, que o DER/PR proceda com ações para a solução de possíveis problemas. O CTB – Código de Trânsito Brasileiro, em seu Artigo 81, traz que “nas vias públicas e nos imóveis é proibido colocar luzes, publicidade, inscrições, vegetação e mobiliário que possam gerar confusão, interferir na visibilidade da sinalização e comprometer a segurança do trânsito.” Já no Artigo 84 consta que “o órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá retirar ou determinar a imediata retirada de qualquer elemento que prejudique a visibilidade da sinalização viária e a segurança do trânsito, com ônus para quem o tenha colocado.”

A Instrução Normativa nº 16 (DER/PR) permite o uso temporário da faixa de domínio por particulares, sem instalação de barreiras físicas, para plantio agrícola de até 1 metro de altura, considerando o vegetal “adulto”. Esta tolerância fica a cargo do engenheiro responsável pela operação da rodovia ou por normativa específica do DER/PR.

5.6 CASOS ESPECIAIS

5.6.1 Nevoeiros

O nevoeiro é um fenômeno natural resultante da concentração de partículas de água em suspensão e geralmente causado por variações atmosféricas. Quando denso, o nevoeiro pode se tornar uma séria ameaça à segurança e a eficiente operação de tráfego de veículos nas rodovias.

A degradação da visibilidade devido ao nevoeiro deve-se à ocorrência dos fenômenos de absorção e dispersão luminosa que atuam na transmissão de luz entre o objeto a ser visto e o observador. A dispersão da luz, resultado da ação de faróis dos veículos sobre as partículas de água em suspensão, torna o próprio nevoeiro iluminado, causando o efeito de “cortina” ou “véu”. Este efeito funciona como anteparo à visibilidade dos obstáculos existentes na via e da sinalização viária, eliminando os contrastes necessários à sua visualização.

O alcance visual dos motoristas, nesta situação, é prejudicado, e o potencial para ocorrer sinistros de trânsito cresce de forma exponencial com o aumento da densidade do nevoeiro. Além disso, o inadequado comportamento dos motoristas, sob tais condições, contribuem para o agravamento das ocorrências.

Em termos de comportamento, o fator mais grave é a diferença de velocidade causada entre o motorista que reduz a velocidade e aqueles que se mantêm em alta velocidade. Além disso, a diferença de altura de visão de motoristas de veículos de pequeno e os de grande porte, aliado ao fato de que o nevoeiro, por ser mais denso que o ar, concentra-se mais próximo ao nível da pista, pode causar a invisibilidade dos veículos leves, levando à ocorrência de colisões traseiras e em decorrência, engavetamentos. Esta característica é ilustrada na figura 13, a seguir.

Figura 13 – Concentração de Nevoeiro



Elaboração PROJEVIAS, 2023.

Em termos de infraestrutura adequada para a segurança viária do tráfego, sob condições de nevoeiro, parte das estradas ainda apresentam deficiências que vão desde a falta de acostamento à inexistência de sinalização que oriente os motoristas numa situação de visibilidade deficiente.

A queda do nível de visibilidade pode chegar ao ponto de causar perda quase total da noção de balizamento do veículo na pista. Tal fato pode provocar a perda de controle da direção e a invasão de faixas ou pistas adjacentes, choques com obstáculos fixos, e mesmo o abandono da pista de rolamento. Estas falhas podem ser a causa principal da ocorrência de sinistros como colisões frontais e atropelamentos de pedestres.

a) Determinação do Alcance da Visibilidade

A determinação do alcance da visibilidade pode ser feita por observadores humanos ou por instrumentos.

O elemento humano é o mais comumente utilizado pois tem a vantagem de possibilitar a observação local dos múltiplos fatores que interferem na visibilidade, ao contrário dos instrumentos que tem limitações e só detectam os eventos pré-estabelecidos.

Entretanto, quando se considera uma área muito extensa, há a necessidade de alocação de um contingente grande de pessoas, o que acarreta o maior custo, além de não garantir uma variação homogênea do alcance da visibilidade, ao contrário dos instrumentos que fornecem dados mais precisos, uniformes e contínuos.

Para diminuir a subjetividade da observação humana é necessário estabelecer padrões de visibilidade, tais como a implantação de referências uniformemente espaçadas.

O quadro 3 a seguir relaciona o alcance de visibilidade (em metros) com a segurança viária.

Quadro 3 – Alcance da visibilidade x Segurança viária.

ALCANCE DA VISIBILIDADE (m)	SEGURANÇA VIÁRIA
a < 50	Péssima
50 < a < 150	Sofrível
150 < a < 300	Regular
a > 300	Boa

b) Medidas de Projeto e Operacionais

Nos trechos de vias onde ocorrem nevoeiros sistemáticos, o equacionamento dos problemas de segurança é facilitado, uma vez que permite uma atuação mais concentrada e efetiva no local.

Já a ocorrência de nevoeiro repentino em locais não definidos apresenta um maior grau de periculosidade pois não permite uma tomada de medidas preventivas de segurança. Estas medidas podem ser a nível de projeto de sinalização ou operacionais.

c) Medidas de Projeto de Sinalização

O projeto de sinalização para vias onde ocorrem nevoeiros é composto por pré-sinalização e de dispositivos que auxiliem no balizamento dos veículos nos trechos com visibilidade reduzida.

A pré-sinalização deve ser utilizada em vias onde há ocorrência sistemática de nevoeiros. Esta sinalização poderá conter mensagens, fixas ou variáveis, de alerta aos motoristas e necessária à segurança viária no caso da ocorrência de nevoeiro.

A sinalização vertical em locais de incidência de nevoeiro deve considerar a utilização de películas retrorrefletivas fluorescentes que, de acordo com a ABNT NBR 14644:2021, "proporcionam impacto visual aos motoristas no período diurno, noturno e sob condições de baixa visibilidade, como amanhecer, entardecer e neblina."

De forma complementar pode ser considerada a utilização de placas educativas com mensagens relacionadas à incidência de nevoeiros e o uso de faróis, ou outras relacionadas à segurança na condução do veículo.

Nos trechos de rodovia onde a ocorrência de nevoeiro é bem caracterizada quanto a intensidade e extensão, poderão ser utilizadas tachas e tachões luminosos.

Esses dispositivos, amplamente utilizados em pistas de aeroportos, tem apresentado excelentes resultados na operação de tráfego em nevoeiro. O seu custo é elevado e necessita de manutenção constante (limpeza), para garantir a luminosidade dos dispositivos.

d) Medidas Operacionais

A ocorrência de nevoeiros em estradas sempre exige uma atenção maior quanto à segurança viária. Na medida do possível é desejável a adoção de esquemas especiais de operação, notadamente em situações de nevoeiros densos, além das providências de sinalização anteriormente citadas.

Estes esquemas operacionais exigem a atuação efetiva do órgão que tem jurisdição sobre a via e o uso de equipamentos adequados.

Esta atuação varia conforme as características da via e da gravidade do problema, mas basicamente, se resume nos seguintes sistemas:

- Sistemas de controle de seções;
- Sistemas de comboios/pelotões;
- Sistemas de orientação via rádio.

Estes sistemas podem ser aplicados isolados ou em conjunto conforme a situação.

e) Sistemas de Controle de Seções

O sistema de controle de seções é uma medida operacional de controle e de “*headway*” que, em essência, divide o trecho com nevoeiro em seções. O processo consiste em detectar quais seções estão ocupadas e quais estão liberadas para o tráfego.

Este sistema é semelhante ao utilizado em ferrovias no controle de tráfego ferroviário. Na rodovia, o maior grau de liberdade dos veículos exige a adoção de medidas complementares, tais como operações em comboios ou pelotões.

O sucesso deste sistema depende ainda de um perfeito controle operacional nas seções através de dispositivos magnéticos ou eletrônicos. Na falta desses equipamentos, principalmente em locais com nevoeiros inesperados, o controle de

tráfego poderá ser efetuado através de contagens de veículos nos pontos de entrada e saída ou de seções do trecho crítico e comunicação via rádio ou telefone.

Entre os equipamentos especiais de controle mais conhecidos recomenda-se o uso de sistemas de detecção magnética, via laço detector embutido no solo, ou aéreo, fixado em pontos próprios sobre a pista de rolamento.

f) Sistemas de Comboios/Pelotões

Este sistema operacional consiste da formação de agrupamento de um determinado número de veículos que deverão trafegar no trecho crítico em forma de comboios ou pelotões obedecendo ao comando de um carro escolta especial ou aos critérios de velocidade estabelecidos para as condições de visibilidade permitidas pelo nevoeiro.

Este sistema exige a atuação efetiva de uma equipe de operações especial e a utilização de equipamentos de comunicação adequados. Seu funcionamento é semelhante ao sistema de controle de seções, diferindo apenas quanto aos equipamentos utilizados.

g) Sistemas de Orientação Via Rádio

A implantação de um sistema de rádio difusão em estradas é extremamente útil como elemento auxiliar na manutenção de segurança viária.

A comunicação, via rádio, permite transmitir informações, referentes às condições da estrada, aos motoristas e, ao mesmo tempo, orientá-los quanto aos procedimentos adequados a serem adotados nos trechos de via onde ocorre algum evento prejudicial à sua segurança.

No caso de vias com nevoeiro, o rádio, assim como aplicativos específicos, atuam como dispositivos fundamentais de comunicação entre a equipe de operação e os usuários da via.

5.6.2 Jatos d'Água e Nebulização

A água pluvial, nas suas formas de precipitação (chuva) e escoamento é um dos elementos que mais trazem prejuízos à segurança viária devido à degradação que causa a visibilidade dos motoristas.

Os efeitos negativos que decorrem da ação da precipitação e escoamento da água sobre o pavimento são:

- Decréscimo da visibilidade da sinalização horizontal pelo efeito da reflexão da luz ambiental ou dos veículos sobre a lâmina d'água;
- Decréscimo da visibilidade de viária geral pela ocorrência dos fenômenos do “jato d'água” e da “nebulização”;
- Diminuição da aderência do veículo ao pavimento com a ocorrência do fenômeno da aquaplanagem.

O “jato d'água” é um fenômeno que se caracteriza por ser constituído de grande quantidade de líquido que é lançado em trajetória balística (dos pneus de um veículo para os para-brisas de outro adjacente) e está associado ao movimento de veículos sobre poças d'água em baixa ou alta velocidade.

Já a nebulização é resultado da ação dos pneus de veículos em alta velocidade sobre pavimento molhado. Pequenas gotículas de água são lançadas ao ar e permanecem temporariamente em suspensão causando um efeito semelhante ao da neblina.

A ocorrência destes fenômenos pode ser simultânea e estão relacionadas com a qualidade da superfície do pavimento (drenagem, depressões, buracos etc.) e com a velocidade, tanto dos veículos quanto da corrente de ar.

Os prejuízos à visibilidade causados por estes fenômenos são mais graves sob condições de grande precipitação pluviométrica e tráfego intenso. Nestas condições, o único dispositivo utilizado pelos motoristas é o limpador de para-brisa que, dependendo das condições, não consegue executar a contento sua função.

O volume de água lançado sobre o para-brisas pode cegar momentaneamente o condutor tirando dele a noção de seu posicionamento na via em relação a obstáculos e outros veículos próximos.

Já a nebulização densa pode causar o mesmo efeito da neblina e acarretar a perda de visibilidade do motorista que trafega ao lado de outro que esteja produzindo este fenômeno.

As partículas de detritos, especialmente óleos e graxas, lançados sobre o para-brisa dos veículos produzem manchas que dificultam a visualização de objetos à frente ou causam refração irregular da luz proveniente do tráfego oposto ou da sinalização. Tal efeito distorce a visão dos motoristas e induz, às vezes, a execução de manobras equivocadas e que podem ser causadoras de sinistros de trânsito.

A ocorrência desses fenômenos pode ser evitada realizando o tratamento adequado da superfície de rolamento. Os pavimentos devem ser construídos de forma a provocar uma rápida drenagem ou absorção das águas pluviais. Tal efeito é conseguido através de combinações de declividade e rugosidade ou porosidade que evitam a formação de

“lâminas d’água” espessas. Além disso, deve ser providenciada uma perfeita manutenção do leito viário a fim de não permitir a ocorrência de depressões e buracos onde se formam as poças de água.

Convém salientar, entretanto, que apesar dos excelentes resultados apresentados pelas superfícies rugosas ou porosas no combate aos fenômenos do “jato d’água” e “nebulização”, elas necessitam de manutenção constante. A ação do tráfego, principalmente de veículos pesados, tende a eliminar a rugosidade e a porosidade nos pavimentos.

6 TRATAMENTO DE REGISTROS

O arquivamento dos processos ocorre com a conclusão do serviço, da seguinte maneira:

Local: Sistema de Protocolo Integrado – eProtocolo.

Forma: Arquivo eletrônico.

7 ANEXOS

Não se aplica.