



**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

TRATAMENTO DOS ELEMENTOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL

Manual de Segurança Rodoviária

Aprovado pelo Conselho Diretor em 31/10/2024

Deliberação n.º 391/2024

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

Autor: DER/PR (DOP/CETS)

14 páginas

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	2
2	NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS	2
3	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	2
4	PROBLEMA	2
5	APLICAÇÃO.....	3
6	TRATAMENTO DE REGISTROS.....	14
7	ANEXOS	14

HISTÓRICO

Descrição	Documento	Vigência

1 OBJETIVO

Estabelecer a metodologia a ser utilizada no tratamento dos elementos da seção transversal, como: acostamento, canteiro central, largura e número de faixas, superelevação, faixa adicional e dispositivos de drenagem lateral e, por conseguinte, proporcionar melhoria de qualidade e segurança às rodovias paranaenses.

2 NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS

Os documentos identificados a seguir compõem a lista de referências bibliográficas citadas e podem compreender requisitos para a aplicação deste procedimento.

ABNT NBR 15.486:2016. Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto.

ABNT NBR 10.697:2020. Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia.

BIRD, BNDE, DNER, 1976. Manual de Rodovias Vicinais.

DNER, 1999. Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais.

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

GIAMMUSSO, Salvador Eugênio. ABCP, 1998. Barreiras de Segurança.

ZEGEER C. V., DEEN R. C., MAYES J. G., 1990. *Effect of Lane and Shoulder Widths on Accident Reduction on Rural, Two-Lane Roads. Transportation Research Record 806*, p.33.

3 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Este Manual se aplica a procedimentos relativos a obras de geometria e drenagem para tratamento dos elementos de seção transversal das rodovias sob jurisdição do DER/PR.

4 PROBLEMA

Muitas vezes a seção tipo de uma via desenvolve-se uniformemente ao longo de toda sua extensão, sem levar em conta determinados fatores que justificariam alguns remanejamentos e modificações.

Em termos de segurança viária, esses remanejamentos, embora geralmente de pequena monta, podem significar profundas alterações na qualidade e no desempenho apresentado por uma via.

Os problemas de segurança se configuram quando há ocorrência de sinistros de trânsito a níveis anormais e, nesse caso, é bem provável que se possa relacionar essa situação a uma condição deficiente em um ou mais elementos da seção tipo, naquele local. Dentro deste campo de análise serão abordados os seguintes elementos: acostamento, canteiro

central, largura e número de faixas, superelevação, faixa adicional e dispositivo de drenagem lateral.

5 APLICAÇÃO

5.1 ACOSTAMENTO

Dentre as funções do acostamento, algumas muito importantes estão relacionadas à segurança do tráfego, ao permitir, por exemplo, a eventual parada de veículos sem obstruir as faixas de tráfego ou a acolher veículos em movimento que saem acidentalmente da pista de tráfego, voluntária ou involuntariamente.

As condições em que se apresenta o acostamento podem contribuir de diferentes maneiras para o desempenho dessas funções. Os estudos realizados por ZEGEER *et al.* (1990), apresentados no Manual de Projetos e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias (DNIT, 2010) demonstram que tanto a largura do acostamento quanto suas condições de conservação contribuem significativamente na redução de sinistros de trânsito nas rodovias.

O quadro 1 e quadro 2 resumem as larguras de acostamento recomendadas pelo DNIT. Esses valores são válidos também para as obras de arte especiais.

Quadro 1 – Largura dos acostamentos externos (em metros).

Classe do Projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	3,50	3,00*	3,00*
Classe I	3,00*	2,50	2,50
Classe II	2,50	2,50	2,00
Classe III	2,50	2,00	1,50
Classe IV-A**	1,30	1,30	0,80
Classe IV-B**	1,00	1,00	0,50

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - DNER, 1999.

- * Preferivelmente 3,50m onde for previsto um volume horário unidirecional de caminhões superior a 250 veículos.
- ** Valores baseados no Manual de Rodovias Vicinais (BIRD/BNDE/DNER, 1976). No caso de rodovias não pavimentadas, representam a contribuição para estabelecimento da largura da plataforma.

Quadro 2 – Larguras dos acostamentos internos*
(em metros) pistas de mão única – Classe 0 ou I-A.

Número de Faixas de Rolamento da Pista	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
2	1,20-0,60	1,00-0,60	0,60-0,50
3**	3,00-2,50	2,50-2,00	2,50-2,00
≥4	3,00	3,00-2,50	3,00-2,50

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - DNER, 1999.

* Valores excepcionais e recomendados, respectivamente.

** Quando julgado necessário um acostamento. Em caso contrário, adotar os valores referentes a pistas de 2 faixas.

No caso de pistas largas, com várias faixas de tráfego, o acostamento interno pode assumir sua função de acostamento propriamente dito para paradas repentinas e forçadas, quando se torna difícil e inseguro o acesso ao acostamento externo pelos veículos posicionados na faixa esquerda. No caso de pista com duas faixas, o “acostamento interno” tem uma função mais identificada à faixa de segurança para conter pequenos desvios na condução do veículo.

5.2 CANTEIRO CENTRAL

Em rodovias de pista dupla as correntes de tráfego oponentes são fisicamente separadas pelo “canteiro central”. Outras funções desempenhadas por esse elemento da sessão tipo: delinea a borda esquerda da pista e impede ou controla os movimentos de conversão ou retorno em nível; reduz os efeitos de ofuscamento entre veículos de fluxos oponentes; provê espaços para dispositivos de drenagem, faixa especial para conversão, área de serviço, refúgio de pedestre e de veículos, e eventual futura ampliação de capacidade.

No que diz respeito a sua transposição, o canteiro central pode ser projetado a impedi-la, a permiti-la ou a desestimulá-la conforme as condições de tráfego da via.

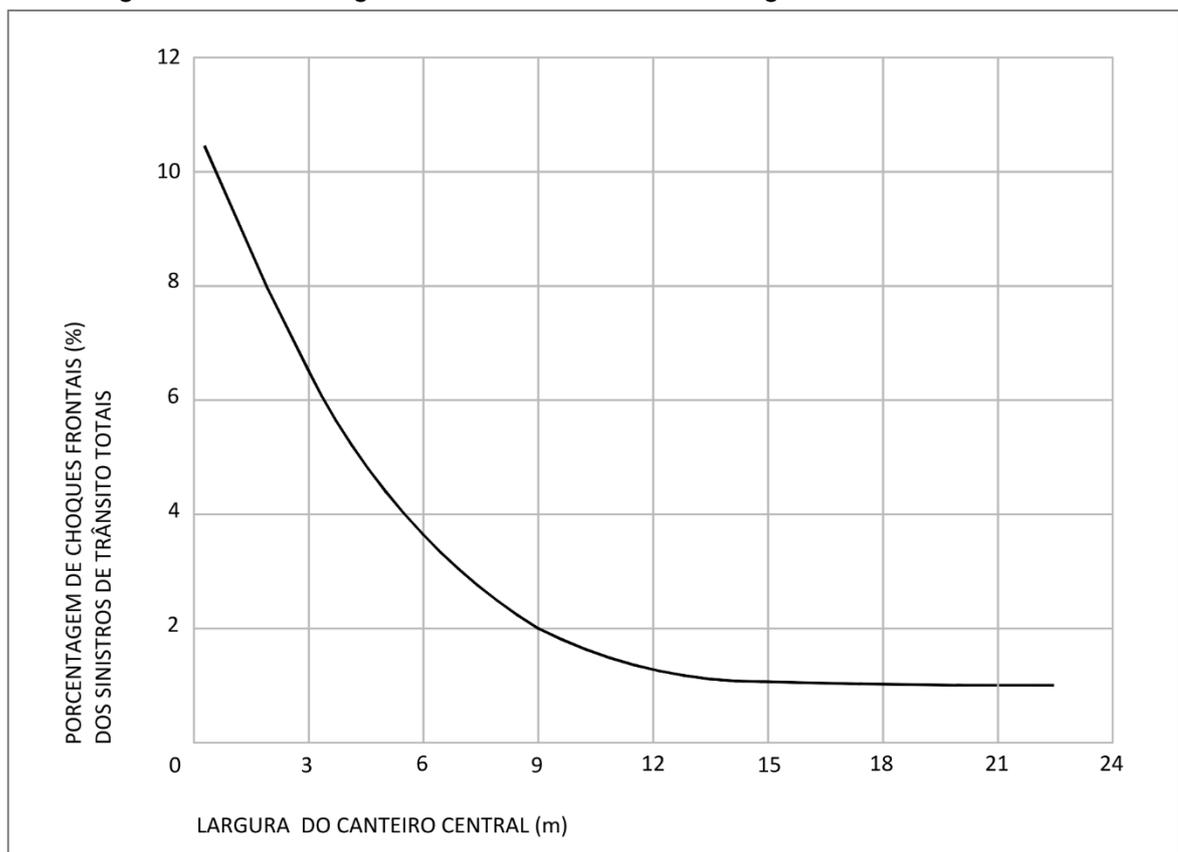
Determinadas características físicas do canteiro central têm se mostrado relacionadas à ocorrência de sinistros de trânsito. A seção transversal desta não deverá constituir obstáculos para veículos desgovernados, para tanto, os taludes do canteiro deverão ter valores entre 1:10 e 1:6 (excepcionalmente, 1:4), de forma a dispensar o emprego de defensas e barreiras.

É conveniente que seja evidenciada separação das superfícies – pista de rolamento e canteiro central – por contraste de cor e textura, ou por simples demarcação através de

faixa em cor contrastante definida pelas normas de sinalização, e que permita a diferenciação durante o dia e à noite, com pista molhada ou seca. Ainda que a grama seja uma excelente cobertura para o canteiro, oferecendo contraste em cor e em textura, além de aparência agradável, não é recomendável para larguras inferiores a 1,80 m – caso, por exemplo, das Vias Dutra e Anchieta no Estado de São Paulo, aqui no Paraná podemos citar trechos da BR-277, Rodovia do Café (BR-376), Rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel (PR-415) – devido aos riscos oferecidos nos trabalhos de manutenção, face à exiguidade de espaço. Nesse caso é mais prático a sua completa pavimentação associada à aplicação de dispositivos auxiliares de segurança.

No que diz respeito às colisões frontais há de se supor que sua participação no total de sinistros de trânsito deva diminuir com o aumento da largura do canteiro central. Esse comportamento é confirmado por GIAMMUSSO (1998) como mostrado na figura 1, referente a um estudo realizado na Califórnia (EUA) em 1956-1958.

Figura 1 – Porcentagem de Colisões Frontais x Largura do Canteiro Central.



Fonte: Adaptado de GIAMMUSSO, 1998.

O mesmo autor também aponta que “No Brasil não se dispõe de estatísticas tão discriminadas sobre acidentes¹ em rodovias, mas sempre se noticiam choques frontais de veículos que transpõem o canteiro central, que têm uma característica invariável: a gravidade do acidente.” Este padrão de sinistros de trânsito destaca a importância de estratégias de segurança rodoviária, especialmente no que diz respeito à proteção efetiva nos canteiros centrais ou em seu alargamento.

As larguras mínimas e desejáveis para o canteiro central são mostradas no quadro 3 a seguir, de acordo com padrões de projeto do DNIT.

Quadro 3 – Largura do canteiro central.

Rodovia – Classe 0	Largura do Canteiro Central
Seção transversal restrita*	3 a 7 metros
Valor normal	6 a 7 metros
Desejável***	10 a 18 metros
Rodovia – Classe I	Largura do Canteiro Central
Seção transversal restrita*	3 a 7 metros
Valor necessário nas áreas de retornos e interseções em nível**	≥ 6 metros
Desejável***	10 a 12 metros

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - DNER, 1999.

- * Conforme a largura das faixas de segurança e conversão ou acostamentos internos.
- ** Conforme o veículo de projeto adotado para o local.
- *** Observar ainda se há necessidade de prever o futuro acréscimo de uma faixa de rolamento ou o aproveitamento do canteiro por outros meios de transportes.

A partir de 10 m, pode-se dizer que as condições de separação são “sentidas”, físicas e psicologicamente, pelos usuários situados nas correntes oponentes de tráfego. A separação efetiva das pistas se faz “sentida” por diminuição tanto do nível de ruído como da pressão do ar do tráfego oponente e do ofuscamento dos faróis à noite. A partir da largura de 18 metros obtém-se condições agradáveis de paisagem e conforto visual.

Outros aspectos operacionais, ainda, poderão condicionar o estabelecimento da largura através de critérios de segurança, particularmente junto a interseções com objetivo de se prover espaço para refúgio de pedestres, faixas de conversão à esquerda, proteção a veículos que atravessa a rodovia e espaços para movimentos de retorno.

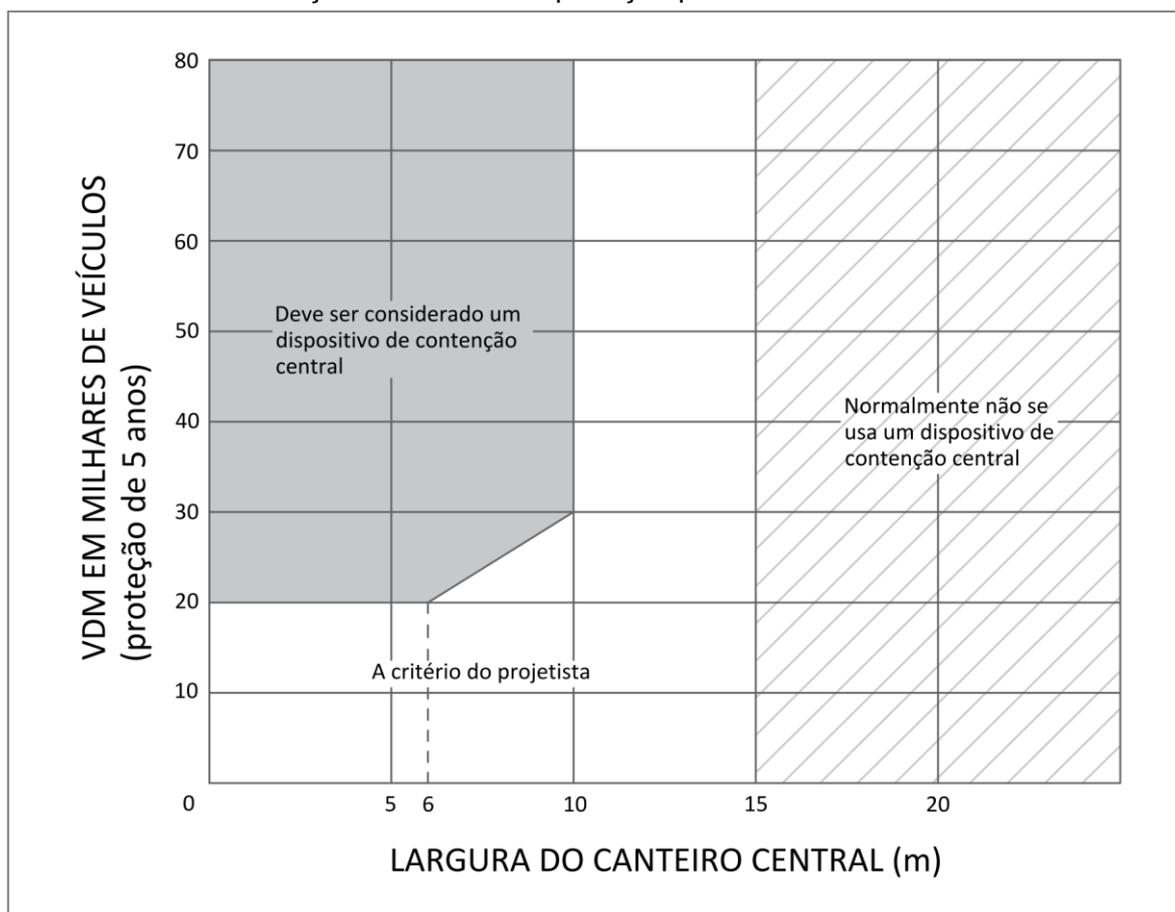
¹ O termo “acidente” foi citado originalmente pelo autor, entretanto a ABNT NBR 10.697:2020 passou a reconsiderar esta terminologia, passando a denominar o termo como “sinistro de trânsito”.

Conflitos operacionais provenientes da falta desses espaços têm sido causa de muitos sinistros de trânsito em rodovias no país. Alguns movimentos são forçados ilegalmente por usuários, o que obriga a implantação de defensas como função de bloqueio à transposição do canteiro.

Em rodovias do país com canteiro estreito, têm-se adotado larguras maiores nos cruzamentos em nível para dar proteção aos veículos que atravessam a pista. Nem sempre, entretanto, essa cobertura é proporcionada com eficiência aos veículos mais longos.

De acordo com a ABNT – NBR 15.486:2016 a implantação de dispositivo de contenção viária central para rodovias com canteiros atravessáveis, deve ser feita de acordo com a largura do canteiro e o VDM da via, como mostrado na figura 2.

Figura 2 – Avaliação da necessidade de colocação de barreira de proteção para canteiro central.



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15.486:2016.

É recomendada a instalação de barreiras de proteção em canteiros centrais com largura de 6,00 m e VDM acima de 20 mil, assim como em canteiros de 10,00 m com VDM superior a 30 mil. No caso de canteiros com largura de até 15,00 m e VDM abaixo de 20 mil, ou

entre 10,00 e 15,00 m com VDM acima de 20 mil, a implantação de dispositivo de contenção central é recomendada somente se houver um histórico de sinistros no canteiro central.

Em situações em que os canteiros são amplos e não apresentam outras condições locais que aumentem o risco para os usuários, desaconselha-se a instalação de barreiras, uma vez que os veículos têm espaço suficiente para recuperar o controle em caso de saída de pista.

5.3 LARGURA E NÚMEROS DE FAIXAS

A quantidade de faixas de tráfego é a principal variável nos estabelecimentos da capacidade da rodovia, que é definida, normalmente em função da demanda prevista.

Os padrões de projeto, atualmente em uso, estabelecem a largura das faixas de acordo com a classe da rodovia e, conseqüentemente, do volume de projetos em função dos níveis de dificuldades construtivas impostas pelas condições topográficas.

Os padrões recentemente estabelecidos para estreitamento de pista de rodovias com baixo volume de tráfego, que englobam normalmente a classe das rodovias vicinais, têm um caráter eminentemente econômico, aplicável a uma demanda de até 400 veículos por dia.

Tratando-se de vias com precário traçado geométrico que restringe a operação a baixas velocidades, eventualmente poderá justificar menores larguras sem que sensível aumento no índice de sinistros de trânsito possa ocorrer. Não se dispõe, contudo, de dados que possam confirmar essa expectativa.

O quadro a seguir mostra os valores recomendados e os valores mínimos de largura de faixa, de acordo com padrões recomendados pelo DNIT.

Quadro 4 – Largura das Faixas de Tráfego (m) – em tangentes

Classe	Terreno		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
0	3,60	3,60	3,60
I	3,60	3,60	3,50
II	3,60	3,50	3,30*
III	3,50	3,30*	3,30
IV-A	3,00	3,00	3,00
IV-B	2,50	2,50	2,50

*Preferivelmente 3,50m, quando esperada alta percentagem de veículos comerciais.

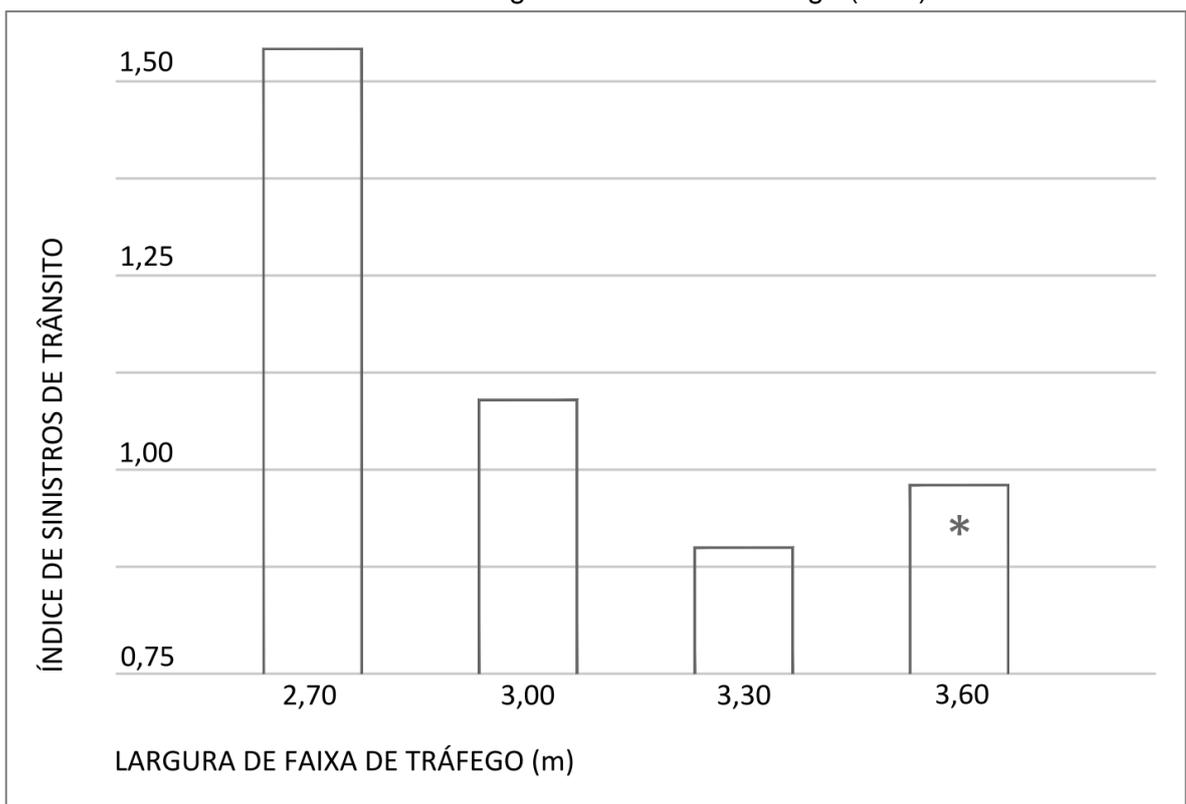
Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - DNER, 1999.

Os padrões de largura de faixa de tráfego procuram se ajustar às características dos veículos, principalmente à largura e a sua velocidade operacional. Além desses, o volume de tráfego é outro aspecto que tem evoluído muito através dos tempos e com isso a largura das rodovias, de valores entre 5,0 a 5,5 m para os atuais de 3,5 a 3,6 m por faixa de tráfego.

A adoção de seções transversais inferiores às padronizadas (largura de faixas de 3,50 m a 3,60 m) tem que ser analisada cuidadosamente, em cada caso. Faixas de trânsito com 3,30 m podem operar com segurança desde que se mantenham as demais características técnicas. Entretanto, se forem combinadas com reduções de largura de acostamentos, distâncias de visibilidade menores que as necessárias, e outros elementos inferiores aos fixados, as faixas de 3,30 m podem não manter o padrão de segurança.

Estudos realizados no estado de Luisiana (EUA) indicaram que a largura da faixa é fator significativo na ocorrência de sinistros de trânsito com vítimas e é particularmente relevante com tempo chuvoso (Figura 3).

Figura 3 - Variação do Índice de Sinistros de Trânsito com a Largura da Faixa de Tráfego (EUA)



Fonte: Adaptado de DER/PR, 1988

* faixas desta largura correspondem a rodovias com maiores solicitações de tráfego, explicando o acréscimo no índice de sinistros de trânsito.

Particularmente, para rodovias de pista única, duas faixas de tráfego nos dois sentidos (a partir de um volume médio crítico de tráfego), larguras menores que 7,00 m não são aconselháveis pelas condições críticas de segurança apresentadas na transposição de dois veículos comerciais (caminhões e/ou ônibus).

5.4 SUPERELEVAÇÃO

A declividade transversal da seção tipo de uma rodovia tem como função primordial a drenagem superficial. A maior declividade permite um melhor escoamento das águas pluviais, mas causa maior nível de desconforto ao dirigir e pode resultar em desvios laterais indesejáveis no caso de freadas bruscas, ventos fortes ou ainda no caso de superfícies escorregadias.

A precaução fundamental quando se pretende diminuir a declividade transversal deve ser em evitar a formação de lâminas d'água que podem comprometer a segurança da rodovia.

Inclinações menores requerem uma execução bem controlada e um trabalho de manutenção permanente, a fim de se evitar diminuições ou inversões de inclinação localizadas que permitiriam o empoçamento de água na pista.

Os critérios para implementação de superelevação são apresentados no procedimento PSR-E 01/22-00 Obras de Correção Geométrica do Traçado.

5.5 FAIXA ADICIONAL

A implantação da faixa adicional é um recurso bastante utilizado no Brasil, em rodovias de duas faixas com objetivo de oferecer melhores condições de ultrapassagem em trechos em aclive que, a partir de certa extensão, passam a ser críticos para os veículos pesados, cuja queda de velocidade reduz sensivelmente a capacidade de tráfego.

Essa situação induz a ultrapassagens perigosas e em consequência a ocorrência de índices anormais de sinistros de trânsito. Fica evidenciado que para rodovias com pista única e duas faixas de tráfego, a existência de faixa adicional contribui para diminuir sensivelmente os sinistros de trânsito.

Os critérios e padrões para implantação de faixa adicional são apresentados no procedimento PSR-E 01/22-00 Obras de Correção Geométrica do Traçado.

5.6 DISPOSITIVO DE DRENAGEM LATERAL

Os dispositivos de drenagem lateral inadequadamente construídos podem se constituir em elementos causadores de sinistros de trânsito com consequências extremamente danosas

para os veículos que se precipitam para fora do leito da estrada. Assim sendo, ao projetar ou melhorar as rodovias, deverá ser dada a devida atenção às instalações de drenagem.

As recomendações constantes nesse item foram baseadas no Manual de Projetos e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias do DNIT, 2010.

Felizmente, a maioria das instalações de drenagem pode ser projetada para sua utilização em condições de segurança. A seguir diversas características de drenagem que podem ser melhoradas com vistas a reduzir certos perigos latentes.

Em novos trechos é fundamental que os dispositivos de drenagem adjacentes à rodovia sejam projetados de forma a permitir a passagem de bicicletas e automóveis quando estão posicionados no trajeto dos veículos ou são passíveis de serem atingidos por veículos desgovernados.

Qualquer elemento de drenagem com uma altura superior a 10 cm acima do nível do solo pode representar um risco de instabilidade para os veículos, caso venham a entrar em contato com ele. Portanto, é necessário que esses elementos sejam reconstruídos de modo a possibilitar uma passagem sem obstáculos. Aterros laterais e diques, utilizados para aprimorar a eficiência do sistema de drenagem, devem ser evitados ou projetados de forma a permitir uma transposição adequada.

Figura 4 – Projeto deficiente de ralo.



A figura 4 apresenta o exemplo de uma estrutura deficiente: um ralo com tampa exposta e altura suficiente para constituir obstáculo ao veículo. Abaixo, a figura 5 apresenta uma situação mais adequada: um ralo com fechamento transpassável que permite aos veículos que venham a cruzá-lo possam recuperar a trajetória sem obstruções ou maiores danos.

Figura 5 – Ralo transpassável.



Dispositivos de drenagem que estão localizados fora da rota normal dos veículos, mas podem ser atingidos por veículos desgovernados e não podem ser adequadamente aprimorados, devem ser identificados de maneira a torná-los facilmente visíveis e reconhecíveis. Embora isso não diminua a gravidade de um sinistro de trânsito, reduzirá a probabilidade de que ocorra. Nessas situações, deve-se considerar a implementação de dispositivos de proteção, como defensas.

Em muitos cenários, a necessidade de valetas de drenagem adjacentes à pista de rolamento se faz presente. Isso é especialmente comum em áreas em que o desenvolvimento ocorre ao longo de uma rodovia ou quando ocorre o alargamento em uma faixa de domínio estreita. Em muitos casos, essas valetas têm uma profundidade significativa para manter o nível da água abaixo do da rodovia, o que torna inviável a concepção delas de forma a serem transpassáveis, devido às limitações de espaço.

Nesses contextos, é aconselhável considerar a implementação de um sistema subterrâneo de drenagem ou, quando a gravidade do problema assim justificar, a elaboração de um sistema de contenção viária com o propósito de oferecer uma maior segurança. Sistemas de drenagem subterrânea apresentam a vantagem de proporcionar uma travessia mais segura, principalmente nas proximidades dos acessos, onde os dispositivos de contenção precisam ser interrompidos.

Sistemas constituídos com muros de ala muito extensos e ou grandes buracos podem ser extremamente perigosos. Visando contornar esta situação, por um pequeno custo

adicional, um bueiro pode ser prolongado, ficando a drenagem no canteiro central interceptada por ralos de descarga.

Bueiros localizados em acessos e interseções também devem ser projetados de modo a permitir a passagem, sempre que estiverem situados dentro da zona livre, especialmente se houver a possibilidade de que um veículo desgovernado possa ser direcionado para a extremidade do bueiro através de uma valeta de drenagem.

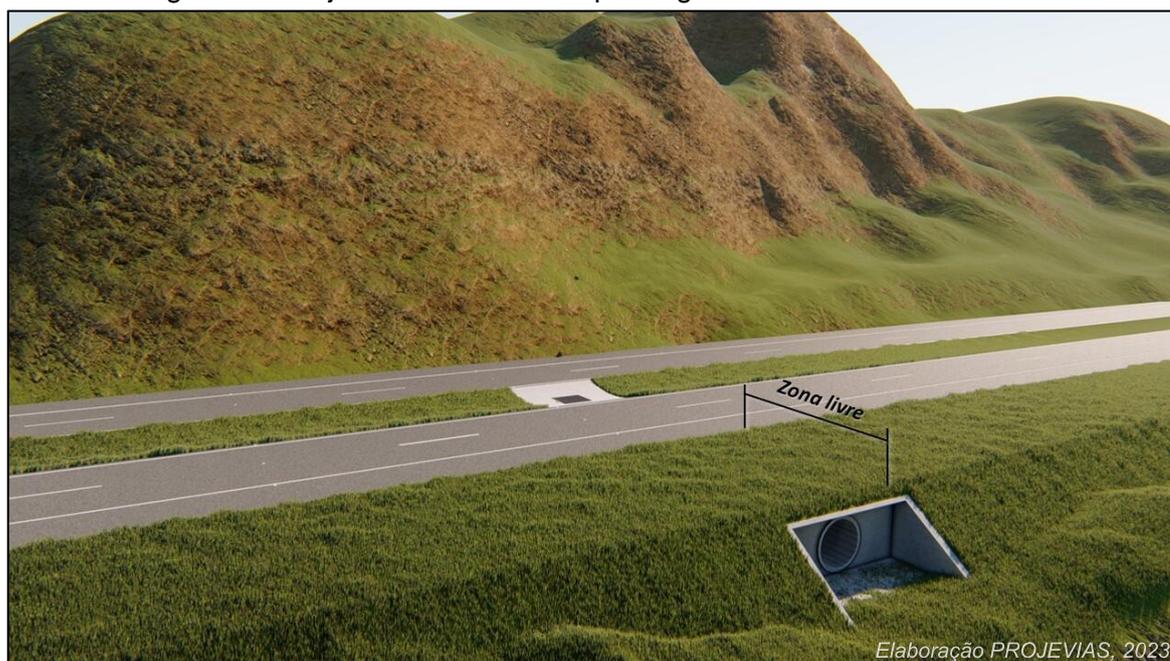
Figura 6 – Bueiros transpassáveis em acessos.



A zona livre se constitui pela área lateral à pista de rolamento que deve ser transpassável, sem obstruções e sem obstáculos fixos e que pode ser utilizada por veículos errantes na necessidade de recuperar o controle do veículo ou chegar a uma parada segura.

As extremidades dos bueiros são difíceis de projetar em condições de segurança. Elas devem ser mantidas desimpedidas, de forma a deixar passar as águas da cheia e, assim sendo, tornar inviável a ocorrência de uma obstrução ou de um vazamento. Algumas vezes, o bueiro pode ser prolongado numa extensão segura e o aterro recomposto, de forma a oferecer certa segurança adicional como apresentado na figura 7. Caso isso não seja possível, os veículos devem ser protegidos por meio de dispositivos de contenção viária. Os muros de testa erguidos nas extremidades dos bueiros deverão ser construídos a fim de evitar o surgimento de um objeto fixo penetrante.

Figura 7 – Projeto de bueiros com prolongamento além da zona livre.



Existem muitos locais onde a segurança rodoviária pode ser melhorada a um custo baixo, prolongando os bueiros da estrada transversal, eliminando os muros de testa maciços e os buracos profundos adjacentes à via.

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.