



**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

## IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS

Manual de Segurança Rodoviária

Aprovado pelo Conselho Diretor em 31/10/2024

Deliberação n.º 391/2024

Este procedimento substitui o Capítulo 1 da Parte 1 do Manual de Segurança Rodoviária, 1988 – DT.4.08.R.01

Autor: DER/PR (DOP/CETS)

8 páginas

### SUMÁRIO

1	OBJETIVO .....	2
2	NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS .....	2
3	ÂMBITO DE APLICAÇÃO .....	2
4	IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS .....	2
5	TRATAMENTO DE REGISTROS.....	8
6	ANEXOS .....	8

### HISTÓRICO

Descrição	Documento	Vigência

## **1 OBJETIVO**

Estabelecer metodologia de identificação de locais críticos em trechos rodoviários estaduais a fim de produzir diagnósticos de segurança viária e determinar a rede prioritária para intervenção.

## **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 10.697:2020 – Pesquisa de sinistros de trânsito – Terminologia.

DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01 – Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança.

DER/PR, 1988. DT.4.08.R.01 – Manual de Segurança Rodoviária.

Este documento foi elaborado com base em uma série de documentos técnicos desenvolvidos pelo DER/PR, chamados “DT”, os quais se atêm a recomendações gerais do programa de segurança rodoviária. Os documentos técnicos, na sua íntegra, estão disponíveis para consulta, em meio físico, na biblioteca da instituição.

## **3 ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

Este manual se aplica a procedimentos relativos à identificação de locais críticos em rodovias sob jurisdição do DER/PR.

## **4 IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS**

A identificação dos locais críticos constitui um dos primeiros passos na determinação da rede prioritária de intervenção, principalmente quando se pretender formular um programa de curto prazo, cuja ação deve se orientar para os gargalos do sistema.

O processo de identificação de locais críticos em uma rede rodoviária não apresenta, em si, maiores dificuldades, desde que seja executado a partir de dados de sinistros de trânsito razoavelmente precisos.

Os locais críticos são identificados pela relação entre a quantidade de sinistros de trânsito registrados e o número máximo de sinistros que se poderia esperar para um local. Se o número de sinistros registrados superar o esperado, o trecho será considerado crítico.

Os procedimentos necessários para o cálculo dos valores considerados “normais” esperados são detalhados no Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança (DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01).

Os locais críticos da rede são definidos como sendo aqueles em que se manifestam as maiores condições de periculosidade aos usuários da rodovia. Locais críticos compreendem os pontos críticos, que são representados por interseções, acessos, travessias de pedestres, mudanças bruscas das condições da pista, entre outros elementos de interferência, juntamente a trechos críticos caracterizados por deficiências distribuídas ao longo de uma extensão delimitada da rodovia. O indicador mais expressivo para o comportamento dos níveis de desempenho da rodovia, em relação aos padrões de segurança, são os próprios valores estatísticos de ocorrência de sinistros de trânsito. Assim, é considerado insatisfatório o desempenho de um local, quando os seus índices de sinistros superam os valores admissíveis.

Assumindo a hipótese de que a probabilidade de ocorrências seja igual em toda a rede homogênea, é possível, em uma primeira aproximação, identificar o elenco de locais críticos, em termos de deficiências do sistema rodoviário, através da análise de dados estatísticos dos sinistros de trânsito.

Para promover a identificação dos locais críticos, são relacionadas cinco atividades a serem desenvolvidas:

- a) Tratamento Preliminar dos Dados Físicos e Operacionais dos Trechos;
- b) Escolha do Método de Identificação dos Locais Críticos;
- c) Classificação dos Trechos Rodoviários;
- d) Formulação dos Índices Críticos;
- e) Elaboração das Listagens dos Locais Críticos.

#### 4.1 TRATAMENTO PRELIMINAR DOS DADOS FÍSICOS E OPERACIONAIS DOS TRECHOS

A primeira atividade a ser desenvolvida é de levantamento e tratamento preliminar dos dados existentes, no que se refere à:

- Caracterização física dos trechos (extensão, seção transversal, tipo de revestimento e tipo de terreno atravessado);
- Caracterização operacional dos trechos (Tráfego Médio Diário – TMD, sinistros e consequências, registros quilômetro a quilômetro).

Efetuada a coleta dessas informações deverá ser preparada uma Ficha Resumo que, para cada um dos trechos ou segmentos, apresente as seguintes informações:

- a) Identificação;
- b) Jurisdição;
- c) Tráfego médio diário;
- d) Extensão;
- e) Tipo de seção transversal;
- f) Tipo de revestimento;
- g) Tipo de terreno atravessado;
- h) Número de sinistro de trânsito total;
- i) Número de sinistro de trânsito sem vítima;
- j) Número de sinistro com vítima não fatal;
- k) Número de sinistros com vítima fatal.

Orientações para obtenção destes dados podem ser consultadas na publicação do DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01 – Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança.

#### 4.2 ESCOLHA DO MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS CRÍTICOS

Para a análise e identificação dos locais críticos, pode-se estabelecer 4 métodos básicos:

- a) Método do número de sinistros por quilômetro (**MNa**), baseado na quantidade de sinistros de tráfego referida à extensão do trecho;
- b) Método do índice de sinistros (**Mla**), baseado na quantidade de sinistros de tráfego referida ao volume de tráfego no período e à extensão do trecho;
- c) Método misto, de número e índice de sinistros (**MNi**), que leva em conta os conceitos dos dois métodos anteriores;
- d) Método de índice de qualidade (**MIQ**).

A aplicação de qualquer dos métodos implica na utilização de um conjunto de dados básicos listados a seguir:

- Período de análise;
- Trecho analisado;
- Distribuição dos sinistros;
- Categoria da rodovia.

O **MNa** é normalmente indicado para rede viária de pequenas e médias cidades ou vias com volumes de tráfego aproximados. A sua aplicação isolada a redes com grande

variação de volume dificulta análises mais conclusivas. Neste método, a massa de exposição ao evento é a própria extensão do trecho ( $k$ ).

Ao introduzir o volume de tráfego de massa de exposição ao evento, o **M<sub>la</sub>** iguala, por exemplo, o nível de periculosidade de dois trechos distintos, o primeiro com um número de sinistro três vezes maior do que o segundo, porém com uma massa de exposição igualmente três vezes maior.

Esse método permite caracterizar os trechos através de índices, confrontá-los entre si ou com padrões pré-estabelecidos.

A seleção por estes métodos pode indicar locais que na realidade não sejam críticos. É o caso de locais com baixo volume de tráfego e/ou pequena extensão. Algumas deficiências destes métodos são, em parte, eliminadas pelos dois outros métodos mais completos.

O método misto (**MNI**) é especialmente indicado para redes mais complexas de rodovias e vias urbanas, que tenham sensíveis variações do volume de tráfego. Ao englobar os dois procedimentos (MNa e M<sub>la</sub>), este método permite checar as indicações individuais obtidas em cada um deles. Assim, casos típicos com elevado  $I_a$  (Índice de Sinistros de Trânsito) e baixo TMD, ou elevado número de sinistros e elevado TMD, são reavaliados no MNa e no M<sub>la</sub> respectivamente.

O quarto método (**MIQ**), que em última instância é uma complementação aplicável aos dois primeiros métodos (MNa, M<sub>la</sub>), assegura o controle de qualidade da análise pela aplicação de teste estatístico para determinar se um índice em particular é tido como anormal, assumindo-se a hipótese de que a ocorrência de sinistros se ajusta à Distribuição de Poisson.

O método mais aplicável às condições de uma rede rodoviária é o método do índice de qualidade aplicado através do índice de sinistros.

O método do índice de qualidade tem por base o valor médio de sinistros (índice ou número) da região como um todo, de tal forma que ele já incorpore os comportamentos típicos dos usuários e as características padrões da rede, além de, através de aplicações de técnicas estatísticas resultar em listagens de locais críticos com grande confiabilidade, onde não constem locais que “por coincidência” tenham tido um número de sinistros acima da média em determinado período.

A utilização do índice de sinistros, é preferível a do número de sinistros por quilômetro, por incorporar o tráfego no elemento massa de exposição. Assim o uso do número de sinistros só se justifica pela não disponibilidade da informação de tráfego em forma adequada. Já

na definição da rede prioritária de intervenção, o número de sinistros por quilômetro se mostra bastante adequado.

#### 4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS TRECHOS RODOVIÁRIOS

Quando a rede apresentar participação significativa de trechos com características físicas diferentes dos demais, estes trechos poderão ser segregados para verificações independentes.

Assim, os trechos poderão ser tratados em agrupamentos separados (com cálculo de índices críticos de sinistros para cada tipo de trecho) em função das seguintes classificações:

- Quanto a seção transversal:
  - Pista Dupla;
  - Pista Simples.
- Quanto a presença de faixa adicional:
  - Com 3ª faixa;
  - Sem 3ª faixa.
- Quanto a presença de acostamento:
  - Com acostamento;
  - Sem acostamento.
- Quanto ao pavimento:
  - Concreto asfáltico;
  - Revestimento primário;
  - Leito natural;
  - Outros.
- Quanto ao terreno atravessado:
  - Plano;
  - Ondulado;
  - Montanhoso.

Além destes, podem-se efetuar classificações quanto as características operacionais, como tipo de tráfego (participação de veículos pesados), tipo de usuário (cativo ou eventual) e faixa de volume médio diário.

Quando a participação nessas classificações não é significativa, quando as informações não estão consolidadas ou quando a massa de ocorrências (sinistros) não é grande, esse agrupamento em classes separadas não é produtivo por gerar índices de pouca confiabilidade.

#### 4.4 FORMULAÇÃO DOS ÍNDICES CRÍTICOS

Escolhido o método de identificação dos locais críticos e classificados os trechos rodoviários, nesta etapa se calculam os índices médios (ou número médio de sinistros por quilômetro) e se define, a formulação dos Índices Críticos que será função da massa de exposição local.

O número crítico de sinistros é dado pela expressão:

$$Nc = Na + k * \sqrt{\frac{Na}{m} + \frac{1}{2m}}$$

onde:

- Nc* número crítico de sinistros por quilômetro do trecho;
- Na* número médio de sinistros por quilômetro, para determinado tipo de via;
- m* massa de exposição (extensão do trecho em análise);
- k* constante.

Observação: O *Na* (Número Médio de Sinistros por Quilômetro) pode ser calculado por trecho ou por ponto. Detalhes podem ser obtidos na página 12 da publicação do DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01 – Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança.

O índice crítico é dado pela expressão:

$$IC = Ia + k * \sqrt{\frac{Ia}{m} + \frac{1}{2m}}$$

onde:

- IC* índice crítico para determinado trecho da via, em sinistros por milhão de veículos quilômetros percorridos;
- Ia* índice médio de sinistros para determinado tipo de via;
- m* massa de exposição (milhão de veículos x quilômetros do trecho em análise);
- k* constante.

Os valores de *k* são função do intervalo de confiança desejado. Usualmente inicia-se a análise com *k* = 1,6 , já que é bastante próximo do intervalo de confiança considerado como adequado (95%).

Intervalo de Confiança	Valor de <i>k</i>
0,995	2,576
0,950	1,645
0,900	1,282

Observação: O *Ia* (índice médio de sinistros para determinado tipo de via) pode ser calculado por trecho ou por ponto. Detalhes podem ser obtidos na página 12 da publicação do DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01 – Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança.

#### 4.5 ELABORAÇÃO DAS LISTAGENS DOS LOCAIS CRÍTICOS

Para cada trecho, calcula-se o seu índice crítico em função da sua massa de exposição. Se o índice de sinistros ocorrido no trecho for superior ao seu índice crítico ele deverá ser relacionado na listagem dos locais críticos.

Os trechos que não se apresentarem como críticos deverão ser fracionados em segmentos de até 1km (menor extensão para a qual se dispõem de informações de ocorrência de sinistros) que passarão pelo mesmo teste de comparação entre índice de sinistros ocorrido no segmento e o índice crítico recalculado para o segmento. Da mesma forma que para os trechos, sempre que o realizado superar o crítico, o segmento deverá ser relacionado na listagem dos locais críticos.

Observação: Na DT.4.04.R.01, item 3.3, apresenta estudo de caso onde são realizadas as cinco etapas, como exemplo, para definir locais críticos. Detalhes podem ser obtidos na página 24 da publicação do DER/PR, 1988. DT.4.04.R.01 – Manual de Procedimentos para Identificação de Locais Críticos Quanto à Segurança.

### 5 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 com o seguinte assunto no corpo:

*[Locais Críticos] [Rodovia] [Km] [Data do Estudo] – Assunto.*

Todos devem ser encaminhados a CETS e serão compilados em versão física, à parte, em conjunto ao anuário de sinistros.

### 6 ANEXOS

Não se aplica.