



TRANSPORTE RODOVIÁRIO

# OS PONTOS CRÍTICOS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS



# Ficha Técnica

**Presidente da CNT**  
Vander Francisco Costa

**Vice-Presidentes da CNT**

**Transporte Rodoviário de Passageiros**  
Eudo Laranjeiras

**Transporte Rodoviário de Cargas**  
Flávio Benatti

**Transporte Aquaviário de Cargas e de Passageiros**  
Raimundo Holanda Cavalcante Filho

**Transporte Ferroviário de Cargas e de Passageiros**  
Fernando Simões Paes

**Transporte Aéreo de Cargas e de Passageiros**  
Eduardo Sanovicz

**Infraestrutura de Transporte e Logística**  
Paulo Gaba Júnior

**Diretor Executivo da CNT**  
Bruno Batista

**Equipe Técnica da CNT**

**Gerência de Desenvolvimento do Transporte**  
Elaine Radel  
Tiago Veras  
Giseli Ortolani  
Camilla Souza

**Gerência de Gestão e Projetos**  
Fernanda Rezende

**Gerência de Informações Estratégicas**  
Fábio Augusto  
Cláudio Araujo  
Frederico Soares

**Gerência de Estatística e Pesquisa**  
Jefferson Silva  
Damião Santos

Projeto gráfico: Luiz Gustavo Gomes  
Diagramação: Marília da Silva Ferreira  
Revisão: Anna Guedes  
Divulgação: Hércules Barros

Os pontos críticos nas rodovias brasileiras. – Brasília : CNT, 2022.

108 p.: il. color. ; gráficos, mapas. – (Transporte Rodoviário)

ISBN 978-85-68865-08-8

1. Transporte rodoviário – Brasil. 2. Rodovias – Brasil. 3. Infraestrutura de transporte. I. Confederação Nacional do Transporte.

CDU 656.11(81)

TRANSPORTE RODOVIÁRIO

# OS PONTOS CRÍTICOS

NAS RODOVIAS BRASILEIRAS

As definições dos termos técnicos deste relatório podem ser consultadas no aplicativo **Glossário CNT do Transporte**, disponível na Google Play. Saiba mais no QR Code ao lado.



# Sumário

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 OBJETIVO .....	12
1.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	12
1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	13
<b>2. OS PONTOS CRÍTICOS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS</b> .....	<b>15</b>
2.1 A SÉRIE HISTÓRICA DE PONTOS CRÍTICOS NA PESQUISA CNT DE RODOVIAS.....	17
2.2 OS PONTOS CRÍTICOS NA PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2021 .....	22
2.3 RECORRÊNCIA DE PONTOS CRÍTICOS .....	27
<b>3. QUEDAS DE BARREIRA</b> .....	<b>33</b>
3.1 CAUSAS DA OCORRÊNCIA DE QUEDAS DE BARREIRA .....	34
3.2 QUEDAS DE BARREIRA NAS RODOVIAS BRASILEIRAS .....	36
3.3 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE QUEDAS DE BARREIRA .....	41
3.4 ETAPAS BÁSICAS PARA A SOLUÇÃO DAS QUEDAS DE BARREIRA .....	42
<b>4. EROSÕES NA PISTA</b> .....	<b>47</b>
4.1 CAUSAS DA OCORRÊNCIA DE EROSÕES NA PISTA .....	48
4.2 AS EROSÕES NA PISTA NAS RODOVIAS BRASILEIRAS .....	49
4.3 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE EROSÕES NA PISTA .....	55
4.4 ETAPAS BÁSICAS PARA A SOLUÇÃO DAS EROSÕES NA PISTA.....	55
<b>5. BURACOS GRANDES</b> .....	<b>59</b>
5.1 CAUSAS DA OCORRÊNCIA DE BURACOS GRANDES .....	61
5.2 OS BURACOS GRANDES NAS RODOVIAS BRASILEIRAS .....	61
5.3 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE BURACOS GRANDES .....	66
5.4 ETAPAS BÁSICAS PARA A SOLUÇÃO DE BURACOS GRANDES.....	67

<b>6. PONTES CAÍDAS .....</b>	<b>71</b>
6.1 CAUSAS DA OCORRÊNCIA DE QUEDAS DE PONTES.....	73
6.2 AS PONTES CAÍDAS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS.....	73
6.3 AÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE QUEDAS DE PONTES .....	75
6.4 ETAPAS BÁSICAS PARA A SOLUÇÃO DE PONTES CAÍDAS.....	75
<b>7. PONTES ESTREITAS .....</b>	<b>79</b>
7.1 AS PONTES ESTREITAS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS .....	81
7.2 ETAPAS BÁSICAS PARA A SOLUÇÃO DE PONTES ESTREITAS.....	81
<b>8. INVESTIMENTOS PARA SOLUÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS .....</b>	<b>91</b>
8.1 QUEDAS DE BARREIRA.....	94
8.2 EROSÕES NA PISTA.....	94
8.3 BURACOS GRANDES .....	95
8.4 PONTES CAÍDAS.....	96
8.5 PONTES ESTREITAS.....	97
8.6 RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS.....	98
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>



# Apresentação

O transporte rodoviário no Brasil é frequentemente limitado pelas deficiências de infraestrutura nas rodovias. Para cumprir sua missão de movimentar pessoas e a produção no país, no prazo e com confiabilidade, o setor enfrenta o desafio de evitar as perdas e os danos causados por ocorrências como quedas de barreira, erosões na pista, pontes caídas e buracos grandes. Esses problemas, muitas vezes, não estão devidamente sinalizados, o que agrava os riscos aos usuários das vias. Verifica-se ainda que, nos últimos dez anos, tais situações têm aumentado de modo significativo, sendo que algumas delas permanecem longos períodos sem serem sanadas.

A existência de pontos críticos penaliza os transportadores e a sociedade. Além de onerar os custos logísticos totais, acaba por ter efeitos ainda mais severos na segurança viária, por ampliar a possibilidade de sinistros, com consequentes perdas humanas e materiais. É disso que trata a publicação **Os Pontos Críticos nas Rodovias Brasileiras**. Elaborado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), este levantamento mostra onde estão alguns dos principais entraves do sistema rodoviário brasileiro.

A eliminação de pontos críticos deve ser aplicada com celeridade. Nela se incluem a gestão adequada da construção e manutenção rodoviária, o incremento do investimento público e a promoção de concessões de infraestrutura à iniciativa privada. Em recursos, estima-se que a resolução específica das situações identificadas seria da ordem de R\$ 1,80 bilhão. O valor para a correção se mostra baixo, visto que o setor é imprescindível para todas as atividades econômicas de qualquer país. Afinal de contas, quanto mais uma nação produz, maior é a sua necessidade de transporte e logística.

Contribuir para a solução desses problemas é o que a CNT pretende com este estudo. O poder público precisa se estruturar para apresentar soluções a esses entraves, que afetam a segurança e o desempenho do setor transportador e, por conseguinte, de toda a sociedade. Dada a relevância do modal rodoviário para o país, eliminar os pontos críticos contribuirá para que o transporte mantenha a missão de movimentar o Brasil e promover seu desenvolvimento.

**Vander Costa**  
PRESIDENTE DA CNT





# Introdução

1





O adequado gerenciamento das condições da via é premissa para que se possa garantir a segurança e o desempenho dos usuários no tráfego, a eficiência na consecução das políticas públicas de manutenção das infraestruturas rodoviárias e a otimização dos recursos disponíveis. As obras de conservação e manutenção, portanto, devem fazer parte do cronograma do órgão ou empresa que faz esse gerenciamento, seja a rodovia pública ou concedida.

Entretanto, por vezes, essas ações preventivas não são realizadas quando necessário. Assim, em decorrência de projetos inadequados, falhas na construção e/ou tráfego com sobrepeso de carga, surgem situações críticas que exigem intervenções de maior vulto para a sua recuperação – tais circunstâncias podem, ainda, ser causadas ou agravadas por eventos naturais, como cheias e intempéries.

Têm-se, como resultado dessas situações, os pontos críticos coletados na Pesquisa CNT de Rodovias, definidos como “ocorrências na via que interferem na fluidez dos veículos e aumentam de forma significativa a possibilidade de acidentes”<sup>1</sup>. Os principais pontos críticos registrados são “queda de barreira”, “erosão na pista”, “buraco grande”, “ponte caída” e “ponte estreita”. O levantamento de tais pontos justifica-se pelos riscos que oferecem à integridade física dos usuários da via e à incolumidade dos bens que nela circulam, como veículos e cargas. Alguns dos pontos críticos – como os buracos grandes e as erosões –, uma vez que surgem e não são solucionados, tendem a aumentar em dimensão e gravidade, demandando custos crescentes para a sua resolução.

Quando da ocorrência de um ponto crítico, os condutores tendem a reduzir a velocidade para que possam, de modo preventivo, evitar um acidente – com consequentes aumentos no tempo de viagem, no consumo de combustível e no desgaste do veículo. Além disso, o seu surgimento inesperado à frente pode dificultar a reação a tempo por parte dos motoristas. Destaca-se que os acidentes que ocorrem nesses pontos podem ter consequências graves, como colisão frontal com um obstáculo ou outro veículo devido a estreitamento da via, perda de controle do veículo e saída de pista, resultando em queda em barranco ou em curso d’água.

A qualidade e a durabilidade das rodovias são favorecidas pela gestão preventiva dos ativos de infraestrutura, com o monitoramento constante de defeitos – e dos seus indícios prévios – e a sua oportuna correção – em oposição à abordagem na qual apenas se corrigem os pontos críticos após o seu surgimento. Tal gestão, porém, demanda que haja adequados planejamento e alocação de recursos da parte dos gestores das vias.

Nesse sentido, importa destacar que o modal rodoviário detém cerca de 65% de participação na matriz do transporte de cargas no Brasil<sup>2</sup>. Dada essa relevância, a

---

<sup>1</sup> CNT, 2021.

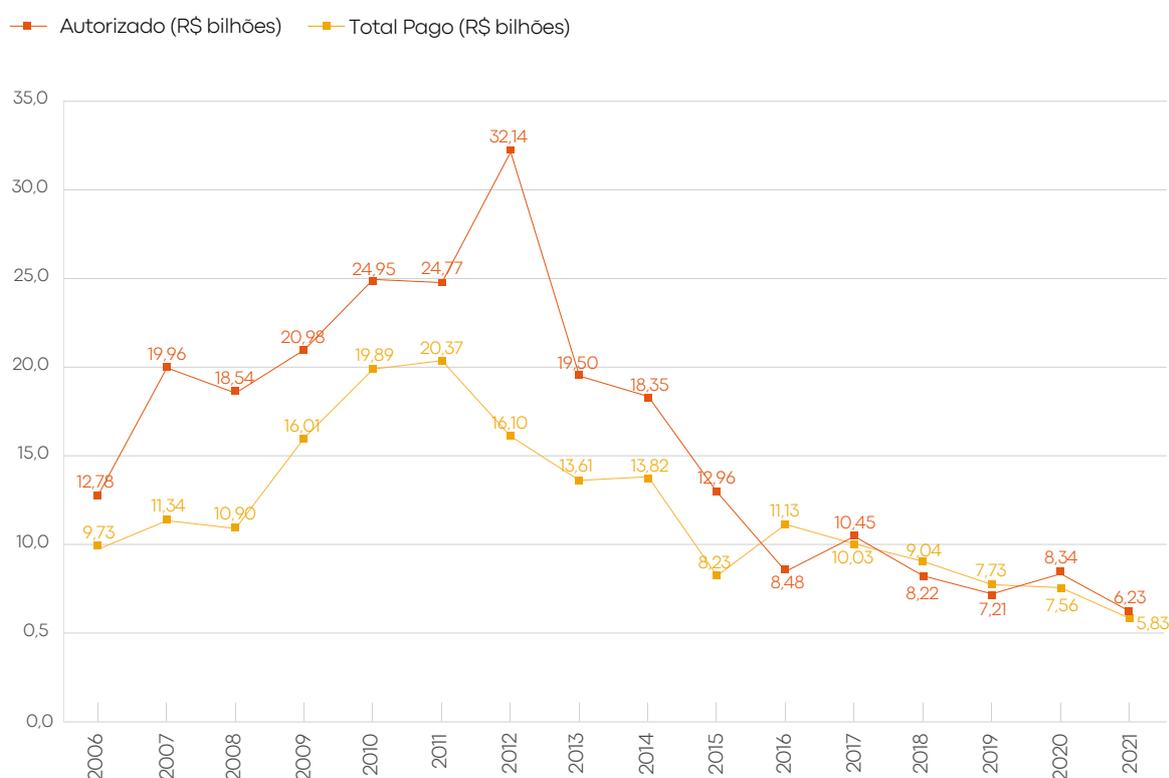
<sup>2</sup> CNT, 2022.

adequada aplicação dos investimentos necessários à conservação e à recuperação da sua infraestrutura reflete-se diretamente na qualidade e na segurança da via e, de modo mais amplo, na eficiência e na produtividade de todos os setores da economia.

Desde 2011 os valores aplicados para esses fins vêm sendo reduzidos, tendo alcançado, em 2021, o menor valor pago para a execução de obras de infraestrutura dos últimos 16 anos – R\$ 5,83 bilhões. Essa diminuição do investimento se reflete na qualidade geral das rodovias e, em particular, no número e na densidade de pontos críticos, conforme será relatado ao longo deste trabalho. No Gráfico 1, apresentam-se os valores de investimento público federal realizados nas rodovias brasileiras no período de 2006 a 2021, em valores autorizados e totais pagos.

### GRÁFICO 1

Investimento público federal nas rodovias do Brasil – 2006 a 2021<sup>1</sup> (R\$ bilhões<sup>2</sup>)



<sup>1</sup> Dados acumulados até o último dia de cada ano.

<sup>2</sup> Valores atualizados pelo IPCA de janeiro de 2022.

**Nota:** O fato de o valor pago exceder o autorizado em alguns anos deve-se aos restos a pagar pagos.

**Fonte:** Elaboração CNT, com dados de Siga Brasil e IBGE.

Trata-se, assim, de um contexto de baixo investimento público em infraestrutura, crescente incidência e alta recorrência de pontos críticos – conforme será detalhado nos capítulos a seguir.



## 1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar os pontos críticos identificados na Pesquisa CNT de Rodovias, abordando suas características, causas, soluções e investimentos necessários para saná-los.

## 1.2 Aspectos metodológicos

A fase de planejamento deste estudo abrangeu a estruturação do projeto, o que conduziu à definição de seu objetivo.

Para alcançá-lo, foi realizado um levantamento bibliográfico para a caracterização dos pontos críticos coletados na Pesquisa CNT de Rodovias. Nesse sentido, foram consultados diversos programas, livros, manuais e normas de referência que abordam as melhores práticas para solucionar os vários tipos de situações que interferem no fluxo da via. Foram, ainda, analisados estudos e pesquisas desenvolvidos para cada tipo de ponto crítico – nos domínios do projeto de infraestrutura e obras de arte especiais, da restauração e conservação rodoviária e da metodologia de custos.

A partir da análise do material bibliográfico, foram entrevistados especialistas nas referidas áreas que atuam em órgãos gestores e concessionárias de rodovias, a fim de validar seus aspectos teóricos e práticos.

Realizou-se, em seguida, a consolidação e a análise de dados da Pesquisa CNT de Rodovias para o período de 2012 a 2021, com o objetivo de apresentar o quantitativo dos pontos críticos e sua distribuição. Ressalta-se que os dados de 2012 a 2019<sup>3</sup> foram sujeitos a nova análise e desagregação, de modo que pudessem ser comparáveis àqueles coletados na edição de 2021. A partir daí, as informações foram organizadas em tabelas e gráficos com o intuito de melhor ilustrar os dados levantados.

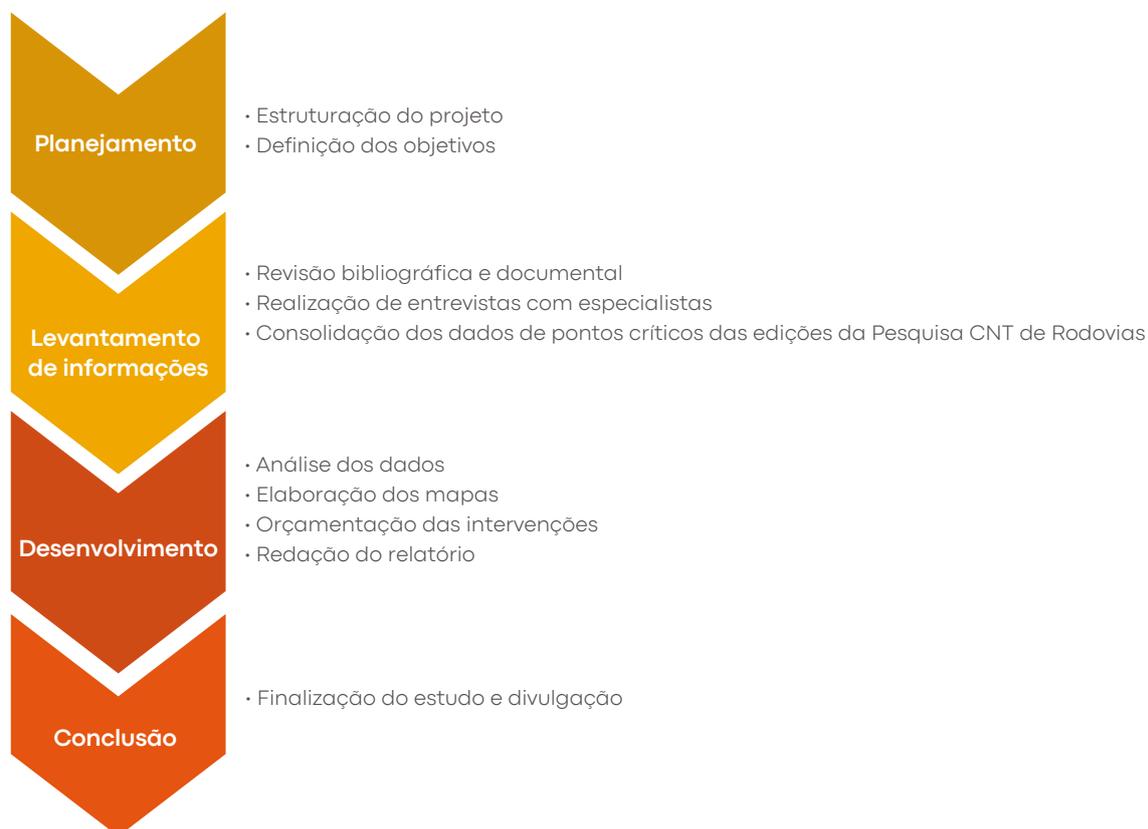
Foram, ainda, estimados os investimentos mínimos necessários à solução dos tipos de pontos críticos analisados no estudo – considerados na sua totalidade. Tal estimativa também foi realizada a partir da consulta a manuais e normas de referência e do levantamento de dados em editais de projetos nos quais constam valores orçamentários para a construção e a adequação da infraestrutura rodoviária.

Dado o exposto, as soluções apresentadas neste estudo contemplam medidas emergenciais quando do surgimento de um ponto crítico e orientações gerais sobre como corrigi-lo, assim como os montantes mínimos a serem investidos para a resolução do conjunto dos pontos identificados. Destaca-se, porém, que a correção de cada ponto crítico, na prática, demanda análise e orçamentação específicas, devendo ser analisada em conformidade com as condições e peculiaridades locais.

<sup>3</sup> Em decorrência da pandemia de covid-19, a Pesquisa CNT de Rodovias não foi realizada no ano de 2020.

As etapas de desenvolvimento do estudo, assim como as correspondentes atividades de elaboração do relatório, estão representadas esquematicamente na Figura 1.

**FIGURA 1**  
Etapas de desenvolvimento do estudo e elaboração do relatório



Fonte: Elaboração CNT.

### 1.3 Estrutura do relatório

Este relatório está estruturado em nove capítulos. O primeiro consiste na presente introdução e contextualização do estudo. No segundo capítulo, é relatado como os pontos críticos são coletados na Pesquisa CNT de Rodovias, bem como são apresentados os dados agregados para essas ocorrências no período analisado.

Nos Capítulos 3 a 7 são apresentados as definições, causas, ações preventivas e métodos para a correção e recuperação de cada tipo de ponto crítico considerado e, ainda, o seu quantitativo, distribuição e recorrência na malha viária do país, a partir dos dados levantados nas últimas edições da Pesquisa. O oitavo capítulo trata dos investimentos mínimos para a correção dos pontos críticos. Por fim, o Capítulo 9 expõe as conclusões do estudo. O relatório conta, ainda, com uma seção com as referências utilizadas.



# Os pontos críticos nas rodovias brasileiras

# 2





A Pesquisa CNT de Rodovias, realizada desde 1995, tem como objetivo avaliar a condição da malha rodoviária brasileira, apontando a sua qualidade geral e a dos seus elementos constituintes: o Pavimento, a Sinalização e a Geometria da Via. Identifica, ainda, as suas principais deficiências e pontos críticos: quedas de barreira, erosões na pista, buracos grandes, pontes caídas e pontes estreitas<sup>4</sup>.

O levantamento visa a avaliar os aspectos que podem afetar, direta ou indiretamente, o desempenho dos veículos e, principalmente, a segurança dos condutores que utilizam o sistema rodoviário nacional.

Nesse contexto, destaca-se o registro dos pontos críticos, que trazem riscos aos usuários das vias, especialmente se não estiverem sinalizados adequadamente, dificultando as tomadas de decisão a fim de evitar acidentes e danos aos veículos. Os sinistros rodoviários são um grave problema socioeconômico que resultam em prejuízos materiais, danos físicos aos usuários e perda de vidas.

No decorrer dos anos, a Pesquisa CNT de Rodovias vem crescendo em extensão pesquisada e em tecnologia. No primeiro ano, foram pesquisados 15.710 quilômetros e, em 2021, 109.103 quilômetros (594,5% de crescimento da extensão pesquisada).

Na edição de 2021, os dados foram registrados em aplicativo instalado em *tablet* e enviados no mesmo dia, aumentando a eficiência do levantamento e a precisão do registro. Além disso, os trechos foram filmados durante o levantamento em campo e a sinalização foi reconhecida por meio de um programa desenvolvido para essa análise. As variáveis de geometria, como o tipo e o perfil da rodovia, curvas perigosas, faixas adicionais, pontes estreitas, entre outros, foram previamente mapeadas com recursos de geoprocessamento, imagens de satélites e a própria série histórica da Pesquisa.

A coleta de dados é realizada por inspeção visual, com avaliações por predominância ou presença nas unidades de coleta (UC) de até um quilômetro, previamente definidas e georreferenciadas.

Na última edição da Pesquisa CNT de Rodovias, realizada em 2021, os pontos críticos foram identificados quanto ao tipo, registrados quanto à localização (coordenadas geográficas) e fotografados a cada situação encontrada<sup>5</sup>. Foram igualmente caracterizados com relação à presença e à condição da sinalização emergencial no local da ocorrência (Quadro 1) e também à existência de obra para a sua correção. Nos casos em que o ponto crítico era objeto de intervenção, foi verificada, adicionalmente, a presença de sinalização de obra e da operação “pare e siga”, caso houvesse restrição de parte da via para a passagem de veículos.

<sup>4</sup> Até 2019, as pontes estreitas eram parte da categoria de ponto crítico denominada “outros” e, como tal, não eram computadas na avaliação das rodovias. A categoria “outros” contempla situações atípicas e que afetam a segurança dos usuários das rodovias, tais como vegetação invadindo a pista, postes ou demais elementos rígidos com interferência na via.

<sup>5</sup> O ponto crítico é registrado em cada UC, sendo que, se existirem mais pontos críticos de um mesmo tipo dentro de uma UC, apenas um deles é registrado.

**QUADRO 1**

Condições da sinalização nos pontos críticos

SINALIZAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS	DEFINIÇÃO
Adequada	Os sinais e dispositivos auxiliares de utilização obrigatória <sup>1</sup> estão presentes e delimitam toda a área da ocorrência.
Deficiente	Os sinais e dispositivos auxiliares de utilização obrigatória existem, porém estão parcialmente presentes, não delimitam toda a extensão da ocorrência e/ou foram utilizados outros elementos para a sinalização dessas ocorrências que não os obrigatórios.
Inexistente	Nenhum dos sinais ou dispositivos auxiliares de utilização obrigatória ou facultativa está presente.

<sup>1</sup>Os sinais e dispositivos auxiliares de utilização obrigatória são apresentados no Box 1, ao final do Capítulo 7.

Fonte: Elaboração CNT.

## 2.1 A série histórica de pontos críticos na Pesquisa CNT de Rodovias

Até a edição de 2019, os pontos críticos da Pesquisa CNT de Rodovias eram contabilizados e divulgados a cada 10 quilômetros, apesar de serem registrados a cada quilômetro. Assim, para fins comparativos, neste trabalho, os dados da série histórica da Pesquisa CNT de Rodovias foram revisitados e desagregados por quilômetro, de modo que os números de pontos críticos aqui apresentados podem ser distintos daqueles divulgados nas edições da Pesquisa anteriores a 2021. Trata-se, portanto, de um novo enfoque de análise, que não compromete a fidedignidade dos resultados anteriormente apresentados.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de pontos críticos das rodovias brasileiras nos últimos 10 anos: a partir de 2012 até o último levantamento realizado, em 2021. Os dados são desagregados para cada tipo coletado – com exceção de ponte estreita, que somente foi contabilizado em separado na Pesquisa em 2021, e daqueles do tipo “outros” – e são apresentadas, também, a extensão pesquisada em cada ano e a densidade desses pontos a cada 100 quilômetros de extensão rodoviária. Os Gráficos 2 e 3 ilustram os dados apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1**Série histórica de pontos críticos existentes nas rodovias pesquisadas – 2012 a 2021<sup>1</sup>

ANO	QUEDA DE BARREIRA	PONTE CAÍDA	EROSÃO NA PISTA	BURACO GRANDE	TOTAL DE PONTOS CRÍTICOS	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (PONTOS CRÍTICOS/100 KM)
2012	20	11	162	64	257	95.707	0,27
2013	10	2	111	139	262	96.714	0,27
2014	35	14	108	155	312	98.475	0,32
2015	18	4	71	251	344	100.763	0,34



continuação

ANO	QUEDA DE BARREIRA	PONTE CAÍDA	EROSÃO NA PISTA	BURACO GRANDE	TOTAL DE PONTOS CRÍTICOS	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (PONTOS CRÍTICOS/100 KM)
2016	15	5	99	528	647	103.259	0,63
2017	18	5	117	363	503	105.814	0,48
2018	14	4	142	479	639	107.161	0,60
2019	26	2	147	1.019	1.194	108.863	1,10
2021	40	5	303	1.363	1.711	109.103	1,57

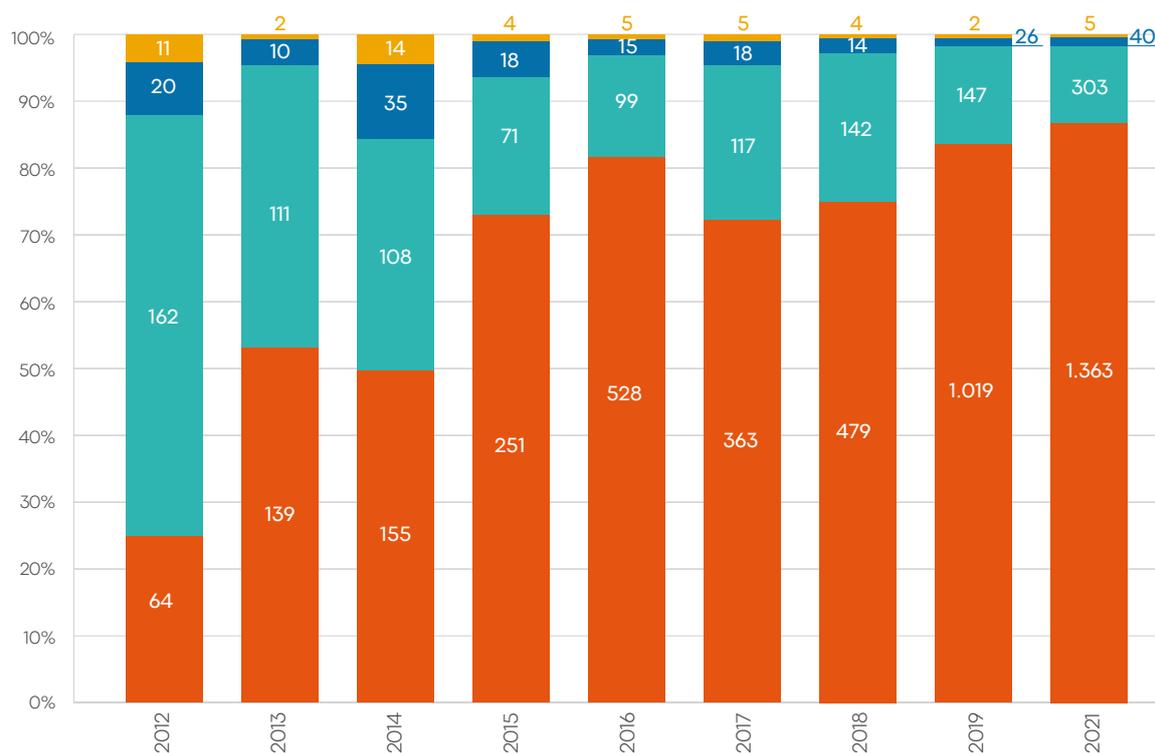
<sup>1</sup>Para efeito de comparação, não foram apresentados, nesta tabela, os quantitativos de pontes estreitas e de pontos críticos do tipo "outros" registrados nas edições da Pesquisa de Rodovias.

Fonte: Elaboração CNT.

## GRÁFICO 2

Distribuição percentual dos pontos críticos nas rodovias pesquisadas por tipo – 2012 a 2021

■ Buraco grande
 ■ Erosão na pista
 ■ Queda de barreira
 ■ Ponte caída

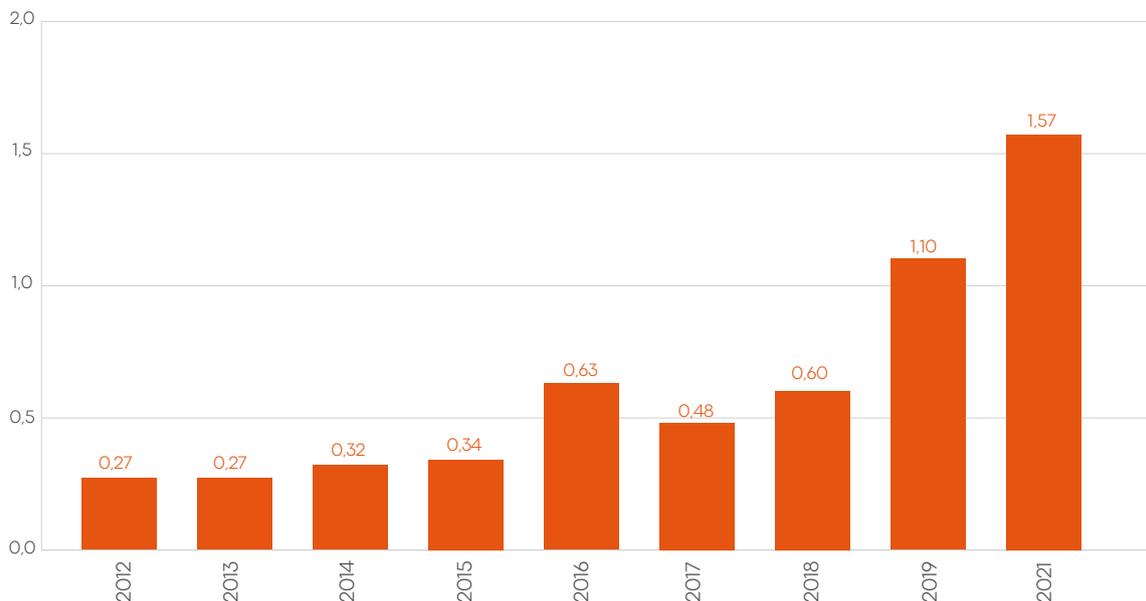


Fonte: Elaboração CNT.



### GRÁFICO 3

Série histórica da densidade de pontos críticos nas rodovias pesquisadas – 2012 a 2021<sup>1</sup> (pontos críticos/100 km)



<sup>1</sup>Para efeito de comparação, não foram considerados os quantitativos de pontes estreitas e de pontos críticos do tipo "outros" registrados nas edições da Pesquisa de Rodovias.

Fonte: Elaboração CNT.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1 e nos Gráficos 2 e 3, observa-se que buracos grandes são o tipo de ponto crítico mais frequentemente encontrado nas rodovias pesquisadas ao longo dos anos, com exceção de 2012, quando erosões representaram o principal ponto crítico observado.

Quando se analisa o quantitativo de pontos críticos e a sua distribuição na malha pesquisada, é notável o aumento, no decorrer dos anos, muito superior ao incremento da extensão avaliada. Entre 2019 e 2021, a densidade de pontos críticos a cada 100 quilômetros aumentou 42,7%. Se analisado o período entre 2012 e 2021, verifica-se que essa relação aumentou 481,5%: no ano de 2012, havia 0,27 ponto crítico a cada 100 quilômetros; já em 2021, foi observado 1,57 ponto crítico a cada 100 quilômetros – isto é, em 2012, o usuário encontrava, em média, um ponto crítico a cada 372,4 quilômetros, ao passo que, em 2021, essa extensão se reduziu para 63,8 quilômetros.

Esse aumento significativo de ocorrências é reflexo do volume de investimentos na infraestrutura do principal modo de transporte do país, que vêm diminuindo ao longo do tempo, como já apresentado no Capítulo 1. Na Tabela 2, observa-se a série histórica de densidade de pontos críticos em cada UF organizados por região geográfica.



**TABELA 2**

Série histórica de densidade de pontos críticos por UF – 2012 a 2021 (pontos críticos/100 km)

REGIÕES	UF	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	MÉDIA DAS DENSIDADES NO PERÍODO
NORTE	AC	1,92	1,83	0,96	4,02	2,30	2,45	3,45	5,67	12,81	3,93
	AM	0,63	1,90	1,17	1,04	1,53	1,17	1,29	2,87	10,22	2,43
	AP	0,25	0,89	0,00	0,21	1,10	0,00	0,00	0,73	0,36	0,39
	PA	0,96	2,10	1,03	1,65	1,48	2,98	2,15	1,79	5,15	2,14
	RO	0,46	0,06	0,35	0,05	0,11	0,11	0,27	0,16	0,32	0,21
	RR	0,64	0,65	0,00	0,00	0,10	0,60	0,09	0,09	8,03	1,13
	TO	0,52	1,07	0,83	0,69	0,16	0,80	0,60	0,37	0,73	0,64
NORDESTE	AL	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13	0,38	0,00	0,13	1,43	0,24
	BA	0,08	0,07	0,23	0,23	0,57	0,35	0,31	0,34	1,72	0,43
	CE	0,00	0,23	0,62	0,51	1,02	1,27	2,79	6,32	5,46	2,03
	MA	0,60	0,45	0,85	0,37	1,45	0,90	1,13	7,96	5,32	2,12
	PB	0,12	0,06	0,00	0,00	0,30	0,18	0,12	0,41	0,52	0,19
	PE	0,03	0,13	0,23	0,06	0,48	0,28	0,28	0,28	1,53	0,37
	PI	0,10	0,10	0,20	0,00	0,06	0,59	3,66	1,78	3,40	1,10
	RN	0,06	0,00	0,05	0,49	2,21	1,37	2,16	4,10	1,38	1,31
SE	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24	0,61	0,77	0,00	3,37	0,67	
SUDESTE	ES	0,37	0,00	0,06	0,12	0,00	0,23	0,35	0,14	0,23	0,17
	MG	0,48	0,18	0,28	0,09	0,29	0,17	0,23	0,14	0,61	0,27
	RJ	0,75	0,29	0,45	0,28	0,08	0,55	0,31	0,66	1,14	0,50
	SP	0,11	0,09	0,03	0,03	0,12	0,05	0,09	0,07	0,13	0,08
SUL	PR	0,18	0,12	0,17	0,13	0,18	0,02	0,06	0,13	0,13	0,12
	RS	0,04	0,07	0,42	0,69	0,57	0,49	0,31	1,17	0,73	0,50
	SC	0,16	0,26	0,80	0,35	0,19	0,34	0,00	0,12	1,15	0,37
CENTRO-OESTE	DF	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
	GO	0,07	0,15	0,06	0,28	2,57	0,18	0,08	0,43	0,09	0,43
	MS	0,12	0,05	0,07	0,07	0,18	0,04	0,16	0,16	0,02	0,10
	MT	0,07	0,17	0,11	0,41	0,06	0,14	0,10	0,16	0,09	0,15

Fonte: Elaboração CNT.

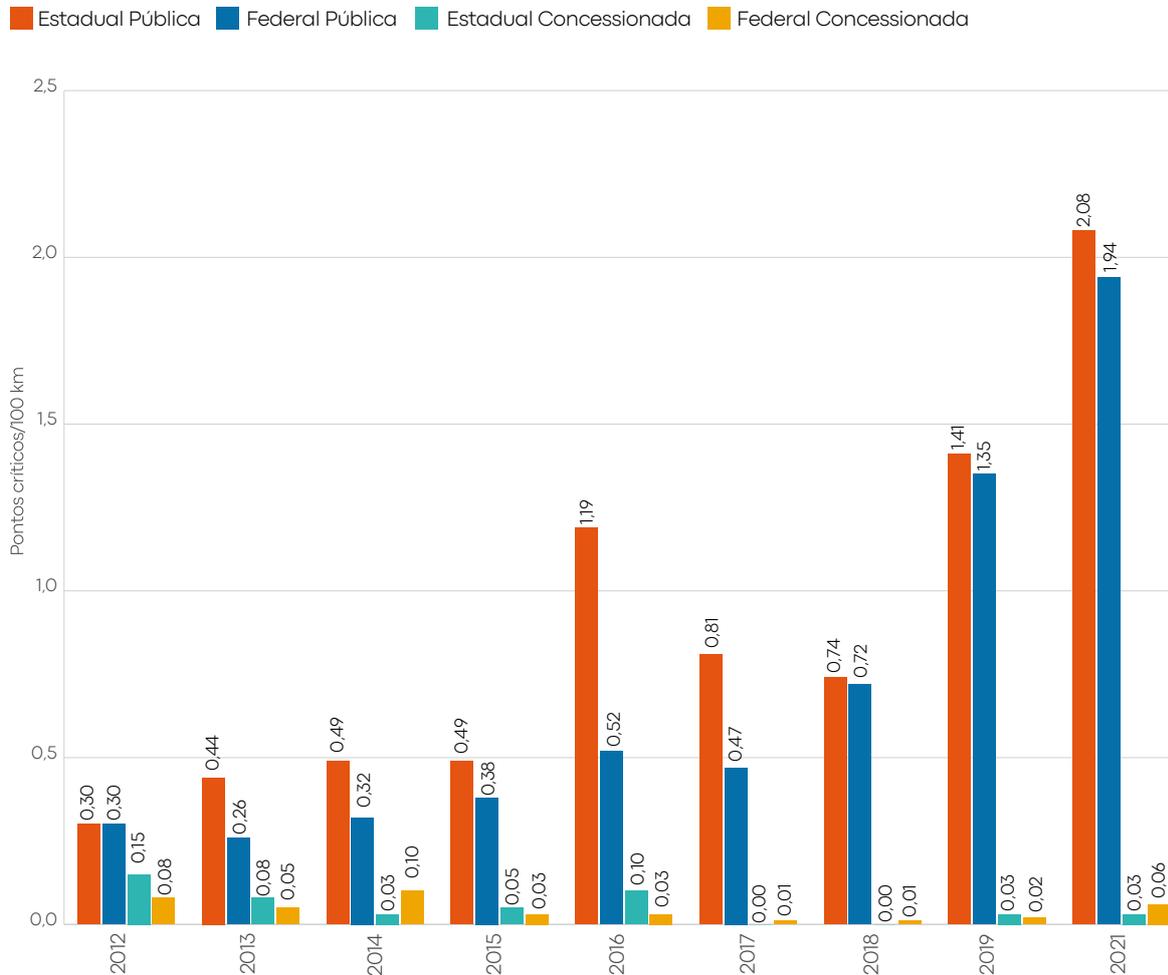
Na Tabela 2 é possível observar que os estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste têm, em média, as menores densidades de pontos críticos nas malhas pesquisadas de 2012 a 2021. Os estados das regiões Norte e Nordeste, por outro lado, concentram os maiores quantitativos de pontos críticos a cada 100 quilômetros, com destaque para o Acre, que registrou a maior densidade média no período. Em 2021, o valor nesta UF foi o maior entre todos os estados nos 10 anos considerados, correspondendo a quase 13 pontos críticos a cada 100 quilômetros. O Distrito Federal é a UF que, em todo o período, possui a malha com menor densidade de pontos críticos, que corresponde a 0,8% do total de densidade do Acre.



No Gráfico 4 é possível observar a distribuição de pontos críticos por jurisdição e gestão de rodovia no decorrer dos anos.

#### GRÁFICO 4

Série histórica da densidade de pontos críticos por jurisdição e gestão da rodovia - 2012 a 2021



Fonte: Elaboração CNT.

As rodovias com gestão pública, tanto estadual quanto federal, apresentaram as maiores densidades de pontos críticos no decorrer do período de 10 anos, sendo que as estaduais públicas se sobressaem em todos os anos. Em 2021, essas rodovias apresentaram a densidade de 2,08 ocorrências a cada 100 quilômetros e as federais com gestão pública tiveram densidade de 1,94 ocorrência a cada 100 quilômetros.



## 2.2 Os pontos críticos na Pesquisa CNT de Rodovias 2021

Na edição de 2021, conforme ressaltado, com a adoção de novas tecnologias para a coleta de dados, mapeamento em escritório e registro e processamento em vídeo, o levantamento de pontos críticos passou a ser mais preciso e detalhado. Foram identificados, nos 109.103 quilômetros pesquisados, 1.739 pontos críticos – os 1.711 já mencionados anteriormente somados a 18 pontes estreitas e 10 pontos críticos classificados como “outros”. A Tabela 3 apresenta a quantidade de pontos críticos por UF, região e tipo. Na última coluna é possível verificar a distribuição nos quilômetros pesquisados, igualmente representada no Gráfico 5.

**TABELA 3**

Quantidade de pontos críticos existentes na malha rodoviária pesquisada, por região, UF e tipo em 2021

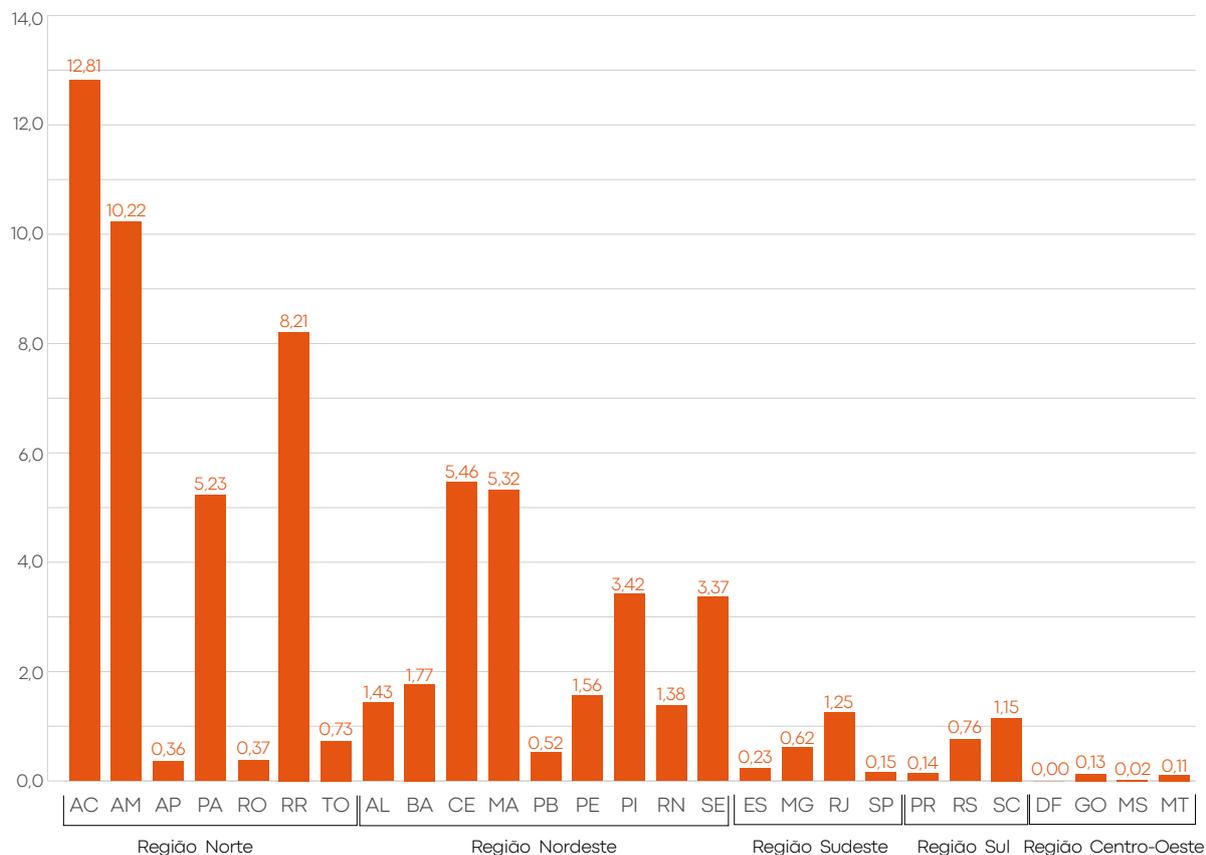
REGIÃO	UF	QUEDA DE BARREIRA	PONTE CAÍDA	EROSÃO NA PISTA	BURACO GRANDE	PONTE ESTREITA	OUTROS	TOTAL	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (PONTOS CRÍTICOS/ 100 KM)
NORTE	AC	0	0	117	56	0	0	173	1.350	12,81
	AM	0	0	9	95	0	0	104	1.018	10,22
	AP	0	0	0	2	0	0	2	548	0,36
	PA	2	0	25	183	3	0	213	4.075	5,23
	RO	0	0	3	3	1	0	7	1.898	0,37
	RR	1	0	7	84	0	2	94	1.145	8,21
	TO	0	0	0	26	0	0	26	3.576	0,73
NORDESTE	AL	0	0	2	10	0	0	12	840	1,43
	BA	2	0	16	141	2	3	164	9.253	1,77
	CE	2	0	1	193	0	0	196	3.590	5,46
	MA	3	0	21	222	0	0	246	4.627	5,32
	PB	0	0	0	9	0	0	9	1.729	0,52
	PE	0	0	7	42	0	1	50	3.203	1,56
	PI	4	0	13	100	1	0	118	3.446	3,42
	RN	0	0	0	26	0	0	26	1.879	1,38
	SE	0	0	1	21	0	0	22	653	3,37
SUDESTE	ES	1	0	3	0	0	0	4	1.726	0,23
	MG	11	2	35	45	1	1	95	15.259	0,62
	RJ	6	0	23	0	2	1	32	2.551	1,25
	SP	4	0	10	0	2	0	16	10.670	0,15
SUL	PR	0	0	0	8	1	0	9	6.257	0,14
	RS	1	2	4	57	2	1	67	8.782	0,76
	SC	3	0	4	30	0	0	37	3.230	1,15
CENTRO-OESTE	DF	0	0	0	0	0	0	0	457	0,00
	GO	0	1	1	5	3	0	10	7.413	0,13
	MS	0	0	1	0	0	0	1	4.489	0,02
	MT	0	0	0	5	0	1	6	5.439	0,11
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>5</b>	<b>303</b>	<b>1.363</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>1.739</b>	<b>109.103</b>	

Fonte: Elaboração CNT.



### GRÁFICO 5

Densidade de pontos críticos na malha rodoviária pesquisada por UF e região em 2021 (pontos críticos/100 km)



Fonte: Elaboração CNT.

Com os dados apresentados, observa-se que o Distrito Federal é a única UF em que não foi encontrado ponto crítico nos 457 quilômetros pesquisados em 2021 e o Maranhão é o estado que teve o maior número absoluto. Porém, quando se faz a relação entre os pontos críticos e a extensão pesquisada, que representa a distribuição de problemas na malha rodoviária, verifica-se que o Acre é o estado que tem a maior concentração por quilômetro – assim como já verificado na série histórica –, de 12,81 pontos críticos a cada 100 quilômetros, seguido por Amazonas e Roraima. Se considerada a extensão pesquisada em todo o Brasil, verifica-se que existe 1,59 ponto crítico a cada 100 quilômetros, segundo a Pesquisa CNT de Rodovias de 2021.

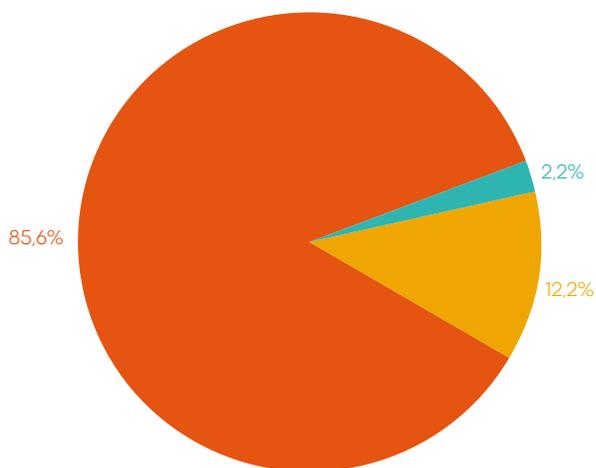
A sinalização dos pontos críticos em 2021, nestes locais, pode ser conferida no Gráfico 6.



### GRÁFICO 6

Condição da sinalização dos pontos críticos em 2021

■ Sinalização adequada ■ Sinalização deficiente ■ Sinalização inexistente



Fonte: Elaboração CNT.

Conforme visto nos dados apresentados no Gráfico 6, os pontos críticos sem sinalização representam 85,6% do total, aqueles com sinalização deficiente, 12,2% e, sinalizados adequadamente, 2,2%.

Para uma análise de concentração de pontos críticos por rodovia pesquisada, foi calculada a densidade dessas ocorrências em 2021 a partir da soma dos pontos críticos e da extensão pesquisada de cada rodovia. Na Tabela 4 estão as 10 rodovias com maior densidade total de pontos críticos (pontos críticos a cada 10 km pesquisados) no ano em questão. Destaca-se que, para essa análise, foram desconsideradas as rodovias com extensão menor que 10 quilômetros.

### TABELA 4

Rodovias com maior densidade de pontos críticos em 2021 (pontos críticos/10 km)

RODOVIA	UF	JURISDIÇÃO	GESTÃO	Nº DE PONTOS CRÍTICOS	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (PONTOS CRÍTICOS/10 KM)
CE-183	CE	Estadual	Pública	14	29	4,83
PA-447	PA	Estadual	Pública	6	14	4,29
MA-303	MA	Estadual	Pública	10	31	3,23
SE-210	SE	Estadual	Pública	11	35	3,14
BR-403	CE	Federal	Pública	18	60	3,00
BA-349	BA	Estadual	Pública	13	44	2,95
PI-141	PI	Estadual	Pública	52	176	2,95
BR-342	MG	Federal	Pública	4	14	2,86
BA-522	BA	Estadual	Pública	9	33	2,73
PA-252	PA	Estadual	Pública	10	39	2,56

Fonte: Elaboração CNT.



Na Tabela 4, verifica-se que predominam, dentre as rodovias com maior densidade de pontos críticos, aquelas de jurisdição estadual e de gestão pública. Dentre elas, a que se destaca com a maior densidade na edição de 2021 da Pesquisa é a CE-183, que apresentou 4,83 pontos críticos a cada 10 quilômetros.

No mapa a seguir, é possível visualizar toda a extensão onde foram realizados o levantamento e a concentração dos pontos críticos na malha rodoviária.

# CONCENTRAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS 2021

**LOCALIDADES**

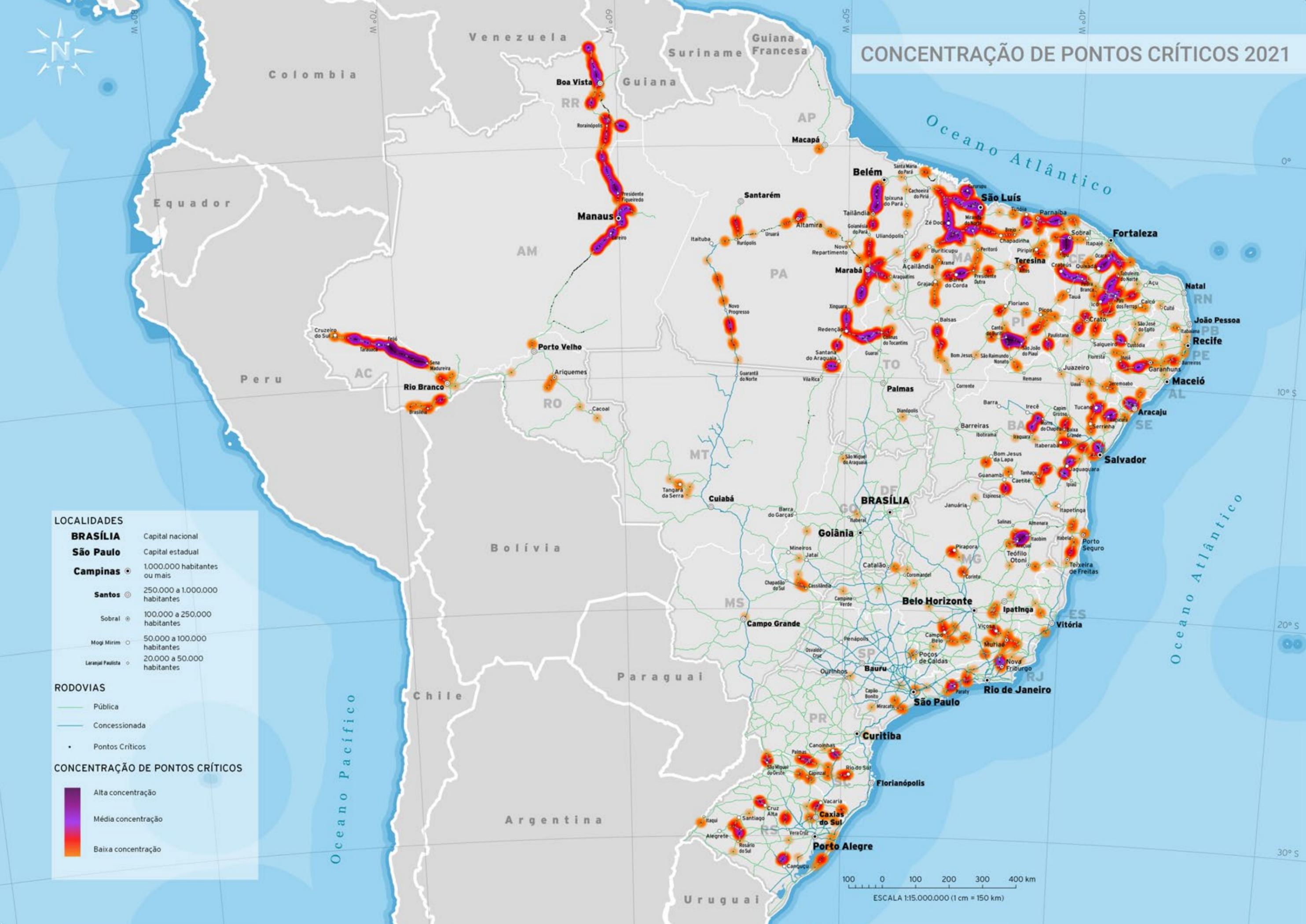
- BRASÍLIA** Capital nacional
- São Paulo** Capital estadual
- Campinas** 1.000.000 habitantes ou mais
- Santos** 250.000 a 1.000.000 habitantes
- Sobral** 100.000 a 250.000 habitantes
- Mogi Mirim** 50.000 a 100.000 habitantes
- Laranjal Paulista** 20.000 a 50.000 habitantes

**RODOVIAS**

- Pública
- Concessionada
- Pontos Críticos

**CONCENTRAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS**

- Alta concentração
- Média concentração
- Baixa concentração





## 2.3 Recorrência de pontos críticos

Os pontos críticos coletados na Pesquisa CNT de Rodovias têm a sua localização georreferenciada, de modo que é possível verificar a sua existência nos mesmos lugares ao longo dos anos ou a reincidência de um ponto crítico no mesmo local em anos distintos.

Neste trabalho, foi analisada a recorrência dos pontos críticos mapeados em 2021, com exceção de ponte estreita, e verificada a presença deles nos últimos 10 anos.

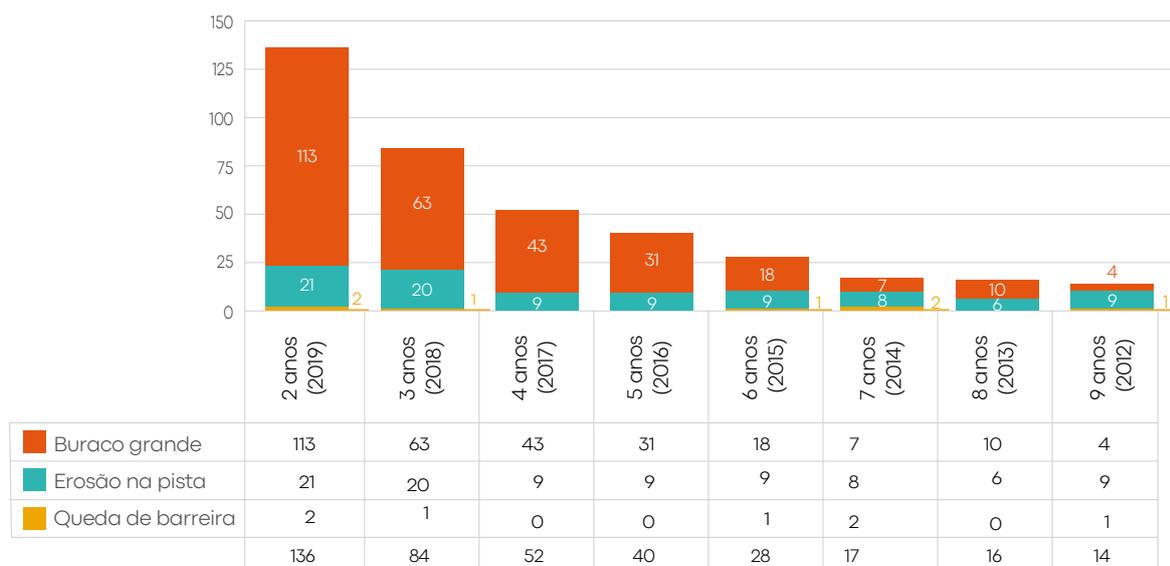
Nessa análise para erosões na pista, quedas de barreira e pontes caídas, foi utilizado o banco de dados contendo todos os registros pontuais dessas ocorrências, e não somente a UC ou o quilômetro em que foram observados, e adotado o método de clusterização. Apenas para buracos grandes, dadas as suas características, é que a análise por UC foi mantida também nos critérios de reincidência.

O método de clusterização adotado foi baseado em densidade (DBSCAN), de acordo com os seguintes parâmetros na agregação da base: raio de 250 metros do ponto crítico para agregação e análise de cada tipo de ponto crítico separadamente. O uso desse método possibilitou a verificação do local em que os pontos críticos se repetiam e em quais anos isso ocorria.

No Gráfico 7 pode-se verificar a quantidade de pontos críticos de 2021 segundo o seu surgimento, isto é, a sua identificação na Pesquisa CNT de Rodovias<sup>6</sup>.

### GRÁFICO 7

Tempo de recorrência dos tipos de ponto crítico comparado com 2021



Fonte: Elaboração CNT.

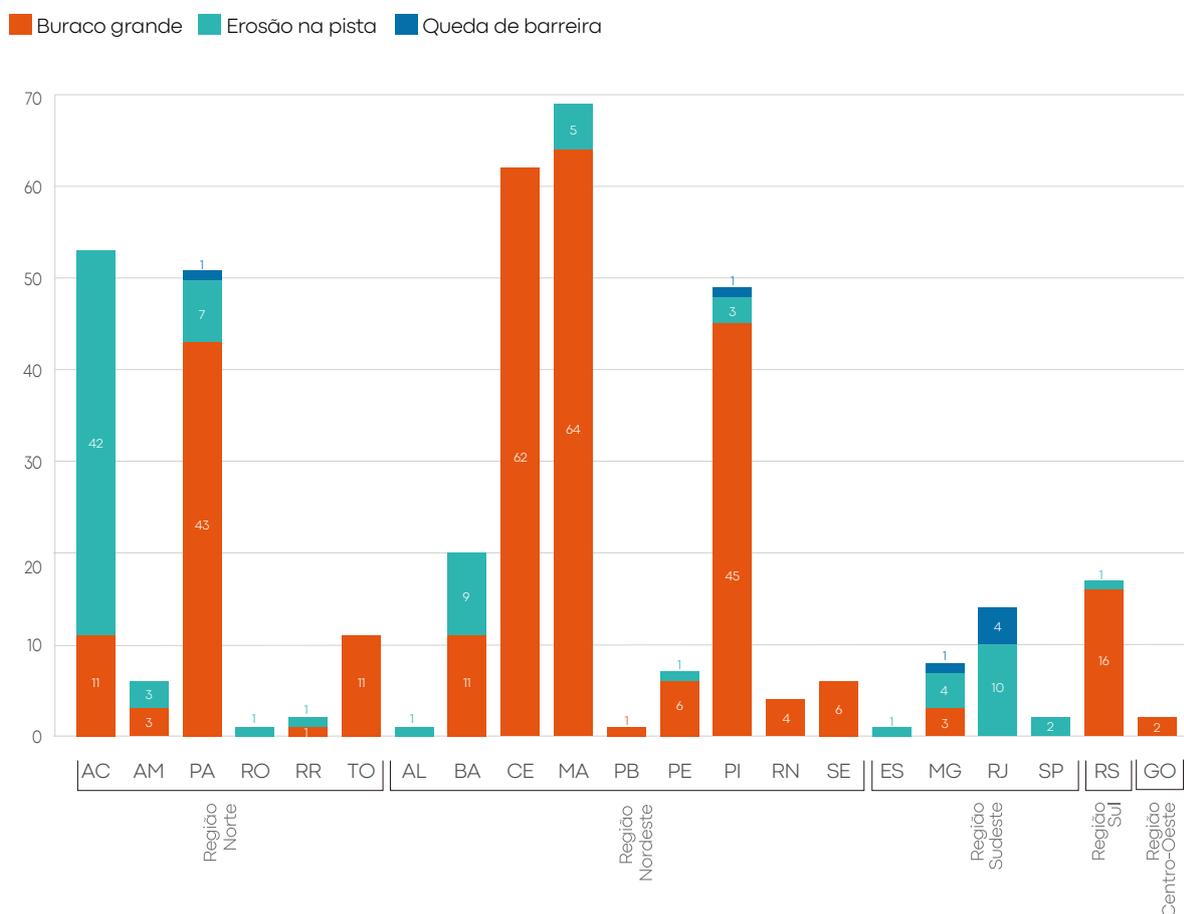
<sup>6</sup> Para fins de padronização dos critérios, considerou-se aqui o recorte temporal de 2012 a 2021.



Destaca-se que 22,6% dos pontos críticos observados em 2021 já haviam sido registrados em anos anteriores (no período de 2012 a 2019) – 136 ocorrências surgiram em 2019 (isto é, têm dois anos), 84 em 2018 (têm três anos) e outras 14 são oriundas de 2012 (têm nove anos); as demais têm seu surgimento distribuído ao longo dos anos analisados. Comparando-se cada tipo de ponto crítico, observa-se que erosões na pista têm a maior proporção de recorrência: 30,0% já haviam sido identificadas em pesquisas anteriores. Em 2021, não foram observadas pontes caídas recorrentes.

O Gráfico 8 apresenta a quantidade de recorrências por tipo de ponto crítico em cada Unidade da Federação.

**GRÁFICO 8**  
 Recorrência de pontos críticos por UF<sup>1</sup> e tipo



<sup>1</sup>Estão representadas somente as UF's em que foram registrados pontos críticos recorrentes.

Fonte: Elaboração CNT.

No Gráfico 8 é possível verificar a quantidade de pontos críticos observados em 2021 já registrados em anos anteriores, por Unidade da Federação. A região Nordeste concentra 56,6% dos pontos recorrentes, com destaque para o Maranhão, com a maior quantidade absoluta dessas ocorrências. Amapá, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina não tiveram pontos críticos recorrentes segundo os critérios adotados.



Ressalta-se que um ponto crítico recorrente pode ter se mantido ao longo dos anos ou mesmo ter sido identificado na Pesquisa em um determinado ano, ter sido resolvido pelo gestor da via e voltado a aparecer em anos posteriores. Em qualquer situação, a ação da gerência de pavimentos e a manutenção da via são de extrema importância para identificar o problema e suas causas e implementar uma resolução definitiva.

O mapa a seguir apresenta a recorrência dos pontos críticos de 2021 – buracos grandes, erosões na pista e quedas de barreira – na malha rodoviária pesquisada. Nos próximos capítulos serão apresentados dados e exemplos de recorrência em cada tipo de ponto crítico.

# RECORRÊNCIA DE PONTOS CRÍTICOS 2021

**LOCALIDADES**

- BRASÍLIA** Capital nacional
- São Paulo** Capital estadual
- Campinas** 1.000.000 habitantes ou mais
- Santos** 250.000 a 1.000.000 habitantes
- Sobral** 100.000 a 250.000 habitantes
- Mogi Mirim** 50.000 a 100.000 habitantes
- Laranjal Paulista** 20.000 a 50.000 habitantes

**RODOVIAS**

- Pública
- Concessionada

**PONTOS CRÍTICOS**

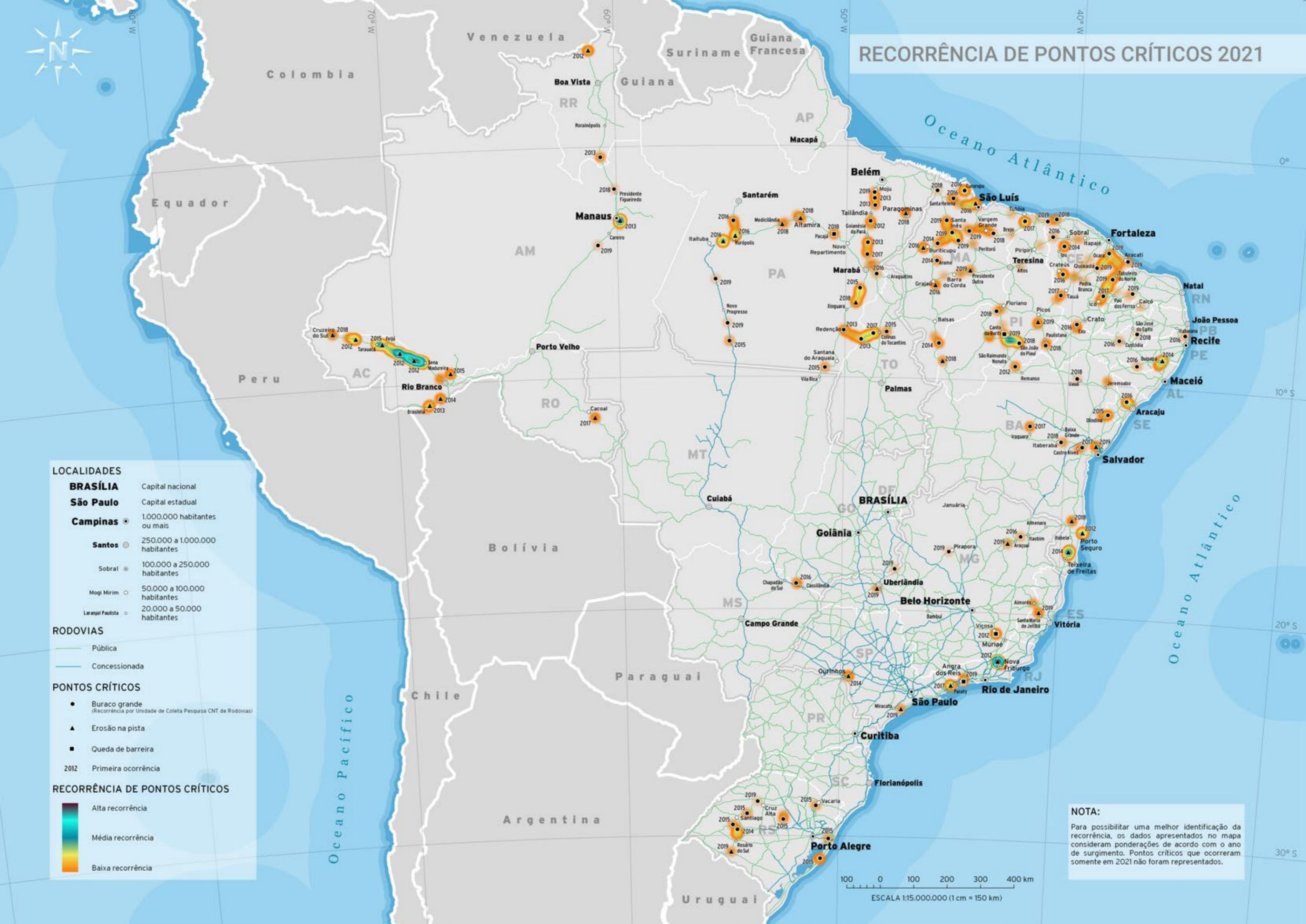
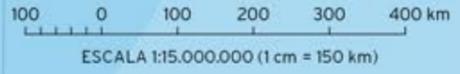
- Buraco grande (Recorrência por Unidade de Coleta Pesquisa CNT de Rodovias)
- Erosão na pista
- Queda de barreira

2012 Primeira ocorrência

**RECORRÊNCIA DE PONTOS CRÍTICOS**

- Alta recorrência
- Média recorrência
- Baixa recorrência

**NOTA:**  
Para possibilitar uma melhor identificação da recorrência, os dados apresentados no mapa consideram ponderações de acordo com o ano de surgimento. Pontos críticos que ocorreram somente em 2021 não foram representados.



📍 Anchieta/ES - BR-101  
20°39'40.9"S 40°39'03.6"W



📍 Rio Pomba/MG - MG-265  
21°13'18.6"S 43°14'49.5"W



# Quedas de barreira

# 3





Barreiras, também chamadas de taludes, podem ser definidas como todos os maciços de solo ou rocha encontrados em determinado local por ação geológica ou de intempéries ou procedente de um aterro ou de um corte.

As barreiras naturais são aquelas que não sofreram nenhuma intervenção humana, encontradas próximas às obras de engenharia. Geralmente é executado um desvio ou adaptada a obra para que não haja a necessidade de um corte ou aterro. Isso ocorre usualmente em rodovias construídas em serras, que apresentam muitas curvas, ou ao lado de montanhas.

As barreiras de aterro existem quando é feita a deposição de material em um determinado local de interesse por meio de barragens da água, bota-fora de obras, movimentos de terra, entre outros. As barreiras de corte ocorrem quando se retira material de uma encosta por meio de escavações. Este tipo geralmente é encontrado, por exemplo, em obras de mineração, em construções subterrâneas e em construções de estradas.

No levantamento realizado na Pesquisa CNT de Rodovias, são consideradas quedas de barreira os deslocamentos do material de encostas e taludes sobre a plataforma da rodovia que provocam a obstrução de um ou mais sentidos de circulação e/ou do acostamento da rodovia, dificultando ou impedindo a passagem dos veículos e trazendo riscos à segurança dos usuários. Nas Figuras 2 e 3 são apresentados alguns exemplos observados na Pesquisa de 2021.

**FIGURA 2**

Queda de barreira na BR-285/SC em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).

**FIGURA 3**

Queda de barreira na BR-101/BA em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).

### 3.1 Causas da ocorrência de quedas de barreira

A queda de barreira é decorrente de material deslizante de encostas ou de taludes. O deslizamento ocorre quando os maciços de terra estão saturados com água, sofrem um impacto de grande força ou não estão totalmente estabilizados.

O solo tem uma estrutura interna que pode ser alterada conforme as forças externas exercidas por compressibilidade, que provocam carregamento, deslocamento e/ou

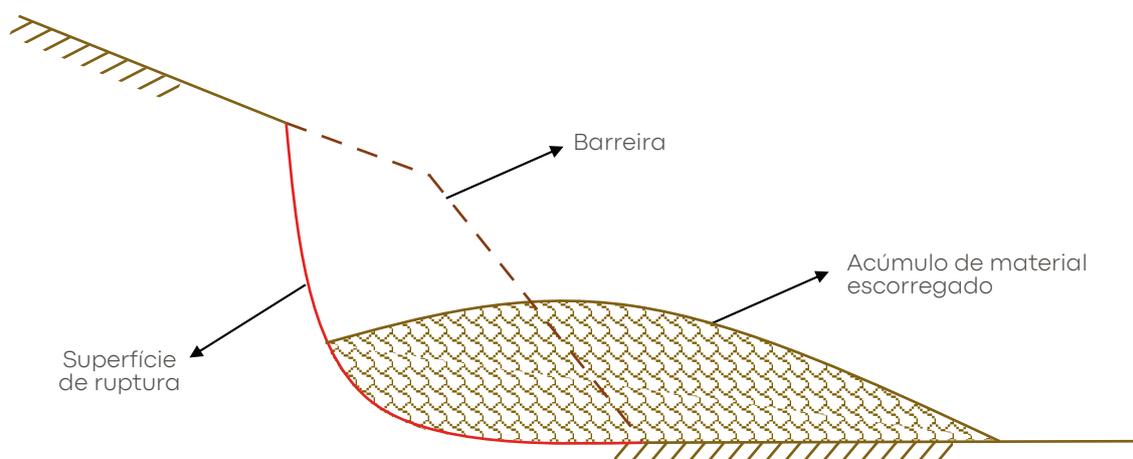
ruptura das partículas. Essas alterações das partículas estão relacionadas com o tipo de solo, que pode ser mais ou menos compressível. Cada tipo de solo possui uma fase sólida (grãos), uma fase fluida (água) e uma fase gasosa (ar), apresentando um comportamento próprio em relação às forças exercidas sobre ele.

Um corte ou uma força realizada sobre a barreira natural e/ou que estava estabilizada pode condicionar aos maciços de terra um movimento de massa ou um escorregamento da barreira. Essas ações são provocadas por forças que ultrapassam a resistência do solo (Figura 4).

As principais causas dos escorregamentos são dos seguintes tipos:

- inclinação: ocorre quando a inclinação da barreira excede a resistência do solo;
- descontinuidade: advém de uma transição entre os tipos de solo em um maciço;
- saturação: ocorre quando há um grande volume de água no maciço, seja por chuvas ou elevação do nível do lençol freático, ocorrendo a saturação das camadas do solo;
- aterro: ocorre quando, em uma construção recente de um aterro, o solo colocado não obtém a coesão esperada no local construído;
- em massas coluviais<sup>7</sup>: ocorre em corpos que já possuem instabilidade e, quando realizados pequenos cortes no solo, são provocados movimentos maiores;
- rolamento de blocos: acontece em cortes de rochas onde o maciço entra em instabilidade em situações de intempéries, o que acelera a desagregação de blocos;
- cargas dinâmicas: ocorre quando a atuação de forças ou cargas dinâmicas, como águas e/ou fortes ventos, produz esforços que tendem a provocar escorregamento.

**FIGURA 4**  
Esquema representativo de um escorregamento de barreira (queda de barreira)



Fonte: Adaptado de Carvalho (1991).

<sup>7</sup> Solos coluviais, ou coluvionares, são aqueles transportados pela ação da gravidade. Mais comuns em pés de encostas e montes, geralmente são materiais inconsolidados, permeáveis e sujeitos a escorregamentos.



## 3.2 Quedas de barreira nas rodovias brasileiras

Neste item, serão apresentados os dados das quedas de barreira identificadas na Pesquisa CNT de Rodovias. A Tabela 5 mostra a distribuição desses pontos críticos ao longo da malha rodoviária pesquisada, por região e UF, nos 10 últimos anos (2012 a 2021).

**TABELA 5**

Série histórica das quedas de barreira na malha rodoviária pesquisada, por região e UF – 2012 a 2021

REGIÃO	UF <sup>1</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	TOTAL NAS UFs	PERCENTUAL (%) POR REGIÃO
NORTE	AC	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	7,7%
	AM	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
	PA	0	0	0	0	0	0	5	1	2	8	
	RR	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	
NORDESTE	AL	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	17,3%
	BA	1	2	0	0	0	0	0	0	2	5	
	CE	0	0	1	1	0	1	1	0	2	6	
	MA	0	0	1	1	0	0	0	2	3	7	
	PE	0	0	1	0	0	3	0	0	0	4	
	PI	0	0	1	0	0	0	1	3	4	9	
SUDESTE	ES	0	0	0	2	0	1	0	0	1	4	50,0%
	MG	7	3	4	6	7	3	4	1	11	46	
	RJ	7	2	5	1	1	2	0	10	6	34	
	SP	2	2	0	0	1	1	0	4	4	14	
SUL	PR	0	0	6	3	2	1	3	1	0	16	24,5%
	RS	0	0	1	1	2	3	0	2	1	10	
	SC	0	0	15	2	0	1	0	1	3	22	
CENTRO-OESTE	MT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,5%
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>196</b>	

<sup>1</sup>Estão listadas somente as UFs em que foram registradas quedas de barreira.

Fonte: Elaboração CNT.

Na Tabela 5 é possível observar que, mesmo com uma variação ao longo dos anos, a maioria das ocorrências se concentra na região Sudeste do país – 50,0%, na soma do período analisado. Isso decorre da extensa malha rodoviária dessa região e da existência de um relevo mais acidentado.

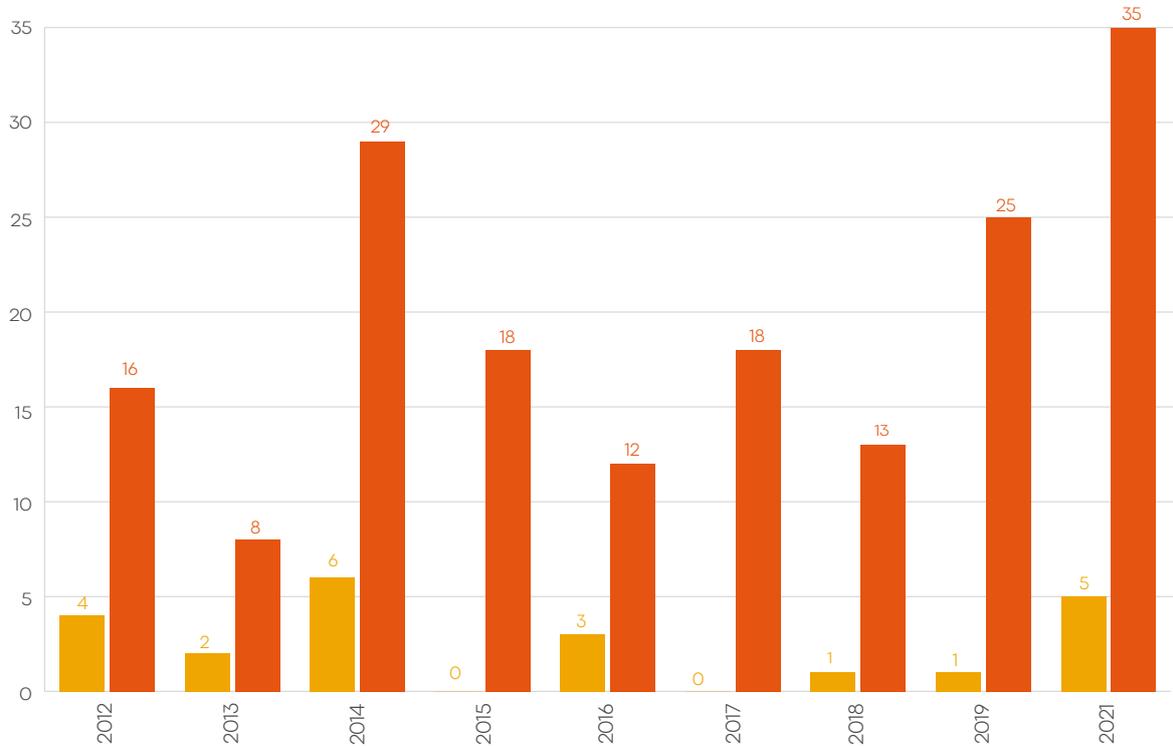
Quanto à variação das quedas de barreira em relação ao tipo de gestão das rodovias, o Gráfico 9 apresenta o quantitativo de ocorrências em vias concedidas e públicas.



GRÁFICO 9

Quedas de barreira por gestão da rodovia - 2012 a 2021

■ Gestão concessionada ■ Gestão pública



Fonte: Elaboração CNT.

O Gráfico 9 mostra que, em todos os anos de pesquisa, as quedas de barreira se concentram em vias de gestão pública – em média, as rodovias públicas respondem por percentuais iguais ou maiores que 80% do total desses pontos críticos, chegando a 100% nos anos de 2015 e 2017. Isso reflete a importância dos trabalhos de prevenção e manutenção existentes nas vias concedidas.

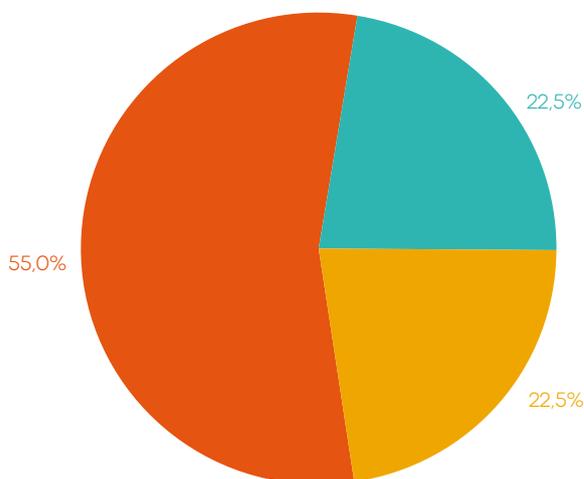
O Gráfico 10 apresenta a porcentagem de quedas de barreira segundo a condição da sua sinalização no ano de 2021.



#### GRÁFICO 10

##### Quedas de barreira por condição da sinalização nas UFs em 2021

■ Sinalização adequada ■ Sinalização deficiente ■ Sinalização inexistente



Fonte: Elaboração CNT.

Em 2021, foram observados 40 locais com esse tipo de ponto crítico. Desse total, nove contavam com sinalização adequada (22,5%); nove, com sinalização deficiente (22,5%); e 22 não estavam sinalizados (55,0%). Dentre as UFs, Minas Gerais é a que tem maior quantitativo de quedas de barreira não sinalizadas (7). Ressalta-se que a ausência de sinalização adequada traz grandes riscos para os usuários da rodovia, principalmente aos que não têm conhecimento do trecho.

Cabe destacar também que cinco das 40 barreiras identificadas em 2021 (12,5%) estavam passando por intervenções para a sua recuperação, de modo que se espera a sua resolução ao longo das próximas edições da Pesquisa.

No mapa ao final deste capítulo, é possível verificar a localização das quedas de barreira encontradas na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021 em rodovias de gestão concessionada ou pública. Há a identificação dos pontos que são ou não sinalizados e a existência de obras para solucionar o problema.

Quando analisada a distribuição das quedas de barreira por rodovias, observa-se, na Tabela 6, aquelas com maior densidade de ocorrências a cada 10 quilômetros pesquisados. As rodovias foram segmentadas considerando os limites de cada estado, sua jurisdição e sua gestão. Foram consideradas as rodovias com pelo menos 10 quilômetros pesquisados e que tiveram duas ou mais quedas de barreira.

TABELA 6

Rodovias com maior densidade de quedas de barreira em 2021 (quedas de barreira a cada 10 km pesquisados)

RODOVIAS	UF	JURISDIÇÃO	GESTÃO	QUEDAS DE BARREIRA	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (QUEDAS DE BARREIRA/10 KM)
BR-285	SC	Federal	Pública	3	22	1,36
MG-342	MG	Estadual	Pública	3	108	0,28
BR-381	SP	Federal	Concessionada	2	89	0,22
BR-101	RJ	Federal	Pública	3	252	0,12
MG-418	MG	Estadual	Pública	2	179	0,11
PI-140	PI	Estadual	Pública	2	320	0,06
BR-135	MA	Federal	Pública	2	601	0,03
BR-230	PA	Federal	Pública	2	680	0,03

Fonte: Elaboração CNT.

Entre as rodovias pesquisadas, depreende-se, da Tabela 6, que a BR-285/SC é a que apresenta o maior quantitativo de quedas de barreira em relação à sua extensão – com um valor médio de 1,36 ocorrência a cada 10 quilômetros. Das oito rodovias com a maior densidade deste tipo de ponto crítico, duas estão em Minas Gerais, cinco são federais e nove estão sob gestão pública.

A partir da análise de recorrência cujo método foi descrito no item 2.3 deste relatório, verificou-se que, do total de quedas de barreira da edição de 2021, 17,5% já haviam sido observadas em anos anteriores. As Figuras 5 a 7 mostram exemplos de situações de recorrência de queda de barreira em rodovias do Pará, Piauí e Minas Gerais.

FIGURA 5

Queda de barreira em anos recorrentes na PA-230



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2018, 2019 e 2021).



FIGURA 6

Queda de barreira em anos recorrentes na PI-140



2019



2021

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2019 e 2021).

FIGURA 7

Queda de barreira em anos recorrentes na BR-120/MG



2012



2021

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2012 e 2021).

As imagens ilustram quedas de barreira que se encontram nos mesmos pontos nas diferentes rodovias no decorrer dos anos. Essas situações se devem ao fato de nenhuma ação de correção ter sido executada ou de o problema, após a sua correção, ter voltado a surgir. Observou-se, na análise dos dados, que a maioria das recorrências (57,1%) ocorreram no estado do Rio de Janeiro.

Destaca-se a situação ilustrada na Figura 5, que mostra a permanência da queda de barreira em três anos subsequentes – 2018, 2019 e 2021. Nela, verifica-se o aumento de volume do material na pista de rolamento de 2018 para 2019 e da vegetação no local em 2021, o que indica que não houve nenhuma ação de solução. Nas outras figuras, as situações são semelhantes. Em todas as imagens é evidente a deficiência de sinalização no local da ocorrência.

### 3.3 Ações para a prevenção de ocorrências de quedas de barreira

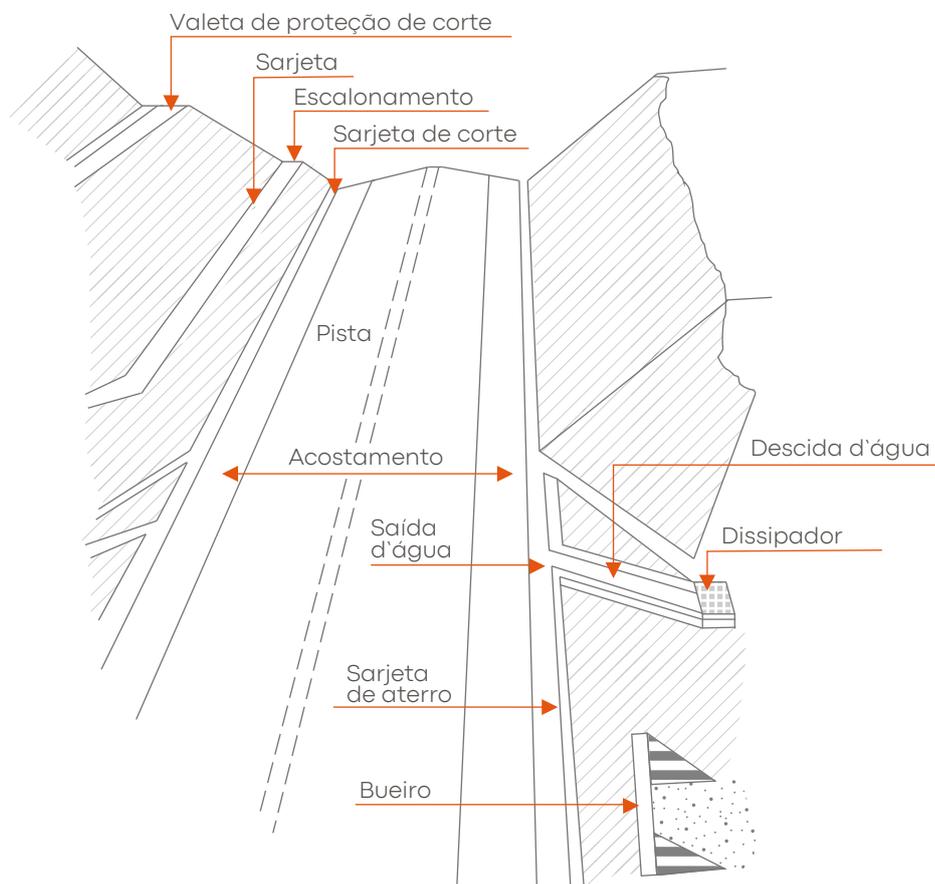
Entender e tratar a causa do problema é imprescindível para o sucesso da solução da instabilidade das barreiras. Os maciços devem ser analisados como um todo, necessitando desde a verificação do solo, com visitas de inspeção e levantamento geotécnico da região, até ações combinadas para a estabilização da área.

Os manuais indicam que a inspeção em todas as obras em barreiras artificiais, sejam de corte ou de aterro, de taludes, de estruturas de contenção ou de drenagem, devem ocorrer a cada dois anos. O levantamento geotécnico é de suma importância para indicar o quanto o solo encontra-se coeso e qual é a inclinação mais indicada para a barreira.

Um dos processos que aceleram a queda da barreira é o acúmulo de água nas encostas. Como prevenção, é importante implantar e manter os dispositivos de drenagem ao longo do talude, no topo, na base e transversalmente a ele, conforme apresenta a Figura 8. Outros dispositivos que podem ser utilizados para a minimização do acúmulo da água são dissipadores de energia, sarjetas e plantas rasteiras, dentre outros.

FIGURA 8

Esquema representativo de um sistema simplificado de drenagem



Fonte: Adaptado de Dnit (2005a).



## 3.4 Etapas básicas para a solução das quedas de barreira

Existem ações que devem ocorrer em todas as situações emergenciais presentes em uma rodovia e envolvem a interdição total ou parcial do local onde está o ponto crítico, o aviso à comunidade e a sinalização do local para alertar os usuários, entre outros. Tais ações devem ser providenciadas pelo gestor da via. No final do Capítulo 7, as ações e sinalizações emergenciais necessárias para todos os pontos críticos analisados estão descritas no Box 1.

Em situações de queda da barreira, é indicado pelos manuais que a remoção do material e a limpeza da plataforma devem ser imediatamente iniciadas e o tráfego restabelecido em 24 horas.

Aqui serão indicadas as práticas básicas para a correção da superfície, com e sem alteração na sua declividade, que devem ser desenvolvidas em oito fases. Porém cada situação deve ser analisada por profissionais da área a partir de cada caso específico.

**1ª fase** – Limitação da área: deve-se delimitar a área que foi afetada, mantendo, se possível, uma faixa de rolamento para não interromper o tráfego.

**2ª fase** – Sinalização: faz-se a sinalização emergencial do local, indicando aos usuários o problema na via. As fases 1 e 2 devem seguir as orientações descritas no Box 1 (no final do Capítulo 7).

**3ª fase** – Retirada de material: retira-se todo o material movimentado, tanto o que está na via quanto aquele que se encontra deslizado na barreira, próximo à cunha de rompimento, seja solo, rocha ou matacões, buscando regularizar a superfície até a camada mais estável.

**4ª fase** – Alteração na declividade: executa-se essa fase juntamente com a anterior. Em casos de obras em aterros, eles devem ser alargados e compactados. Já para as barreiras naturais que tiveram cortes, as intervenções devem ser realizadas de montante para jusante. No caso de regularização sem alteração na declividade, não existe esta fase.

**5ª fase** – Escalonamento da superfície: realiza-se a construção de degraus na barreira com inclinação de 2% a 3%, com canaletas de drenagem longitudinalmente em cada degrau e espaçamento de sete a nove metros entre cada degrau. Para os casos em que não há alteração na declividade, também é indicado o escalonamento da superfície e a implantação de drenagem superficial.

**6ª fase** – Drenagem e proteção da barreira: é necessária a construção de drenagem superficial e obras para proteger dos efeitos de erosão e possíveis novos colapsos.



Para a drenagem, é recomendada a implantação de um sistema superficial que tenha como objetivo a retirada da água pluvial do maciço, de forma a direcioná-la sem prejudicar as condições de estabilidade. Podem ser utilizadas valetas, meios-fios, canaletas e descidas d'água, entre outros dispositivos que couberem como solução. Para a proteção, é indicado o uso de barreiras vegetais (deve-se verificar a melhor vegetação para o local e para o solo da barreira), de revestimento betuminoso para reduzir o efeito erosivo e, por fim, enrocamento no pé da barreira.

**7ª fase** – Finalização: verifica-se se foi feita a execução correta de todos os critérios estabelecidos (declividades, espaçamentos, corte e/ou aterro reconstruídos e acabamento finalizado) e se o funcionamento do sistema de drenagem e proteção está em plena conformidade com o ambiente, restabelecendo a segurança para a barreira.

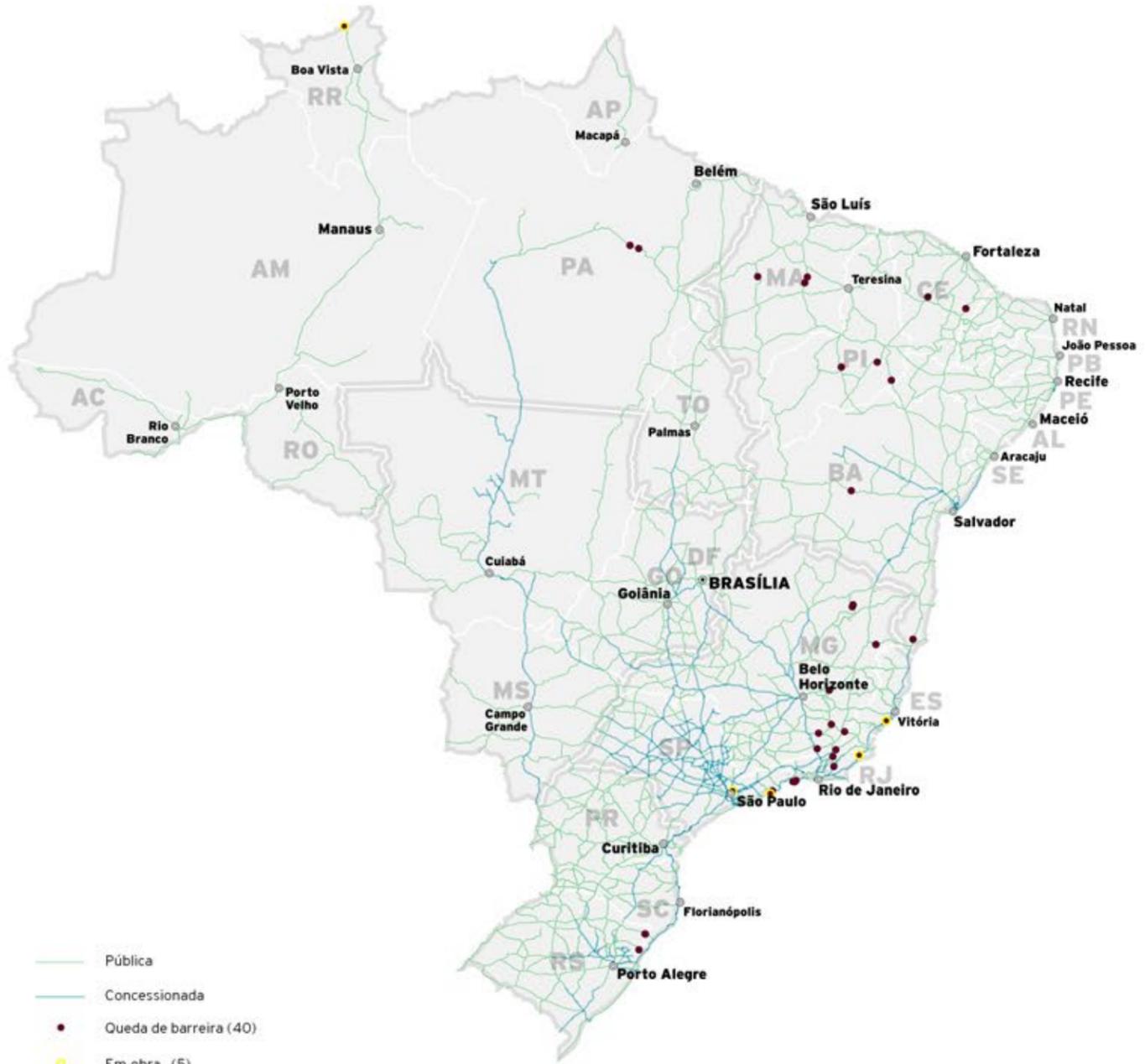
**8ª fase** – Monitoramento: recomendam-se os controles de deslocamento de profundidade por intermédio de inclinômetro<sup>8</sup>, de movimentos superficiais e horizontais por meio de marcos superficiais e levantamentos topográficos, de variação do nível do lençol freático por medidores de nível d'água, medição da poropressão por piezômetros<sup>9</sup>, de prumo de estruturas, de deslocamento em estruturas, de cargas atuantes em ancoragens, de vazão em drenos profundos, de índices pluviométricos e de abertura de juntas, trincas ou fissuras. Podem ser utilizados outros equipamentos de acompanhamento de movimentação do talude, de acordo com a recomendação e a orientação técnicas. Também é necessário elaborar relatórios periódicos de acompanhamento.

<sup>8</sup> Instrumento que serve para medir deslocamentos horizontais dentro do terreno, em profundidade, e a progressão de movimentos de uma encosta.

<sup>9</sup> Dispositivo de medição de pressão hidrostática (ou poropressão) no interior do terreno. O local de medição deve ser isolado de qualquer possibilidade de contato com a pressão atmosférica ou com outra camada do terreno diferente daquela na qual se deseja fazer a medição.

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## QUEDAS DE BARREIRA



### LOCALIDADES

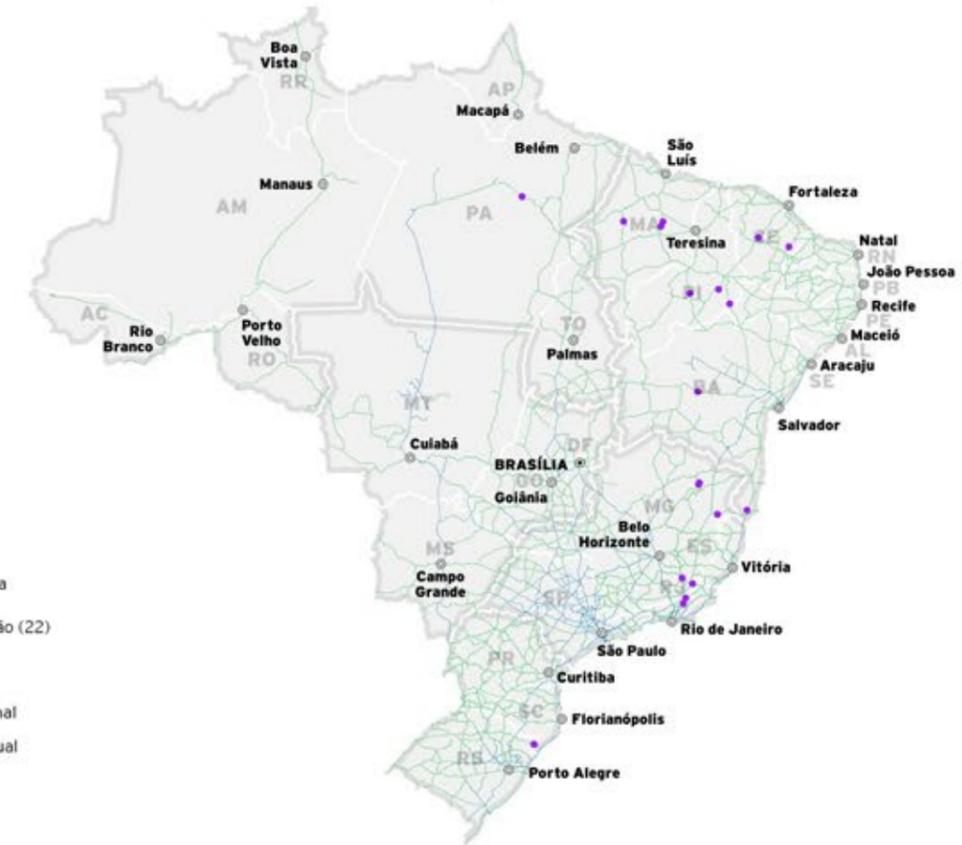
- BRASÍLIA** ● Capital nacional
- São Paulo** ● Capital estadual



ESCALA 1:24.000.000 (1cm=240 Km)

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## QUEDAS DE BARREIRA



### LOCALIDADES

- BRASÍLIA** ● Capital nacional
- São Paulo** ● Capital estadual

— Pública

— Concessionada

● Com sinalização deficiente (9)

● Com sinalização adequada (9)



ESCALA 1:36.000.000 (1cm=360 Km)





# Erosões na pista

# 4





O processo erosivo, assim como a queda de barreira, constitui-se a partir da ação de um fator ou da combinação de fatores na destruição ou na remoção da estrutura do solo por atuação antrópica, na retirada mecânica ou pela ação de intempéries, como a água que escoar superficialmente ou penetra nas camadas inferiores do pavimento e a ocorrência de ventos. Ele pode se iniciar nos taludes de aterro, às margens da rodovia, e se agravar até chegar à plataforma.

Há uma particularidade na erosão: o processo de desagregação do maciço de solo é lento, contínuo e progressivo, manifestando-se por meio do carreamento das partículas em pontos da rodovia. Porém pode ser acelerado e intensificado pela ação de retirada da camada de proteção do terreno, provocando um alto índice de degradação da superfície.

Na Pesquisa CNT de Rodovias, considera-se erosão na pista a ruína total ou parcial da pista de rolamento ou do acostamento, comprometendo a estabilidade da via e a segurança dos usuários. Nas Figuras 9 e 10 verificam-se exemplos de erosões registradas na edição de 2021.

**FIGURA 9**  
Erosão na SP-246 em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).

**FIGURA 10**  
Erosão na BR-470/SC em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).

## 4.1 Causas da ocorrência de erosões na pista

A intervenção no solo para a implantação das rodovias pode trazer inúmeras consequências se não for realizada uma análise do local ao se desenvolver um projeto. A sua execução requer os cuidados que cada situação determina, como a impermeabilização do solo, as drenagens superficial e profunda e a recomposição da vegetação existente no entorno da rodovia construída.

Apesar de atualmente existir uma maior preocupação ambiental nos projetos de implantação de rodovias, muitos deles ainda não consideram o caminho natural seguido pela água da chuva. Se essas áreas não forem protegidas adequadamente, podem apresentar pontos que estarão sujeitos à erosão, que está associada a vários fatores, tais como:

- concentração de água superficial;
- escoamento laminar ou concentrado;
- interação com o lençol freático;
- ausência de proteção superficial;
- aterros de solo pouco coesos; e
- deficiência ou inexistência de drenagem.

## 4.2 As erosões na pista nas rodovias brasileiras

Neste item são apresentados os dados registrados de erosões na pista na Pesquisa CNT de Rodovias entre os anos de 2012 e 2021. Na Tabela 7, é possível verificar a ocorrência desse tipo de ponto crítico ao longo dos anos, por região e por Unidade da Federação.

TABELA 7

Série histórica de erosões na pista na malha rodoviária pesquisada, por região e UF – 2012 a 2021

REGIÃO	UF <sup>1</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	TOTAL NAS UFs	PERCENTUAL (%) POR REGIÃO
NORTE	AC	18	23	6	15	14	17	38	39	117	287	40,8%
	AM	3	12	9	4	6	4	9	8	9	64	
	AP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	PA	7	11	5	7	5	18	22	14	25	114	
	RO	0	1	3	0	1	1	1	0	3	10	
	RR	5	4	0	0	0	3	1	0	7	20	
	TO	2	3	5	3	0	1	3	1	0	18	
NORDESTE	AL	1	0	0	0	0	1	0	1	2	5	18,1%
	BA	5	3	4	7	11	2	3	10	16	61	
	CE	0	1	3	1	2	5	1	2	1	16	
	MA	7	1	8	4	8	10	3	11	21	73	
	PB	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
	PE	0	0	1	2	2	4	0	6	7	22	
	PI	2	1	0	0	1	0	7	9	13	33	
	RN	0	0	0	2	2	6	0	4	0	14	
	SE	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
SUDESTE	ES	6	0	1	0	0	1	6	2	3	19	29,4%
	MG	62	21	34	3	20	14	27	17	35	233	
	RJ	11	4	6	5	1	7	5	7	23	69	
	SP	8	6	3	3	9	4	3	4	10	50	
SUL	PR	8	6	3	4	4	0	1	1	0	27	8,6%
	RS	3	2	4	1	2	7	7	7	4	37	
	SC	5	7	9	3	6	10	0	0	4	44	
CENTRO-OESTE	DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1%
	GO	4	3	1	2	0	0	0	3	1	14	
	MS	5	1	3	3	1	0	4	1	1	19	
	MT	0	1	0	2	3	0	0	0	0	6	
<b>TOTAL</b>		<b>162</b>	<b>111</b>	<b>108</b>	<b>71</b>	<b>99</b>	<b>117</b>	<b>142</b>	<b>147</b>	<b>303</b>	<b>1.260</b>	

<sup>1</sup>Estão listadas somente as UFs em que foram registradas erosões na pista.

Fonte: Elaboração CNT.

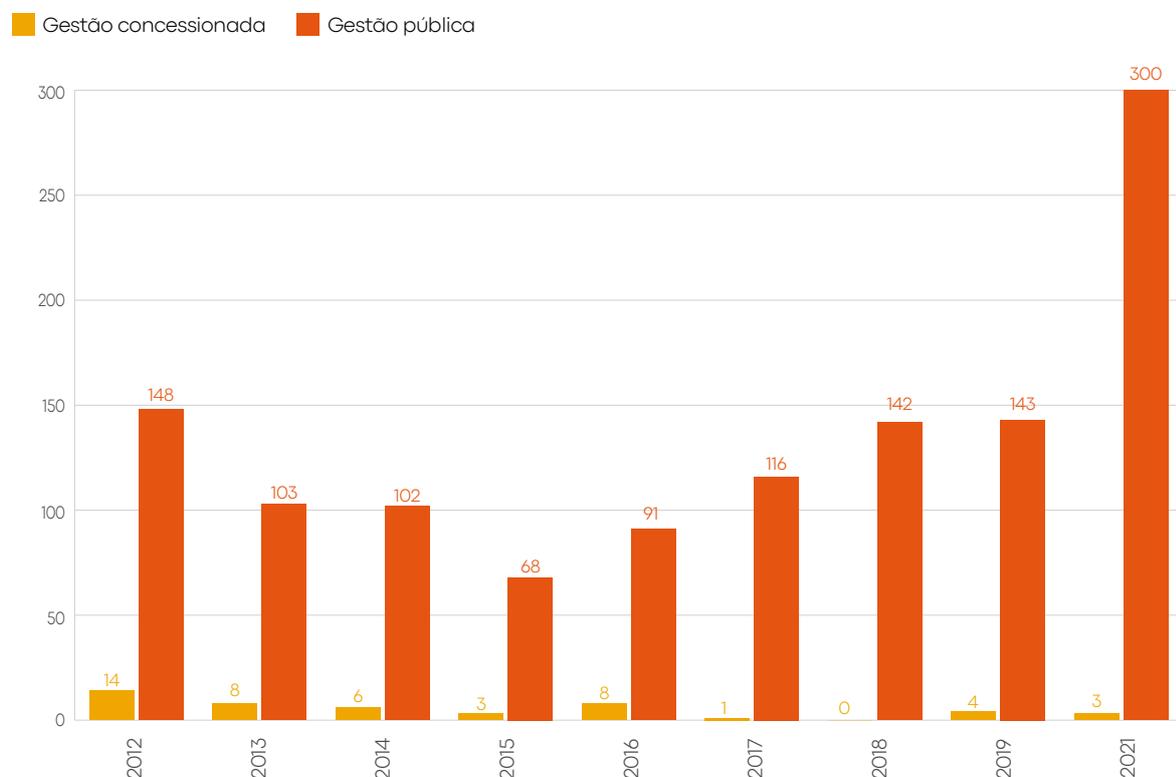


Por meio da análise da Tabela 7, é possível verificar que a região Norte é a que apresenta o maior número de ocorrências de erosões na pista, com destaque para o estado do Acre, com 117 ocorrências em 2021 – um acréscimo de 200% em relação ao ano de 2019. Esta UF também tem o maior número absoluto de erosões na pista em todo o período analisado (2012 a 2021); Minas Gerais aparece em segundo lugar. O levantamento feito na edição de 2021 identificou 303 pontos com erosões na pista em toda a extensão pesquisada (109.103 quilômetros).

No Gráfico 11, observa-se o quantitativo de ocorrências de erosões em relação à gestão da rodovia ao longo dos anos.

#### GRÁFICO 11

Erosões na pista por gestão da rodovia - 2012 a 2021



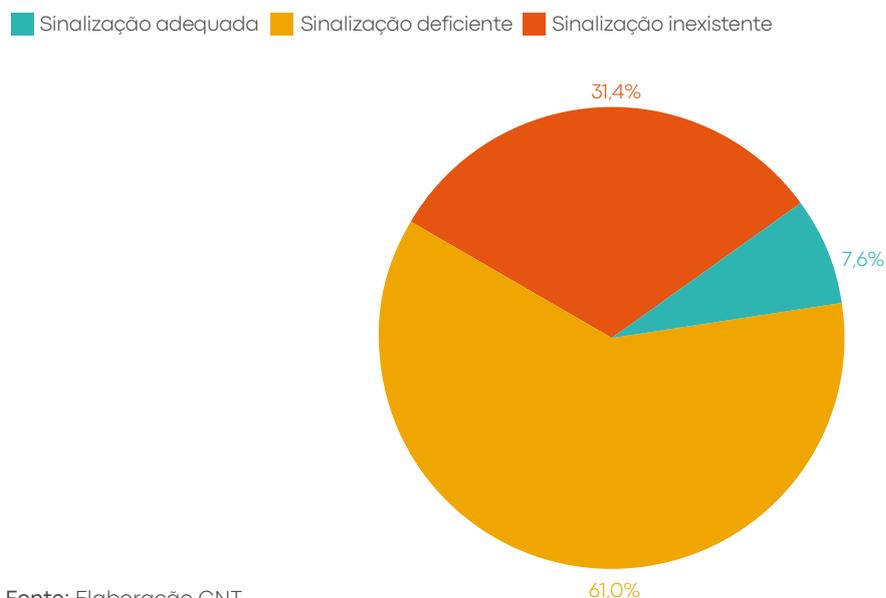
Fonte: Elaboração CNT.

Pelo Gráfico 11, observa-se que as erosões na pista ocorrem sobretudo nas rodovias de gestão pública. Em 2012, o ano em que as vias concedidas tiveram o maior número de problemas deste tipo, o quantitativo representou somente 9% dos casos; em 2021, este valor não chegou a 1%. Isso se deve ao trabalho feito pelas concessionárias para evitar tal situação.



O Gráfico 12 apresenta os percentuais de erosões na pista em relação à condição da sinalização. Do total de ocorrências registradas em 2021, 31,4% não têm sinalização; em 61,0% ela é deficiente; e apenas 7,6% estão com sinalização adequada.

**GRÁFICO 12**  
Erosões na pista por condição da sinalização em 2021



Fonte: Elaboração CNT.

No estado do Acre, que tem o maior número de erosões, 97,4% delas encontram-se com sinalização deficiente ou sem sinalização.

Do total de erosões observadas em todo o país na Pesquisa, apenas três estavam passando por obras de recuperação.

No mapa ao final deste capítulo é possível observar a localização das erosões registradas na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021, com a identificação daquelas que estão ou não sinalizadas e a eventual existência de obras em cada uma delas.

Com relação às rodovias, a Tabela 8 apresenta as que possuem a maior densidade de erosões a cada 10 quilômetros pesquisados. Novamente, as rodovias foram segmentadas considerando os limites de cada estado, a sua jurisdição e a gestão. Foram consideradas as rodovias com pelo menos 10 quilômetros pesquisados e que tiveram duas ou mais erosões na pista no ano.



**TABELA 8**

Rodovias com maior densidade de erosões na pista em 2021 (erosões a cada 10 km pesquisados)

RODOVIAS	UF	JURISDIÇÃO	GESTÃO	EROSÕES NA PISTA	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (EROSÕES NA PISTA/10 KM)
RJ-165	RJ	Estadual	Pública	5	21	2,38
BR-364	AC	Federal	Pública	101	740	1,36
RJ-148	RJ	Estadual	Pública	8	63	1,27
BA-522	BA	Estadual	Pública	3	33	0,91
ES-261	ES	Estadual	Pública	2	23	0,87
MG-676	MG	Estadual	Pública	2	24	0,83
PE-337	PE	Estadual	Pública	2	43	0,47
RJ-155	RJ	Estadual	Pública	3	78	0,38
AC-010	AC	Estadual	Pública	2	66	0,30
BR-317	AC	Federal	Pública	12	412	0,29

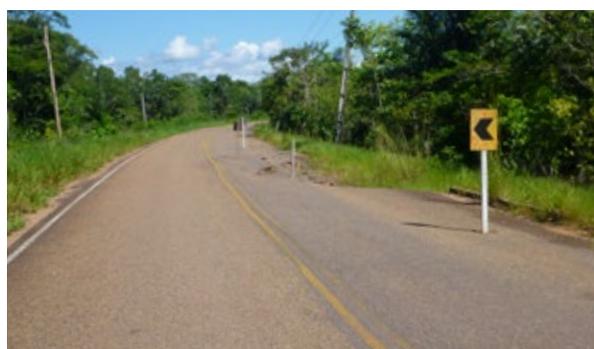
Fonte: Elaboração CNT.

As 10 rodovias com maior densidade de erosões são de gestão pública. A BR-364/AC se destaca pelo quantitativo absoluto: 101 erosões registradas. Duas rodovias do Rio de Janeiro possuem grandes quantidades médias em 2021: a RJ-165, com uma erosão a cada quatro quilômetros; e a RJ-148, com uma a cada oito quilômetros.

Na análise de recorrência, observou-se que este é o tipo de ponto crítico com a maior permanência no decorrer dos anos, isto é, demora-se mais tempo para solucioná-lo ou, mesmo com a intervenção, ele volta a surgir. Do total de erosões registradas na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021, 30,0% já haviam sido apontadas em outras edições do levantamento. As Figuras 11, 12 e 13, a título de exemplo, apresentam registros fotográficos de erosões recorrentes em rodovias brasileiras no Amazonas, no Acre e no Rio de Janeiro.

**FIGURA 11**

Erosão na pista em anos recorrentes na BR-174/AM



2013



2014



continuação



2015



2017



2018



2019



2021

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019 e 2021).

### FIGURA 12

Erosão na pista em anos recorrentes na BR-364/AC



2012



2015



2016



2017



continuação



2018



2019



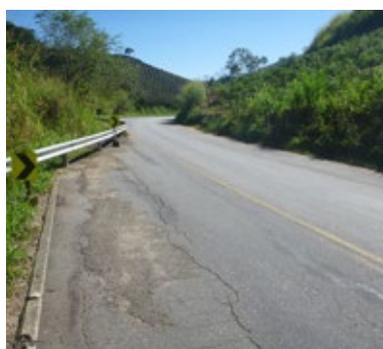
2021

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2012, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2021).

**FIGURA 13**  
Erosão na pista em anos recorrentes na RJ-148



2013



2014



2016



2017



2019



2021

Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2013, 2014, 2016, 2017, 2019 e 2021).

As Figuras 11, 12 e 13 mostram imagens de erosões existentes identificadas na Pesquisa em até sete edições diferentes. Na sequência das fotos, é possível observar o aumento de vegetação, a pouca proteção para o usuário e a sinalização deficiente, trazendo riscos aos condutores que trafegam na via, sobretudo àqueles que não conhecem o local.



### 4.3 Ações para a prevenção de ocorrências de erosões na pista

Existem análises e estudos que preveem locais que podem desenvolver processos erosivos utilizando variáveis amostrais<sup>10</sup> e espaciais<sup>11</sup>. O entendimento dessas variáveis – que demonstram a composição do solo, suas características físicas e químicas e perfil, entre outros – pode trazer respostas e soluções antecessoras e preventivas para um possível processo erosivo. Aliadas aos estudos preditivos, a manutenção da vegetação e a aplicação de técnicas de drenagem visam a prevenir a erodibilidade<sup>12</sup> de um determinado solo ou área em estudo.

### 4.4 Etapas básicas para a solução das erosões na pista

Além das orientações gerais apresentadas no Box 1 (no final do Capítulo 7), as boas práticas e os manuais indicam que o início da correção da erosão em aterro ou em bases e fundações de obra de arte deve ocorrer para permitir que o tráfego esteja reestabelecido em 24 horas. Já a resolução da erosão, incluindo a eliminação da causa, deve ser feita no prazo de um mês.

Neste item, serão apresentadas fases para a solução básica do ponto crítico.

**1ª fase** – Sinalização: faz-se a sinalização emergencial do local de risco, conforme indicado no Box 1.

**2ª fase** – Retirada de material: remove-se o material deslocado e regularizam-se os taludes da erosão, utilizando o material retirado das laterais e alocando-o no fundo, no aterro do talude (Figura 14a).

**3ª fase** – Estabilização: protege-se a face do talude com a vegetação apropriada para o solo local e, no fundo da erosão, constroem-se barreiras de pedras sucessivamente arrumadas, numa distância de até 40 metros (Figuras 14b e 14c). Entre uma barreira e outra deverá existir uma inclinação de até 2% (Figura 14c), as pedras deverão ter peso entre 30 e 50 quilos e o leito, no local das barragens, deve ser compactado em até 20 centímetros (Figura 14d).

<sup>10</sup> As variáveis amostrais são: limite de liquidez; limite de plasticidade; umidade natural; umidade higroscópica; massa específica real dos grãos; determinação de PH em água, em KCL;  $\Delta$ PH; compactação do solo; granulometria; classificação; infiltração; resistência à penetração; densidade aparente; densidade real; entre outras.

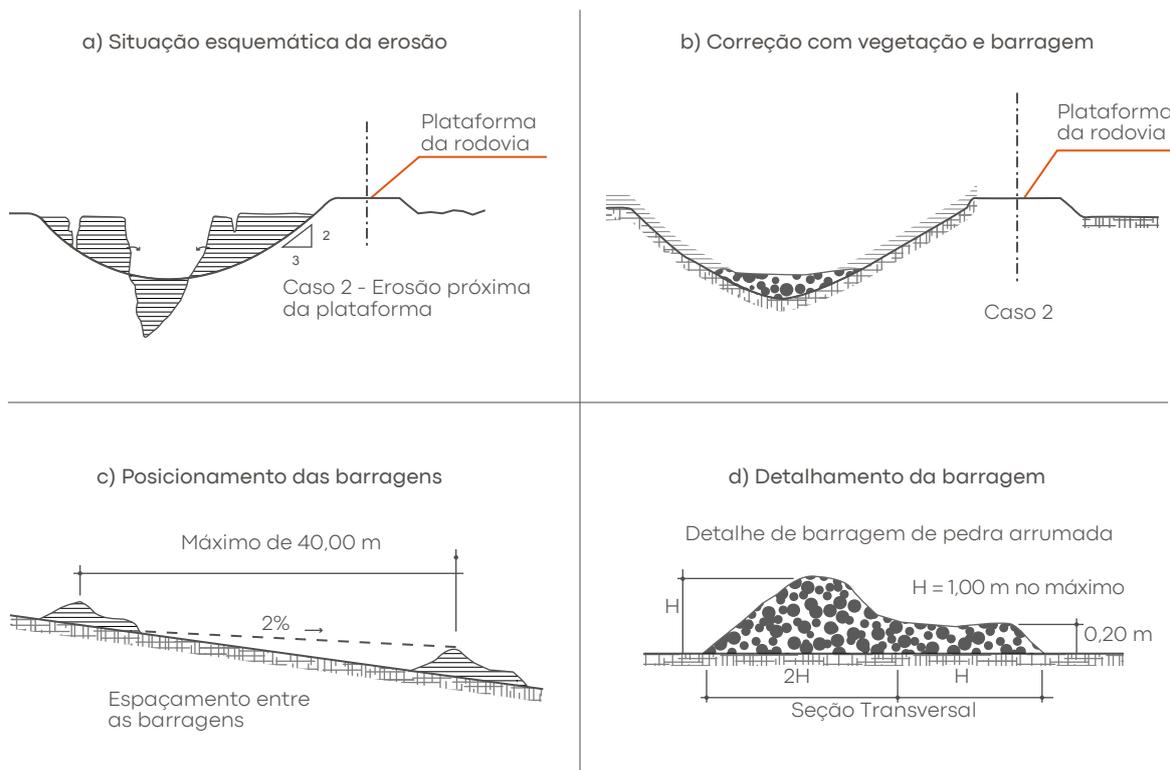
<sup>11</sup> As variáveis espaciais são: geologia; geomorfologia; vegetação; solos; declividade; ocupação e uso do solo; base cartográfica; hidrografia e recursos; curvas de nível; isoietas; localização de rodovias; entre outras.

<sup>12</sup> A erodibilidade é o fator ou capacidade medida de diferentes tipos de solo ou terrenos geológicos de serem erodidos por um determinado agente geológico com definida intensidade de ação.



**4ª fase – Monitoramento:** recomenda-se o acompanhamento da obra e os devidos controles de movimentação, de forma semelhante ao já apresentado anteriormente em situações de queda de barreira.

**FIGURA 14**  
Etapas básicas para a solução de erosões na pista



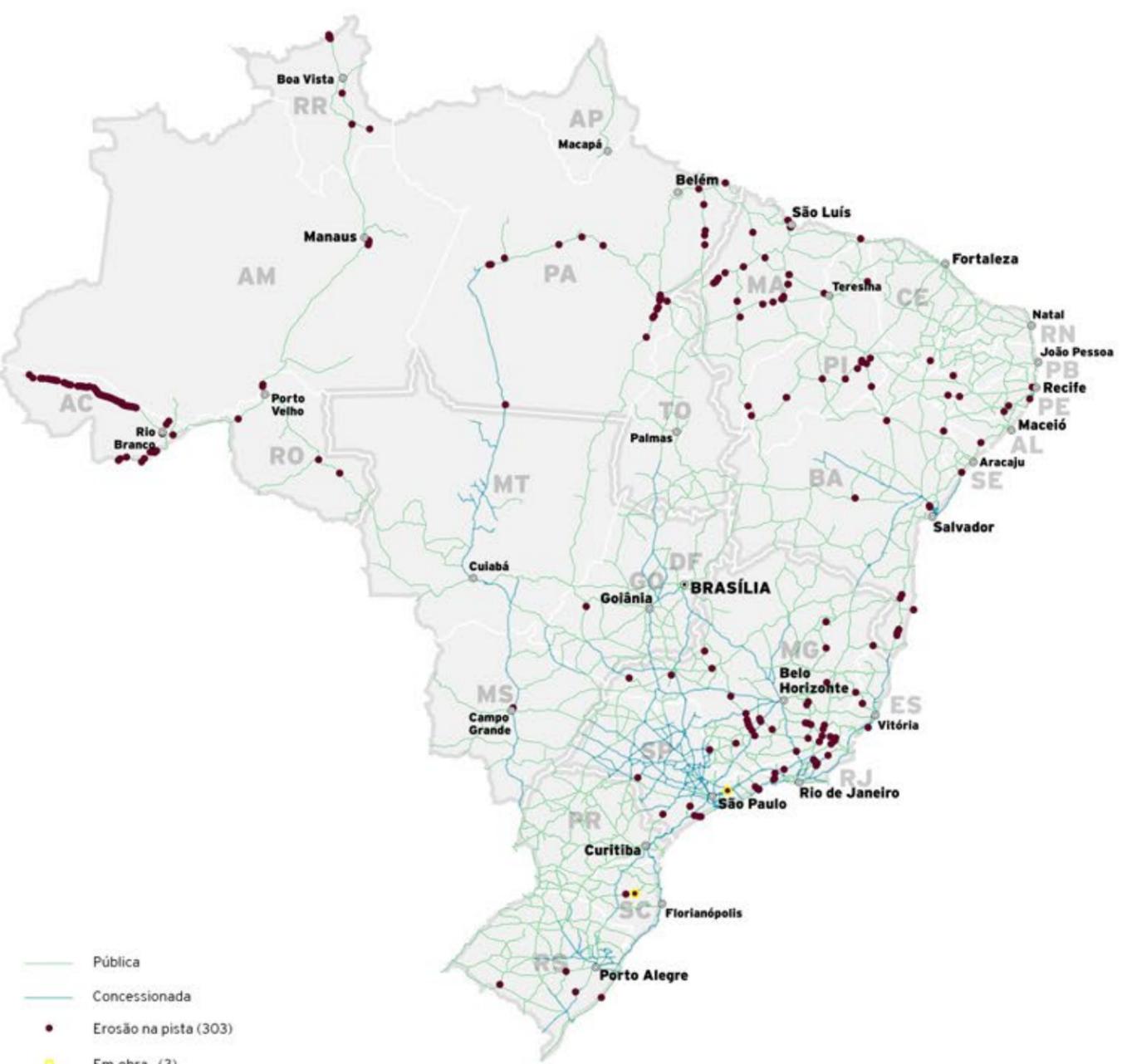
Fonte: Adaptado de Dnit (2005a).

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## EROSÕES NA PISTA

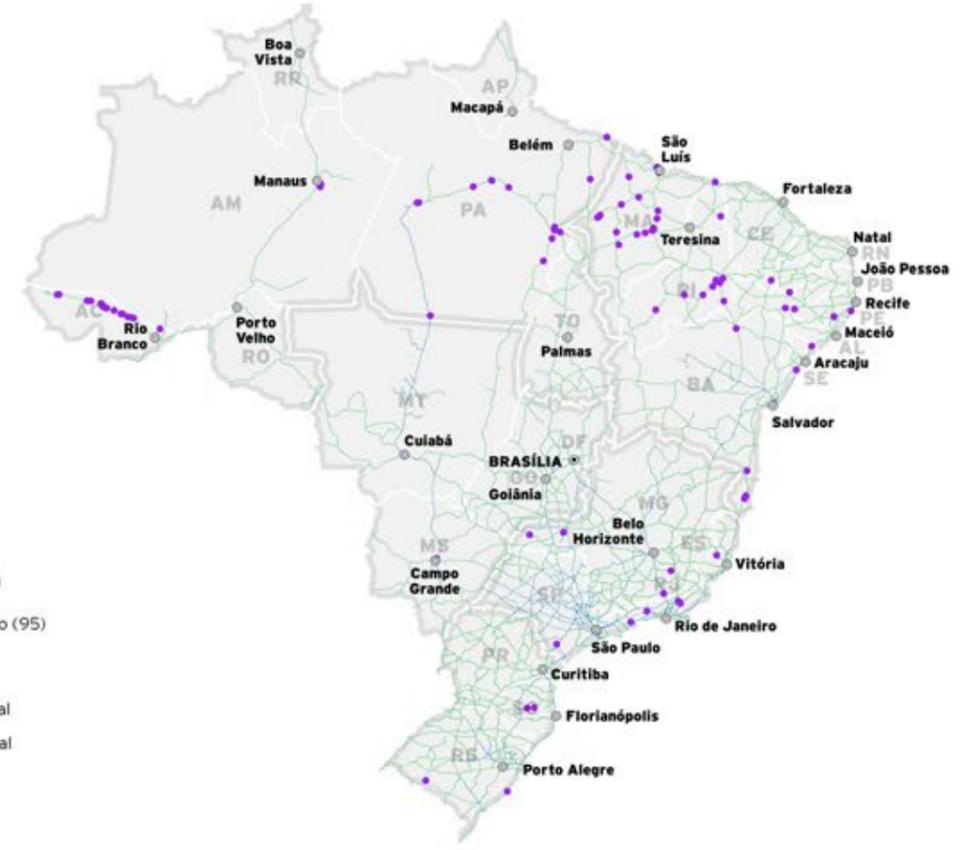
# PONTOS CRÍTICOS 2021

## EROSÕES NA PISTA

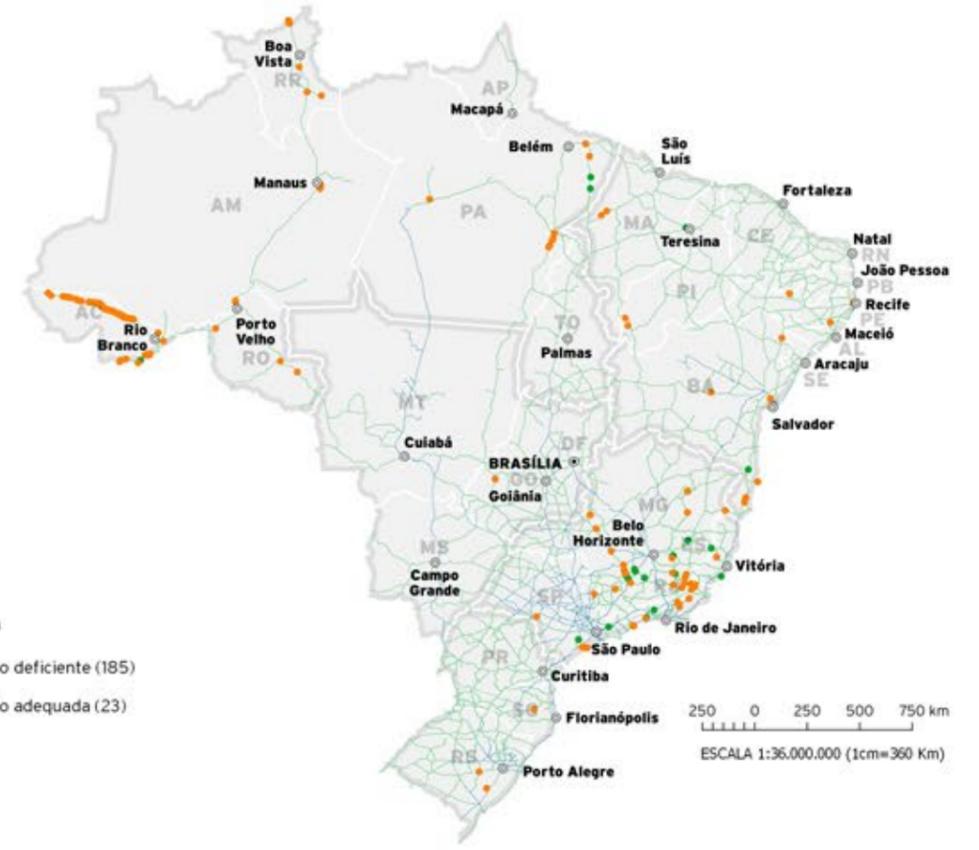


- Pública
  - Concessionada
  - Erosão na pista (303)
  - Em obra (3)
- LOCALIDADES**
- BRASÍLIA** ● Capital nacional
  - São Paulo** ● Capital estadual

250 0 250 500 750 1.000 km  
 ESCALA 1:24.000.000 (1cm=240 Km)



- Pública
  - Concessionada
  - Sem sinalização (95)
- LOCALIDADES**
- BRASÍLIA** ● Capital nacional
  - São Paulo** ● Capital estadual



- Pública
- Concessionada
- Com sinalização deficiente (185)
- Com sinalização adequada (23)

250 0 250 500 750 km  
 ESCALA 1:36.000.000 (1cm=360 Km)



Buracos grandes

5

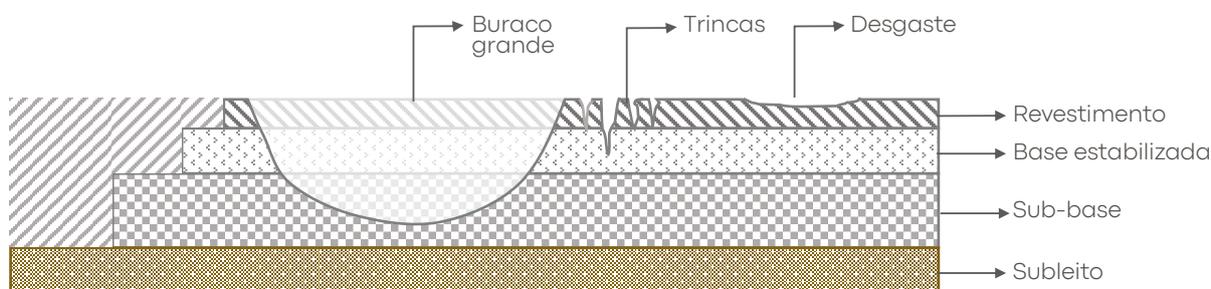




Buracos, ou panelas, são cavidades no revestimento asfáltico que podem atingir outras camadas do pavimento. Esses pontos críticos são considerados defeitos de superfície e são facilmente visualizados. Porém eles surgem a partir de outros problemas existentes no pavimento – como o desgaste da camada de revestimento, trincas interligadas ou evolução de deficiência estrutural (como um pavimento mal executado), ação do tráfego e ação de intempéries – e podem afetá-lo estruturalmente (Figura 15).

O surgimento de um buraco permite a percolação da água até as camadas inferiores, afetando toda a estrutura. Por isso, é importante que a correção desse tipo de ponto crítico ocorra desde a camada inferior afetada pelo problema.

**FIGURA 15**  
Representação dos problemas no pavimento



Fonte: Adaptado de Dnit (2005a).

No levantamento da Pesquisa CNT de Rodovias, são considerados buracos grandes aqueles cujas dimensões são iguais ou maiores que o tamanho de um pneu do veículo padrão da pesquisa – obrigando, muitas vezes, o veículo a se deslocar fora da faixa de rolamento – e que estão situados em rodovias cuja condição da superfície do pavimento não predomina como “buracos” ou “destruído”. As Figuras 16 e 17 apresentam exemplos de buracos grandes.

**FIGURA 16**  
Buraco grande na BA-122 em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).

**FIGURA 17**  
Buraco grande na RS-640 em 2021



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2021).



## 5.1 Causas da ocorrência de buracos grandes

Todo pavimento tem sua vida útil estabelecida em projeto, de acordo com o aporte estrutural (espessura e materiais das camadas) e o fluxo de veículos estimado para a rodovia. Ao longo do tempo e conforme o uso, ele perde suas propriedades físico-químicas, se deteriora e apresenta defeitos em decorrência de fatores que podem se manifestar juntos ou separados, tais como:

- ação da água em infiltração e percolação;
- dimensionamento do pavimento inadequado ao volume e à composição de veículos que o utilizam;
- incompatibilidade estrutural entre as camadas, gerando fadiga precoce;
- preparação e utilização de material não condizente com as determinações e especificações em projeto;
- execução não condizente com o projeto;
- uso de equipamentos de baixa capacidade na execução do projeto; e
- falta ou ausência de conservação e manutenção.

Um determinado defeito, a princípio superficial, pode se tornar muito grave quando não corrigido em sua fase inicial. O buraco, a depender de sua profundidade, pode atingir as camadas estruturais do pavimento, tornando-se um buraco grande (panela) e permitindo a percolação da água no interior da estrutura. A correção desse defeito é chamada de remendo, que é o preenchimento do buraco com material betuminoso, conforme detalhado, em suas etapas básicas de execução, no item 5.4. Ocorre, eventualmente, de tal correção ser de má qualidade, não sendo executada em conformidade com as normas técnicas. Tem-se, assim, como consequência a baixa durabilidade do remendo e o ressurgimento do ponto crítico.

## 5.2 Os buracos grandes nas rodovias brasileiras

Neste item, são apresentados os dados de buracos grandes obtidos nas Pesquisa CNT de Rodovias entre os anos de 2012 e 2021. Vale ressaltar que os registros de um ponto crítico são feitos em cada unidade de coleta (UC), mesmo que nela existam várias ocorrências daquele tipo. Dadas essas características, existe a possibilidade de haver maior número de buracos grandes em uma mesma UC, conforme explanado no Capítulo 2<sup>13</sup>.

Na Tabela 9 é apresentada a quantidade de buracos grandes em cada UF no decorrer dos 10 últimos anos (2012 a 2021).

<sup>13</sup> O registro de uma única ocorrência do mesmo tipo de ponto crítico a cada UC (ou km) vale para todos os pontos críticos existentes. Contudo, dadas as características dos buracos grandes, a repetição deste ponto crítico é mais comum ao longo do quilômetro.



TABELA 9

Série histórica de buracos grandes na malha rodoviária pesquisada, por região e UF – 2012 a 2021

REGIÃO	UF <sup>1</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	TOTAL NAS UFs	PERCENTUAL (%) POR REGIÃO
NORTE	AC	5	0	6	39	16	16	8	37	56	183	27,1%
	AM	2	6	2	6	9	8	5	21	95	154	
	AP	1	4	0	1	10	0	0	4	2	22	
	PA	10	44	13	39	47	98	57	56	183	547	
	RO	7	0	1	1	1	1	4	3	3	21	
	RR	0	1	0	0	0	3	0	1	84	89	
	TO	12	29	20	18	5	25	17	12	26	164	
NORDESTE	AL	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	54,0%
	BA	0	1	15	12	38	28	25	21	141	281	
	CE	0	7	18	16	34	39	98	226	193	631	
	MA	19	19	29	12	58	31	50	356	222	796	
	PB	1	1	0	0	5	1	2	7	9	26	
	PE	1	4	5	0	13	2	8	3	42	78	
	PI	1	2	5	0	1	19	115	48	100	291	
	RN	0	0	1	7	39	20	40	73	26	206	
SUDESTE	SE	0	0	0	0	8	4	4	0	21	37	2,2%
	ES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	MG	0	1	2	4	14	8	4	4	45	82	
	RJ	0	0	0	1	0	5	3	0	0	9	
SUL	SP	0	0	0	0	1	0	5	0	0	6	9,3%
	PR	2	1	1	1	5	0	0	6	8	24	
	RS	0	4	30	58	45	33	20	95	57	342	
CENTRO-OESTE	SC	0	1	0	6	0	0	0	3	30	40	7,4%
	DF	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	GO	0	5	2	14	173	12	6	28	5	245	
	MS	0	1	0	0	6	2	3	6	0	18	
	MT	3	7	5	16	0	7	5	9	5	57	
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>	<b>139</b>	<b>155</b>	<b>251</b>	<b>528</b>	<b>363</b>	<b>479</b>	<b>1.019</b>	<b>1.363</b>	<b>4.361</b>	

<sup>1</sup> Estão listadas somente as UFs em que foram registrados buracos grandes.

Fonte: Elaboração CNT.

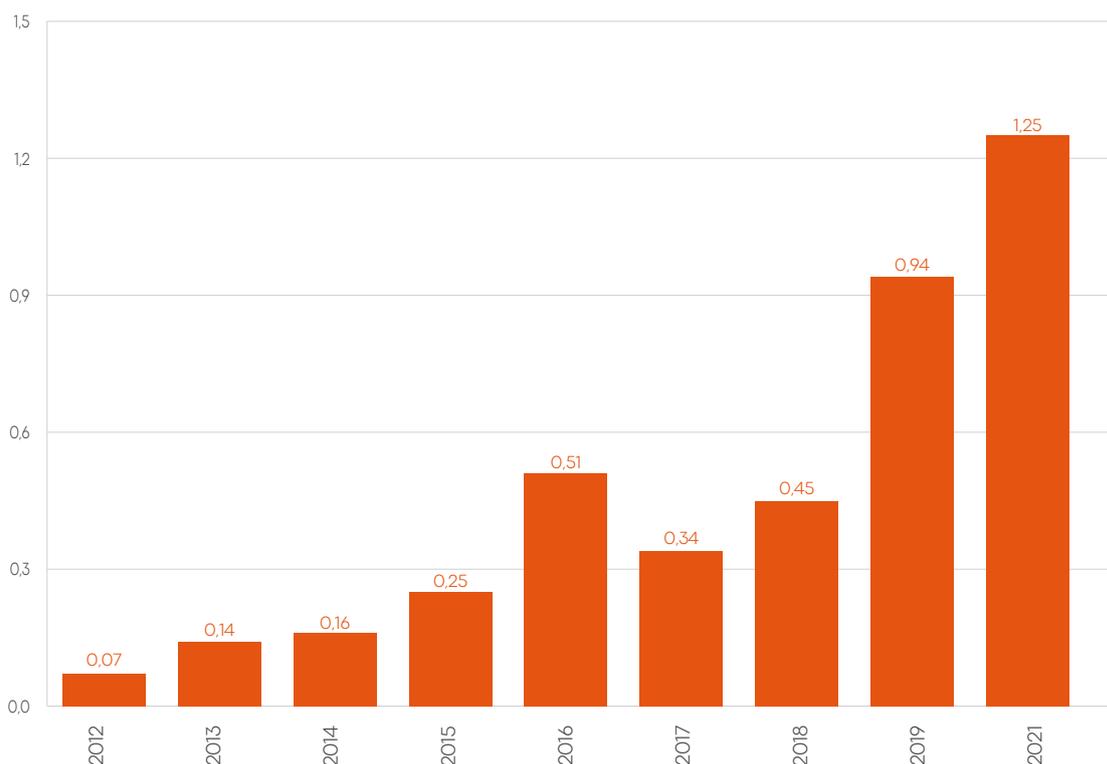
Nos dados apresentados na Tabela 9, é possível verificar que o maior quantitativo de buracos grandes ocorre nas rodovias do Nordeste, principalmente nas duas últimas pesquisas. Em 2019, a região concentrou 72,0% dos buracos grandes identificados e, em 2021, 56,1% das ocorrências em toda a extensão observada. Já os estados do Sudeste são os que têm o menor número desse tipo de ponto crítico ao longo dos 10 anos, respondendo por somente 2,2% de todas as ocorrências no período observado.



Percebe-se, ainda, o número crescente de buracos grandes a cada edição da Pesquisa CNT de Rodovias, principalmente em suas duas últimas edições, realizadas em 2019 e 2021. Para efeito de comparação com a malha pesquisada, o Gráfico 13 mostra a quantidade de buracos grandes a cada 100 quilômetros.

**GRÁFICO 13**

Densidade de buracos grandes na malha rodoviária pesquisada - 2012 a 2021 (buracos grandes/100km)



Fonte: Elaboração CNT.

Conforme pode ser visto no Gráfico 13, as maiores variações consecutivas do número de buracos grandes ocorreu entre os anos de 2012-2013, 2015-2016 e 2018-2019, quando houve aumento igual ou superior a 100% nas ocorrências a cada 100 quilômetros pesquisados. Entre os anos de 2019-2021, houve um aumento menor, de 33,0%, na densidade desse tipo de ponto crítico; porém 2021 apresentou o maior número de buracos grandes a cada 100 quilômetros pesquisados dos últimos 10 anos.

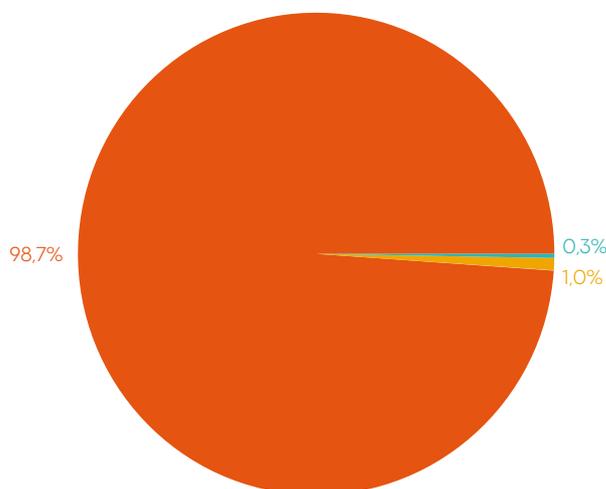
O Gráfico 14 apresenta a distribuição dos buracos grandes por tipo de sinalização no ano de 2021.



#### GRÁFICO 14

##### Buracos grandes por condição da sinalização em 2021

■ Sinalização adequada ■ Sinalização deficiente ■ Sinalização inexistente



Fonte: Elaboração CNT.

No Gráfico 14 é possível observar que apenas 1,3% dos buracos grandes tem algum tipo de sinalização, sendo que 1,0% tem sinalização deficiente e apenas 0,3%, sinalização adequada. O estado com o maior número absoluto de buracos grandes é o Maranhão, com 16,3% do total registrado, tendo apenas uma ocorrência com sinalização adequada. Já o Ceará é o segundo estado com o maior número de buracos grandes, com 14,02% do total levantado, também com um único local com sinalização – ainda que deficiente.

Há de se destacar que, dos 1.363 buracos grandes observados na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021, apenas 13 estavam sofrendo intervenções para a sua solução; desses, três apresentavam sinalização adequada e o restante, sinalização deficiente ou inexistente.

A quantidade de buracos grandes existentes em vias concedidas é irrisória – foram apenas dois no levantamento da Pesquisa de 2021; todos os demais estão em rodovias de gestão pública, de jurisdição estadual ou federal. Esses números mostram claramente problemas relacionados à manutenção nas rodovias de gestão pública. O mapa ao fim do capítulo mostra a localização, a sinalização e a existência de obras nesse tipo de ponto crítico observado na Pesquisa de 2021.

Ao analisar as rodovias pesquisadas, pode-se avaliar a distribuição de buracos grandes a cada 10 quilômetros e, assim, compará-las. A Tabela 10 mostra as 10 rodovias – segmentadas por UF, gestão e jurisdição – com maior densidade a cada 10 quilômetros. Na análise, foram desconsideradas as rodovias que tiveram apenas uma ocorrência de buraco grande, bem como aquelas com extensão pesquisada inferior a 10 quilômetros.

TABELA 10

Rodovias com maior densidade de buracos grandes em 2021 (buracos grandes a cada 10 km pesquisados)

RODOVIAS	UF	JURISDIÇÃO	GESTÃO	BURACOS GRANDES	EXTENSÃO PESQUISADA (KM)	DENSIDADE (BURACOS GRANDES/10 KM)
CE-183	CE	Estadual	Pública	14	29	4,83
PA-447	PA	Estadual	Pública	6	14	4,29
MA-303	MA	Estadual	Pública	10	31	3,23
SE-210	SE	Estadual	Pública	11	35	3,14
BR-403	CE	Federal	Pública	18	60	3,00
BA-349	BA	Estadual	Pública	13	44	2,95
PI-141	PI	Estadual	Pública	51	176	2,90
BR-342	MG	Federal	Pública	4	14	2,86
PA-252	PA	Estadual	Pública	10	39	2,56
PA-475	PA	Estadual	Pública	9	42	2,14

Fonte: Elaboração CNT.

Pode-se observar que as rodovias do Norte e do Nordeste e as de jurisdição estadual têm a maior densidade de ocorrência de buracos grandes a cada 10 quilômetros pesquisados. Dentre elas, a CE-183 se destaca com o maior número, havendo quase cinco buracos grandes a cada 10 quilômetros.

Analisando a recorrência dos pontos críticos, segundo o método exposto no item 2.3, verificou-se que 21,2% dos pontos observados na edição de 2021 já haviam sido registrados pelos pesquisadores em anos anteriores. As Figuras 18 e 19 apresentam, a título de exemplo, imagens que pesquisadores registraram ao longo dos anos em rodovias do Ceará.

FIGURA 18

Buraco grande em anos recorrentes na BR-116/CE



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2017, 2018, 2019 e 2021).





## 5.4 Etapas básicas para a solução de buracos grandes

Para a solução dos buracos grandes é indicado que se faça uma avaliação do estado do pavimento por meio das análises funcional e estrutural. É importante verificar quanto o buraco ocupa na área total da rodovia, incluindo as faixas de rolamento e acostamentos. É admissível a execução do serviço de remendo quando o buraco ocupar até 5% da área total; para qualquer valor acima dessa porcentagem, o defeito deve ser tratado com a reconstrução parcial da via.

Os remendos para solucionar os buracos grandes são denominados remendos profundos. Eles exigem retirada de material, até atingir a camada do subleito. Essa intervenção pode ser feita em uma profundidade de até 25 centímetros; profundidades acima desse valor comprometem a estrutura e, nesses casos, é necessário refazer o pavimento.

Os manuais apontam que as correções de buracos em faixa de rolamento devem acontecer em até 24 horas. Assim, devem ser realizadas as ações indicadas no Box 1 (no final do Capítulo 7). Neste item, são indicados os passos básicos para a correção dos buracos existentes nas rodovias. A restauração do pavimento em uma rodovia, quando há um buraco grande, passa por oito fases:

**1ª fase** – Sinalização: realiza-se a sinalização emergencial, conforme descrito no Box 1.

**2ª fase** – Demarcação da área: define-se a área que necessita de reparo, marcando com tinta ou giz o local que deve ser corrigido. A demarcação deve ser feita em linhas retas paralelas e perpendiculares ao eixo da via.

**3ª fase** – Corte da área demarcada: corta-se o material do centro do buraco para as extremidades, buscando o ponto mais profundo, de forma a atingir o material estável. Não devem ser permitidos bordos arredondados; a parede do corte deve ser vertical e o fundo deve ficar nivelado.

**4ª fase** – Limpeza: retira-se todo o material cortado, inclusive o pó no fundo do corte, até que não haja nenhum material solto. Recomenda-se a utilização de jatos de ar para a remoção das pequenas partículas.

**5ª fase** – Pintura de ligação: aplica-se a pintura de ligação na área cortada, inclusive nas paredes, impermeabilizando o local. A pintura de ligação é uma emulsão asfáltica que deve cobrir toda a área, não sendo muito fina e nem muito espessa.

**6ª fase** – Mistura betuminosa: coloca-se a mistura betuminosa a quente, em toda a área, dos bordos para o centro. O lançamento do material deve ser realizado com pás quadradas (observando que a espessura da camada não ultrapasse 10 centímetros) e o material deve ser espalhado com ancinho de ferro, que impede



a formação de torrões. O local do remendo pode ter várias camadas, sempre com 10 centímetros de altura. O material lançado deve cobrir um pouco além da profundidade do buraco, prevendo sua compactação.

**7ª fase** – Compactação: realiza-se a compactação também do bordo para o centro, de forma a não existir diferença entre a altura do pavimento antigo e a do restaurado. Para a compactação, pode ser utilizado rolo liso vibratório ou comum, placa vibratória ou socador manual – este último é o equipamento menos recomendado, por nem sempre atingir a compactação ideal.

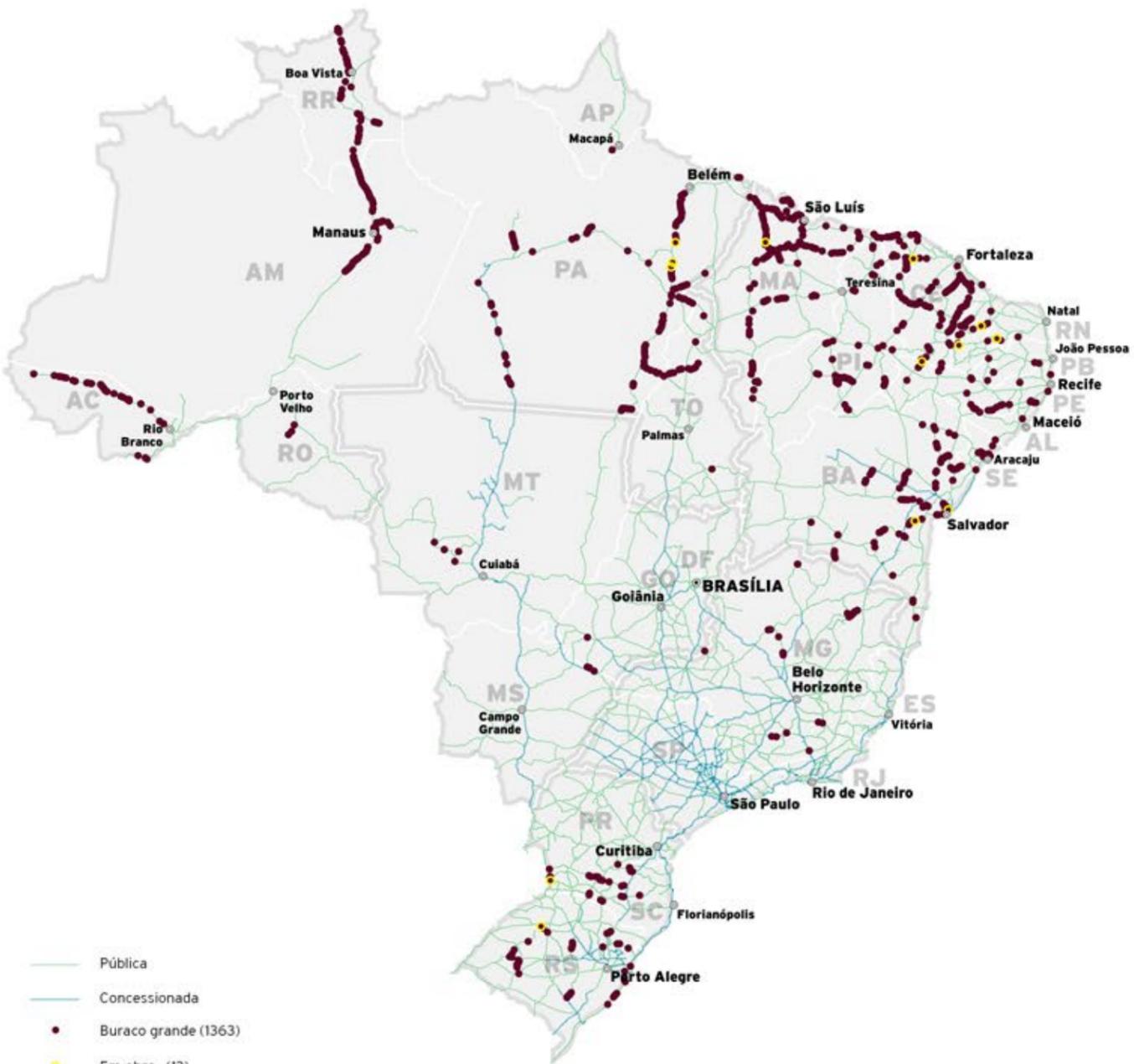
**8ª fase** – Limpeza do local: removem-se todas as sobras e detritos, para que não comprometam a segurança do local nem a eficiência da drenagem.

Indica-se que a restauração ocorra em épocas de clima estável. Porém, quando surge um buraco na pista em época de chuva, deve-se utilizar massa fria para sanar o problema e, em condições adequadas, faz-se a correção do buraco com as técnicas corretas, como apresentado neste item.

Apesar das recomendações aqui apresentadas, de como restaurar um pavimento com buraco grande, a melhor orientação é a conservação periódica, pois evita o surgimento de defeitos. Alternativas de reparo ou ações complementares podem ser necessárias, conforme avaliação de cada caso por especialista responsável.

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## BURACOS GRANDES



### LOCALIDADES

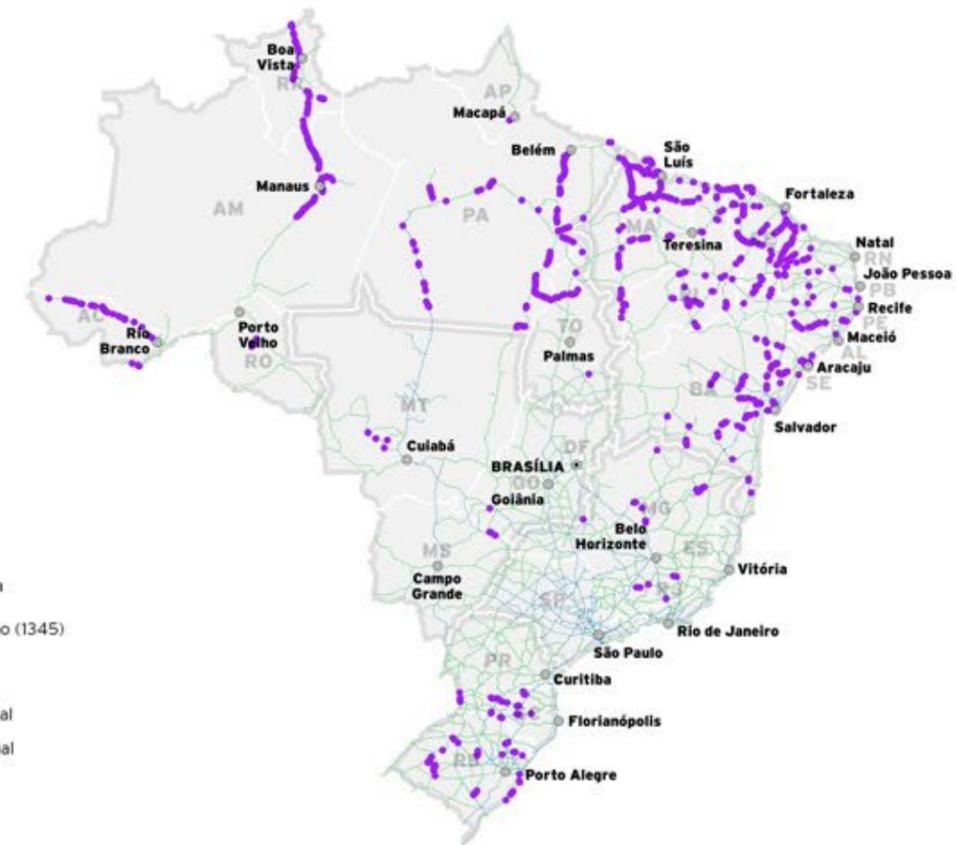
- BRASÍLIA ● Capital nacional
- São Paulo ● Capital estadual

250 0 250 500 750 1000 km

ESCALA 1:24.000.000 (1cm=240 Km)

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## BURACOS GRANDES



### LOCALIDADES

- BRASÍLIA ● Capital nacional
- São Paulo ● Capital estadual

— Pública

— Concessionada

● Com sinalização deficiente (14)

● Com sinalização adequada (4)

250 0 250 500 750 km

ESCALA 1:36.000.000 (1cm=360 Km)



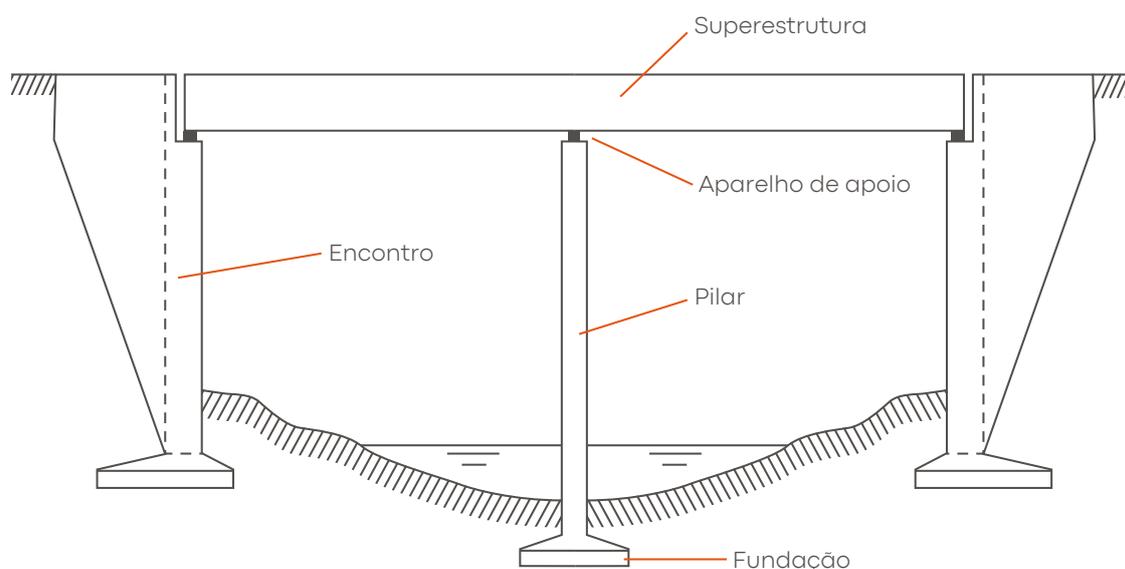
# Pontes caídas





As pontes são obras de grande vulto – também conhecidas como obras de arte especiais (OAEs) – dimensionadas para fazer a ligação entre dois pontos não acessíveis, separados por rios, vales ou outros pontos naturais, para que veículos e pessoas possam trafegar de forma segura entre eles. As pontes são divididas em três elementos (Figura 20): superestrutura, mesoestrutura (aparelhos de apoio, pilares e encontros) e infraestrutura (fundação).

**FIGURA 20**  
Esquema representativo dos elementos de uma ponte



Fonte: Adaptado de El Debs & Takeya (2007).

Na Pesquisa CNT de Rodovias, é considerada ponte caída toda obra de arte (ponte ou viaduto) que apresente dano estrutural em pelo menos um desses elementos que impossibilite a transposição e ocasione a interrupção do fluxo de tráfego. Nas Figuras 21 e 22, tem-se exemplos de pontes caídas registradas nas Pesquisas de 2018 e 2019.

**FIGURA 21**  
Ponte caída na BR-222/PI em 2018



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2018).

**FIGURA 22**  
Ponte caída na BR-222/PI em 2019



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2019).



## 6.1 Causas da ocorrência de quedas de pontes

Nos projetos das OAEs, são consideradas todas as ações que possam afetar as estruturas da ponte ou viaduto. Elas determinam o dimensionamento dos elementos para o recebimento de tais ações, classificadas em: permanentes, variáveis e excepcionais.

As ações permanentes estão relacionadas à carga própria e à carga dos objetos fixos que ficam sobre a superestrutura (guarda-corpo, defensas, sinalização, entre outros) e a forças que atuam constantemente sobre a ponte (empuxos líquidos, forças de protensão, deformações de retração e expansão do material de construção, entre outros). As ações variáveis são advindas das cargas móveis, da ação do vento, da pressão da água em movimento, das variações de temperatura etc. As ações excepcionais são oriundas de situações que ocorrem com frequência muito menor, como choques de veículos, incêndios, enchentes e vibrações sísmicas.

Grande parte das pontes no Brasil foi construída na década de 1960. Desde então, houve uma melhoria no desenvolvimento de projetos e na execução de obras dessas estruturas, a partir da revisão das normas de construção e da utilização de novas técnicas e materiais.

As pontes antigas, que são a maioria, sofrem com as alterações das ações variáveis e permanentes, como número e capacidade de veículos, variações no clima e o envelhecimento natural da estrutura. Nesse cenário, se não houver intervenções de manutenção e conservação, pode ocorrer o rompimento das obras de arte, ocasionando a sua queda.

As várias causas, forças e ações que atuam em uma obra de arte, como os esforços de flexão, esmagamento, cisalhamento, torção e tração, podem levar à desagregação do concreto, à exposição das ferragens e ao aparecimento de trincas, rachaduras e fissurações, bem como a danos dos seus elementos estruturais.

## 6.2 As pontes caídas nas rodovias brasileiras

Neste item são exibidos os dados das pontes caídas identificadas na Pesquisa CNT de Rodovias. A Tabela 11 mostra a distribuição desses pontos críticos ao longo da malha rodoviária pesquisada, por região e UF, nos 10 últimos anos (2012 a 2021).



**TABELA 11**

Série histórica de pontes caídas na malha rodoviária pesquisada, por região e UF – 2012 a 2021

REGIÃO	UF <sup>1</sup>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	TOTAL NAS UFs	PERCENTUAL (%) POR REGIÃO
NORTE	PA	8	0	9	4	0	0	0	0	0	21	48,1%
	RO	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
	RR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	TO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
NORDESTE	BA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	21,2%
	CE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	MA	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	
	PB	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	PE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	PI	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	
	RN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
SUDESTE	ES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	19,2%
	MG	0	1	1	0	2	0	0	0	2	6	
	RJ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	SP	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	
SUL	RS	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5,8%
	SC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
CENTRO-OESTE	GO	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5,8%
	MS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>52</b>	

<sup>1</sup>Estão listadas somente as UFs em que foram registradas pontes caídas.

Fonte: Elaboração CNT.

Apesar de a região Norte apresentar a maior quantidade de pontes caídas ao longo dos 10 anos considerados, o maior número verificou-se entre 2012 e 2015. Depois desse período, entre 2016 e 2021, os episódios se distribuíram mais pelas outras regiões do país. No decorrer dos 10 anos analisados, as ocorrências de pontes caídas se concentraram quase que exclusivamente em rodovias sob gestão pública.

Em 2021, foram registradas cinco ocorrências de pontes caídas: duas em Minas Gerais, duas no Rio Grande do Sul e uma em Goiás. Dessas, duas contavam com sinalização adequada; duas, com sinalização deficiente; e uma não estava sinalizada. Destaca-se que a ponte com sinalização adequada localizada no Rio Grande do Sul estava, à época, sofrendo intervenção para a solução desse ponto crítico.

O mapa ao final deste capítulo apresenta a localização das pontes caídas observadas na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021, bem como suas condições de sinalização e a existência de obra para a sua solução à época do levantamento.



## 6.3 Ações para a prevenção de ocorrências de quedas de pontes

Em situações de quedas por razões naturais ou acidentais, não há como prever ou evitar o colapso. Porém, nos demais casos, pode-se verificar, por meio de inspeções periódicas, o desempenho estrutural da construção e fazer sua manutenção e correções, garantindo uma vida útil bastante longa à obra de arte.

As inspeções nessas estruturas devem ocorrer nas seguintes situações:

- Inspeção de entrega: realiza-se logo que finalizada a obra, para a conferência do projeto e sua real execução. Nela, é verificado todo o detalhamento do projeto e os informes construtivos disponíveis.
- Inspeção de uso: recomenda-se fazer a cada dois anos, com o objetivo de detectar visualmente qualquer anomalia ou problema em relação à inspeção anterior. Nela, verifica-se o estrado, o terreno, o nível d'água, as plataformas e os equipamentos especiais.
- Inspeção excepcional: efetua-se a cada cinco anos, no máximo, em pontes que apresentam comportamento problemático, um sistema estrutural complexo, um porte diferenciado ou quando julgado necessário.
- Inspeção extraordinária: ocorre sempre que houver uma situação que causou danos à OAE, geralmente acidente, seja de ordem natural ou de ordem antrópica.
- Inspeção eventual: faz-se a inspeção para acompanhamento do desenvolvimento de algum problema detectado, como um início de erosão ou um pequeno recalque.

O reconhecimento de um problema e o seu diagnóstico ainda no início é a melhor prevenção contra o colapso de uma ponte. A adoção de um sistema de gerenciamento pode trazer tanto uma maior economia em resolução de problemas quanto o aumento da vida útil da estrutura.

## 6.4 Etapas básicas para a solução de pontes caídas

Qualquer que seja o motivo da queda, ao se observar o rompimento de uma ponte, é necessário que a equipe técnica faça uma análise minuciosa dos problemas ocorridos. Os dados desse levantamento auxiliarão na construção de uma nova ponte. Porém é necessário que a equipe gestora decida se é de interesse manter a nova ponte no mesmo local ou reconstruí-la em uma área diferente. A decisão por manter a ponte no mesmo lugar implica a retirada e limpeza do material existente para a construção de uma nova estrutura.



Logo ao ocorrer o rompimento de uma ponte, todas as ações emergenciais devem ser tomadas, conforme descritas no Box 1 (no final do Capítulo 7). Neste item, serão descritas as principais fases para a solução desse ponto crítico.

**1ª fase** – Sinalização: faz-se a sinalização emergencial, conforme descrito no Box 1.

**2ª fase** – Desenvolvimento e aprovação de projetos<sup>14</sup>: realizam-se, nesta fase, os projetos e os estudos necessários para a construção de uma nova ponte no local determinado, contemplando: levantamento de dados e caracterização da área, anteprojeto ou projeto básico e projeto executivo.

**3ª fase** – Execução: efetiva-se a locação de instalações e equipamentos. Toda a execução da obra deve seguir as etapas indicadas em projeto, seu detalhamento, instruções e dimensões especificadas.

**4ª fase** – Acompanhamento: desenvolve-se toda a obra com o aval do técnico responsável, com averiguações, registros em diário de obra, relatório técnico e, quando necessário, eventuais ajustes ao projeto devido à complexidade da geologia e à interação do solo e estrutura. Ao terminar a obra, é emitido o “*as built*” (como construído) com as modificações do projeto executivo.

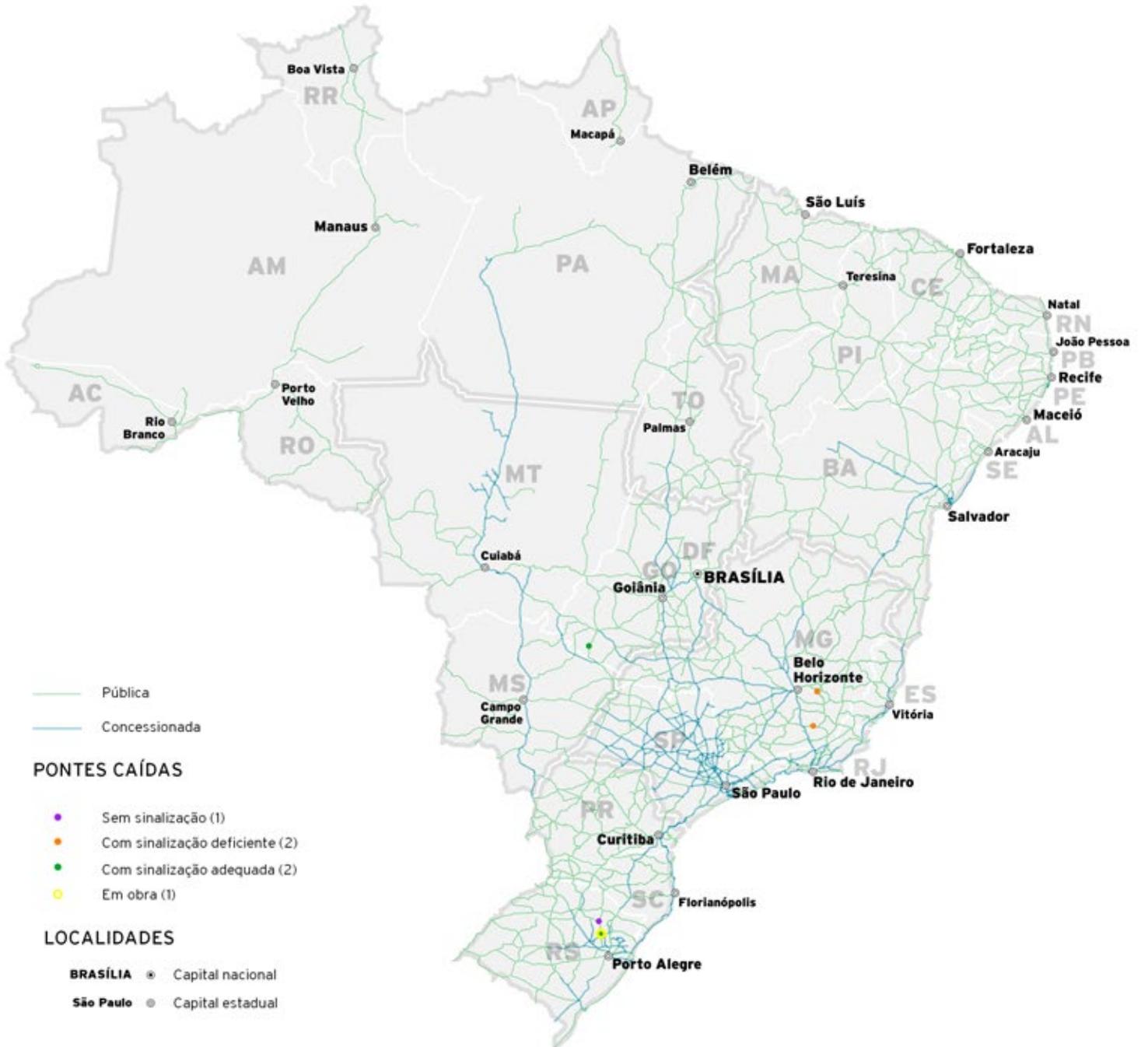
**5ª fase** – Manutenção: realizam-se inspeções periódicas na obra de arte. Recomenda-se que, após a construção, o responsável técnico elabore um caderno de orientação para inspeções, levando em consideração os materiais utilizados e o *as built*, além dos manuais de inspeções em obras de arte existentes.

---

<sup>14</sup> Toda obra requer o desenvolvimento de projetos e suas respectivas aprovações. Neste ponto crítico, optou-se por citá-los como uma das fases pelo fato de ser uma obra de grande vulto, que, diferentemente de ações mais pontuais e menos complexas, não aconteceria se não houvesse tais projetos.

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## PONTES CAÍDAS





# Pontes estreitas

# 7





No levantamento da Pesquisa CNT de Rodovias são consideradas pontes estreitas ou viadutos estreitos as obras de arte que possuem apenas uma faixa de rolagem. Essas estruturas demandam dos usuários maior atenção ao trafegar, já que são pontos de retenção de fluxo, pois somente um veículo pode trafegar por vez e, se não sinalizadas, podem trazer riscos de acidentes.

Situações de ponte estreita devem ter, diferentemente dos outros pontos críticos mencionados anteriormente, sinalização específica de advertência, implantada nas proximidades da ocorrência, de acordo com o estabelecido no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito<sup>15</sup> (Figura 23).

#### FIGURA 23

Sinalização vertical de ponte estreita (A-22)



Fonte: Contran (2007).

Conforme mencionado anteriormente, grande parte das pontes do país foi construída na década de 1960, para atender a situações de tráfego diferentes das atuais e sob condições também distintas. Ainda hoje, muitas obras de arte se mantêm em sua condição inicial, com restrições de trafegabilidade, sobretudo devido ao alto custo para uma intervenção e/ou ampliação estrutural. Há situações, ainda, em que o órgão gestor decide manter a obra de arte por se tratar de uma estrutura histórica. As Figuras 24 e 25 apresentam exemplos de pontes estreitas observadas em 2019.

<sup>15</sup> A sinalização vertical tipo A-22 é utilizada para várias situações de ponte com estreitamento, dentre as quais as estruturas com somente uma faixa de rolamento.



FIGURA 24

Ponte estreita na BR-367/MG em 2019



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2019).

FIGURA 25

Ponte estreita na PR-411 em 2019



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2019).

## 7.1 As pontes estreitas nas rodovias brasileiras

Nas edições da Pesquisa CNT de Rodovias anteriores a 2021, as pontes estreitas não eram tratadas como um tipo de ponto crítico específico. Assim, não serão apresentados os dados da série histórica dessas ocorrências. Na edição de 2021, as pontes estreitas foram mapeadas em escritório e a identificação da sinalização existente ocorreu via reconhecimento automático de placas.

Em 2021, foram identificadas 18 pontes com apenas uma faixa de rolamento, das quais somente uma estava sinalizada adequadamente; as outras estavam sem sinalização.

Dez estados possuem pontes estreitas, que estão mais concentradas nos estados de Goiás e Pará, com 16,7% de ocorrências cada. As pontes estreitas estão presentes, em sua maioria, em rodovias de gestão pública, seja de jurisdição federal ou estadual.

O mapa ao final do capítulo mostra a distribuição das pontes estreitas e sua condição de sinalização ao longo da malha pesquisada em 2021.

## 7.2 Etapas básicas para a solução de pontes estreitas

Com relação à intervenção, não há um procedimento normatizado para a correção de pontes estreitas, mas soluções que podem ser adotadas de acordo com a estrutura existente, caracterizada após a realização de inspeção técnica. Se a ponte estreita possuir uma boa estrutura, é possível fazer o seu alargamento; se possuir uma estrutura em má conservação, recomenda-se a construção de uma nova ponte na rodovia.

A inspeção da ponte deve garantir que todo elemento estrutural da via seja verificado: geometria e condições viárias; acessos; cursos d'água; encontros e fundações; apoios intermediários; aparelhos de apoio; superestruturas em vigas,



em lajes maciças e em caixões; pista de rolamento; juntas de dilatação; barreiras e guarda-corpo; e sinalização e instalações de utilidade pública.

Nos casos de alargamento ou de construção de uma nova ponte, em que a estrutura esteja comprometida, devem ser seguidas as fases de projeto apresentadas no ponto crítico “ponte caída”.

### BOX 1

#### Ações emergenciais para a solução de pontos críticos

Assim que se verifica a ocorrência de um ponto crítico, algumas ações devem ser tomadas em caráter emergencial, a fim de evitar acidentes ou maiores complicações na solução do problema.

A primeira delas é sinalizar o local, delimitando-o e advertindo o condutor acerca da ocorrência. Caso seja necessário desviar o fluxo de veículos, deve ser utilizada sinalização adicional para garantir a fluidez por uma área segura. Tal sinalização deve ser clara e orientar para a adoção de velocidades reduzidas no trecho escolhido como desvio – que pode ser uma faixa/pista no sentido contrário ao da rodovia, uma via marginal ou uma via próxima.

Vale ressaltar que a sinalização emergencial e o aviso sobre a ocorrência de obras na via são obrigatórios, previstos no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), cabendo ao responsável pela execução e manutenção da obra ou ao gestor da via (art. 95, §1º e §2º). Em relação aos avisos à comunidade, é importante que sejam feitos 48 horas antes do início da execução da obra e indiquem os caminhos alternativos a serem utilizados.

Também é necessário garantir o acesso das equipes de trabalho, equipamentos, máquinas e materiais à área do ponto crítico para que sejam feitas as devidas correções. Para tanto, em alguns casos, são implantados os chamados caminhos de serviço, que são vias construídas temporariamente até que ocorra a obra (sua construção é normatizada pela Especificação de Serviço/Dnit nº 105/2009).

#### Sinalização emergencial de pontos críticos e das obras para a sua resolução

Quando da ocorrência de um ponto crítico, seja ele qual for, é necessário fazer a sinalização emergencial do local para que o usuário tome conhecimento de que, nas proximidades, haverá uma situação que necessita de maior atenção e redução de velocidade.

continuação

A sinalização emergencial deve ser clara e padronizada de acordo com a legislação vigente, direcionando os condutores a um espaço seguro, sem conflitos e protegendo os trabalhadores da obra ou serviço quando ela estiver em execução. Deve, também, ser visível tanto durante o dia quanto à noite. O Conselho Nacional de Trânsito (Contran) normatiza a sinalização temporária por meio de legislação e suas especificações constam no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

São consideradas sinalizações temporárias o conjunto de sinais e dispositivos com características próprias destinados a sinalizar casos que ocorrem por um determinado tempo ou de forma repentina, tais como as ocorrências de pontos críticos e as em obras e/ou serviços em geral (manutenção, pavimentação, eventos, situações de emergência e situações operacionais e de fiscalização).

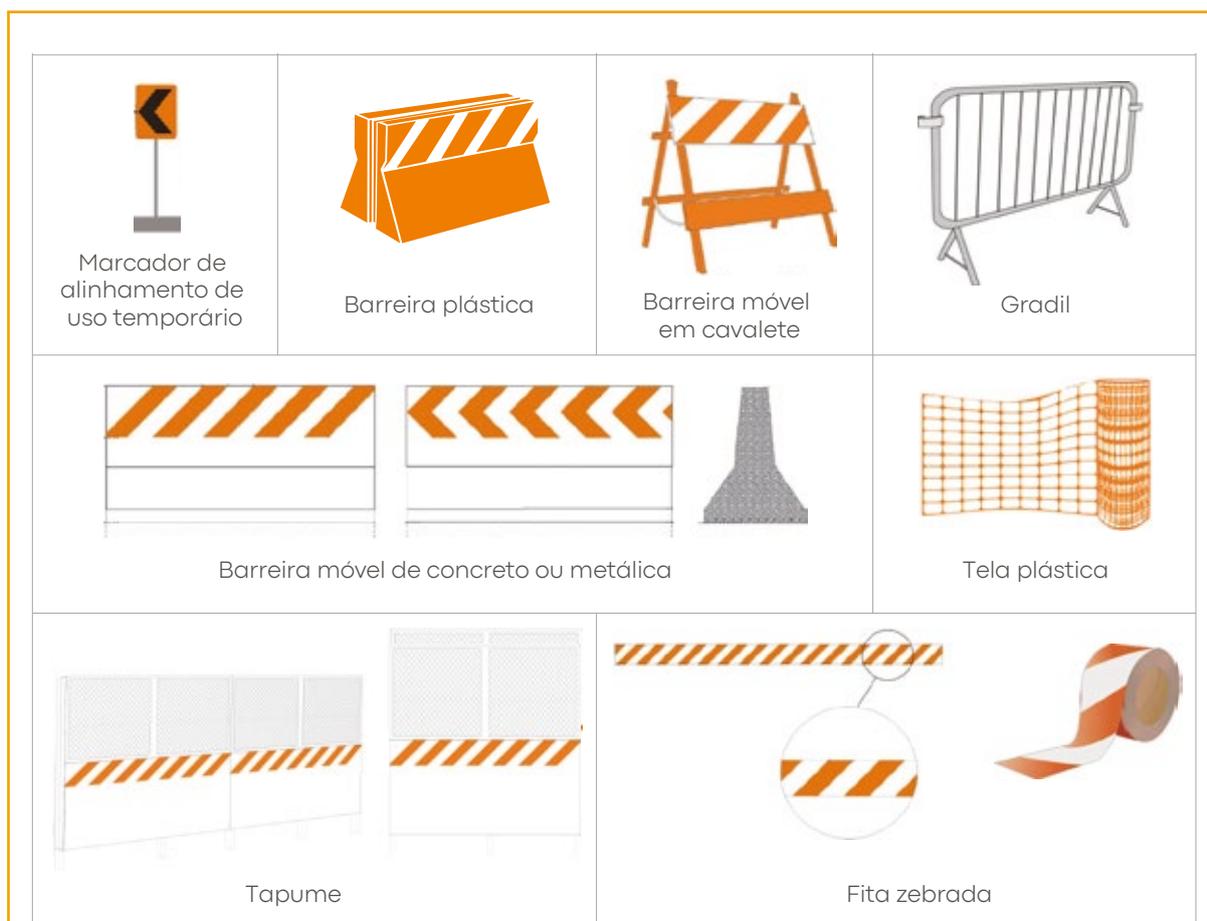
A Figura A apresenta os principais sinais e dispositivos auxiliares utilizados na sinalização emergencial. Esses elementos têm princípios de aplicação específicos, conforme detalhado nos manuais do Contran.

**FIGURA A**  
Sinais e dispositivos auxiliares utilizados na sinalização emergencial





continuação



**Nota:** Alguns dos dispositivos apresentados podem variar quanto ao formato, às dimensões e aos materiais utilizados. Assim, as figuras são meramente ilustrativas de exemplos de aplicação.

**Fonte:** Elaboração CNT, com dados do Contran (2007, 2017 e 2021).

Toda sinalização emergencial deve ter um projeto da área de intervenção. Para seu desenvolvimento, devem ser analisadas as seguintes questões:

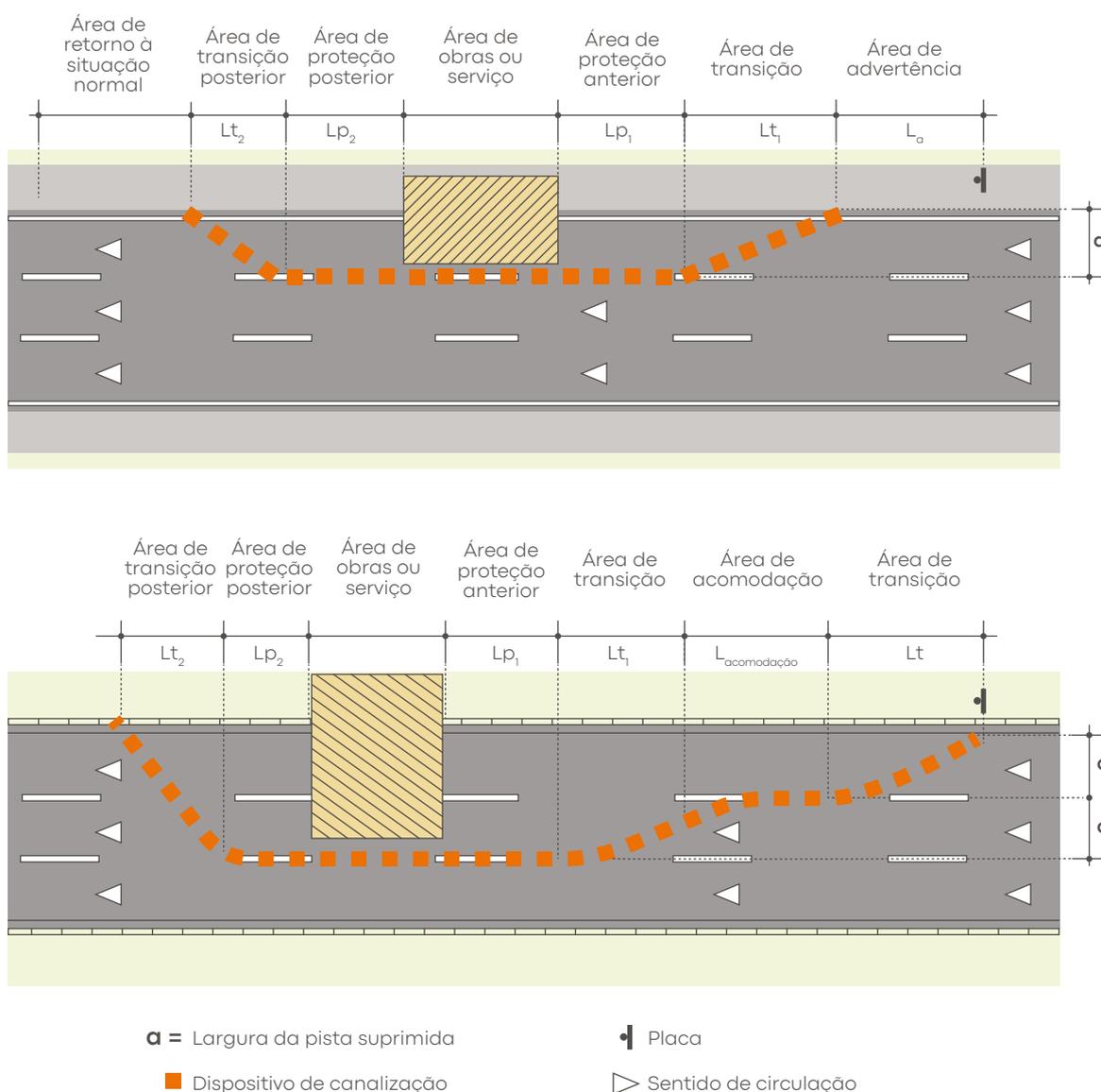
- área de abrangência do ponto crítico;
- tempo necessário para a execução do serviço;
- sinalização provisória e fixa: como não há previsibilidade para a utilização de sinalização fixa em obra emergencial, é indicado usar sinalização provisória móvel, como cavaletes, cones e fitas; caso a obra se prolongue por um tempo maior, pode-se utilizar sinais fixos;
- classificação da via onde há a ocorrência quanto ao tipo (urbana ou rural) e às características (via de trânsito rápido, arterial, coletora, classe 0, classe IA, classe IB, classe II, classe III ou classe IV); e
- levantamento de campo, como volume de tráfego, área de influência, características físicas e geométricas, entre outros.

continuação

Para o projeto de sinalização emergencial, há um esquema básico para o local que deverá abranger a obra, que deve ser dividido nas seguintes áreas: de advertência, de transição, de proteção anterior, de obras ou serviço, de proteção posterior, de transição posterior e de retorno à situação normal.

A Figura B representa os modelos esquemáticos para sinalização em rodovias (vias rurais), em situações em que o ponto crítico ocupa uma faixa de rolamento e quando avança em duas faixas de rolamento, e a Tabela A mostra os critérios utilizados para as áreas e as suas respectivas distâncias

**FIGURA B**  
Áreas para sinalização de obras em via rural



Fonte: Adaptado de Contran (2017).



continuação

**TABELA A**

Comprimentos nas áreas de sinalização em via rural

ÁREA DE ADVERTÊNCIA		ÁREA DE TRANSIÇÃO E ACOMODAÇÃO		ÁREA DE PROTEÇÃO ANTERIOR OU POSTERIOR	
Critérios	La (m)	Critérios	Lt <sub>1</sub> (m)	Critério	Lp (m)
Pista dupla, 3 faixas de rolamento ou mais e velocidade de 90 a 120 km/h	2.000	Velocidade maior ou igual a 100 km/h	200	Para qualquer velocidade (V) na via	≤ 60 m
Onde o fluxo é obrigado a parar e usar o sentido oposto	1.000	60 km/h ≤ velocidade < 100 km/h	150		
Pista simples, interrupção parcial da pista, velocidade de 80 km/h	750	Velocidade < 60 km/h	100		
Obras no acostamento ou no canteiro central	500	Cálculo para qualquer velocidade (V)	$L = 1,8 \times V \times a / 3,6$ Sendo, a = largura da pista suprimida		
Obras em estradas	300				

Fonte: Adaptado de Contran (2017).

As áreas de proteção posterior e anterior têm como função garantir a segurança dos trabalhadores na obra e o espaço para manobras das máquinas que serão utilizadas. A área de transição posterior, por sua vez, tem como objetivo reconduzir o usuário à faixa de trânsito normal. Portanto, se forem necessárias, essas áreas e os seus comprimentos ( $L_{p1}$  e  $L_{p2}$  e  $L_{t2}$ ) deverão ter, no mínimo, 30 metros para a faixa de rolamento e 15 metros para acostamento.

Em casos em que o ponto crítico avança mais que uma faixa, o comprimento da área de acomodação ( $L_{acomodação}$ ) deve ser igual ao comprimento da área de transição ( $L_{t1}$ ).

Logo após a área de transição posterior, a uma distância de 30 a 100 metros depois da área efetiva da obra, deve-se informar o usuário com sinalização vertical de "FIM DAS OBRAS" e, logo em seguida, a placa de regulamentação de velocidade da via (R-19) deve ser colocada, a fim de restabelecer o trânsito normal.

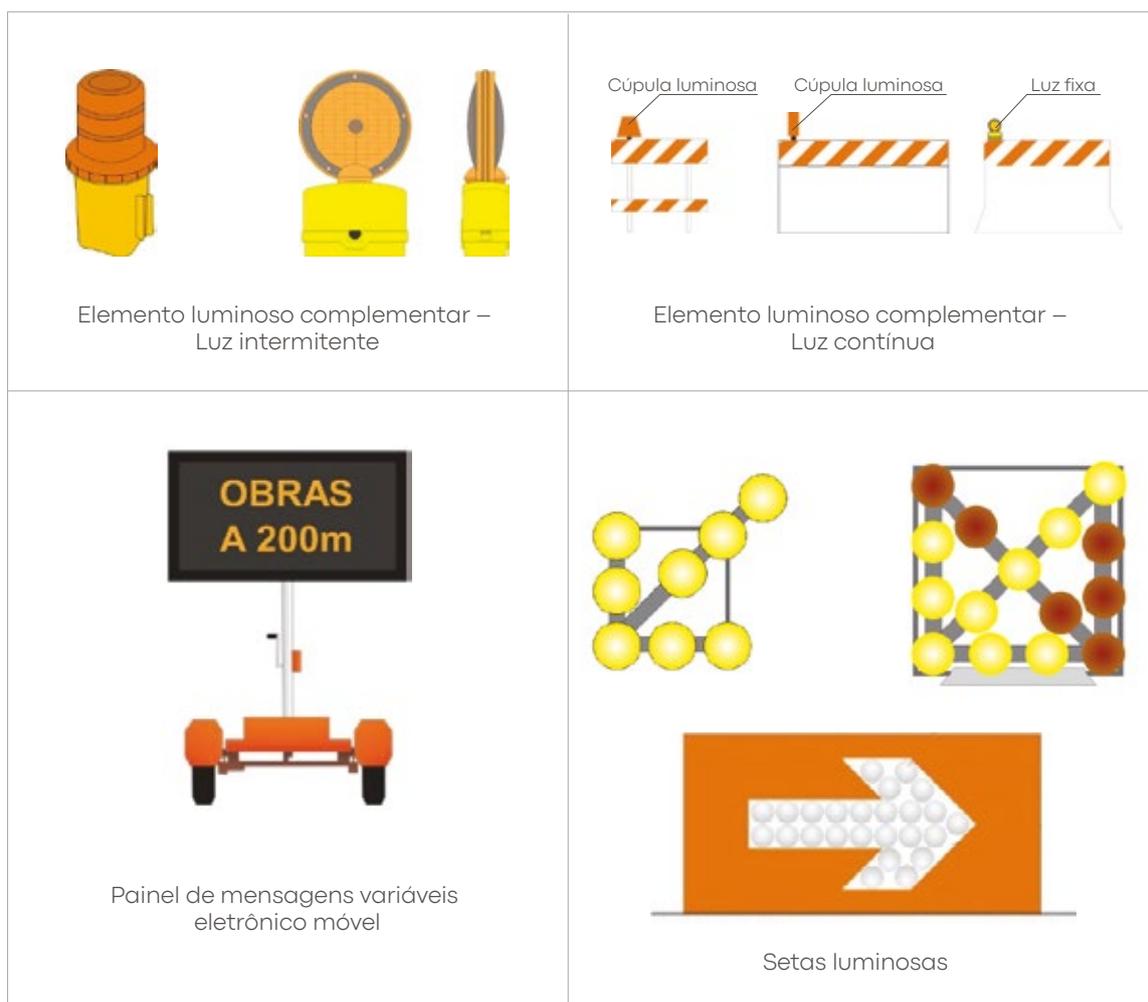
A sinalização noturna é utilizada com o objetivo de aumentar a visibilidade do local da obra por meio de dispositivos de iluminação e refletivos que garantam o reconhecimento da ocorrência em vias iluminadas ou não. Os dispositivos de sinalização noturna são: luz intermitente; luz fixa; painel

continuação

com seta iluminada; e painel de mensagens variáveis. Alguns exemplos são apresentados na Figura C. Este último também serve como aviso para usuários sobre a existência do ponto crítico no trecho da rodovia, com mensagens sobre a alteração de percurso e restrição de passagem. Geralmente é empregado em rodovias concedidas.

FIGURA C

Sinais e dispositivos luminosos utilizados na sinalização emergencial

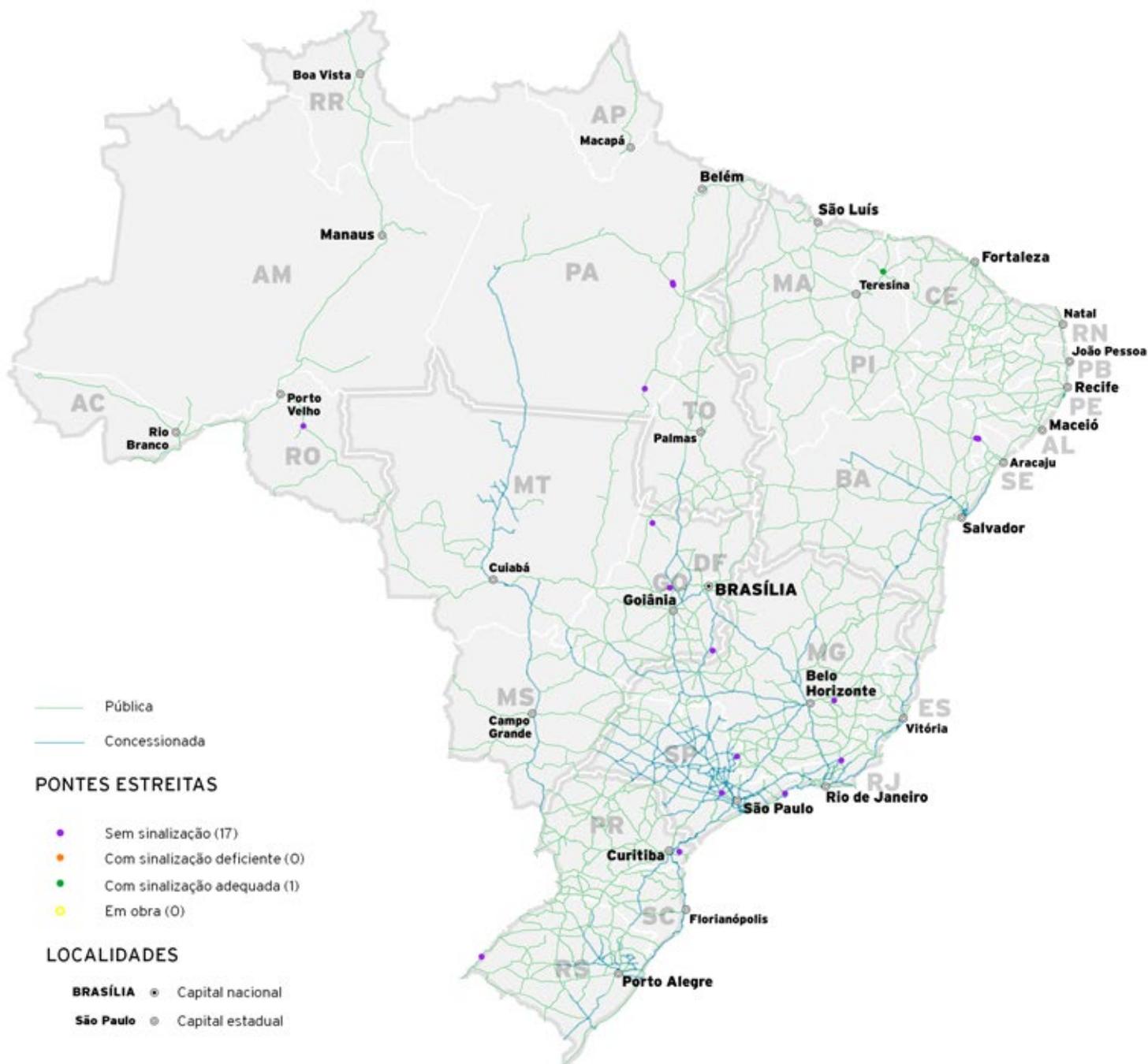


**Nota:** Alguns dos dispositivos apresentados podem variar quanto ao formato, às dimensões e aos materiais utilizados. Assim, as figuras são meramente ilustrativas de exemplos de aplicação.

**Fonte:** Elaboração CNT, com dados do Contran (2017 e 2021).

# PONTOS CRÍTICOS 2021

## PONTES ESTREITAS



Jenipapo de Minas/MG-BR-120  
17°04'43.0"S 42°15'24.0"W





# Investimentos para solução de pontos críticos

8





Os 1.739 pontos críticos levantados na Pesquisa CNT de Rodovias de 2021, apesar de terem características e causas comuns em cada um dos seus tipos, encontram-se, na malha viária pesquisada, nas mais diversas condições. Ao longo dos 109.103 quilômetros avaliados, esses pontos, em diferentes contextos, podem variar significativamente quanto às suas dimensões e aos impactos que geram para os usuários das vias.

Desse modo, o objetivo deste estudo, no que tange à solução dos problemas identificados, não reside na descrição detalhada de cada uma das obras que se fazem necessárias e de sua avaliação financeira, mas na identificação dos tipos de intervenção e na indicação dos seus respectivos valores médios de investimento. Com base nessas referências, os gestores públicos poderão analisar localmente os problemas existentes e, a partir daí, munindo-se de fontes adicionais, detalhar as ações a serem implementadas de acordo com as necessidades e especificidades de cada caso.

Foram consultados, na elaboração da presente estimativa, manuais e normas do Dnit – a exemplo dos Manuais de Custos Médios Gerenciais e de Custos de Infraestrutura de Transportes – e outros manuais, livros e sítios na Internet que abordam soluções orçamentárias voltadas para a construção e a adequação da infraestrutura rodoviária.

Dado o exposto, apresenta-se, a seguir, a memória dos cálculos e premissas adotadas que, no âmbito deste estudo, conduziram à definição dos valores médios de investimento para a solução de pontos críticos.

Conforme referenciado no Manual de Custos Médios Gerenciais do Dnit<sup>16</sup>, a estimativa de valores assenta-se em metodologia que abrange, inicialmente, o agrupamento de serviços e obras que influenciam a formação de custos e a construção de base de dados na qual são considerados os projetos da série histórica do Dnit e soluções-tipo<sup>17</sup> comumente utilizadas em projetos reais. Em seguida, é feito o cálculo dos indicadores de custos médios das famílias de serviços de cada intervenção a ser realizada na infraestrutura rodoviária, que pode se dar de duas principais maneiras: (1) tratamento estatístico e (2) orçamentação.

No primeiro caso, são considerados, como valores de referência, os projetos da série histórica do Dnit, sendo-lhes aplicado, em seguida, tratamento estatístico, no qual o custo é calculado de acordo com a dimensão da obra. Essa abordagem emprega-se, sobretudo, em intervenções nas quais há maior dificuldade de tipificar uma solução “padrão”.

No segundo caso, são estimados e somados os resultados da valoração das planilhas orçamentárias dos projetos-tipo<sup>18</sup>. Tal valoração, porém, demanda o conhecimento

<sup>16</sup> Dnit, 2019a.

<sup>17</sup> As soluções-tipo são “soluções usualmente adotadas por projetistas em obras de infraestrutura de transportes” (Dnit, 2019a).

<sup>18</sup> Os projetos-tipo são obtidos “a partir dos quantitativos unitários de serviços das soluções-tipo”, assim como de “quantitativos unitários médios de serviços dos projetos reais” (Dnit, 2019a).



de todos os serviços que compõem cada tipo de intervenção e, ainda, dos seus respectivos custos unitários – havendo, para estes, uma grande variabilidade, que está sujeita a fatores como a região geográfica, as características do relevo, a classificação da via, o porte da obra e as distâncias entre o local da intervenção e os pontos de produção e/ou extração de insumos.

Constatou-se que a orçamentação demanda um tal esforço de caracterização de todos os serviços concernentes a cada intervenção, assim como de definição de quantitativos médios, que a torna inviável para o presente estudo, consideradas a variabilidade desses elementos, a impossibilidade de verificação *in loco* e a indisponibilidade de dados sistematizados para tal fim – ultrapassando, ainda, o escopo inicialmente definido. Refere-se, contudo, que foram utilizados os valores de referência do Custo Médio Gerencial do Dnit para a correção de buracos grandes, conforme justificado no item 8.3. Recorreu-se, ainda, ao Simulador de Custos Gerenciais FGV-Ibre-Dnit<sup>19</sup>, especificamente para calcular, via orçamentação, os valores médios de investimento de pontes caídas e pontes estreitas, conforme justificado no item 8.4. Para os demais pontos críticos, optou-se pelo tratamento estatístico simplificado para a estimativa desses valores, conforme detalhado a seguir.

Foi feito um levantamento, no sítio do Dnit<sup>20</sup>, de editais para a execução de obras que incluem a solução dos pontos críticos analisados no estudo: quedas de barreira, erosões, buracos grandes, pontes caídas e pontes estreitas. Importa referir que a base de dados consultada apresenta uma limitação quanto à dimensão da amostra: o número de editais disponíveis para a solução de alguns pontos críticos é reduzido ou, quando há um número significativo deles, alguns não contêm as especificações requeridas – como valores de investimento ou dimensões para as ocorrências analisadas. No seguimento dessa análise, foram adotadas novas abordagens para os buracos grandes, para as pontes caídas e para as pontes estreitas, conforme antecipado no parágrafo anterior.

Foram ainda considerados, como referência, projetos de pontes do Plano CNT de Transporte e Logística 2018. A compilação dos valores de investimento estimados consta na Tabela 12, ao final deste capítulo.

Registra-se que foi feita uma consulta formal ao Dnit, no âmbito da Lei de Acesso à Informação<sup>21</sup>, solicitando dados relativos aos valores de investimento para os pontos críticos em questão<sup>22</sup>. Pretendia-se, assim, validar os quantitativos estimados. Porém, em resposta, o órgão informou que não efetua e nem publica quaisquer cálculos ou resultados sobre os custos médios de investimentos para as intervenções em análise.

<sup>19</sup> FGV, Ibre, 2019.

<sup>20</sup> Dnit, 2022.

<sup>21</sup> Lei nº 12.527/2011.

<sup>22</sup> Solicitação: 50001.005970/2022-83.



## 8.1 Quedas de barreira

Refere-se que os editais analisados para quedas de barreira e erosões contêm, em sua maioria, apenas intervenções específicas para esses problemas – ora para ambos os tipos, ora para apenas um deles. Assim, foi possível identificar, nos orçamentos constantes nos editais, o número desses pontos críticos e seus respectivos valores de investimento. Quando em um edital havia apenas o custo global e o número de ocorrências, adotou-se um custo médio para todas as intervenções.

Os valores de investimento para a solução das quedas de barreira – assim como dos demais pontos críticos – foram atualizados pelo INCC-DI<sup>23</sup> para a data base mais recente (dezembro de 2021). Verificou-se que há uma grande variação entre os valores máximo e mínimo de investimento previstos para cada um desses pontos críticos – sendo o menor cerca de 0,7% do maior. Assim, foram desconsiderados esses valores<sup>24</sup>. Obteve-se como resultado, a partir da média entre os valores, que o investimento necessário à solução da totalidade das quedas de barreira identificadas na edição de 2021 da Pesquisa CNT de rodovias corresponde a, aproximadamente, R\$ 322,99 milhões.

## 8.2 Erosões na pista

Da mesma forma que para as quedas de barreira, constatou-se que há uma grande variação entre os valores máximo e mínimo de investimento previsto para cada uma das erosões analisadas – sendo o menor cerca de 0,1% do maior. Assim, também foram desconsiderados os valores máximo e mínimo<sup>25</sup>. Disso resultou, a partir da média entre os valores, que o investimento necessário à solução da totalidade das erosões identificadas corresponde a R\$ 461,64 milhões (data base: dezembro de 2021).

Refere-se que o número de pontos críticos incluídos em um edital pode variar de um a algumas dezenas ou mesmo centenas<sup>26</sup>. Entende-se, assim, que a grande variabilidade entre os custos unitários máximo e mínimo está relacionada, por um lado, com a própria dimensão dos pontos críticos e a complexidade da solução adotada, mas também com as economias de escala possibilitadas pelo agrupamento de intervenções.

<sup>23</sup> Índice Nacional de Custo da Construção – Disponibilidade Interna, mensurado e divulgado pela FGV.

<sup>24</sup> A proporção entre o menor e o maior valor passou, assim, a ser de 27,6%.

<sup>25</sup> A proporção entre o menor e o maior valor passou, assim, a ser de 26,3%.

<sup>26</sup> A exemplo disso, foi identificado um edital que abrangia a solução de 123 erosões. Um outro incluía 40 quedas de barreira.



## 8.3 Buracos grandes

Soluções para buracos grandes foram inicialmente levantadas em editais para conservação rodoviária, no âmbito do Crema<sup>27</sup>. Tais editais incluem outros tipos de intervenções, como capina e recuperação de sinalização e de acostamento. Foram identificadas, então, fichas específicas para a intervenção “remendo profundo”, que corresponde à solução para os buracos grandes<sup>28</sup>.

Certificou-se, no entanto, que nesse levantamento não seria possível considerar os custos de ordem geral – indispensáveis para a viabilização das intervenções previstas como um todo. Essa é uma limitação relativa ao modo como os dados estão disponíveis nos editais, tratados de forma agregada em relação ao conjunto de intervenções a serem realizadas. Esses custos de ordem geral, como implantação do canteiro, mobilização e desmobilização, podem representar uma parcela significativa dos custos totais – não sendo, portanto, negligenciáveis. Dado que para todos os demais tipos de pontos críticos são considerados os custos gerais e, ainda, dada a especificidade da metodologia de levantamento dessas ocorrências, adotou-se outra abordagem.

Por definição metodológica, o registro do ponto crítico “buraco grande”<sup>29</sup> na Pesquisa CNT de Rodovias se dá como uma ocorrência pontual a cada quilômetro percorrido, mesmo que haja mais de um desse tipo de defeito nessa extensão. Há, assim, uma dificuldade em estimar o número exato de buracos grandes, sendo a quantidade levantada um número mínimo desse tipo de ponto crítico.

Assim, a abordagem adotada para o cálculo dos valores de investimento mínimo para a solução de buracos grandes considerou o Custo Médio Gerencial do Dnit (em R\$/km) de julho de 2017 – que corresponde à versão agregada disponível mais recente. Convencionou-se assumir o valor indicado nessa fonte de consulta<sup>30</sup> para a rubrica “Crema 1ª Etapa”, dado que esse programa abrange a recuperação funcional, na qual se incluem correções da superfície de rolamento da pista. Dado esse pressuposto, estimou-se, para a intervenção de recuperação funcional em uma extensão de 1.363 quilômetros a ocorrência de buraco(s) grande(s), um investimento correspondente a cerca de R\$ 579,40 milhões.

<sup>27</sup> Programa de Contratos de Recuperação e Manutenção Rodoviária.

<sup>28</sup> Os remendos profundos abrangem a “recuperação de pontos localizados com nítida deficiência estrutural e afundamentos” (Dnit, 2013).

<sup>29</sup> O registro de uma única ocorrência do mesmo tipo de ponto crítico a cada UC (ou km) vale para os demais pontos críticos existentes. Contudo, dadas as características dos buracos grandes, a repetição deste ponto crítico é mais comum que as demais ocorrências ao longo do quilômetro.

<sup>30</sup> Esse valor foi reajustado pelo INCC-DI para a data base de dezembro de 2021.



## 8.4 Pontes caídas

Verificou-se, nos editais e nos demais projetos (do Plano CNT de Transporte e Logística 2018) levantados para construção e adequação de pontes, uma grande variedade de características desse tipo de obra de arte quanto às suas tipologias, às soluções construtivas adotadas e aos valores de investimento previstos<sup>31</sup>. Desta forma, a abordagem do tratamento estatístico, ainda que de modo simplificado, não se justificou. Recorreu-se, assim, ao Simulador de Custos Gerenciais FGV-Ibre-Dnit<sup>32</sup> – uma ferramenta virtual que possibilita a orçamentação simplificada para determinadas tipologias de intervenções.

Para as pontes caídas foi selecionada a intervenção “Construção de Pontes e Viadutos”, dado ser necessário construir uma obra de arte inteiramente nova. Por simplificação, não foram considerados os custos de eventuais demolições das pontes caídas ou mesmo o aproveitamento de parte das estruturas anteriores. No caso das pontes estreitas, para as quais se demanda o alargamento da estrutura, foi selecionada a intervenção “Reabilitação de Pontes e Viadutos” – conforme detalhado no item 8.5.

Adotaram-se, como premissas para o preenchimento dos campos requeridos no simulador, os seguintes pontos:

- foi selecionada a data base mais recente disponível no simulador (julho de 2021);
- foi considerado o porte “Grande”, o que equivale a uma extensão de 300 metros de tabuleiro<sup>33</sup> para a obra de arte;
- foi adotada a solução-tipo I, por ser de execução mais simples e com menores custos que a solução-tipo II<sup>34</sup>;
- foi considerado o valor de 3.840,00 m<sup>2</sup> para a área final da OAE, que corresponde a 300 metros de extensão (porte “Grande”) e 12,80 metros de largura (solução-tipo I);
- foram considerados os custos relativos à mobilização e à desmobilização;
- foi adotado o valor de referência de 32 meses para a duração das obras, conforme levantamento nos editais;
- foi selecionado o canteiro do tipo “provisório”, por ser o mais utilizado<sup>35</sup>;
- foram considerados os serviços complementares – que incluem pavimentação e sinalização horizontal e vertical;

<sup>31</sup> O menor valor identificado (R\$ 1,01 milhão) corresponde a 1,2% do maior valor (R\$ 87,82 milhões).

<sup>32</sup> FGV, Ibre, 2019.

<sup>33</sup> Dnit, 2019a. É o maior porte disponível no manual. Refere-se que a maior parte das pontes nos projetos levantados tem pelo menos 300 m de extensão.

<sup>34</sup> A solução-tipo III aplica-se apenas a passagens inferiores.

<sup>35</sup> Conforme nota no próprio simulador.



- foi considerado o percentual de 24,66% como acréscimo relativo aos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)<sup>36</sup>;
- foram calculados os custos médios para todas as regiões geográficas do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Ao final, foi adotado o valor médio dos cinco resultados<sup>37</sup>.

Obteve-se como resultado, a partir da média entre os valores, que o investimento necessário à solução da totalidade das pontes caídas identificadas corresponde a cerca de R\$ 190,36 milhões (data base: dezembro de 2021).

Importa destacar que, dentre as opções disponíveis para orçamentação no citado simulador, apenas as soluções relativas a pontes caídas e pontes estreitas encontram uma correspondência mais direta com as intervenções previstas, permitindo, assim, uma valoração dos custos médios. As demais intervenções, tais como “Recuperação” e “Conservação”, apenas devolvem resultados totais para todo o segmento rodoviário, sem especificar defeitos pontuais, como quedas de barreira, erosões e buracos grandes.

## 8.5 Pontes estreitas

Para a solução do ponto crítico “ponte estreita”, recorreu-se ao Simulador de Custos Gerenciais FGV-Ibre-Dnit, conforme já justificado no item 8.4. Para esse tipo de obra de arte, foi selecionada a intervenção “Reabilitação de Pontes e Viadutos”, dado ser necessário fazer o seu alargamento ao mesmo tempo que se mantém a infraestrutura existente<sup>38</sup>.

As premissas adotadas para o preenchimento dos campos requeridos no simulador foram idênticas às indicadas no item 8.4, à exceção dos seguintes pontos:

- foi considerado o porte “Pequeno”, o que equivale a uma extensão de 150 metros de tabuleiro<sup>39</sup> para a obra de arte;
- foi adotado o tipo de alargamento assimétrico<sup>40</sup>;
- foi considerado o valor de 1.920,00 m<sup>2</sup> para a área final da OAE, que corresponde a 150 metros de extensão (porte “Pequeno”) e 12,80 metros de largura (solução-tipo I);
- foi considerado o percentual de 31,15% como acréscimo relativo aos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)<sup>41</sup>;

<sup>36</sup> Dnit, 2019b. Trata-se do valor percentual sobre custos diretos em obras de construção de obras de arte especiais de grande porte.

<sup>37</sup> Há uma variação de 3,3% entre o menor e o maior valor.

<sup>38</sup> Embora considere-se que pontes estreitas podem ser alargadas ou demolidas e reconstruídas novas estruturas, para fins e simplificação, a valoração considerou somente o alargamento.

<sup>39</sup> Dnit, 2019a. Trata-se da única opção disponível no simulador para essa intervenção.

<sup>40</sup> Por ser mais barato que o alargamento simétrico.

<sup>41</sup> Dnit, 2019b. Trata-se do valor percentual sobre custos diretos em obras de recuperação, reforço e alargamento de obras de arte especiais de pequeno porte.



- foi considerado o percentual de 10,0% como acréscimo relativo ao Fator de Interferência de Tráfego (FIT)<sup>42</sup>.

Da mesma forma que para as pontes caídas, foram calculados os custos médios para solucionar pontes estreitas para todas as regiões geográficas do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Ao final, foi adotado o valor médio dos cinco resultados<sup>43</sup>.

Disso seguiu-se, a partir da média entre os valores, que o investimento necessário à solução da totalidade das pontes estreitas identificadas corresponde a, aproximadamente, R\$ 253,13 milhões (data base: dezembro de 2021).

## 8.6 Resumo dos investimentos necessários

Diante das estimativas realizadas segundo as premissas aqui definidas, têm-se que, para solucionar a totalidade dos pontos críticos existentes nas rodovias brasileiras, é necessário um investimento médio de R\$ 1,80 bilhão, conforme detalhado na Tabela 12.

**TABELA 12**  
Pontos críticos – Valores médios de investimento

PONTO CRÍTICO	VALOR TOTAL DE INVESTIMENTO (R\$ MILHÕES)
Queda de barreira	322,99
Erosão na pista	461,64
Buraco grande	579,40
Ponte caída	190,36
Ponte estreita	253,13
<b>TOTAL</b>	<b>1.807,52</b>

Fonte: Elaboração CNT.

<sup>42</sup>Dnit, 2017. Trata-se do valor médio entre os valores mínimo (0,0%) e máximo (20,0%) admitidos para esse fator.

<sup>43</sup>Há uma variação de 3,7% entre o menor e o maior valor.



A 200 m



# Considerações finais





Neste trabalho, foram apresentados e discutidos os pontos críticos registrados na Pesquisa CNT de Rodovias nos últimos 10 anos, bem como suas características, causas, soluções e investimentos.

A partir dos dados apresentados, verificou-se que a maioria dos pontos críticos existentes está em rodovias de gestão pública e em malha estadual. As causas são diversas; porém o trabalho de gerenciamento nas vias – mais presente em rodovias concedidas – é crucial tanto para a prevenção quanto para a solução logo no surgimento do problema.

O usuário, ao se deparar com um ponto crítico, tende a reduzir a velocidade e/ou desviar da ocorrência para que não aconteçam danos ao veículo ou um acidente. Isso pode aumentar o tempo de viagem, o consumo de combustível e o desgaste no veículo, dentre outros. Tal situação se agrava ao se verificar que nem sempre os pontos críticos têm sinalização adequada, de modo que o condutor não é alertado, com antecedência, para que possa agir com segurança.

Gerir e monitorar as rodovias, o que vai além da conservação da infraestrutura, traz impactos positivos para a sociedade, pois o valor da correção de um problema, em geral, é menor do que os custos de um acidente provocado por ele. O gerenciamento das condições da via, assim, é a alternativa mais barata e eficiente para garantir a segurança e a fluidez do tráfego aos usuários. As obras de conservação e manutenção rodoviária devem fazer parte do cronograma do órgão ou empresa que faz esse gerenciamento, seja a rodovia pública ou concedida.

Observou-se, a partir dos dados analisados, que as rodovias estaduais de gestão pública apresentaram as maiores densidades de pontos críticos no período entre 2012 e 2021, quando observadas todas as rodovias pesquisadas. Em 2021, tiveram destaque a CE-183, a PA-447 e a MA-303, com, respectivamente, 4,83, 4,29 e 3,23 pontos críticos a cada 10 quilômetros pesquisados – sendo todos, nesses casos, buracos grandes.

Em relação aos tipos de ponto crítico, a distribuição geográfica apresenta padrões distintos: ao longo do período analisado, as quedas de barreira se concentraram na região Sudeste; as erosões na pista, na região Norte; os buracos grandes, na região Nordeste; e as pontes caídas, também na região Norte – embora tenha se observado ocorrências mais dispersas no território em anos recentes.

Em termos de densidade dos tipos de pontos críticos em rodovias, destaca-se em 2021, além da já referida CE-183 – onde, a cada cerca de dois quilômetros percorridos pelo usuário, há um buraco grande –, a RJ-165, com 2,38 erosões na pista a cada 10 quilômetros, sendo que, nessa rodovia, existe uma erosão a cada 4,2 quilômetros, em média. Na BR-285/SC, com a maior densidade de quedas de barreira (1,36), há uma ocorrência a cada 7,3 quilômetros. Os problemas de ponte caída e ponte estreita não se concentram em rodovias específicas.



Ao analisar a malha total pesquisada, verifica-se o crescente aumento dos pontos críticos ao longo dos 10 últimos anos. Entre 2012 e 2021, houve um acréscimo de 481,5% na densidade de pontos críticos: de 0,27 ocorrências a cada 100 quilômetros, em 2012, para 1,57 em 2021, o maior valor nos últimos 10 anos, refletindo a insuficiência de investimentos na infraestrutura rodoviária no decorrer deste tempo.

Nesse sentido, a demora na resolução dos pontos críticos pode ser observada também pela sua recorrência no período analisado. Assim, mais de 22% dos problemas observados em 2021 já aconteciam em anos anteriores – isto é, se mantiveram ao longo dos anos ou foram sanados e voltaram a ocorrer. A maioria dos casos observados vem de 2019. Na análise realizada pelo método de clusterização, verificou-se que as erosões na pista são o tipo de ponto crítico que, proporcionalmente, mais perdura entre os anos considerados.

No que se refere à condição da sinalização, observa-se, nos dados da edição de 2021, que apenas 2,2% das ocorrências possuem sinalização adequada. Os pontos críticos como buracos grandes e pontes estreitas apresentam a maior porcentagem de locais sem sinalização – de 98,7% e 94,4%, respectivamente. Considera-se sinalização adequada aquela na qual os dispositivos de uso obrigatório estão presentes, delimitando toda a área de ocorrência, o que proporciona aos usuários, principalmente aos que não conhecem a via, mais segurança ao trafegar.

O total de investimentos para a solução dos pontos críticos encontrados nos 109.103 quilômetros pesquisados na edição de 2021 é de, aproximadamente, R\$ 1,8 bilhão – o que corresponde a cerca de 30% do valor total investido em infraestrutura rodoviária no mesmo ano (investimento público federal). O ponto crítico que necessita de maior volume de recursos para a sua resolução – dado o número de ocorrências, que é de quase 80% do total – é o buraco grande, que carece de, aproximadamente, R\$ 579,40 milhões. O investimento é essencial para a melhoria das condições de segurança do principal modo de transporte do país.

Com este estudo, a CNT busca contribuir para a melhoria das rodovias brasileiras por meio de uma análise de como os pontos críticos ocorrem e as ações para solucioná-los de forma adequada. Além disso, apresenta uma estimativa de investimentos para a resolução dessas ocorrências, permitindo que se tenha ideia dos volumes de recursos necessários à resolução da problemática.

Tais dados e informações podem subsidiar decisões e a priorização de ações por parte do gestor da via, seja pública ou concedida, bem como o direcionamento de recursos, propiciando aos usuários a fluidez desejada e a segurança na realização de suas viagens. Assim, a CNT atua no sentido de cumprir o seu papel de contribuir para a melhoria da infraestrutura de transporte, beneficiando os transportadores e a sociedade em geral.



Referências  
bibliográficas

10





ARAÚJO FILHO, J. O.; WINGE, M.; LEONARDOS, O. H. **Glossário Geológico Ilustrado**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Brasília, 2021. Disponível em: [sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/erodibilidade.htm](http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/erodibilidade.htm). Acesso em: 06 de dezembro de 2021.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 3 ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 set. 1997.

CARVALHO, P. A. S. **Manual de Geotécnica: Taludes de Rodovias: Orientação para Diagnósticos e Soluções de seus Problemas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2012**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2013**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2014**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2016**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2017**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2018**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2021**. Brasília: CNT, SEST, SENAT, 2021.



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Boletins Técnicos CNT**. Brasília: CNT, 2022.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN)/DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Sinalização Vertical de Advertência – Volume II**. Brasília, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN)/DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Sinalização Temporária – Volume VII**. Brasília, 2017.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN)/DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Dispositivos Auxiliares – Volume VI**. Brasília, 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais**. Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Conservação Rodoviária**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Especificação de Serviço nº 105**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2 ed. Rio de Janeiro, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma Dnit nº 154/2010 – ES. Pavimentação Asfáltica – Recuperação de Defeitos em Pavimentos Asfálticos – Especificação de Serviço**. 2010. Disponível em: [gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_154\\_2010\\_es-1.pdf](http://gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_154_2010_es-1.pdf). Acesso em: fev. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Instrução de Serviço / DG nº 10 de 02 de setembro de 2013**. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2013/instrucao-de-servico-dg-no-10-2013-crema-1.pdf>. Acesso em: fev. 2022.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. Anexo 01/2017 – Fator de Interferência do Tráfego.** 2017. Disponível em: [gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/manuais-de-custos-de-infraestrutura-de-transportes/volume01metodologiaeconceitos.rar](http://gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/manuais-de-custos-de-infraestrutura-de-transportes/volume01metodologiaeconceitos.rar). Acesso em: fev. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Custos Médios Gerenciais – Manual de Metodologia.** Diretoria Executiva. Brasília, 2019a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Custos Médios Gerenciais – Manual do Usuário.** Diretoria Executiva. Brasília, 2019b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Ofício-Circular nº 4.746/2019/ACE – DPP/DPP/DNIT SEDE.** 2019c. Disponível em: [gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/documentos/copy\\_of\\_SEI\\_DNIT4700968OfcioCircularReformulaoBDI.pdf](http://gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/documentos/copy_of_SEI_DNIT4700968OfcioCircularReformulaoBDI.pdf). Acesso em: fev. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Editais.** 2022. Disponível em: [dnit.gov.br/editais/consulta/editais2.asp](http://dnit.gov.br/editais/consulta/editais2.asp). Acesso em: fev. 2022.

EL DEBS, M. K. EL; TAKEYA, T. **Introdução às Pontes de Concreto.** Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Departamento de Engenharia de Estruturas. Notas de Aula. 2007.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV). Instituto Brasileiro de Economia (Ibre). **Simulador de Custos Médios Gerenciais (CMG).** 2019. Disponível em: [simuladorcmg-ibre.fgv.br](http://simuladorcmg-ibre.fgv.br). Acesso em: fev. 2022.

MENDES, P. T. C. **Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PIRES, R. R.; JUNIOR, G. N. R. C. Processos Erosivos em Rodovias: Uma Revisão Sistemática sobre os Métodos de Previsão e Monitoramento. **E&S Engineering and Science**, v. 7, n. 4, p. 2-23, 2018.