

# **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA EM TRECHOS URBANOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS**

**Cássio Leandro do Carmo**

**Archimedes Azevedo Raia Junior**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana

Universidade Federal de São Carlos

## **RESUMO**

Este artigo busca avaliar as condições da infraestrutura viária em trechos urbanos críticos das rodovias federais. De acordo com programas de segurança viária que adotam conceitos para um sistema de transportes seguro, como o Visão Zero, acidentes de trânsito, quando ocorrerem, não devem provocar vítimas fatais ou seriamente feridas. Este trabalho delimita os dados das ocorrências em cerca de 77.000 vítimas de acidentes, no período de 2010 a 2014, em trechos urbanos de rodovias federais brasileiras. Após segmentados a cada dez quilômetros, o número de vítimas foi contabilizado, e os trechos mais críticos, identificados. Os trinta segmentos com maior acidentalidade foram selecionados para a verificação da qualidade das condições de infraestrutura, com utilização da avaliação da Pesquisa CNT de Rodovias. Apenas 21% destes segmentos apresentaram pavimento, geometria e sinalização em condições boas ou ótimas, o que mostra a deficiência de, pelo menos, uma das características viárias nos trechos analisados.

## **ABSTRACT**

This paper aims to evaluate the conditions of road infrastructure in critical urban stretches of federal highways. According to road safety programs that adopt concepts for a safe system, such as Vision Zero, when crashes occur, they should not cause deaths or seriously injured victims. This work delimits the data of accidents in approximately 77,000 victims of crashes, in the period from 2010 to 2014, in urban stretches of Brazilian federal highways. After segmented every ten kilometers, the number of victims was counted, and the most critical sections were identified. Thirty segments with the highest accidentality rates were selected in order to verify the quality of infrastructure conditions, using the "Pesquisa CNT de Rodovias" (CNT Survey of Highways). Solely 21% of these segments presented pavement, geometry and road signaling in good or optimal conditions, which demonstrates the disability of at least one of the road characteristics in the analyzed sections.

## **1. INTRODUÇÃO**

Acidentes de trânsito provocam, anualmente, milhares de vítimas no Brasil. A insegurança viária tornou-se, nas últimas décadas, problema de saúde pública no país, na medida em que, além das perdas humanas, há ainda o custo das internações e tratamento de pessoas com lesões graves ocorridas nos acidentes. Apenas nas rodovias federais brasileiras, no ano de 2014, mais de 34.000 morreram ou ficaram gravemente feridas em acidentes, cerca de 40% destas vítimas nos trechos urbanos (PRF, 2015).

O programa de segurança viária Visão Zero, baseado no conceito de um sistema de transportes seguro, busca eliminar os acidentes de tráfego que provoquem vítimas com lesões fatais ou graves. É fundamentado na premissa que ninguém deveria morrer nos acidentes, ou seja, não aceita mortes como produto da mobilidade. Corroborando este novo paradigma, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, proposta pela Organização das Nações Unidas, estabelece, como meta até 2020, a redução pela metade do número de mortes e lesões causadas pelo trânsito em todo o mundo, e busca assegurar acesso a sistemas de transportes seguros, acessíveis, sustentáveis e a preços adequados a todos (UN, 2015). Estas novas diretrizes já são seguidas desde os anos mil novecentos e noventa por alguns países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). Entre os mais relevantes princípios para uma melhor segurança viária está a responsabilidade compartilhada de todos os componentes do sistema de trânsito. Assim, por exemplo, caso haja a imprudência e/ou erros humanos, o sistema deve ser capaz de mitigar as consequências. Em caso de acidentes, então, o risco de lesões graves ou mortes seriam reduzidos.

Conforme preconizam os princípios de um Sistema Seguro (*Safe System*), exemplificado na Visão Zero, a geometria e conservação das rodovias, com pavimentação e sinalização adequadas, além de um bom controle de operação, devem propiciar comportamento e direção seguros para motoristas, passageiros e pedestres. Programas de avaliação da infraestrutura viária (*Road Assessment Programmes – RAPs*) foram desenvolvidos e são executados, em muitos países, para avaliar os riscos associados à rede viária e identificar as maiores deficiências, com o objetivo de adotar medidas que possam melhorar as condições de segurança. Não há, no Brasil, uma avaliação similar que abranja toda a infraestrutura viária nacional, de acordo com os critérios estabelecidos por estes programas. Entretanto, a Confederação Nacional de Transportes (CNT) tem avaliado, há quase duas décadas, as condições das rodovias brasileiras, fundamentada em método próprio. Esta avaliação será considerada para a execução deste trabalho. Baseado em dados de acidentes de Polícia Rodoviária Federal (PRF) e da Pesquisa CNT de Rodovias, este artigo busca avaliar as condições de infraestrutura viária dos segmentos urbanos críticos das rodovias federais brasileiras, onde ocorreu grande parte dos acidentes que envolveram vítimas fatais ou que tiveram graves ferimentos.

## **2. SEGURANÇA VIÁRIA**

A segurança viária é o principal objetivo da engenharia de tráfego (ROESS, PRASSAS e McSHANE, 2011). Ações de planejamento e para uma infraestrutura de transportes adequada devem se somar, de forma que propiciem deslocamentos seguros, e minimizem os efeitos dos acidentes de trânsito, quando houver. Hoel, Garber e Sadek (2011) classificam as causas dos acidentes de trânsito em quatro categorias distintas: ações do condutor, condição do veículo, características geométricas da via e o ambiente físico ou climático em que o veículo trafega. Para Ferraz *et al.* (2012), a maioria dos acidentes de trânsito não pode ser associada a um único evento casual, mas por uma convergência de fatores. Entre estes fatores, Ferraz *et al.* (2012) citam a velocidade inapropriada e a ingestão de álcool e outras drogas como fatores de risco físicos relacionados ao ser humano; a manutenção inadequada como um dos fatores de risco associados aos veículos; chuva e vento forte como fatores associados ao meio ambiente; e como fatores de risco associados à via, os defeitos na superfície de rolamento, projeto geométrico inadequado, e a sinalização deficiente, diretamente associada à ocorrência de acidentes.

As características do projeto de uma rede rodoviária são, sem dúvida, relacionadas com sua segurança (ITF, 2017). Projeto geométrico das vias, a pavimentação e a sinalização concorrem diretamente para a ocorrência de acidentes de trânsito, e manutenção e elementos de engenharia adequados, abordados na próxima seção, certamente contribuem para a diminuição dos riscos e da gravidade dos acidentes.

### **2.1. Características das vias associadas aos acidentes de tráfego**

Para Pimenta e Oliveira (2004) e Pimenta *et al.* (2017), características geométricas inadequadas causam acidentes de tráfego, baixa eficiência e obsolescência precoce da rodovia, o que não deve ocorrer antes que os benefícios de sua construção justifiquem o investimento feito. Os autores observam, também, que a segurança de uma rodovia está diretamente relacionada com a visibilidade proporcionada. De acordo com Hoel, Garber e Sadek (2011), as rodovias devem ser projetadas para fornecer distância de visibilidade adequada na velocidade de projeto, ou os motoristas serão incapazes de tomar medidas corretivas para evitar a colisão. Antas *et al.* (2010) citam a visibilidade como um dos elementos de evidente e primordial importância para a segurança de uma rodovia, além de alertarem que, em relação ao traçado, uma excessiva

sinuosidade é prejudicial à segurança. Os autores afirmam, ainda, que a inexistência de acostamentos ou acostamentos com largura insuficiente prejudica a segurança da rodovia, assim como obstáculos laterais, como postes, árvores e sinais.

A importância de uma drenagem adequada é ressaltada por Pimenta e Oliveira (2004) e Pimenta *et al.* (2017), que afirmam serem necessários cuidados especiais com o escoamento das águas superficiais em trechos em nível ou em rampas muito suaves. A segurança em pistas molhadas, de acordo com Bernucci *et al.* (2008), pode ser considerada como um dos aspectos funcionais do pavimento, embora haja pouca tradição no país em sua avaliação nas rodovias. A aderência que o revestimento fornece ao pneu do veículo durante o seu movimento está, em termos de segurança viária, entre as características mais importantes. A camada de rolamento deve garantir uma via segura, mesmo em condições adversas de dirigibilidade (MATTOS, 2009).

Além da geometria e da pavimentação, Ferraz *et al.* (2012) argumentam que uma sinalização deficiente está diretamente associada à ocorrência de acidentes e, em especial, alguns aspectos são críticos, como a falta de visibilidade das linhas de demarcação de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória; a ausência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de raio pequeno; e a inexistência de avisos prévios de mudanças nas características, como por exemplo em obras e cruzamentos. De acordo Fujii (2017), a qualidade dos sistemas de sinalização viária e de seus elementos tem sido objeto de preocupação constante, com atenção cada vez maior à segurança no trânsito. A premissa básica para um bom desempenho da sinalização é de que as mensagens sejam transmitidas de modo que os usuários compreendam corretamente seu significado, com distância e tempo para a orientação de suas ações, ou seja, a sinalização viária deve ser eficiente para a tomada de decisão dos motoristas.

Segundo a Pesquisa CNT de Rodovias (CNT, SEST e SENAT, 2016), a condução segura de um veículo depende das condições e das características da via, associadas ao pavimento, à geometria da via e à sinalização. Essas características, somadas às especificidades dos veículos, aos fatores comportamentais dos motoristas e às condições climáticas, influenciam diretamente no grau de conforto e segurança de um sistema rodoviário e na segurança viária.

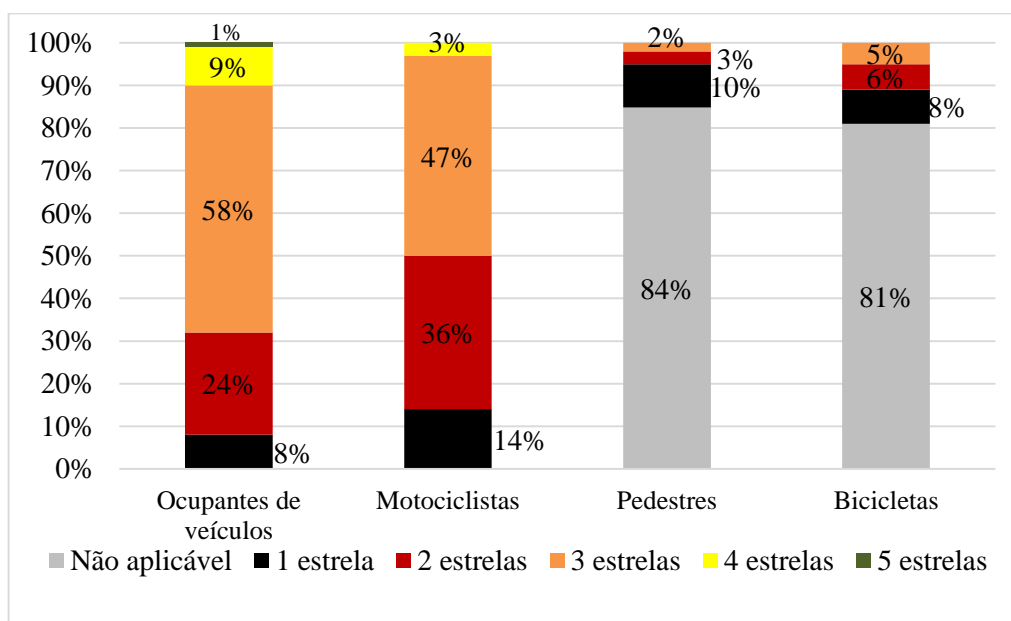
## **2.2 Métodos de avaliação da qualidade das rodovias**

### *2.2.1 International Road Assessment Programme (iRAP)*

A metodologia do *International Road Assessment Programme (iRAP)*, adotada em alguns países membros da OECD, insere-se no conceito do Sistema Seguro (*Safe System*) e foca a prevenção de óbitos e lesões graves no trânsito. A metodologia se baseia na ideia de que os usuários, mesmo com comportamento inadequado no trânsito, merecem ser “perdoados” pela engenharia (GOLD, 2017). As avaliações que seguem a metodologia do *International Road Assessment Programme (iRAP)* medem a qualidade da infraestrutura viária pela identificação dos riscos, baseada em pontuações, que determinam o número de estrelas das rodovias. As rodovias são inspecionadas e, em intervalos de 100 metros das rodovias, são coletados dados de mais de 40 atributos, que incluem limite de velocidade, curvas, interseções e calçadas. Informações sobre volume de veículos, bicicletas e pedestres são adicionadas (ITF, 2017). Fatores de risco são combinados com os dados coletados, e, como resultados do método, são padronizados em intervalos e ranqueados em estrelas, que avaliam a segurança dos trechos para diversos usuários, como ocupantes de veículos e bicicletas, motociclistas e pedestres. Notas mais altas (quatro ou cinco estrelas), mostram que rodovias ou ruas possuem elementos viários

que são apropriados à velocidade da via. Padrões mais baixos (uma ou duas estrelas) não possuem atributos compatíveis com as velocidades estabelecidas.

No Brasil, a metodologia *iRAP* foi aplicada em rodovias no Estado de São Paulo e federais (GOLD, 2017). Na avaliação em um trecho de 4.250 km de rodovias de São Paulo, os resultados combinados da classificação por estrelas demonstraram que há potencial para melhorar a infraestrutura rodoviária, para todos os usuários. Seções de rodovias com alto risco foram significativas no resultado. A maioria da rede viária pesquisada foi classificada com duas ou menos estrelas, para todos os tipos de usuários (*iRAP*, 2014). Nas rodovias federais brasileiras, um projeto piloto foi realizado em 2015 (*iRAP*, 2015), e avaliou 3.395 km em sete estados e no Distrito Federal. Para a categoria de usuários “ocupantes dos veículos”, 1% foi classificada como cinco estrelas, 9% quatro estrelas, e 58% três estrelas. Para “motociclistas”, 50% eram duas ou menos estrelas, conforme mostrado na figura 1.



**Figura 1:** Classificação das rodovias federais brasileiras, por categoria de usuários  
Fonte: *iRAP* (2015)

De acordo com a estimativa da qualidade das vias brasileiras, baseada na metodologia *iRAP* e conduzida pelo *International Transport Forum* (ITF, 2017), o Brasil possui menos de 50% das rodovias de pistas duplas classificadas com três estrelas ou mais, e pouco mais de 50% das pistas simples com mais de três estrelas, em relação à segurança dos ocupantes dos veículos. Nas vias urbanas, cerca de 60% são classificadas com três ou mais estrelas. Para os motociclistas, menos de 20% das rodovias com pistas duplas são classificadas com três ou mais estrelas, e 40% receberam esta classificação nas rodovias com pistas simples. Na parte urbana, cerca de 40% são ranqueadas nos mesmos padrões, com três ou mais estrelas.

### 2.2.2 Pesquisa CNT de Rodovias

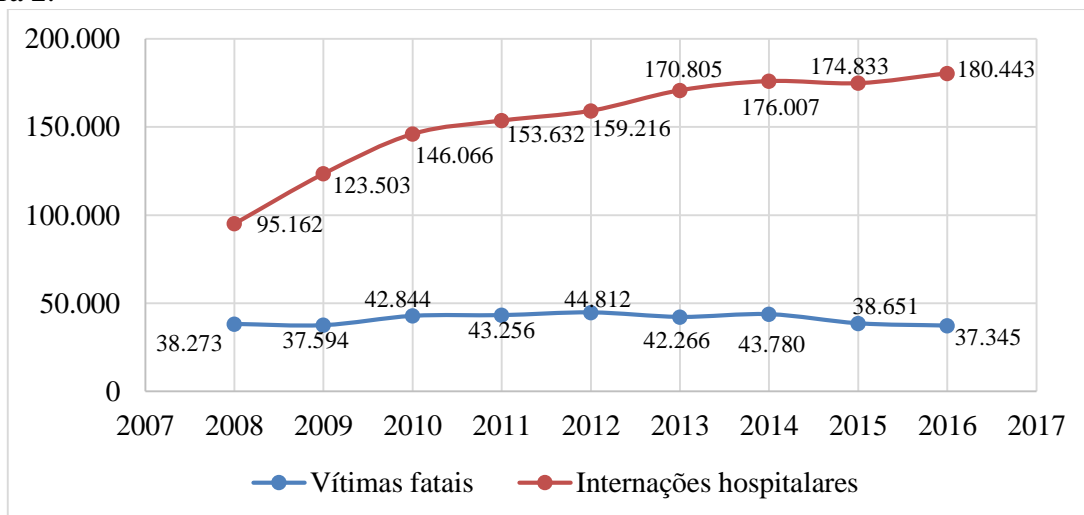
A Confederação Nacional de Transportes pesquisa, há quase vinte anos, as condições da malha rodoviária brasileira, incluindo as rodovias federais. O método proposto pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, SEST e SENAT, 2014) aborda os elementos pavimento, geometria da via e sinalização, em uma avaliação da rodovia, conforme a observação visual das

características em segmentos com extensão de até 10km. As variáveis consideradas pela Pesquisa CNT de Rodovias, para a caracterização do pavimento, são as condições da superfície, a velocidade devido ao pavimento e o pavimento do acostamento. Em relação à sinalização, são avaliadas as variáveis sinalização horizontal, vertical e dispositivos auxiliares. Para a caracterização da geometria das vias, a pesquisa coleta as variáveis: tipo de rodovia, perfil de rodovia, faixa adicional de subida, pontes/viadutos, curvas perigosas e acostamento. Todas estas variáveis são subdivididas em categorias, e pontos críticos das unidades de pesquisa são também registrados. As variáveis recebem coeficientes de ponderação, medidas de similaridade entre a situação real, observada em campo, e a condição ideal. Obtém-se, então, as notas em relação a cada uma das características observadas em campo, para uma unidade de pesquisa, pela soma dos valores atribuídos às variáveis primárias e combinadas. Tanto as condições do estado geral das rodovias, quanto das variáveis analisadas, são classificadas como ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo. Os resultados são divulgados, de modo agregado, em agrupamentos de unidades de pesquisa.

Na avaliação das rodovias federais brasileiras em 2014, por exemplo, em boas ou ótimas condições de pavimento estavam 57,7%, 42,5% para a sinalização, e 23,8% para a geometria das vias (CNT, SEST e SENAT, 2014).

### 3. SEGMENTOS URBANOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS

De acordo com a abordagem proposta neste estudo, baseada nos fundamentos de um sistema seguro de transportes, como aqueles utilizados em programas de segurança viária como o Visão Zero sueco, acidentes de trânsito não deveriam provocar vítimas fatais ou gravemente feridas. Para Johansson (2008), o programa Visão Zero é construído de acordo com a ideia que, se nem todos acidentes e colisões podem ser prevenidos, pode-se evitar, em princípio, a severidade das lesões. A Visão Zero não aceita mortes ou lesões graves no trânsito como produto da mobilidade (ITF, 2016). No Brasil, apesar dos esforços para se alcançar a meta proposta pela Década de Ação para a Segurança no Trânsito 2011 - 2020, de redução do número de acidentes e vítimas em acidentes de trânsito, os resultados são ainda insatisfatórios, como pode ser observado na figura 2.

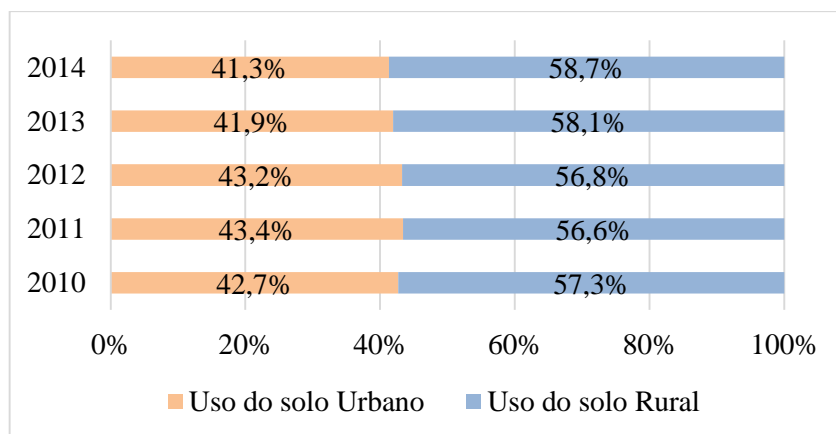


**Figura 2:** Mortes e internações hospitalares devido a acidentes de trânsito  
Fonte: MS (2018)

Nas rodovias federais brasileiras, de 2010 a 2014, período considerado nesta pesquisa, mais de 180.000 pessoas morreram ou tiveram lesões graves, de acordo com dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2015). Ressalta-se que a avaliação da gravidade da lesão esteve a critério do policial responsável pelo registro da ocorrência.

De acordo com a Confederação Nacional de Transporte (CNT, 2018), em uma avaliação em toda a extensão das rodovias federais para o ano de 2017, acidentes com vítimas ocorreram com mais frequência em trechos com condições positivas de estado geral (ótimo ou bom), comparados aos trechos com avaliação negativa. Porém, a gravidade foi maior em trechos com avaliação negativa. Nos trechos onde o pavimento é “ótimo” ou “bom”, o risco de uma pessoa morrer é maior quando comparado aos trechos inadequados (regular, ruim ou péssimo).

No período de 2010 a 2014, das 180.443 vítimas de acidentes, mais de 40% estavam em trechos urbanos das rodovias, conforme pode ser observado na figura 3.



**Figura 3:** Vítimas de acidentes de trânsito com lesões graves ou fatais, em rodovias federais, por uso do solo, de 2010 a 2014

Fonte: os autores, baseados em dados da PRF (2015)

Os trechos urbanos onde estavam estas vítimas foram identificados em segmentos de 10 km, para toda a malha rodoviária brasileira. Em um sistema de transportes seguros, como o *Safe System*, os acidentes com vítimas com tais gravidades não deveriam ter acontecido e, por isso, todos estes trechos são considerados, neste trabalho, críticos. De todos estes segmentos críticos, os 30 trechos com maior número de vítimas são mostrados na tabela 1.

**Tabela 1:** Trechos urbanos críticos das rodovias federais brasileiras

	Estado	Municípios	BR	km	Número de vítimas
1	CE	Fortaleza e Caucaia	222	0 a 10	972
2	ES	Serra	101	260 a 270	732
3	PA	Belém e Ananindeua	316	0 a 10	728
4	ES	Cariacica e Viana	262	0 a 10	713
5	SC	São José	101	200 a 210	680
6	PB	João Pessoa, Bayex e Santa Rita	230	30 a 40	486
7	AL	Maceió	316	280 a 290	485
8	SC	São José e Palhoça	101	210 a 220	484

9	CE	Fortaleza	116	0 a 10	482
10	GO	Goiânia e Aparecida de Goiânia	153	500 a 510	474
11	AL	Maceió	316	270 a 280	460
12	PB	João Pessoa	230	20 a 30	427
13	MG	Betim	381	490 a 500	402
14	PI	Teresina	316	0 a 10	392
15	SC	Biguaçu e São José	101	190 a 200	380
16	ES	Linhares	101	140 a 150	378
17	MG	Contagem e Betim	381	480 a 490	364
18	PR	Maringá	376	170 a 180	357
19	MA	São Luís	135	0 a 10	330
20	GO	Valparaíso e Luziânia	40	0 a 10	329
21	ES	Serra	101	250 a 260	321
22	RO	Porto Velho	319	20 a 30	317
23	RN	Natal	101	90 a 100	315
24	PA	Marituba, Dom Eliseu e Benevides	316	10 a 20	314
25	AL	Rio Largo e Maceió	104	90 a 100	313
26	PE	Recife e Jaboatão dos Guararapes	101	70 a 80	311
27	PI	Teresina	343	340 a 350	308
28	SP	Taboão da Serra, Itapeperica da Serra e Embu	116	270 a 280	305
29	PR	Foz do Iguaçu	277	720 a 730	299
30	MG	Contagem	40	520 a 530	294

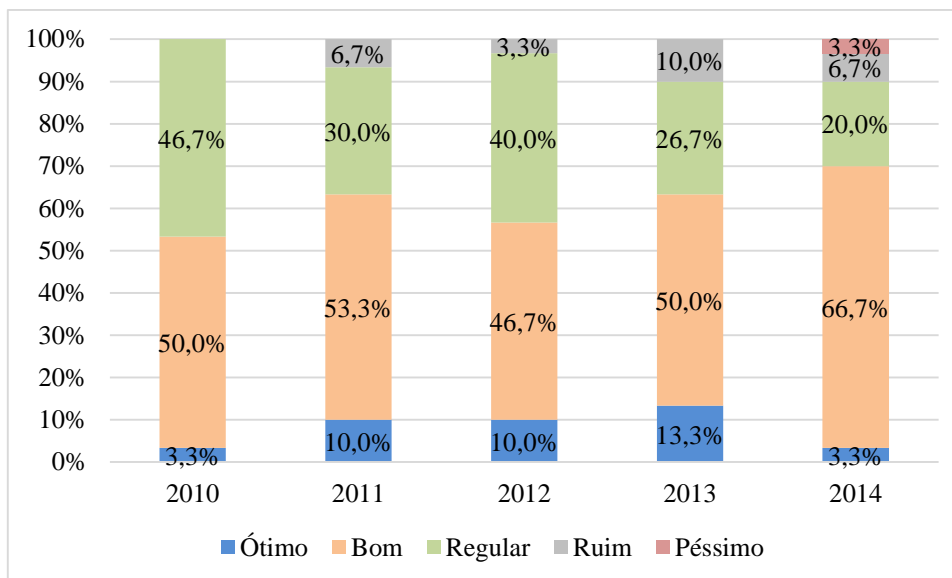
Fonte: os autores, baseados em dados da PRF (2015)

Selecionados estes segmentos, na próxima seção é feita uma avaliação das suas condições de infraestrutura, conforme a pesquisa CNT de rodovias.

### 3.1. Avaliação das condições de infraestrutura viária dos trechos urbanos críticos

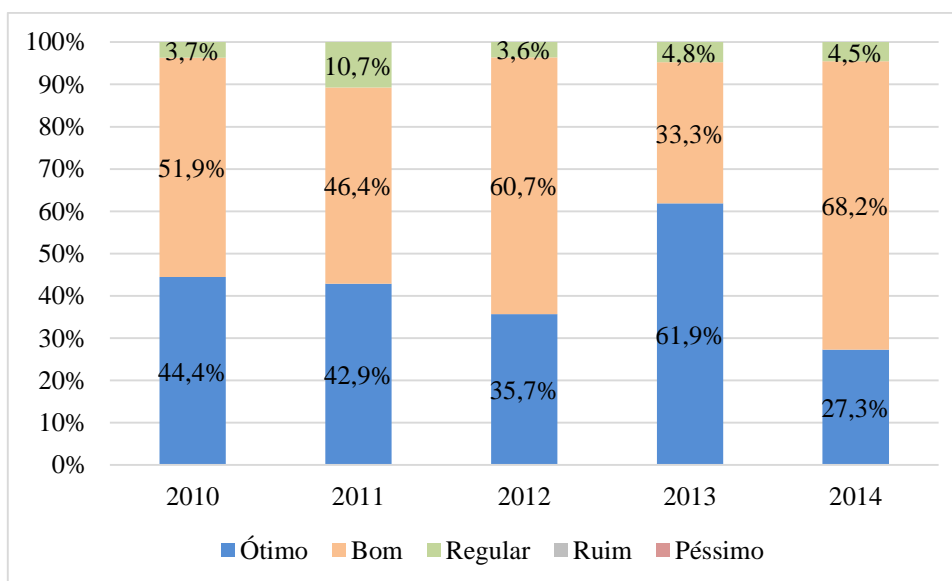
Para os 30 segmentos urbanos pesquisados, foram analisadas, no período de 2010 a 2014, as classificações em relação ao estado geral, e das características do pavimento, da sinalização e da geometria. Tal análise foi feita por meio da consulta da Pesquisa CNT de Rodovias (CNT, SEST e SENAT, 2014), para cada um dos anos. Como se tratava de uma avaliação de 30 segmentos, em cinco anos, poder-se-ia obter 150 resultados (cinco resultados para cada trecho). Porém, como os resultados da pesquisa rodoviária são divulgados de forma agregada para as rodovias, em 24 das classificações não retratavam a característica do trecho analisado. Foi considerada, para estes casos, apenas a classificação do estado geral, não sendo possível se conhecer as condições das características da sinalização, da geometria e do pavimento.

Desta forma, as análises a seguir são baseados na classificação dos 150 estados gerais obtidos, e dos resultados das 126 condições das variáveis desagregadas. O estado geral dos trechos analisados, de acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias, é mostrado na figura 4.



**Figura 4:** Estado geral dos trinta trechos urbanos críticos  
 Fonte: os autores, baseados em dados de CNT, SEST e SENAT

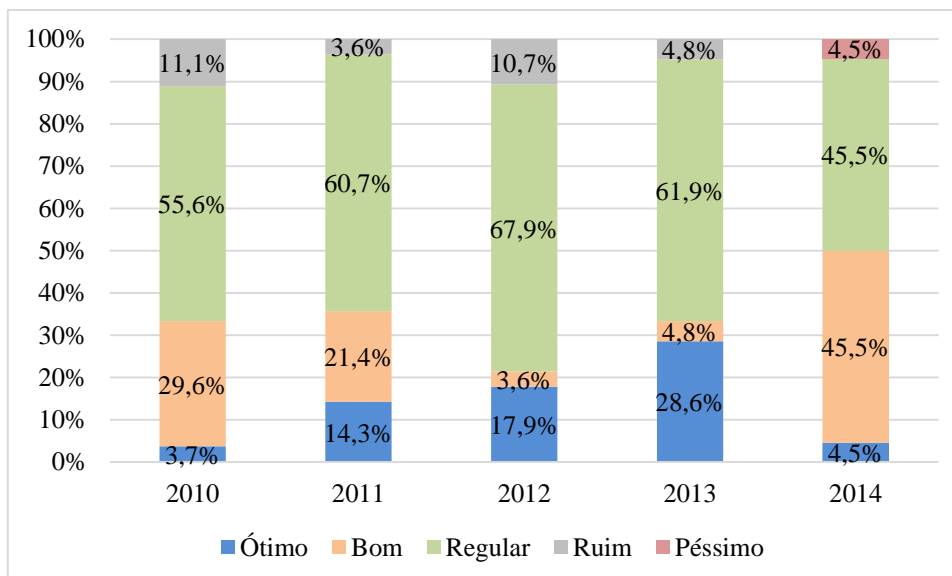
Mais da metade dos trechos analisados foram classificados como “bom” ou “ótimo”. Tal classificação reflete, em muitos casos, a boa qualidade da pavimentação, conforme é apresentado na figura 5.



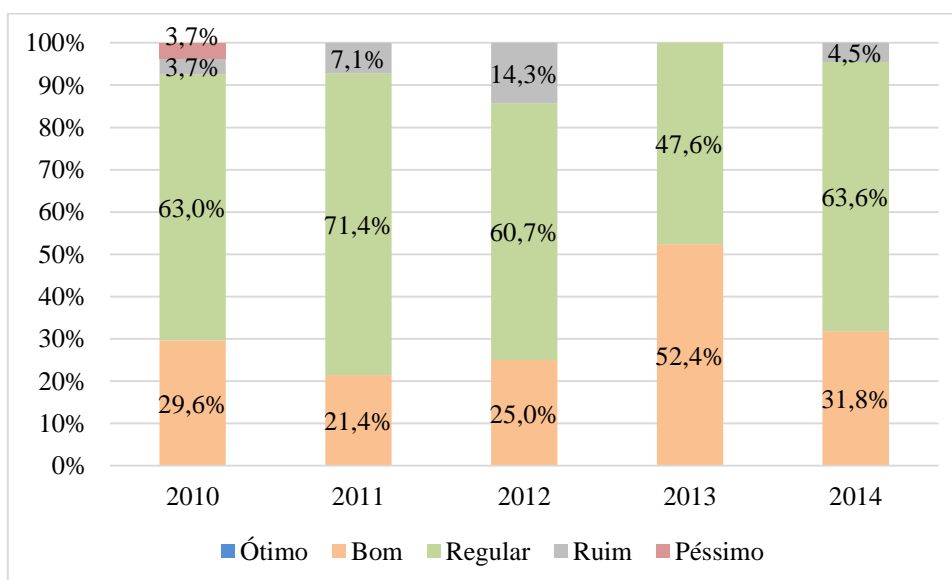
**Figura 5:** Qualidade da pavimentação nos trechos urbanos críticos das rodovias federais  
 Fonte: os autores, baseados em dados de CNT, SEST e SENAT

A classificação das características da geometria e da sinalização, porém, não manteve o padrão de qualidade do pavimento. Condições boas ou regulares, nos segmentos avaliados, foram encontradas na maior parte da avaliação da sinalização (figura 6), e da geometria (figura 7), que não obteve nenhum conceito ótimo. Condições adequadas (ótimo ou bom) de sinalização ou geometria estavam presentes em uma pequena parte dos segmentos analisados.





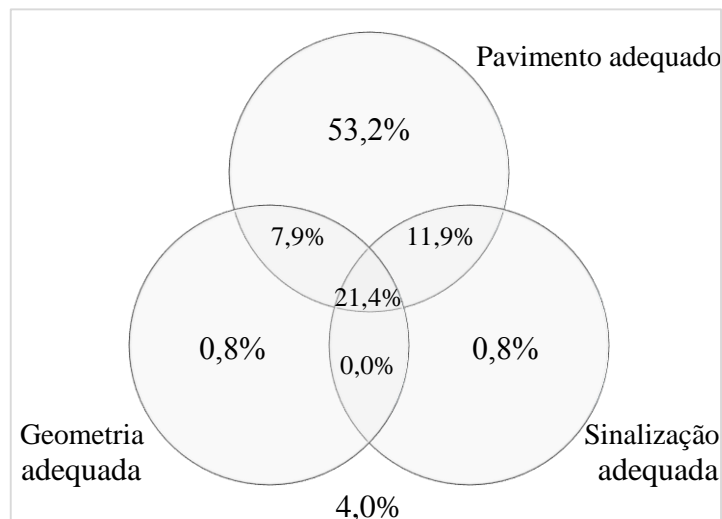
**Figura 6:** Qualidade da sinalização nos trechos urbanos críticos das rodovias federais  
 Fonte: os autores, baseados em dados de CNT, SEST e SENAT



**Figura 7:** Qualidade da geometria nos trechos urbanos críticos das rodovias federais  
 Fonte: os autores, baseados em dados de CNT, SEST e SENAT

Observa-se que, em mais da metade dos 30 trechos urbanos mais críticos analisados, as rodovias podem ser caracterizadas como adequadas (boas ou ótimas), quando da análise de seu estado geral.

Entretanto, quando se consideram todos os fatores viários em condições adequadas de infraestrutura (ou seja, pavimento, geometria e sinalização em boas ou ótimas condições), apenas em 21% dos casos os segmentos foram bem avaliados. A figura 8 mostra, em porcentagem, a adequação das condições de infraestrutura, desagregadas.



**Figura 8:** Adequação das condições de infraestrutura nos 30 segmentos pesquisados  
 Fonte: os autores, baseados em dados de CNT, SEST e SENAT

Com isso, em quase 60% das avaliações, pelo menos dois fatores estavam em condições inadequadas, o que demonstra a baixa qualidade da infraestrutura rodoviária urbana, e a possibilidade de os fatores viários contribuírem para a ocorrência de acidentes.

De todos os 30 trechos avaliados, quatro estavam em boas ou ótimas condições, em todos os anos: dos quilômetros 190 a 220 da BR-101, em Santa Catarina, e dos quilômetros 170 a 180, na BR-116, em São Paulo. A rodovia BR-277, no Paraná (quilômetros 720 a 730) também apresentou condições adequadas, para todas as variáveis, na maioria dos anos pesquisados. Isto evidencia que outros fatores, como volume e composição de tráfego, também possam contribuir para o excesso de acidentes graves. Tais encontros também foram observados nos trabalhos de Carmo e Raia Jr. (2016) e Carmo e Raia Jr. (2017).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliar as condições de infraestrutura foi o objetivo principal deste trabalho. Diferentemente do que ocorre nas avaliações do *iRAP*, o método da CNT não considera, entre as variáveis e categorias, a acidentalidade viária. Assim, mesmo trechos com alto número de acidentes e vítimas podem ser considerados bons ou ótimos. De uma forma geral, mais da metade dos trechos urbanos possuíam condições adequadas de infraestrutura em seu estado geral, incompatíveis com alto número de acidentes graves. Em alguns casos, segmentos classificados como ótimos também apresentaram grande acidentalidade. Tal resultado aponta a necessidade de um aprofundamento de estudo para cada local, a fim de se descobrir outras variáveis que contribuam para os acidentes. Apesar do estado geral considerado “bom” em alguns casos, uma das variáveis apresentava-se nos estados regular, ruim ou péssimo. Apenas 21% dos segmentos apresentaram condições adequadas no período analisado, o que mostra o potencial de melhorias da infraestrutura rodoviária urbana. Tal incremento é necessário para que o país possa alcançar melhores índices de segurança viária, compatíveis com as metas propostas pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antas, P. M.; A. Vieira; E. A. Gonçalo; L. A. S. Lopes (2010) *Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem*. Editora Interciência, 282p, Rio de Janeiro.
- Bernucci, L. B.; L. M. G. Motta; J. A. P. Ceratti; J. B. Soares (2008) *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*. PETROBRÁS; ABEDA, 504 f. Rio de Janeiro.
- Carmo, C. L.; A. A. Raia Jr. (2016) Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais no estado de São Paulo, Brasil. In: 7º CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2016, Maceió. *Anais do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável-Pluris: contrastes, contradições, complexidades: desafios urbanos no Século XXI*, Maceió, p. 1-12.
- Carmo, C. L.; A. A. Raia Jr. (2016) Rodovias federais brasileiras inseridas em áreas urbanas: segurança viária no estado do Paraná. In: XXXI CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2017, Recife. *Anais do XXXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, Rio de Janeiro, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, p. 3.164-3.175.
- CNT; SEST; SENAT (2014) *Pesquisa CNT de rodovias 2014: relatório gerencial*. 2014. Confederação Nacional do Transporte; Serviço Social do Transporte; Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, 388p, Brasília.
- CNT; SEST; SENAT (2016) *Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial*. 2016. Confederação Nacional do Transporte; Serviço Social do Transporte; Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, 399p, Brasília.
- CNT (2018) *Acidentes rodoviários e a infraestrutura*. Confederação Nacional do Transporte. 132p, Brasília.
- Ferraz, A. C. P. "C"; A. A. Raia Jr.; Bezerra, B. S.; J. T. Bastos; K. C. R. Silva (2012) *Segurança Viária*. Suprema Gráfica e Editora, 322p. São Carlos.
- Fujii, W. Y. (2017) *Avaliação do desempenho dos elementos de sinalização viária em rodovias*. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 169 p., São Paulo.
- Gold, P. (2017) International Road Assessment Programme – iRAP. *Revista dos Transportes Públicos*, nº 147, p. 77-93, 3º quadrimestre.
- Hoel, L. A.; N. J. Garber; A. W. Sadek (2011) *Engenharia de Infraestrutura de Transportes: uma integração multimodal*. Cengage Learning, São Paulo.
- iRAP (2014) *iRAP Brazil – Sao Paulo Technical Report*. International Road Assessment Programme 2014. Basingstoke, UK.
- iRAP (2015) *Federative Republic of Brazil iRAP – Pilot Technical Report Federal Highways*. Basingstoke, UK.
- ITF (2016) International Transport Forum. *Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System*. OECD Publishing, Paris.
- ITF (2017) International Transport Forum. *Benchmarking Road Safety in Latin America: Análisis de Políticas de Casos Específicos*. OECD Publishing, Paris.
- Johansson, R. (2008) Implementing a policy for traffic safety. *Safety Science* 47, p. 826-831. doi: 10.1016/j.ssci.2008.10.023.
- Mattos, J. R. G. (2009) *Avaliação da aderência pneu-pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MS (2018) Ministério da Saúde. Datasus. *MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- MS (2018) Ministério da Saúde. Datasus. *MS/SVS/CGIAE – Morbidade hospitalar do SUS por causas externas*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/fruf.def>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- Pimenta, C. R. T.; M. P. (2004) Oliveira *Projeto Geométrico de Rodovias*. 2ª edição. RiMa Editora, 198p, São Carlos.
- Pimenta, C. R. T.; I. Silva; M. P. Oliveira; P. C. L. Segantine (2017) *Projeto Geométrico de Rodovias*. 1ª edição. Elsevier, 327p, Rio de Janeiro.
- PRF (2015) Polícia Rodoviária Federal. *Estatística de Acidentes nas Rodovias Federais*. Brasília.
- Roess, R. P.; E. S. Prassas; W. R. McShane (2011) *Traffic engineering*. 4th ed. Pearson.
- UN (2015). *New Sustainable Development Agenda*. United Nations. Disponível em: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E). Acesso em: 22 de fev. 2017.