

## ACIDENTALIDADE NA MALHA RODOVIÁRIA DA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

**RESUMO:** Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem todos os anos no trânsito no mundo todo, fazendo com que ele seja a principal causa de lesões e mortes por causas externas. Em vista disso, a Assembleia Geral das Nações Unidas, sob a coordenação da Organização Mundial da Saúde, em 2010, proclamou o período 2011-2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária. Como meta inicial global, primeiramente, tem-se a estabilização do número de mortes e, em seguida, a sua redução para cerca de 50% do padrão encontrado em 2010. Neste contexto, a classificação da rede viária regional, em função da acidentalidade, é fundamental na definição de prioridades de intervenção. Este trabalho tem como objetivo geral analisar a evolução da acidentalidade da malha rodoviária da região central do estado de São Paulo (DR-4 DER-SP), compreendido no período de 2010 a 2014. Os dados de acidentes são fornecidos pelo Departamento de Estradas de Rodagens de São Paulo. Como objetivo específico tem-se a obtenção de pontos críticos da malha, levando-se em conta a taxa de *severidade* e a *taxa de acidentes*. A partir destes resultados poderá ser conhecida a realidade da acidentalidade da malha, tendo como embasamento a Década de Segurança Viária. A obtenção do resultado global brasileiro depende de evolução favorável das partes. Os resultados poderão ser úteis à gestão rodoviária, no sentido de proporcionar ações de melhorias na segurança.

**Palavras-chave:** Malha Rodoviária, Acidentes de Tráfego, Segurança Viária.

**ABSTRACT:** More than 1.2 million people die every year in traffic all over the world, making it the leading cause of injury and death from external causes. In view of this, the United Nations General Assembly, under the coordination of the World Health Organization, in 2010 proclaimed the period 2011-2020 as the Decade of Action for Road Safety. As the initial global goal, we first have to stabilize the number of deaths and then reduce them to about 50% of the standard found in 2010. In this context, the classification of the regional road network, due to accidentality, is fundamental in the definition of intervention priorities. Thus, this work has as general objective to analyze the evolution of the accidentality of the road network of the central region of the state of São Paulo (DR-4 DER-SP), comprised between 2010 and 2014. The accident data are provided by the São Paulo Motorway Department. The specific objective is to obtain critical points of the road network, taking into account the severity rate and the accident rate. From these results, the reality of the accidentality of the road network can be known, based on the Decade of Road Safety. The achievement of the Brazilian overall result depends on the favorable evolution of the parts. The results may be useful for road management, in order to provide actions for safety improvements.

Keywords: Road Network, Traffic Accidents, Road Safety.

## INTRODUÇÃO

Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem, anualmente, no trânsito no mundo, fazendo com que ele seja uma das principais causas de lesões e mortes de causas externas. A maioria destas mortes ocorre em países de baixa e média rendas, onde o rápido

crescimento econômico tem sido acompanhado pelo aumento das lesões e óbitos no trânsito. Considerados pela Organização Mundial de Saúde como um problema de saúde pública, os acidentes de trânsito estão relacionados com a questão de desenvolvimento. Países de baixa e média rendas perdem cerca de 3% do Produto Interno Bruto, como resultado dos custos de acidentes de trânsito (WHO, 2015). Embora os acidentes de trânsito ocorram diariamente, eles são, em geral, previsíveis e evitáveis, como pode ser verificado pela grande quantidade de evidências dos principais fatores de risco e medidas eficazes de segurança rodoviária que efetivamente funcionam na prática (WHO, 2017). Em vista disso, a Resolução 64/255/2010, da Assembleia Geral das Nações Unidas, sob a coordenação da Organização Mundial da Saúde, proclamou o período 2011-2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária, com meta global de estabilização do número de óbitos e redução do número de mortes em 50% (WHO, 2011).

Tal como tem ocorrido com outros países do continente latino-americano e caribenho, na última década, o Brasil conheceu um aumento demográfico significativo, acompanhado por crescimento na taxa de motorização e, por conseguinte, elevação no nível de exposição ao risco de acidentes. Entre 2000 e 2010, o Brasil teve um crescimento na taxa de óbitos, registrando ao final deste período, 21,5 mortes/100 mil habitantes, bem acima daquela registrada pela América Latina e Caribe, 17,2 mortes/100 mil habitantes (BID, 2013). Os métodos de identificação dos locais de acumulação de acidentes, por sua vez, objetivam determinar aqueles que estejam associados a níveis de segurança viária que ponham em risco seus usuários - motoristas, passageiros, pedestres, ciclistas - ou mesmo os danos em veículos (DNIT, 2009). Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015), cerca de 170 mil acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais brasileiras, em 2014, geraram custos para a sociedade de R\$ 12,3 bilhões. Destes 64,7% foram associados às vítimas dos acidentes, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou mortes, e 34,7% associados aos veículos, como danos materiais e perda de cargas, além dos procedimentos de remoção dos veículos acidentados etc. Neste sentido, vale a pena citar, como exemplo, o estudo da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2015), que apontou que o Brasil tem prejuízo anual de R\$ 3,8 bilhões,

somente com a exportação de grãos, devido às péssimas condições do pavimento das rodovias.

Portanto, proporcionar segurança e eficiência operacional nas rodovias também significa economia nos custos de transportes e logísticos. Um sistema mais eficaz torna o país mais competitivo no mercado nacional e na exportação de seus produtos, além de poupar a morte e lesões graves em milhares de brasileiros. A primeira etapa de qualquer programa de melhoria na segurança rodoviária, associada à circulação de veículos e demais usuários, é a identificação e classificação dos locais problemáticos quanto à segurança. Nos modernos modelos de Gestão da Qualidade, considera-se como um pilar importante, a chamada de Gestão por Processos, que “traz consigo a ideia de que é necessária a identificação clara dos fatores e das atividades que tornam possível o funcionamento da organização” (ANTP, 2013). Para o país, cujo órgão nacional executivo é o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), atingir aos objetivos estabelecidos pela Década, seria importante implantar uma gestão por processos, em diversos níveis e segmentação, com o propósito de se atingir as metas estabelecidas no espaço e tempo. “Quando o domínio dos processos é pleno, há previsibilidade dos resultados, o que serve de base para implementar inovações e melhorias” (ANTP, 2013). No caso deste estudo, estabeleceu-se que um dentre os diversos processos do sistema de trânsito seria parte da malha rodoviária do estado de São Paulo, aquela gerenciada pela DR-4 DER SP-Diretoria Regional 4 do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. Diante do exposto, o objetivo geral deste estudo é analisar a evolução da (in)segurança de trânsito, medida através da acidentalidade viária da malha rodoviária sob responsabilidade da DR-4 DER SP, tendo-se como arcabouço a Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020. O objetivo específico prevê a determinação dos principais pontos críticos da malha e a evolução de suas taxas de acidentalidade.

## **ESTUDOS SOBRE SEGURANÇA RODOVIÁRIA**

Estudos de transportes nas cidades, nos dias atuais, deixaram de ter o enfoque somente no urbano e passaram a ter como escopo viagens urbano-regionais, uma vez que,

diariamente, milhares de pessoas se deslocam, principalmente, com destino às cidades maiores, considerados polos regionais, com objetivos de trabalho, estudo, saúde etc. Considerando-se a atual conjuntura econômica brasileira, gestões técnico-financeiras eficientes poderão ser obtidas com facilidade caso sejam identificadas as prioridades de futuros investimentos. Assim, estudos sobre redes viárias regionais, tendo como base a acidentalidade viária, são de grande importância no processo de definição de prioridades de intervenção. Além disso, o Brasil está no grupo de países abrangidos pela Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020, do qual fazem parte aqueles que possuem taxas de mortalidade muito altas e que não vêm obtendo êxito na sua mitigação. Esforços consideráveis têm sido feitos, nos últimos anos, para tornar as viagens rodoviárias mais seguras. Engenheiros de tráfego continuam a enfatizar a identificação de fatores causais para acidentes em seções individuais e em diferentes classes funcionais de rodovias (NICHOLAS e KASSEBAUM, 2008).

Nogueira, Ribeiro e Rodrigues (2013) realizaram estudo, em Portugal, que apresentou um modelo de classificação da rede viária, em função da acidentalidade. Foi desenvolvida uma equação para se calcular um Índice de Acidentes Rodoviário, através da combinação dos indicadores: Indicador de Gravidade, Indicador de Danos Materiais e o Indicador dos Custos. O concelho de Barcelos foi adotado como estudo de caso. O método para analisar a rede viária foi colocado em prática para determinar as vias com maior número de colisões. Por sua vez, Silva, Macedo e Rabbani (2016) identificaram e analisaram os pontos negros de um trecho da BR-101, em Pernambuco. Para que os pontos críticos fossem identificados, usou-se três diferentes métodos: i) frequência de acidentes por quilômetro, ii) taxa de acidentes, e iii) taxa crítica de acidentes. Usando-se os três métodos, foi possível fazer uma correlação entre eles para, posteriormente, definir-se o método mais adequado para se obter os pontos negros, mapeá-los, e fazer seu diagnóstico de segurança.

Em outro estudo, França (2008) considerou as rodovias estaduais de Santa Catarina, no qual diagnosticou os acidentes de trânsito, entre 2002 e 2005. França escolheu a análise de segmentos das rodovias com a quantidade total de acidentes, desagregando segundo os tipos de acidentes e também pelo número de mortes. Não foi

utilizado nenhum método específico para o cálculo dos pontos críticos, mapeando-se os acidentes somente de acordo com a sua frequência. Silva, Menezes e Neder (2015) analisaram, teórica e empiricamente, a relação entre a qualidade da malha rodoviária e os custos associados a esta infraestrutura. A pesquisa, fazendo-se uso de modelos econométricos, rejeitou a hipótese de que uma malha rodoviária de qualidade superior diminui o número de acidentes. Este fato poderia ser explicado pelo motivo de que, nas melhores rodovias, o nível de atenção dos motoristas pode declinar, elevando a velocidade média por eles desenvolvida e também pelo crescente fluxo de veículos nessas vias.

Já, Silva (2008) aborda estudos sobre métodos de levantamento de defeitos e avaliação das condições estruturais, funcionais e de segurança dos pavimentos asfálticos nas estradas estaduais sob a jurisdição do DER/SP. Apresenta Silva, ainda, um Sistema de Gerência de Pavimentos, com as peculiaridades regionais do estado de São Paulo. Procura conseguir através deste sistema maior eficiência na obtenção de dados e na análise para escolher soluções técnicas e economicamente mais viáveis, para a construção, restauração e conservação de rodovias. Assim, este trabalho tem também como meta explorar as metodologias para definição de pontos críticos, para assim contribuir e identificar quais trechos da malha viária em questão precisam de intervenção, por conseguinte, diminuição dos acidentes graves. Um dos aspectos importantes no estudo da segurança viária é aquele relacionado com a identificação de pontos críticos de acidentes, utilizando ferramentas que auxiliam essa identificação, como os mapas de acidentes, que podem ser úteis e necessários para a elaboração de medidas mitigadoras.

## **PONTOS CRÍTICOS**

A terminologia usada para denominar locais com alto volume de acidentes varia segundo os países: pontos negros, pontos críticos ou locais críticos (GOLD, 1998; MT, 2002; ELVIK, 2007; FERRAZ, RAIA Jr. e BEZERRA, 2008; SECO *et al.*, 2008; HUTCHINSON, 2011; FERRAZ *et al.*, 2012). Ponto crítico, segundo a definição geral, se caracteriza por um local específico que apresenta uma frequência de acidentes de trânsito excepcionalmente elevada, segundo os índices gerais da malha viária. Não existe uma

definição absoluta do tipo: “um ponto crítico é um local com mais de ‘x’ acidentes por ano”. Não obstante, poderiam ser adotadas, temporariamente, definições desse tipo para fins de dimensionamento de políticas e programas de redução de acidentes (GOLD, 1998). Para Ferraz, Raia Jr. e Bezerra (2008) e Ferraz *et al.* (2012), é de fundamental importância que se identifique os locais onde é maior a concentração de acidentes (locais críticos), que podem ser um ponto da via (interseção ou trecho com pequena extensão), um trecho de via (segmento relativamente extenso), uma área (espaço compreendendo várias vias) ou lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, interseções semaforizadas etc.).

A identificação dos locais críticos e a natureza dos acidentes críticos - considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas - constitui o trabalho mais importante, com o objetivo de se definir ações mitigadoras a serem implementadas, quer seja no âmbito da Engenharia, da Educação, do Esforço Legal, Medicina de Tráfego etc. Elvik (2007) descreve que os países da Europa, tais como Áustria, Dinamarca, Alemanha, Hungria, Noruega, Portugal e Suíça, identificam os locais críticos em termos de frequência de acidentes. A única exceção é Portugal, que usa uma definição de ponto crítico pelo método empírico de Bayes. A Austrália, por sua vez, possui um programa de identificação dos pontos críticos (*Black Spot Programme*) e a definição de lugar crítico é o local que apresenta números de acidentes incomuns com relação a outro local. Os programas para identificação de locais críticos possuem bons resultados quanto à relação custo-efetividade e a diminuição de acidentes de trânsito. No estado de *South Australia*, o local crítico é definido como sendo aquele em que ocorreram pelo menos três acidentes em cinco anos (HUTCHINSON, 2011).

Em Portugal, a definição de local crítico é a extensão de rodovia com o máximo de 200 metros, no qual, no ano em análise, se registrou pelo menos 5 acidentes com vítimas e cujo valor do indicador de gravidade é superior a 20 (SECO *et al.*, 2008). Em outros países, outros critérios são utilizados para se determinar o local crítico como, por exemplo, na Áustria, na qual o *black spot* é definido segundo dois critérios: i) o local deve conter três ou mais acidentes dentro do período de três anos, e ii) possuir um coeficiente relativo de pelo menos 0,8 (ELVIK, 2007). Os procedimentos disponíveis para identificação de locais que

apresentam um padrão anormal de segurança viária baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária.

## DADOS E MÉTODO

O método empregado nesta pesquisa está descrita a seguir. Os dados sobre acidentes são disponibilizados pela DR-4 DER-SP.

**Processo de coleta de dados** – os dados de acidentes constam em Boletins de Ocorrência, elaborados pela Polícia Militar Rodoviária, que farão parte de relatórios anuais. O horizonte temporal desta pesquisa corresponde ao período de 2010 a 2014, sendo 2010 o ano imediatamente anterior ao início Década de Segurança.

**Tratamento dos dados** - Os dados a serem extraídos dos relatórios passam por processo de análise, verificação de consistência e sistematização para compor o banco de dados relacional. Aqueles que parecerem suspeitos devem ter sua validação verificada junto aos técnicos do DER.

**Banco de dados** – o banco de dados relacional é construído contendo dados dos acidentes e dados a ele relacionados, fazendo-se uso de planilha eletrônica, levando-se em conta a série histórica considerada.

**Definição dos pontos críticos** – Duas foram as técnicas escolhidas para o cálculo dos pontos críticos na malha rodoviária, conforme previsto em MT (2002): i) *Taxa de Acidentes* e ii) *Taxa de Severidade*. As duas taxas mostraram os pontos com maior número de acidentes por milhões de veículos x km e por maior UPS-Unidade Padrão de Severidade por milhões de veículos x km. Elas possuem a vantagem de ponderar o número de acidentes pelos volumes veiculares dos locais.

A Taxa de Acidentes é calculada pela equação (1).

$$T_A = \frac{A \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (1)$$

Onde:

$T_A$ : acidentes por milhões de veículos x km

A: número de acidentes no trecho

P: período do estudo, em dias (geralmente 365 dias)

V: volume médio diário que passa no trecho

E: extensão do trecho (em km)

A Taxa de Severidade é calculada pela equação (2).

$$T_S = \frac{N^{\circ} \text{ de UPS} \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (2)$$

Onde:

Ts: acidentes por milhões de veículos x km

UPS: unidade padrão de severidade

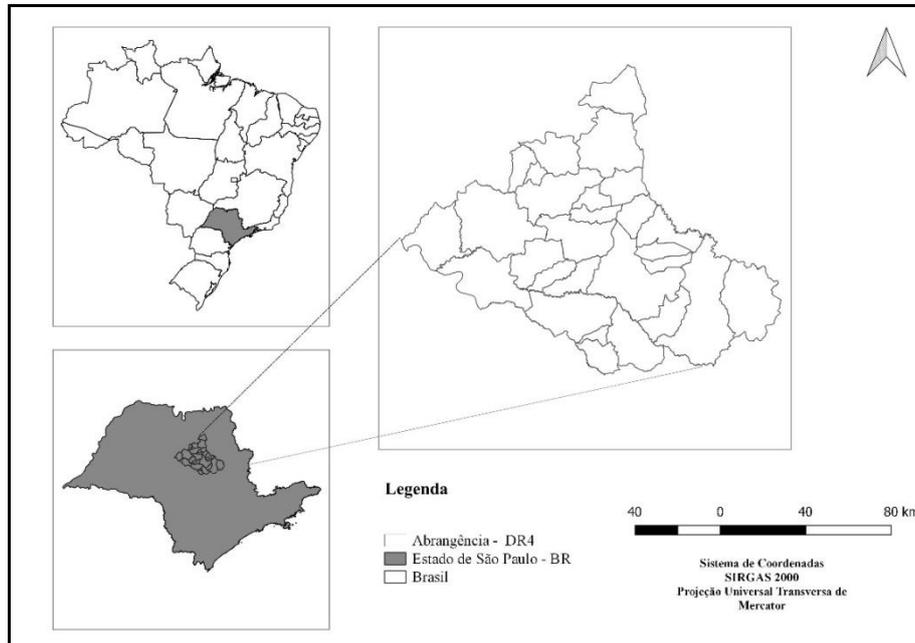
P: período do estudo, em dias (geralmente 365 dias)

V: volume médio diário que passa no trecho

E: extensão do trecho (em km)

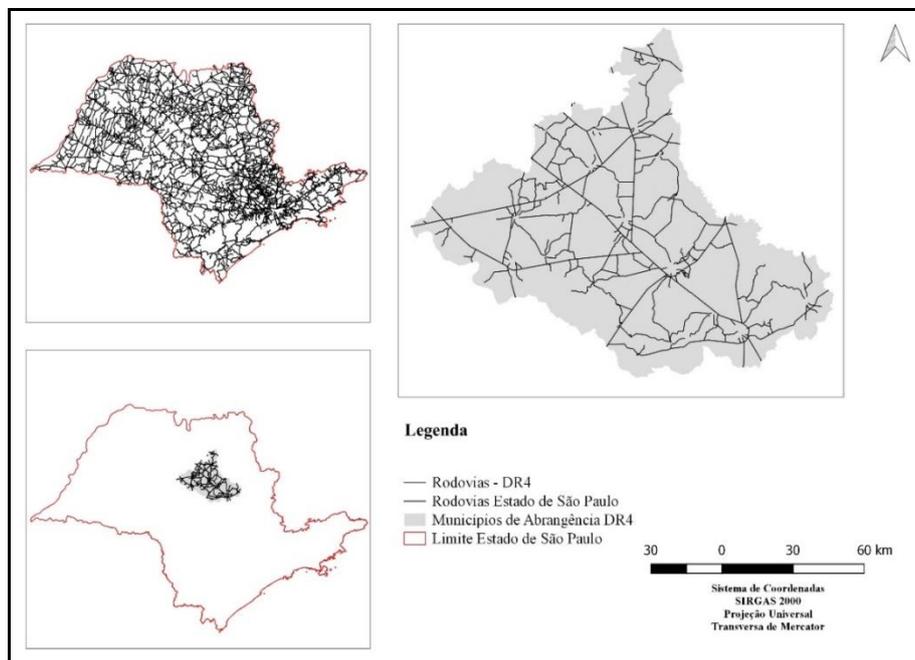
## **CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO**

Os Departamentos de Estradas de Rodagem (DER) são órgãos executivos rodoviário dos estados e suas funções são administrar o sistema rodoviário estadual e sua integração com as rodovias municipais e federais, com o objetivo de atender os usuários de transporte de pessoas e cargas. O DER-SP possui sua sede administrativa em São Paulo e cinco Superintendências Regionais que contam com o apoio de 14 Divisões Regionais-DR, unidades descentralizadas das Superintendências. Cada divisão regional é dividida em Residências de Conservação. A malha em estudo sob jurisdição da DR-4, sediada em Araraquara, abrange 28 municípios. A Figura 1 mostra mapa com a localização do estado de São Paulo e as áreas dos municípios que compõem o território sob jurisdição da DR-4. A Figura 2 destaca a malha rodoviária paulista e, em particular, a da DR-4, composta por vias do tipo Rodovia Tronco (ex. SP 330), Acesso (ex. SPA 268/310) e Dispositivo (ex. SPD 075/463). Os tipos de rodovias estão definidos em DER-SP (2005).



**Fig. 1 – Mapa de localização da área de estudo na região central do estado de São Paulo**

Fonte: AUTOR (2017)

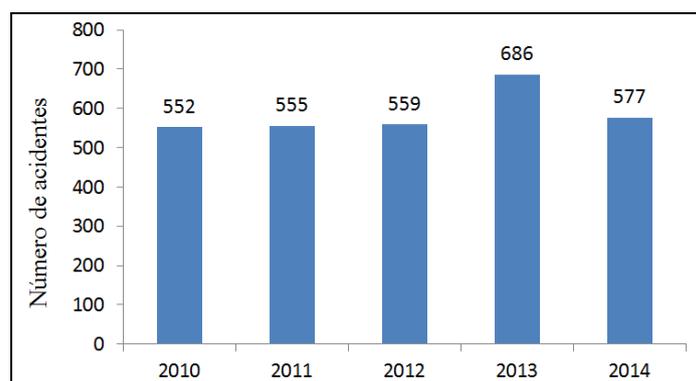


**Fig. 2 – Malha rodoviária do estado de São Paulo com destaque para a malha sob jurisdição da DR-4**

Fonte: AUTOR (2017)

## RESULTADOS E ANÁLISES

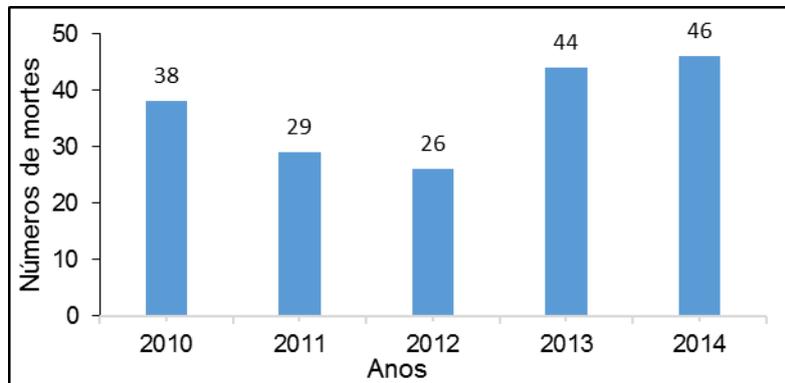
A malha rodoviária da DR-4 constitui-se de rodovias de baixo volume de tráfego, a maior parte de sua extensão apresenta rodovias radiais e transversais, com volume diário médio de tráfego (VDM) variando de 3.428 a 7.638 veículos. Isso entre as rodovias tronco, pois o VDM cai quando as rodovias são do tipo *de acesso* e *dispositivos*; por exemplo, pode-se citar a rodovia de acesso SPA 074/255, que apresenta um VDM de apenas 1.500. Por ser uma malha rodoviária de baixo volume de tráfego, de caráter mais regional, a quantidade de acidentes que acontecem não é exageradamente alta, porém, observa-se pela Figura 3 que o número de acidentes apresentou ligeira tendência de elevação, no período de 2010 a 2013, onde se registrou um pico mais acentuado, com 686 acidentes (2013). Este valor ficou bem acima da média, no período, que foi de 586 acidentes. Em 2014, houve uma expressiva queda, porém em patamar superior aos anos 2010 a 2012.



**Fig. 3 – Evolução do número de acidentes na malha rodoviária da DR-4, entre 2010 e 2014**

Fonte: DR-4 DER-SP (2017)

A Figura 4 traz um gráfico contendo o número de mortes ocorridas na malha rodoviária em estudo, no período de 2010 a 2014. Verifica-se que a série histórica não apresenta tendência de estabilização, tampouco tendência de redução, tal como o apregoado pela Década de Ação, da OMS. Há que se ressaltar que os dados apresentados trazem valores relativos ao ano imediatamente anterior (2010) ao do início da Década, até 2014, que corresponde ao ano mais recente em que se registra a disponibilidade dos dados pela DR-4 DR-SP.



**Fig. 4 – Evolução do número de mortes na malha rodoviária da DR-4, entre 2010 e 2014**

Fonte: DR-4 DER-SP (2017)

Há nesta série histórica uma redução no número de mortes de 32%, entre 2010 e 2012, porém, ocorre um crescimento de 77%, de 2012 para 2014. O número alto de mortes nos anos de 2013 e 2014, provavelmente, deve-se ao fato de que acidentes com veículos coletivos (ônibus e van) foram registrados nessa malha, ocasionando muitas mortes em um número pequeno de acidentes. O que se pode inferir é que esta oscilação ocorre muito mais devido a uma aleatoriedade na ocorrência desses acidentes fatais do que propriamente devido a ações para a sua mitigação. Enfim, levando-se em consideração a Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020, o sistema rodoviário sob jurisdição do DR-4 DER-SP, não vem contribuindo com a meta brasileira de reduzir o número de acidentes. Pelo contrário, os dados mostram que os números absolutos de acidentes nesta malha têm crescido, inclusive com um pico, em 2013, bem acima da média de 586 acidentes. É preciso verificar-se a gravidade dos acidentes, o que pode ser constatado através das Taxas de Severidade.

Em seguida, são apresentados os resultados para os dez trechos de rodovias que apresentaram as maiores *taxas de acidentes* e as *taxas de severidade* para cada um dos cinco anos do período em estudo, ou seja, os pontos críticos. A Tabela 1 traz dados de trechos de rodovias que apresentaram as maiores *taxas de acidentes* e *taxas de severidade* de toda a malha da DR-4, para 2010. Verifica-se na Tabela 1 que apenas três pontos

coincideram em ter as maiores *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*, simultaneamente. Os trechos críticos foram: SPA 074/255 km 2, SPA 268/310 km 2 e SPA 077/255 km 1, com taxas de acidentes iguais a, respectivamente, 29,22, 12,79 e 10,96 acidentes por milhões x quilômetro consecutivamente (grafados em negrito na Tabela 3).

Os valores das *taxas de severidade* são, em geral, maiores que os das *taxas de acidentes*, pois elas consideram um peso (ponderação) para cada tipo de gravidade de acidente. Para acidentes com danos materiais, peso 1; acidentes com feridos sem envolver pedestre, peso 4; acidentes com feridos envolvendo pedestre, peso 6; e acidentes com vítimas fatais, peso 13. Dessa forma, um acidente que produza uma morte tem um peso 13 vezes maior do que um acidente com somente danos materiais. As Tabelas 1 a 5 mostram dados dos valores das *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*, considerando-se, respectivamente, os anos de 2010 a 2014, devidamente ranqueados, do maior ao menor valor. A Tabela 1, por exemplo, mostra os 10 trechos considerados mais críticos, em 2010. Pode-se verificar que não necessariamente os 10 trechos com as maiores *taxas de severidade* coincidem com aqueles que registraram as maiores *taxas de acidentes*. Em 2010, apenas 3 trechos coincidiram ter as mesmas posições no ranking de *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*: SPA 074/255 km 2 (1º lugar), SPA 268/310 km 2 (2º lugar) e SPA 077/255 km 1 (4º lugar). Neste ano, embora não apresentem a mesma posição no ranking para as duas taxas, há outros dois trechos que aparecem entre os 10 casos mais críticos, segundo os dois métodos aqui utilizados: SP 305 km 15, SPA 268/310 km 0. A Tabela 1 permite verificar que o trecho mais crítico, comum aos dois métodos, caso da SPA 074/255 km 2, apresenta uma taxa *de acidentes* praticamente duas vezes maior que o trecho segundo colocado (SPA 268/310). Isto significa que este ponto crítico merece um tratamento diferenciado, pois apresenta muitos acidentes e acidentes com muita gravidade. Por outro lado, outros dois trechos aparecem, mesmo que em posições diferentes, entre os 10 trechos mais críticos, segundo os dois métodos, ou seja, SP 305 km 15 e SPA 268/310 km 0.

**Tabela 1 – Taxas de Severidade e de Acidentes, (acidentes por milhões de veículos x km), em 2010**

2010							
Posição	Local	km	Taxa de severidade	Posição	Local	km	Taxa de acidentes
1º	SPA 074/255	2	84,02	1º	SPA 074/255	2	29,22
2º	SPA 268/310	2	42,92	2º	SPA 268/310	2	12,79
3º	SP 257	6	33,98	3º	SP 305	15	11,35
4º	SPA 077/255	1	32,88	4º	SPA 077/255	1	10,96
5º	SPA 149/215	11	31,05	5º	SPA 268/310	0	10,05
6º	SP 305	15	30,50	6º	SP 215	146	9,27
7º	SPA 268/310	0	29,22	7º	SP215	150	8,11
8º	SP 305	16	24,82	8º	SPA 051/255	11	7,31
9º	SP 215	149	22,01	9º	SPA 149/215	9	7,31
10º	SPA 074/255	3	21,92	10º	SP 255	83	5,87

Fonte: AUTOR (2017)

Considerando-se, agora, a Tabela 2, constata-se que, novamente, para o ano de 2011, os pontos críticos (1º e 2º lugares) de 2010, também o são em 2011, tanto para as *taxas de severidade* quanto as *taxas de acidentes*. O trecho SP 215 km 148 aparece nos dois cálculos neste ano.

**Tabela 2 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2011**

2011							
Posição	Local	km	Taxa de severidade	Posição	Local	km	Taxa de acidentes
1º	SPA 074/255	2	58,45	1º	SPA 074/255	2	20,09
2º	SPA 268/310	2	51,14	2º	SPA 268/310	2	15,53
3º	SPA 077/255	1	40,18	3º	SPA 074/255	0	12,79
4º	SPA 074/255	1	29,22	4º	SPA 074/255	3	9,13
5º	SP 257	8	27,51	5º	SPA 074/255	4	9,13
6º	SP 257	14	27,51	6º	SP 305	15	8,51
7º	SP 331	33	23,15	7º	SPA 268/310	0	8,22
8º	SP 257	7	22,66	8º	SP 215	148	8,11
9º	SP 215	148	22,01	9º	SP 257	4	8,09
10º	SP 305	18	20,57	10º	SP 304	380	8,08

Fonte: AUTOR (2017)

No ano de 2012, têm-se quatro pontos que aparecem tanto na coluna da *taxa de severidade* quanto na coluna *taxa de acidentes*, dentre os 10 pontos com maiores valores de taxas calculadas. Esses quatro pontos aparecem em posições diferentes na Tabela. Apesar do número de acidentes na SPA 268/310 km 2 ser 18, a SPA 149/215 km 0 teve 8 acidentes, porém, um deles com vítima fatal, o que fez com que o número de UPS de acidentes por milhões de veículos x km aumentasse. Isso também explica a diferença na posição do trecho no ranking quando calculado pela *taxa de acidentes*, que não considera a sua gravidade, o trecho SPA 268/310 km 2 fica em primeiro lugar enquanto que, quando calculado pela *taxa de severidade*, fica em segundo lugar. De qualquer forma, este trecho apareceu nos três primeiros anos entre as duas primeiras posições, caracterizando-se como um dos pontos negros mais significativos, em termos de acidentalidade viária.

**Tabela 3 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2012**

2012							
Posição	Local	km	Taxa de severidade	Posição	Local	km	Taxa de acidentes
1º	SPA 149/215	0	58,45	1º	SPA 268/310	2	17,35
2º	SPA 268/310	2	43,84	2º	SPA 149/215	0	14,61
3º	SPA 004/257	3	38,36	3º	SPA 077/255	1	10,96
4º	SPA 341/310	0	36,53	4º	SP 215	149	9,27
5º	SPA 149/215	9	32,88	5º	SPA 149/215	11	9,13
6º	SPA 149/215	11	31,05	6º	SPA 149/215	2	9,13
7º	SP 215	149	30,12	7º	SPA 004/257	4	9,13
8º	SP 331	28	28,18	8º	SP 304	365	7,34
9º	SP 215	148	27,80	9º	SPA 268/310	0	7,31
10º	SP 257	18	27,51	10º	SPA 182/333	2	7,31

Fonte: AUTOR (2017)

Observando-se a Tabela 4, verifica-se que o número de locais críticos que aparecem entre as 10 primeiras posições, nos dois cálculos, continuam sendo 4, o mesmo número de pontos coincidentes do ano de 2012. O trecho SPA 276/310, agora, está na 1ª posição do ranking, em 2013, das *taxas de severidade* e em 2º nas *taxas de acidentes*. Pela primeira vez no período, o trecho SPA 268/310 km 2, não ficou entre os dois primeiros, segundo o cálculo da Taxa de Acidentes, porém, permanece em 2º lugar segundo as *taxas de severidade* e em 4º segundo as *taxas de acidentes*.

**Tabela 4 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2013**

2013							
Posição	Local	km	Taxa de severidade	Posição	Local	km	Taxa de acidentes
1º	SPA 276/310	0	29,22	1º	SPA 271/310	0	16,44
2º	SPA 268/310	2	27,40	2º	SPA 276/310	0	14,61
3º	SPA 051/255	9	23,74	3º	SPA 004/257	1	9,13
4º	SPA 149/215	1	23,74	4º	SPA 268/310	2	8,22
5º	SPA 149/215	6	23,74	5º	SPA 149/215	4	7,31
6º	SP 305	16	21,99	6º	SPA 149/215	6	7,31
7º	SPA 271/310	0	21,92	7º	SPA 077/255	0	7,31
8º	SP 305	15	21,28	8º	SPA 051/255	7	7,31
9º	SPA 004/257	1	20,09	9º	SP 215	147	6,95
10º	SPA 051/255	7	18,26	10º	SP 305	15	6,38

Fonte: AUTOR (2017)

O ano de 2014 foi aquele que teve mais pontos críticos representativos simultaneamente, pelo cálculo das *taxas de severidade* e das *taxas de acidentes*, ou seja, em 8 trechos do total de 10. Apenas os locais SP 257 km 3, SP 304 km 368, SP 215 km 149 e SPA 149/215 km 1 não ficaram entre os 10 primeiros, simultaneamente, segundo o cálculo das duas taxas.

**Tabela 5- Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2014**

2014							
Posição	Local	km	Taxa de severidade	Posição	Local	km	Taxa de acidentes
1º	SPA 149/215	0	43,84	1º	SPA 149/215	0	16,44
2º	SPA 149/215	4	43,84	2º	SPA 075/255	2	14,61
3º	SPA 075/255	2	36,53	3º	SPA 149/215	4	10,96
4º	SPA 075/255	3	34,70	4º	SP 304	380	10,28
5º	SPA 004/257	0	31,05	5º	SP 215	149	9,27
6º	SP 257	3	29,31	6º	SPA 182/333	2	9,13
7º	SP 304	368	27,17	7º	SPA 004/257	0	9,13
8º	SP 304	380	27,17	8º	SPA 004/257	2	9,13
9º	SPA 004/257	2	25,57	9º	SPA 149/215	1	7,31
10º	SPA 182/333	2	25,57	10º	SPA 075/255	3	7,31

Fonte: AUTOR (2017)

Observa-se, pelas Tabelas 1 a 5, que os valores das *taxas de acidentes* e de *severidade* decaíram com os anos, no período de 2010 a 2014. A *taxa de severidade* mais alta em 2010 foi 84 UPS por milhões de veículos  $\times$  km, enquanto que em 2014 a *taxa de severidade* mais alta foi 43,84 UPS por milhões de veículos  $\times$  km. O mesmo acontece para as *taxas de acidentes* que, em 2010, apresentou como maior taxa a de 29,22 acidentes por milhões de veículos  $\times$  km e, em 2014, foi 16,44 acidentes por milhões de veículos  $\times$  km.

## CONCLUSÕES

A Década de Ação para a Segurança Viária tem como meta global a estabilização do número de acidentes, inicialmente, e a redução de mortes no trânsito em cerca de 50%. Com a análise desta malha rodoviária na região central de São Paulo conclui-se que, no período de 2010 a 2014, os números de acidentes de tráfego não apresentaram estabilização, tampouco de redução. Ao contrário, houve certa tendência de aumento. No que tange às mortes, por sua vez, o fenômeno ocorre de forma relativamente diferente ao número de acidentes. Há uma flutuação nos números, havendo uma redução entre 2010 a 2012, com posterior aumento, entre 2012 e 2014.

Porém, apesar da não diminuição do número de acidentes no seu total, segundo os métodos para identificação de locais críticos que foram aplicados, verificou-se uma diminuição em termos de UPS de acidentes por milhões de veículos  $\times$  km e acidentes por milhões de veículos  $\times$  km, ao logo dos 5 anos. Isto quer dizer que, os números de acidentes no total não diminuíram, mas sua gravidade sim, embora não fora registrada redução de mortes. Há que se lembrar que a *taxa de severidade* leva em conta a gravidade dos acidentes. Ao comparar-se os dois métodos de identificação de pontos críticos, verifica-se que eles possuem vantagens e desvantagens. A vantagem presente nos dois métodos é que eles ponderam a influência do volume médio de veículos no que trafegam local dos pontos críticos de acidentes. Porém, apresentam desvantagem, como no caso do método da *taxa de acidente*, que considera a existência dos acidentes, sem considerar a sua gravidade.

## REFERÊNCIAS

- ANTP. **Excelência na Gestão do Transporte e Trânsito**. Série Cadernos Técnicos. Volume 10. Associação Nacional de Transportes Públicos. São Paulo, 2013.
- BID. **Diagnóstico de Segurança Viária: Brasil**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington, 2013.
- CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**: relatório gerencial. Confederação Nacional do Transporte. CNT/SEST/SENAT. Brasília, 2015.
- DER-SP. **Classificação de Codificação de Rodovias em São Paulo**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. São Paulo, 2005.
- DNIT. **Elaboração de Ações Preventivas e Corretivas de Segurança Rodoviária, por Meio de Identificação e Mapeamento dos Segmentos Críticos da Malha Viária**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Brasília, 2009.
- IPEA. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, Brasília, 2015.
- ELVIK, R. **State-of-the-Art Approaches to Road Accident Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks**, Institute of Transport Economics, Oslo, 2007.
- FERRAZ, A. C. P.; RAIÁ Jr.; A. A.; BEZERRA, B. S. **Segurança no Trânsito**. 1ª edição. São Carlos: São Francisco, 2008.
- FERRAZ, A. C. P.; RAIÁ Jr.; A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema, 2012.
- FRANÇA, A. M. **Diagnóstico dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Estaduais de Santa Catarina Utilizando um Sistema de Informação Geográfica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC, Florianópolis. 2008.
- GOLD, P. A. **Traffic Safety: Using Engineering to Reduce Accidents**. Inter-American Development Bank, Washington, 1998.
- HUTCHINSON, T. P. Tackling accident blackspots head on. **Traffic Engineering and Control**, v. 52, n.10, 2011, p.387-392.
- MT. **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Ministério dos Transportes. Brasília, 2002.

NICHOLAS, J. G.; KASSEBAUM, E. A. **Evaluation of Crash Rates and Causal Factors for High-Risk: Locations on Rural and Urban Two-Lane Highways in Virginia.** Virginia Transportation Research Council, Charlottesville: VTRC, 2008.

NOGUEIRA, S. I.; RIBEIRO, P. J. G.; RODRIGUES, D. S. Classificação da Rede Viária em Função da Sinistralidade em Ambiente SIG. CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XXVII, **Anais...** Belém, 2013.

SECO, Á. J. M.; FERREIRA, S. M.; SILVA, A. M. B.; COSTA, A. H. P. **Manual de Planejamento das Acessibilidades e da Gestão Viária: Segurança Rodoviária.** Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, Porto, 2008.

SILVA, T. A. N.; MACEDO, M. R. O. B. C. M.; RABBANI, E. R. K. Aplicação de Métodos de Identificação de Blackspots Usando SIG. **Revista de Engenharia e Ciência Aplicada**, v.2, n.1, 2016, p.507-516.

SILVA, L. A. **Sistema de Gerencia de Pavimentos do DER/SP.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNICAMP, 2008.

SILVA, G. J. C.; MENEZES, L. B.; NEDER, H. D. Qualidade da Malha Rodoviária, Custos Econômicos Associados e Determinantes dos Acidentes de Trânsito no Brasil. **Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, 2015, p.327-347.

WHO. **Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020.** World Health Organization. Geneva, 2011.

WHO. **Global Status Report on Road Safety 2015.** World Health Organization. Geneva, 2015.

WHO. **Save LIVES: A Road Safety Technical Package.** World Health Organization. Geneva, 2017.