

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA (EAD/UFSM)**

**ESTUDO DA GRAVIDADE DOS ACIDENTES EM  
COLISÕES COM ÁRVORES NA BR 287**

**ARTIGO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Matheus Ceretta Damião**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

# **ESTUDO DA GRAVIDADE DOS ACIDENTES EM COLISÕES COM ÁRVORES NA BR 287**

**Matheus Ceretta Damião**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Gestão Pública/EAD, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Gestão Pública.**

**Orientador: Prof. Dr. Gilnei Luiz de Moura**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Sociais e Humanas  
Pós-graduação em Gestão Pública (EAD/UFSM)**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o Artigo de Especialização.**

**ESTUDO DA GRAVIDADE DOS  
ACIDENTES EM COLISÕES  
COM ÁRVORES NA BR 287**

Elaborado por  
**Matheus Ceretta Damião**

Como requisito parcial para obtenção  
do grau de **Especialista em Gestão Pública**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Gilnei Luiz de Moura, Dr.**  
(Orientador)

**Luis Felipe Dias Lopes, Dr. (UFSM)**  
(Examinador)

**Guerino Antônio Tonin, Ms. (UFSM)**  
(Examinador)

Santa Maria, 19 de Dezembro de 2012.

## **RESUMO**

Este artigo procura estabelecer a relação da gravidade dos acidentes ocorridos em um determinado trecho da rodovia BR 287 com a vegetação existente na faixa de domínio. Ele está baseado em estudo de caso, analisado através da base de dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF) e compreende a análise dos acidentes ocorridos no trecho entre os marcos quilométricos Km 330 e Km 393 desta rodovia, nos últimos trinta e seis meses. Inicialmente faz-se uma revisão da literatura sobre os acidentes de trânsito, segurança viária e a vegetação na faixa de domínio, utilizando para tanto periódicos, artigos, monografias, sítios de órgãos governamentais, entre outros. Em seguida, é feito um levantamento dos acidentes que ocorreram na região com dados obtidos através de uma pesquisa no sistema BrBrasil do Departamento de Polícia Rodoviária Federal, onde são registrados eletronicamente os boletins de acidentes ocorridos em rodovias federais, fazendo-se uma análise da gravidade dos acidentes ocorridos. Por fim, conclui-se que há uma correlação entre o elevado número de mortes e a presença da vegetação atual na faixa de domínio, sendo necessário realizar ações de segurança viária que minimizem os danos decorrentes dos acidentes em que há colisão com árvores e propõem-se alternativas para evitar este tipo de acidente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança viária; Acidentes de trânsito; Árvores; Rodovia BR 287.

## **ABSTRACT**

This article aims to establish the ratio between the accidents severity on determined place on BR 287 road with existing vegetation alongside the road. It is based on a study case, analyzed by the Federal Highway Patrol (PRF) database and achieves the analysis of accidents on the stretch between points km 330 and km 393 of this road, in the last thirty-six months. Initially, it made a literature review on traffic accidents, road safety and the vegetation alongside the road, using for this scientific journals, articles, monographs, government sites, among others. Then, it made search for information on accidents that have occurred in the region with data obtained in a research of PRF system, property called BrBrasil, where accidents occurred in the federals highway are recorded. Finally, it is concluded that there is a correlation between the high mortality rate and presence of vegetation existent alongside the road, therefore requiring road safe actions that minimizes damage from accidents in which there is a collision with trees and proposes alternatives to avoid this type of collision.

**KEY-WORDS:** Road Safety; Traffic accidents; Trees; Highway BR 287.

## 1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito têm sido um problema de saúde pública no Brasil e no mundo, pois produzem problemas sociais graves como a destruição de famílias inteiras e a diminuição da força produtiva. Geram ainda um grande impacto na economia devido aos custos associados ao atendimento dos acidentes, aos custos com internações, indenizações e perda de capacidade laboral dos envolvidos, calculado em 2008, no Brasil, em R\$ 31,42 bilhões (FERRAZ; RAIÁ JUNIOR; BEZERRA, 2008).

O Brasil possui altas taxas de mortalidade provocadas por acidentes de trânsito. Segundo o Informe Mundial sobre o Estado da Segurança Viária (OMS, 2009), a situação no Brasil é preocupante, ocupando o 5.º lugar em taxa de mortalidade por acidentes de trânsito no mundo, atrás de países como a China, Índia, Rússia e Estados Unidos.

Na contramão, os países desenvolvidos têm diminuído os índices de acidentes e mortes no trânsito (Toroyan & Peden, 2007). Essa melhora é reflexo direto dos investimentos vultosos em segurança viária, o que inclui a implantação de equipes especializadas para estudar as causas da recorrência dos acidentes. De posse dessas informações, ações são implantadas para que novos acidentes não ocorram (ou para que no caso de nova ocorrência, as consequências sejam mitigadas), como o melhoramento das vias, o desenvolvimento de veículos mais seguros, o estímulo à educação para o trânsito, o treinamento de condutores, entre outras.

De acordo Sampedro et al. (2003), um dos elementos mais importantes quando se trata de questões sobre a segurança que oferece um trecho determinado de rodovia é o estudo detalhado e a utilização da informação estatística sobre os acidentes de trânsito ocorridos. Assim, podem-se conhecer os locais de maior concentração de acidentes, os de maior periculosidade, as tendências num período de tempo determinado e a proporção dos tipos de veículos envolvidos.

Reconhece-se que, embora seja possível diminuir a quantidade dos acidentes, é impossível reduzi-los a zero (Tingvall & Haworth, 1999), já que erros, distrações, casos fortuitos ou mesmo imprudência continuarão a fazer parte deste cotidiano. Neste diapasão, outras ações devem ser realizadas para reduzir não somente a ocorrência do acidente, mas os danos causados por eles. Essas ações estão baseadas em um tripé: educação, infraestrutura e segurança veicular. Dentre elas, destaca-se um aspecto relacionado à infraestrutura analisada sob o prisma de acidentes ocorridos na região da circunscrição da unidade da Polícia

Rodoviária Federal de Santiago, mais especificamente na BR 287. Neste trecho da rodovia há uma peculiaridade: inúmeras árvores de grande porte plantadas na faixa de domínio, grande parte delas muito próximas à pista de rolamento.

Embora existam benefícios ambientais e paisagísticos, as árvores plantadas no entorno da rodovia representam um obstáculo perigoso em acidentes do tipo saída de pista. O risco é decorrente da grande desaceleração que o veículo e, conseqüentemente o corpo, sofrem em colisões deste tipo. Segundo estudos científicos, colisões em árvores com caule superior a 200mm em velocidades superiores a 40 Km/h é potencialmente perigoso a integridade humana (RISER, 2005).

Há pouco mais de dez anos, o órgão com responsabilidade sobre a manutenção da BR 287, o DNIT, iniciou o corte das árvores, porém foi interrompido pelo Judiciário local que, em 2001, impediu a poda de árvores sem antes haver um estudo técnico apontando sua necessidade. Nos últimos anos, tem-se notado um aumento no número de saídas de pista seguido de colisões com árvores, com resultados quase sempre gravosos. A cada acidente com morte, volta à baila o assunto sobre o corte das árvores, porém sem resultados práticos. Portanto, tem este artigo a finalidade de subsidiar essa importante discussão, analisando os acidentes ocorridos nos últimos três anos neste trecho de rodovia e a gravidade dos resultados deles decorrentes, além de obter maiores informações sobre o tratamento da vegetação da faixa de domínio em rodovias no país e no exterior. Em outras palavras, de modo geral busca-se investigar a gravidade dos acidentes em que houve colisão com árvores. Especificamente, almeja-se quantificar e comparar os acidentes em que houve este tipo de colisão com os demais tipos de acidentes ocorridos no trecho estudado; verificar se o trecho estudado encontra-se dentro dos padrões de segurança viário e propor alternativas de redução da mortalidade no trânsito local.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

A revisão de literatura transcrita a seguir baseia-se em normas técnicas, manuais de segurança viária nacionais e internacionais, estudos técnicos, artigos científicos, periódicos, teses e dissertações, páginas de sítios governamentais, dentro outros.

## 2.1 O Trânsito e os acidentes

O trânsito é um fenômeno complexo e multidisciplinar, que precisa ser visto como ciência. Complexo, pois abarca vários aspectos da vida contemporânea, desde a necessidade de locomoção para o trabalho até a de afirmação ao pertencimento a um grupo social específico. E multidisciplinar, pois para seu desenvolvimento são demandadas diversas áreas do conhecimento como Engenharia, Psicologia, Medicina, Direito entre outras.

Neste contexto, os conflitos gerados pelo trânsito, mormente os acidentes de trânsito, precisam ser analisados sob uma perspectiva científica a fim de compreender os aspectos relacionados a eles. Wilde (2005) fala que os acidentes podem estar associados com uma enormidade de variáveis desde deficiência de visão, problemas de saúde, tendências antissociais, vias estreitas, álcool, idade, condições do tempo, estado civil, entre outros, o que implica em análises mais cuidadosas das causas isoladamente.

Acidente de trânsito é conceituado no Brasil, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas como:

Acidente de Trânsito: Todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública. (ABNT, 1989 – p. 01-02.)

Já Rozestraten (1988) entende que a definição de acidente pode mudar em razão da sua finalidade:

A interrupção abrupta de uma atividade por um evento inesperado. Uma desavença não intencionada envolvendo uma ou mais participante do trânsito implicando algum dano e noticiada a polícia diretamente ou através da Medicina Legal (ROZESTRATEN, 1988).

Sobre o assunto, Mauro (2001) comenta:

A relação do acidente com a natureza humana é estabelecida por Winnicott (1990), que menciona que, num extremo podemos encontrara ação do puro acaso, no outro localiza-se a tendência a acidentar-se, uma condição que entre os estudos psiquiátricos pertence a classe da depressão. De acordo com Rozestraten (1988), acidentes podem se classificar de acordo com: a presença ou não de vítima; presença ou não de pedestre; tipo de veículo implicado; número de veículos envolvidos; local e especificação de via; o estado da via; presença ou não de algum defeito no veículo; o tipo de ser humano (sexo, tipo do envolvido, categoria, faixa etária, se tem CNH). (MAURO, 2001, p. 106).

Portanto, das definições dos diversos autores podemos concluir que o trânsito é o deslocamento de pessoas e cargas em vias públicas, utilizando ou não meios de transporte, e os acidentes, eventos inesperados, embora até certo ponto previsíveis, envolvendo um ou mais veículos que resulte alguma espécie de dano.

Na visão de Raia Jr. (2007), alguns fatores se destacam como contribuintes dos acidentes, tais como: condutores, veículos, a via e seu entorno e a velocidade.

O quadro 01 apresenta esses contribuintes dos acidentes com mais detalhes.

Quadro 01 - Principais contribuintes dos acidentes

<b>CONTRIBUINTES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ASPECTOS CHAVES</b>	<b>RISCOS</b>
Condutores	A segurança viária baseia na suposição que os usuários devam respeitar a legislação de trânsito.	Velocidade, condução sóbria, uso do cinto de segurança e outros dispositivos de segurança.	Até mesmo os condutores mais obedientes à lei, os mais experientes e mesmo os mais bem intencionados condutores podem cometer erros. Isto deve ser levado, então, em consideração quando se projeta um sistema de tráfego.
Veículos	Sistemas ativos e passivos de segurança incorporados aos veículos nos últimos anos.	Uso dos sistemas, respeito aos limites dos veículos.	Muitos acidentes ocorrem em velocidades que tornam impossível ao próprio veículo absorver as enormes forças às quais seus ocupantes estão sujeitos.
Via e entorno	Vias e as áreas lindeiras devem ser projetadas para prevenir essas colisões, que provocam ou agravam os danos, de forma que a força de um impacto possa ser absorvida pelo veículo e seus sistemas de proteção.	Engenharia, conservação, área livre com remoção de objetos rígidos do entorno.	Os mais sérios danos físicos ocorrem quando o impacto do veículo é frontal ou lateral, ou quando o veículo colide com objetos rígidos, tais como árvores, postes ou outros objetos localizados no acostamento. Tais colisões resultam, frequentemente, em morte ou lesões permanentes até mesmo dentro dos limites de velocidade.
Velocidade	Velocidade é um fator que pode ser regulamentado para compensar as negligências de segurança nos ambientes viário e dos veículos.	Limites das vias, limites dos veículos, fiscalização.	Projetar o sistema para determinados usos, considerando margens de erro no comportamento humano, além de falhas.

Fonte: adaptada dos conceitos de Raia Jr. (2007).



Na tabela 1, é possível observar os quantitativos de acidentes e mortes, apenas em rodovias federais, no período 2009-2011, conforme números da Polícia Rodoviária Federal.

Tabela 01- Quantitativo de acidentes e mortes em rodovias federais 2009-2011

ANO	ACIDENTES	MORTES	RELAÇÃO ACIDENTE/MORTE
2009	158.634	7.344	21,60
2010	182.900	8.616	21,22
2011	188.925	8.480	22,27

Fonte: adaptada DPRF

Desta última tabela infere-se que a média nacional, em rodovias federais, é de, aproximadamente, uma morte a cada vinte e um acidentes no período mencionado.

### 2.1.1 Os impactos sociais e econômicos dos acidentes

Em estudo realizado pelo Denatran (Departamento Nacional de Trânsito) e pelo IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas) em 2006, foi calculado o custo de acidentes de trânsito no país. Segundo os cálculos do IPEA, no ano avaliado, um ferido no trânsito custou aos cofres públicos aproximadamente R\$ 90 mil reais e um morto R\$ 421 mil reais. Assim, o custo anual dos acidentes de trânsito em rodovias estaduais e federais calculado para aquele ano foi da ordem de R\$ 24,6 bilhões de reais. Os custos levam em conta desde o aparato mobilizado para o atendimento, os custos de hospitais, dos danos nos veículos, até o custo relacionado à perda de capacidade laboral.

Com relação aos impactos sociais, ainda segundo estudo do IPEA, pode-se destacar:

- Impactos econômicos nas famílias;
- Saúde física e psicológica dos envolvidos e familiares;
- Perda de vidas;
- Perda de sobrevida esperada;
- Faltas ou perda de emprego;
- Problemas legais; e

- Sofrimentos da vítima, dos parentes e amigos (angústias, tristezas, danos à aparência, danos à qualidade de vida).

## **2.2 Segurança viária**

Em uma interpretação ampla, a segurança viária abrange o conjunto de condições e fatores interligados que propiciam a circulação e interação dos diferentes elementos do tráfego na via com níveis aceitáveis de risco e de forma suficientemente segura. De forma estrita, a segurança viária é a parte da Engenharia de Tráfego que se concentra nos aspectos relacionados com a segurança da circulação e com a prevenção dos acidentes. Silva e Pinto (2002) dizem que seu verdadeiro propósito é reduzir ao máximo os riscos de acidentes no trânsito, fornecendo padrões corretos de circulação aos usuários da via por meio da implantação de ações e medidas racionais.

Portanto, o objetivo da segurança viária está em reduzir a níveis razoáveis os riscos dos diferentes usuários do sistema viário, principalmente os riscos aceitos.

Dentre as ações relativas à segurança viária, as medidas para atenuar os riscos relacionados da via são essenciais para alcançar maiores níveis de segurança e muitas vezes seus resultados são mais evidentes e eficazes que as aplicadas sobre outro componente, apresentando uma melhor relação custo-benefício. Nodari e Lindau (2004) argumentam que “mais simples e menos oneroso que treinar motoristas para níveis de habilidade superiores, seria investir em medidas de engenharia para simplificar o ambiente viário de forma a facilitar o ato de dirigir”. Neste sentido, ações desenvolvidas junto ao elemento viário-ambiental, para melhorar a segurança da rodovia, são frequentemente mais econômicas e fáceis de implementar que treinar os motoristas para o nível de habilidade necessário para lidar com ambientes viários complexos (OGDEN, 1996)

Para Branco (1999), em condições normais e de tráfego, nas vias bem projetadas, bem construídas e bem mantidas, sinalizadas adequadamente e utilizadas por motoristas bem treinados, saudáveis e cuidadosos, obedientes às indicações da sinalização, não deveria ocorrer acidentes. Contudo, tais condições ideais são raramente observadas, ou seja, os acidentes continuarão ocorrendo. Por isso, ao lado do bom traçado, da adequada conservação e da perfeita sinalização, é preciso oferecer proteção àqueles que têm o seu veículo desgovernado. O fato de o acidente ter como causa original uma falha do motorista não exige

o construtor e o operador da estrada de responsabilidade se o acidente for agravado devido à falta de proteção em determinadas circunstâncias.

Ainda segundo Branco (1999), para compor-se um ambiente visualmente agradável, é admissível a existência de arbustos de caule delgado, que até podem oferecer uma proteção adicional e, nos canteiros centrais largos, atuar como anti-ofuscantes. Árvores tem sido, nos Estados Unidos, a principal causa de mortes em acidentes com objetos fixos, assim, o plantio de arbustos tem sido utilizado como proteções anti-ofuscamento e barreiras acústicas, bem como elemento dissipador de energia dos veículos que se acidentam contra eles. Entretanto, as árvores de maior porte requerem proteção por defensas para não se tornarem obstáculos mortais.

Conforme Raia Jr. (2007), em um ambicioso programa sueco chamado Visão-Zero, os responsáveis por ele defendem a mudança de ênfase da responsabilidade pela segurança rodoviária. Em todos os atuais sistemas de transportes rodoviários, os usuários possuem quase que exclusivamente a responsabilidade pela segurança. Assim muda a abordagem da responsabilidade para a segurança segundo o entendimento de que a pessoa, individualmente, é a responsável por obedecer às leis e regulamentações, enquanto que os projetistas são os responsáveis pela segurança do sistema de transporte rodoviário construído. Se o usuário individual não segue as regras, a responsabilidade por proteger pessoas se volta para o sistema projetado.

Mohan (2003) aponta que os paradigmas atuais, em países em desenvolvimento, concentram o foco na falha. Se o erro humano é visto como a causa principal dos acidentes que envolvem mortos e feridos, o entendimento é que a solução desses problemas deve estar na educação dos usuários do sistema viário, e que aqueles que cometem erros devem sofrer ferimentos e mortes. Essa tendência, segundo o autor, ainda prevalece em face de todas as evidências científicas de que a educação dos usuários, da forma como ainda é vista, não tem sido o modo mais efetivo na redução da gravidade dos acidentes, principalmente em países pobres e em desenvolvimento.

Por fim, conforme Raia Jr. (2007), a Organização Mundial da Saúde considera que a filosofia da Visão Zero é relevante para os países que tem por objetivo a criação de um sistema viário sustentável.

### 2.2.1 Faixa de Domínio

A faixa de domínio é um conjunto de áreas desapropriadas pelo poder público, destinadas à construção e operação de rodovia, constituída por pistas de rolamento, canteiros centrais, obras de arte, acostamentos, sinalizações e faixas laterais de segurança, destinadas a acomodar os elementos do corpo estradal e facilitar a operação, manutenção e expansão da via.

A faixa de domínio compreende o corpo da rodovia e áreas adjacentes, até o limite das propriedades lindeiras, na qual se inicia a área *non aedificandi* (que não deve haver construções exceto aquelas necessárias à circulação) e onde não se pode construir por questões de segurança. Segundo o artigo 50 da Lei Federal nº. 9.503/97, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, o uso de faixas laterais de domínio e das áreas adjacentes às estradas e rodovias obedecerá às condições de segurança do trânsito estabelecidas pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via. Na prática, a faixa de domínio é parte integrante do espaço viário, cujo objetivo é o de garantir a continuidade das funções operacionais, o alargamento de pista e o aumento da segurança rodoviária.

Marafon e Varejão (2009) afirmam que independente da classe da rodovia, sua segurança está relacionada à sua faixa de domínio, a qual deve ser dotada de uma área marginal de escape, sem obstáculos físicos e irregularidades do terreno lateral. Dessa forma, a área adjacente à rodovia ficará preparada para a invasão de veículos desgovernados, por ocasião da necessidade de uma manobra brusca, uma falha mecânica ou ocasionada pelo motorista usuário da via. A presença de ocupações na faixa de domínio, quando irregularmente instaladas, a torna uma zona de riscos críticos e catastróficos. Árvores de porte, posicionadas a uma distância não segura do bordo do acostamento, via de regra, são obstáculos que podem ser altamente letais em ocorrências de acidentes de trânsito.

### 2.2.2 Entorno tolerante

A literatura técnica internacional utiliza com frequência o termo *forgiving roadside*, que pode ser traduzido como “entorno tolerante” (Missato, 2011). Segundo o *Road Desing Guide* (RDG, 2006), entorno tolerante é o espaço que possibilita a redução das consequências

de uma saída de pista de um veículo desgovernado. Para obtê-lo seriam necessárias as seguintes medidas, em ordem de preferência:

- a remoção de obstáculos que podem acarretar choques com consequências graves;
- tornar os obstáculos transpassáveis sem danos significativos aos veículos;
- recolocar o obstáculo em local com menor probabilidade de ser atingido;
- reduzir a gravidade do impacto com a utilização de materiais deformáveis;
- proteger o obstáculo com barreiras ou atenuadores de impactos;
- delinear o obstáculo para torná-lo mais previsível.

O mesmo conceito de entorno tolerante é usado pela ABNT, porém referido como “a rodovia que perdoa”. Ele ainda pode ser visto no *Geometric Desing Guide for Canadian Roads* (TAC, 1999) como sendo o espaço que incorpora elementos que reduzem os danos em acidentes do tipo saída de pista.

Há ainda outro conceito que faz parte do entorno tolerante, a *clear zone*, ou área limpa, definida pela ABNT como o espaço ao lado da rodovia em que não há obstáculos fixos permitindo que veículos desgovernados retomem sua rota ou parem de forma segura.

Os valores do entorno tolerante e das áreas livres são variáveis segundos os principais manuais (RDG, TAC e ABNT), levando em conta, principalmente, os obstáculos, fluxo de veículo, velocidade da via e históricos dos acidentes. Em cada um dos manuais há tabelas que relacionam estes fatores com a distância adequada aos obstáculos. Segundo Mclean (2002), o valor aproximado de 9 metros de área livre foi estabelecido levando em conta levantamentos históricos em acidentes nas vias interestaduais americanas.

Missato (2011), trás em seu trabalho modelos compreensivos que podem ser utilizados para definir a necessidade de proteção dos obstáculos do entorno através da análise do custo-benefício das ações de segurança viária.

Conforme o Manual Sobre Aspectos de Segurança (2011) elaborado pelo Instituto de Infraestruturas Rodoviárias de Portugal, o ambiente do entorno da rodovia influencia a segurança rodoviária em sua globalidade, principalmente pelo fato de 25% dos acidentes mortais serem do tipo saída de pista. Neste mesmo documento é relatado que, embora o número total de acidentes em Portugal tem diminuído, o número de saídas de pistas tem aumentado proporcionalmente em relação ao total de acidentes. Assim, nos programas que objetivam a redução da mortalidade deve dar especial atenção à área adjacente à rodovia. Ainda segundo este manual, a União Europeia e os EUA têm adotado como prática atual a inclusão de áreas livres em suas rodovias.

De acordo com McGee (1995), a supressão ou remoção para locais mais afastados de obstáculos perigosos que se encontrem próxima à rodovia resulta numa redução do número de acidentes, já que torna possível a recuperação da trajetória do veículo ou uma para segura. Segundo ele, a criação de uma área de segurança de 1,5 metros é capaz de reduzir o índice de acidentes em 13%. Já um aumento de 6,1m seria capaz de reduzir em até 44% os acidentes. Achados semelhantes encontrou Elvik et al (2009).

Na publicação *Highway Design and Operational Practices Related to Highway Safety* de 1974, diz que uma Zona Livre de 9 metros permite que cerca de 80% dos condutores de veículos que saiam da pista descontroladamente com velocidade não inferior a 112km/h possam recuperar o controle do mesmo.

### 2.2.3 A vegetação

A vegetação da faixa de domínio no trecho estudado é composta em sua maioria por árvores de grande porte, principalmente do gênero *pinnus e eucalyptus*. Há também outras espécies, nativas ou não, porém em menor número.

Estes gêneros de árvores são considerados invasores, visto que não são nativas do Brasil. Segundo Ziller (2001), este tipo de vegetação tem alto poder de destruição de habitat e tem sido registrado como potencial invasor de áreas naturalmente ocupadas por vegetação herbáceo-arbustivas.

Em um estudo na França chamado *Accidents Mortels contre Obstacles Fixes*, foi constatado que 60% dos acidentes mortais por colisão com objeto fixo em estradas rurais entre 1990 e 1991 envolveram árvores. Além disso, 50% dos acidentes mortais que envolveram árvore, estas estavam a menos de dois metros da faixa de rodagem.

Um interessante documento do Departamento de Estradas e Rodagens do Estado de Minas Gerais faz, entre outras, as seguintes recomendações sobre a arborização da faixa de domínio:

- O projeto de arborização deverá optar pela seleção da vegetação compatível com a fitogeografia da região, com base no equilíbrio biológico existente nas diferentes coberturas vegetais dos ecossistemas, na área do estado de Minas Gerais.
- O projeto de arborização deverá estar integrado ao projeto rodoviário e em harmonia com os demais tipos de equipamentos, tais como áreas de descanso, mirantes, sítios históricos, arqueológicos e turísticos.
- As árvores que necessitem ser preservadas, e que estejam a menos de 9 (nove) metros da borda do pavimento da via, deverão ser isoladas da corrente de tráfego,

através de dispositivo de contenção veicular, com atenuador de impacto. Tal dispositivo visa redirecionar veículos desgovernados, minimizando os danos ao meio ambiente e, principalmente, aos ocupantes dos veículos.

- A arborização deverá estar totalmente integrada à paisagem, de modo a contribuir para a harmonia visual do conjunto constituído pelos elementos construtivos, arquitetônicos e vegetação local.

- Ao longo da rodovia dever-se-á priorizar o plantio de maciços vegetais de grandes volumes, por serem mais significativos, em locais intermitentes nas tangentes longas, contribuindo para reduzir a monotonia, bem como as imediações das curvas, para combater os efeitos da oclusão visual.

- As árvores de médio e grande porte deverão ser plantadas em locais afastados, no mínimo, 9 (nove) metros da borda do pavimento da via e além da linha de “off-set”, e sempre que possível, em nível superior ao da plataforma, de forma a reduzir a incidência de acidentes decorrentes de colisões frontais dos veículos com estas árvores (DER/MG, p. 05, 2004).

Neste mesmo documento há outras recomendações, tais como a seleção de espécies, o preparo de mudas, o monitoramento da vegetação e outras normas técnicas. Nota-se, portanto, a importância do tema para o órgão gestor da rodovia.

A NBR 15486:2007 conceitua árvores maiores que 10 cm de diâmetro como objetos fixos que se deixadas ao longo do entorno da rodovia, em caso de acidentes, produzem desacelerações acentuadas e paradas abruptas, com grande risco aos ocupantes. Nos EUA, de acordo com o Road Design Guide (2002), árvores com diâmetro de tronco superior a 15 cm são considerados obstáculos perigosos. A publicação Riser (2005), informa que colisões em árvores com caule superior a 200mm em velocidades superior a 40 Km/h é potencialmente perigoso a integridade humana.

Cabe ainda salientar que no Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a década 2011-2020, apresentado em 2010 pelo Ministério das Cidades, consta como uma das ações previstas a substituição de árvores de grande e médio porte por maciços arbustivos na faixa de domínio em vias rurais.

### **3 MÉTODO**

Os dados dos acidentes foram obtidos por meio de uma pesquisa documental na base de dados do sistema BrBrasil, programa oficial de registro de acidentes do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (PRF), onde são registrados eletronicamente os boletins de acidentes ocorridos em rodovias federais. Também foi utilizado o programa GPRF onde são inseridos os registros sobre os plantões, diariamente, em cada unidade da PRF do Rio Grande

do Sul. Por meio destes sistemas foram quantificados e analisados os acidentes na região da circunscrição da Polícia Rodoviária Federal de Santiago, nos últimos três anos. A livre utilização destes programas foi possível, pois o autor é servidor do órgão.

Através do sistema de busca dos programas citados, os acidentes foram listados por período e por trecho de rodovia sendo então analisada individualmente cada ocorrência. Nesta análise, quantificou-se a situação dos envolvidos quanto ao estado, o tipo do acidente e se houve ou não colisão com árvores.

Os tipos de acidentes registrados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) são classificados conforme a quadro 02.

Quadro 02 - Tipos de acidentes registrados pela PRF.

COLISÕES	ATROPELAMENTOS	OUTROS
- com objeto fixo - lateral - frontal - transversal - traseira	- pedestre - animal	- saída de pista - tombamento - capotamento - engavetamento - outros

Fonte: autor.

Já quanto ao registro do estado dos envolvidos, podem ser classificados como ilesos, com lesões leves, lesões graves e óbitos. Normalmente, os feridos considerados como lesões leves são aqueles em que foi possível constatar escoriações, pequenos cortes e contusões, ou seja, lesões não incapacitantes. Já os feridos graves são aqueles em que se constatam fraturas, cortes profundos, inconsciência, entre outras lesões incapacitantes. Porém, como o policial que registra não é um profissional médico, este tipo de classificação pode não corresponder ao dano efetivamente ocorrido, pois lesões que aparentemente eram leves podem ser constatadas como graves no atendimento médico. O registro do acidente com óbito poderá ser feito até o fechamento do boletim, embora a NBR 10697:1989 da ABNT considere morte no trânsito o óbito ocorrido em até trinta dias do acidente. Por conseguinte, o número de óbitos pode ser maior já que não há um efetivo acompanhamento posterior ao acidente nos registros policiais. No caso de ilesos, nem todos são registrados, por exemplo, numa colisão simples em que há um ônibus envolvido com muitos passageiros sem lesões.

Por esses fatores, os dados referentes às lesões graves e aos óbitos podem estar subestimados, o que tornam as constatações a seguir apresentadas mais preocupantes.



O trecho da rodovia BR 287 pesquisado compreende o intervalo entre o marco quilométrico km 330 e o km 393, totalizando sessenta e três quilômetros. Neste intervalo há três municípios, São Vicente do Sul, Jaguari e Santiago. Este local foi escolhido pois apresenta, principalmente entre as cidades de Santiago e Jaguari, uma plantação quase contínua, nos dois lados da faixa de domínio, de árvores de grande porte do gênero *pinnus*.

A rodovia é do tipo simples, com apenas uma faixa por mão de direção, com largura média de 3,5 metros e acostamento pavimentado. A sinalização e a conservação da rodovia no período estudado são consideradas boas.

A largura dos caules das árvores plantadas no entorno é variável já que há plantas de várias idades e espécies (embora as do tipo *pinnus* sejam predominantes); em vários casos o diâmetro ultrapassa os 1000 mm. A distância destas árvores também é variável, muitas delas ficando a menos de um metro do acostamento. Também não há uniformidade na distribuição; elas aparecem de forma isolada ou em maciços ao longo da rodovia.

O período analisado compreendeu o intervalo entre o dia dez de Outubro de 2009 e o dia dez de Outubro de 2012, totalizando trinta e seis meses, objetivando ter dados mais recentes quanto possível.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados dos últimos trinta e seis meses são mostrados a seguir. Os períodos foram divididos da seguinte forma: o período número um corresponde ao intervalo entre os dias dez de Outubro de 2009 e trinta e um de Dezembro do mesmo ano. O segundo período corresponde ao ano de 2010. O terceiro período corresponde ao ano de 2011. O quarto e último período corresponde ao intervalo do primeiro dia do ano de 2012 até o dia dez de Outubro de 2012.

Os resultados são apresentados a seguir nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 03 - Totais de pessoas envolvidos em acidentes e seu estado físico, sem (S/) e com (C/) colisão em árvores.

ESTADO FÍSICO	2009*		2010		2011		2012**	
	S/	C/	S/	C/	S/	C/	S/	C/
<b>Ilesos</b>	04	00	90	01	120	11	70	05
<b>Lesões Leves</b>	08	01	21	03	32	03	26	01
<b>Lesões Graves</b>	07	00	08	02	07	02	06	03
<b>Óbitos</b>	00	00	08	01	04	05***	02	02

Fonte: autor.

\* período compreendido entre os dias 10/10/2009 à 31/12/2009.

\*\* período compreendido entre os dias 01/01/2012 à 10/10/2012.

\*\*\* um dos óbitos foi registrado com lesões graves, porém a vítima faleceu na semana posterior ao acidente, sendo contabilizado neste trabalho como óbito.

Tabela 04 – Tipo mais comum de acidente.

	2009*	2010	2011	2012**
<b>Tipo mais comum de acidentes registrados</b>	Saída de pista e colisão traseira	Saída de pista	Saída de pista	Saída de pista
<b>Porcentagem do total de acidentes</b>	22,2% de cada tipo.	52,9%	50%	64,3%

Fonte: autor.

\* período compreendido entre os dias 10/10/2009 à 31/12/2009.

\*\* período compreendido entre os dias 01/01/2012 à 10/10/2012.

Tabela 05 - Totais de acidentes no período.

PERÍODOS	2009*	2010	2011	2012**
<b>Acidentes registrados</b>	09	68	92	56
<b>Acidentes em que houve colisões com árvores</b>	01	06	18	09
<b>Percentual de colisões com árvores</b>	11,1%	8,82%	19,56%	16,07%

Fonte: autor.

\* período compreendido entre os dias 10/10/2009 à 31/12/2009.

\*\* período compreendido entre os dias 01/01/2012 à 10/10/2012.

Ocorreram no período estudado 225 acidentes com 22 óbitos. Embora o número de acidentes não seja alto, o índice de mortalidade por acidente é bastante superior ao nacional. No país, o índice médio é de um óbito a cada 21 acidentes em rodovias federais (período 2009-2011). Já no trecho e período estudado, o índice chega a um óbito a cada 10 acidentes. Um dado preocupante é a frequência de óbitos em acidentes onde há colisões com árvores. No período, a frequência foi de uma morte para cada 4,25 acidentes deste tipo. Se levarmos em conta somente os últimos dois períodos, este índice chega a uma morte a cada 3,86 acidentes.

Estes números elevados podem estar relacionados à predominância do tipo de acidente mais frequente na região, a saída de pista. Este tipo de acidente em locais onde não há uma área de escape segura pode levar a colisão dos veículos com postes, árvores, barrancos ou mesmo facilitar o seu capotamento, agravando os danos sofridos pelos envolvidos. Também influi o fato da rodovia ser de pista simples (uma faixa por mão) e sem separador central, que permite que ocorram colisões frontais, com resultados quase sempre desastrosos.

Dos acidentes ocorridos no período, 34 deles acabaram em colisões com árvores. Embora isso represente apenas 15,1% do total de acidentes, o número de mortes relacionado a essas colisões chegou a 36,4% do total dos óbitos ocorridos no intervalo estudado. O fato se torna mais grave se olharmos somente os números dos dois últimos períodos onde se constata um índice de 53,8% do total de mortes para aquelas colisões onde ocorreu choque com árvores.

Em relação aos números de feridos leves, apesar das colisões com árvores corresponderem a 15,1% do total dos acidentes, aqueles somaram apenas 8,4% do total. Já quanto aos feridos graves, estes somaram 20% do total do período estudado. Isso sugere uma menor incidência de feridos leves e uma maior incidência de feridos graves e óbitos quando há colisões com árvores.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSIÇÕES**

Embora a presença da vegetação na faixa de domínio possa não estar relacionada com a ocorrência do acidente em si, a presença de árvores de grande porte próximas à pista,

grande parte sem proteção de defensas, revela que este trecho de rodovia encontra-se fora dos padrões de segurança dispostos nos manuais de segurança viária e em desacordo com o conceito de entorno tolerante.

Restou demonstrado, com a constatação que 36,4% dos óbitos ocorridos no período estudado (e 53,8% nos últimos dois períodos) estiveram relacionados com impactos em árvores, ser de extrema importância a adoção de medidas que minimizem os resultados deste tipo de acidente. Esta percepção é reforçada pelo alto índice de mortalidade neste tipo de ocorrência que é de aproximadamente um óbito a cada quatro acidentes no período e trecho estudados.

Conforme a revisão de literatura, medidas de engenharia têm efeitos mais rápidos que treinar motoristas para diminuir os acidentes ou suas consequências. Assim, devido à gravidade do problema é indispensável que se tome providências imediatas para diminuição dos riscos de colisões com árvores. A alternativa que parece ter melhor custo-benefício é a remoção da vegetação hoje existente na faixa de domínio, principalmente as árvores de grande porte próximas à pista em que não exista obstáculo físico (defensa ou barranco) para evitar o impacto direto. Esta vegetação poderia ser substituída por espécies arbustivas que, além do benefício ambiental, auxiliam a não tornar a paisagem monótona ao motorista, além de, em caso de saída de pista, servir como barreira para amortecimento de colisões. Destaca-se ainda, a possibilidade de conversão desta grande plantação existente em recursos que poderiam ser investidos na própria segurança viária (sinalização, colocação de defensas e programas educativos, por exemplo) ou mesmo incrementando a infraestrutura da fiscalização do órgão com circunscrição sobre a via (compra de viaturas e equipamentos para a Polícia Rodoviária Federal).

A segunda alternativa seria a colocação de defensas ao longo da rodovia permitindo a manutenção da vegetação atual. Porém, esta alternativa, provavelmente não teria o mesmo custo benefício da remoção da vegetação já que, além do alto custo, não haveria área livre para redução da velocidade em caso de acidentes do tipo saída de pista, o mais comum entre os ocorridos na região. Também, em acidentes com veículos em grande velocidade poderá haver a transposição destas barreiras e consequente colisão nas árvores, ou mesmo o retorno do veículo descontrolado para a via, podendo envolver outros veículos no acidente.

É necessário acompanhar os países de vanguarda em segurança viária, que têm mudado o foco de culpar sempre o condutor pelas causas do acidente para um novo paradigma em que a responsabilidade é compartilhada entre condutores, projetistas e gestores do sistema viário. Estes países, concluíram acertadamente que o ser humano não é imune a

erros e tomaram providências para reduzir a mortalidade, entre elas, ter rodovias com áreas livres no seu entorno.

Portanto, têm-se à mão ferramentas simples para a diminuição da mortalidade dos acidentes de trânsito da região. Espera-se que as constatações deste trabalho possam servir de alerta e ao mesmo tempo de estímulo para que as ações sugeridas saiam do plano da abstração e entrem no plano da ação concreta.

A limitação deste estudo está relacionada a um problema comum na estatística dos envolvidos em nível nacional: a falta de acompanhamento pós-acidente o que dificulta a obtenção de dados precisos sobre o estado dos envolvidos. Este problema é agravado pela limitação quanto à falta de padronização nos registros já que a classificação das lesões é de difícil reconhecimento ao policial. Por fim, sugere-se a realização de estudos que analisem os custos e o impacto ambiental das medidas sugeridas.

## 6 REFERÊNCIAS

AASHTO. **Road Design Guide**. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D. C.: [s.n.], 1996.

\_\_\_\_\_, **Road Design Guide**. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D. C.: [s.n.], 2002.

\_\_\_\_\_, **Highway Design and Operational Practices Related Related to Highway Safety**, 2nd ed. [S.l.:n.d;], 1974.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10697/TB331 - **Pesquisa de Acidentes de Trânsito**, 1989.

\_\_\_\_\_, NBR 15486 – **Segurança no tráfego** – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes, 2007.

BRANCO, A. M. **Segurança Rodoviária**. São Paulo: Editora CL-A, 1999.

BRASIL. Ministério das Cidades. **PLANO NACIONAL DE REDUÇÃO DE ACIDENTES E SEGURANÇA VIÁRIA PARA A DÉCADA 2011 – 2020**. Brasília, DF, 2010.

IPEA/DENATRAN/ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/custos\\_acidentes\\_transito.pdf](http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/custos_acidentes_transito.pdf)> Acessado em: 12.09.2012.

DER/MG. **ARBORIZAÇÃO NA FAIXA DE DOMÍNIO NAS RODOVIAS SOB JURISDIÇÃO DO DER/MG**. 2 ed., Belo Horizonte, 2004.

ELVIK, R. et al. **The Handkook of Road Safety Measures**. 2 ed. Oxford: Elsevier Science , 2009.

FERRAZ, A. C. P.; RAIÁ JUNIOR, A.; BEZERRA, B. S. **Segurança no Trânsito**. Sao Carlos: Grupo Gráfico São Francisco, 2008.

INSTITUTO DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS. **Manual sobre os aspectos de segurança** - Área Adjacente à Faixa de Rodagem. Lisboa: LNEC, 2011.

MCLEAN, J.: **Review of the Development of US Roadside Design Standards**, [S.l.]: Road & Transport Research, V. 11, Nº. 2, 2002.

MARAFON, M. A.; VAREJÃO, L. C. S. Gestão da faixa de domínio pelo DNIT. 14º Encontro Nacional de Conservação Viária. Belo Horizonte, **Anais**, 2009.

MAURO, M. L. F. **Acidentes de trânsito: perfil epidemiológico de vítimas e caracterização de alguns traços de personalidade de motoristas infratores em Campinas**, São Paulo: [s.n.], 2001.

MCGEE, H. W.; HUGHES, W. E.; DAILY, K. **Effect of Highway Standards on Safety**. NCHRP Report 374. Transport Research Board, 1995.

MINISTÉRIE DE L'ÉQUIPEMENT DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. **Accidents Mortels Contre Obstacles Fixes** – CEESAR, 1999.

MISSATO, M. M. **Análise das recomendações para uso de dispositivos de proteção lateral e a segurança viária em rodovias**. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

MOHAN, D. Road traffic injuries: a neglected pandemic. **Bull World Health Organ**, set. 2003, vol.81, n.9, p.684-685. ISSN 0042-9686.

NODARI, C.; LINDAU, L. Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples; XIII Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte; **Anais eletrônicos** (CD); Nova York, 2004.

OGDEN, K. W. **Safer roads: a guide to road safety engineering**. Cambridge: Ashgate Publishing Limited/University Press, 1996.

RAIA JR., A. A. A Responsabilidade pelos Acidentes de Trânsito segundo a Visão Zero. 16º Congresso Brasileiro de Transporte de Trânsito. Ilhéus/BA. **Anais**, Outubro de 2007.

RISER. **D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads**. European Community R&TD Project, 5<sup>th</sup> Framework Programme “Growth”, Project “RISER”, 2005.

ROZESTRATHEM, R. J. A. **Psicologia do trânsito: conceitos e processos básicos**. São Paulo: EPU – Editora da Universidade de São Paulo. 1988.

SAMPEDRO, A.; L. Tello, Z. Parra, D. Hernández, D. Plana. **Seguridad en vías de interés nacional. Incidencia de la infraestructura viária**. Havana: Informe Técnico - Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte, 2003.

SILVA, C. R.; PINTO, A. C. **Segurança Viária em Marília**; Assentamentos Humanos, v. 4, n. 1, p. 83 – 88, Marília, 2002.

TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA. **Geometric Design Guide for Canadian Roads**. [S.l.]: TAC, 1999.

TINGVALL, C.; HAWORTH, N. **Vision Zero: an ethical approach to safety and mobility**. In: 6<sup>th</sup> ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000. Melbourne, 1999.

TOROYAN, T.; PEDEN, M. **Youth and Road Safe**. Genebra: WHO, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS). **Global Status Report on Road Safety: Time for action**. Geneva: WHO, 2009.

**WILDE, G. J. S. O Limite Aceitável de Risco: Uma nova psicologia sobre segurança e saúde. O que funciona? O que não funciona? E por quê?** Tradução de R. J. A. Rozestraten. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2005.

**ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.** Floresta, v. 32, n.1, p. 42-47, 2001.