

ACIDENTES RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DA VIA NA BR-101: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DA SERRA/ES (KM 240 A KM 270)

Juliana Burzloff¹, Luiz Daniel Miranda de Oliveira², Maira Rosa Ferreira da Silva¹

1. Acadêmica de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix-Vitória
2. Especialista em Engenharia Rodoviária – Docente Multivix

RESUMO

Segundo Azevedo (2015), os acidentes de transporte terrestre são a oitava maior causa de morte no Brasil. Machado (2017) afirma que o município de Serra é o mais populoso do estado, com uma população estimada de 502.618 mil habitantes em 2017. Infere-se então que por uma rodovia federal se localizar numa cidade de muito movimento, o número de acidentes de trânsito tende a ser maior. IPEA (2015) constatou que, no ano de 2014, o estado do Espírito Santo foi o 9º estado com maior número de acidentes do país, somado a isso, quando se analisa os trechos de 10 km mais críticos em acidentes graves, o trecho entre o km 260 e o km 270 da BR 101 no ES é o primeiro colocado, com 877 acidentes. Assim, o presente estudo busca identificar fatores causadores de acidentes ligados às condições da via na BR 101-ES, cidade de Serra (Km 240 ao Km 270), propondo uma solução de engenharia embasada teoricamente nos conceitos da engenharia de tráfego. Para isso, utilizou-se do manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, que traz diretrizes a serem seguidas para a identificação dos trechos críticos, o diagnóstico das causas e as recomendações para projetos de engenharia. Ao final do estudo, foram identificados sete trechos com problemas relacionados à via, todos fundamentados teoricamente e com proposta de soluções que visam mitigar o problema encontrado.

Palavras-chave: Acidentes, Rodovia Federal, Condições da via.

INTRODUÇÃO

De acordo com levantamentos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014) o modal predominante no Brasil é o rodoviário. As rodovias são o principal meio de movimentação logística no país, sendo responsáveis por 61,1% das cargas transportadas. Segundo o DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito, 2017), a frota de veículos regularizados no país em 2000 era de 29.722.950 e aumentou para 93.867.016 em 2016, representando um crescimento de 315%. As vias, no entanto, não apresentam a mesma evolução acelerada, e esse desequilíbrio acarreta em algumas consequências, como congestionamentos cada vez mais longos e uma maior probabilidade da ocorrência de acidentes. Segundo Azevedo (2015), os acidentes de transporte terrestre são a oitava maior causa de morte no Brasil, perdendo apenas para alguns tipos de doenças e homicídios. No ano de 2015 foram registradas 6.859 mortes em rodovias federais e ao analisar as causas desse tipo de acidente fica claro que diversos são os fatores influenciadores. (BERGAMASCHI, 2014).

Ferraz et. al. (2012) conceitua como acidente de trânsito qualquer evento que envolva veículos (motorizados ou não) e/ou pedestres em deslocamento por uma via, onde ocorram danos, sejam eles à veículos, pessoas ou qualquer outro elemento como postes, árvores, animais, cargas, sinalização etc. Apesar de saber-se que acidentes rodoviários envolvem quase sempre mais de um fator causador, os relatórios elaborados pela Polícia Rodoviária Federal (2015) geralmente apontam para um fator principal, que quase sempre está ligado ao agir humano. Entretanto fatores ligados ao veículo e as vias também são causadores potenciais de acidente.

Quando analisa-se as condições de uma via, diversos são os elementos a serem analisados, dentre eles estão a pavimentação, a sinalização e a geometria da via. Esses elementos foram avaliados pela Pesquisa CNT de Rodovias 2016, que por meio de seu relatório gerencial apontou

a qualidades das rodovias federais brasileiras. Em resumo, a pesquisa afirma que, sobre as rodovias federais: 29,9% apresentam pavimentos em condição regular; 30,8% apresentam sinalização regular; 32,8% apresentam geometria da via regular, considerando uma escala de: excelente, bom, regular, ruim e péssimo. Assim, admitindo-se que tais elementos são influenciadores de acidentes rodoviários, justifica-se sua avaliação em trechos considerados críticos por apresentarem altos índices de acidentes (CNT: SEST: SENAT, 2016).

Segundo IPEA (2015), no ano de 2014, o estado do Espírito Santo foi o 9º com maior número de acidentes do país, somado a isso, quando se analisa os trechos de 10 km mais críticos em acidentes graves, o trecho compreendido entre o km 260 e o km 270 da BR 101 no ES é o primeiro colocado, com 877 acidentes. Machado (2017) afirma que o município da Serra é o mais populoso do estado, com uma população estimada de 502.618 mil habitantes em 2017. Infere-se então que devido a rodovia federal se localizar numa cidade de muito movimento, o número de acidentes de trânsito tende a ser maior. Cabe salientar que acidentes geram custos econômico-financeiros impactantes diretamente nas famílias, governos e na sociedade como um todo (IPEA, 2015). Por isso, identificar as causas majoritárias da ocorrência desses acidentes se faz necessária, para que possam ser aplicadas soluções eficientes a fim de diminuir a quantidade e a gravidade deles.

Assim, o presente estudo busca identificar fatores causadores de acidentes ligados às condições da via no trecho em questão, propondo uma solução de engenharia embasada teoricamente nos conceitos da engenharia de tráfego. Para isso, utilizou-se do manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, que traz diretrizes a serem seguidas para a identificação dos trechos críticos, o diagnóstico das causas e as recomendações para projetos de engenharia.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Os acidentes são, por definição, eventos aleatórios não previsíveis, uma vez que, se tivessem sido antecipados, provavelmente não teriam acontecido. Não importa o quanto estudemos e venhamos a aprender sobre a geração de acidentes ou suas contramedidas, nunca seremos capazes de prever onde ou quando exatamente um evento desses irá ocorrer (VIEIRA, 1999).

Lima *et. al.* (2008) afirma que os acidentes ocorridos no trânsito terrestre quase sempre têm como causas não um motivo específico, mas multifatores que incluem, entre outros, os fatores associados ao ser humano, à via, aos veículos e ao tempo/clima. Já Ferraz *et. al.* (2012) detalha cada um desses fatores indicando quais comportamentos ou condições podem interferir diretamente na ocorrência de acidentes rodoviários. Fatores associados ao ser humano significam comportamentos do homem (pedestres e condutores) que contribuem para a ocorrência de acidentes. Podem ser exemplificados como velocidade inapropriada, ingestão de drogas lícitas ou ilícitas, cansaço e sonolência, conduta perigosa, falta de habilidade e desvio de atenção.

Os fatores relacionados aos veículos estão ligados a manutenção, tipo e projeto dos veículos, sendo o primeiro a causa mais frequente de acidentes. Pneus com desgaste, freios desregulados, faróis queimados, limpador de para-brisa quebrado, retrovisores trincados e muitos outros defeitos causados pela falta de manutenção do veículo tendem a aumentar o número de acidentes rodoviários. Além disso, o clima da região também é um fator de risco a ser considerado. Chuvas, neblina e ventos fortes, por exemplo, contribuem para um maior número de colisões (FERRAZ *et. al.*, 2012).

Quanto aos fatores de risco associados à via, inúmeras causas são conhecidas, dentre elas os defeitos da pista, a sinalização não adequada, iluminação deficiente, falta de calçadas e acostamentos, interseções com pouca visibilidade e projeto geométrico inadequado. O projeto geométrico tem por objetivo a definição do segmento rodoviário em aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal. A elaboração do projeto requer o levantamento de informações topográficas, além do estudo de traçado e conhecimento dos interesses, econômicos e sociais, das regiões por onde as vias serão traçadas. Filho (1998) define o projeto geométrico de estradas como o processo de correlacionar os elementos físicos com as características de operação, frenagem, aceleração e condições de segurança e conforto. O primeiro fator determinante para elaboração do projeto geométrico conforme Lee (2000) é o estudo de traçado, que tem como objetivo a determinação geomorfológica da região em estudo e a caracterização geométrica existente. As principais recomendações do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 1999) quanto a definição de traçados de rodovias, objetivam evitar problemas e defeitos no que diz respeito ao projeto geométrico. Portanto, o traçado em planta, em perfil e o traçado coordenado em planta e perfil possuem parâmetros normatizados que devem ser seguidos em projeto. Caso os elementos geométricos não sejam devidamente adequados, o projeto da rodovia poderá conter trechos que não ofereçam segurança e conforto aos usuários.

A figura 1 ilustra a concordância entre os elementos de planta e perfil, fundamentais na análise do projeto geométrico.








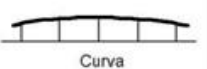


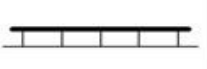


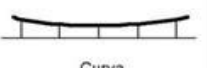

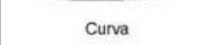
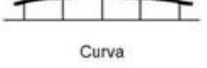

EM PLANTA	EM PERFIL	ELEMENTO ESPACIAL
 Tangente	 Trecho reto	 Tangente com inclinação longitudinal única
 Tangente	 Curva	 Concavidade em tangente
 Tangente	 Curva	 Convexidade em tangente
 Curva	 Trecho reto	 Curva horizontal com inclinação longitudinal única
 Curva	 Curva	 Concavidade com curva horizontal
 Curva	 Curva	 Convexidade com curva horizontal

Figura 1: Combinação dos elementos em planta e em perfil Fonte: Lee, 2000.

Além das características geométricas da via, o pavimento nelas existentes pode também ser efeito causador de acidentes, uma vez que tendo sua estrutura comprometida, o processo de degradação passa a ser acelerado, trazendo condições não ideais de tráfego. Para promover tais condições e conseqüentemente a segurança viária o pavimento deve atender a alguns

requisitos, dentre eles: efeitos de mudanças no clima, possuir estrutura forte que resista ao fluxo de veículos, ser constituído por materiais que permitam o escoamento da água, além de ter boa resistência a derrapagens. A fim de atender a todos esses requisitos, a estrutura do pavimento deve dispor de camadas que possibilitem a total distribuição das solicitações de carga, visando a limitação de tensões e deformações, para que assim seu desempenho permaneça adequado por um longo período de tempo (CNT: SEST: SENAT, 2016).

A sinalização rodoviária também é fator importante quando se trata da segurança dos usuários das vias, principalmente em locais onde o volume de tráfego é intenso. Ela pode ser vertical ou horizontal e deve ser projetada de acordo com os manuais do CONTRAN, DENATRAN e DNIT. Além disso, os dispositivos auxiliares (defensas) também são importantes para a melhoria da segurança da via, visto que possuem a finalidade de reduzir o impacto das colisões, evitando assim consequências mais graves. A função da sinalização é transmitir aos motoristas informações adequadas para um tráfego seguro e que possibilitem uma tomada de decisão consciente (CNT: SEST: SENAT, 2016).

METODOLOGIA

O Manual do programa PARE do Ministério dos Transportes apresenta procedimentos a serem realizados no tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito. Esses procedimentos são divididos em 3 módulos: identificação dos locais críticos, investigação dos fatores contribuintes dos acidentes e tratamento do local crítico. Entretanto o terceiro módulo não será executado, uma vez que o tratamento desses locais deve ser realizado pelos órgãos públicos.

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos no endereço eletrônico da PRF e encontravam-se planilhados. Assim, escolheu-se trabalhar com uma série histórica de 5 anos (2012 a 2016). Por meio da aplicação de filtros pode-se constatar que dentre as rodovias federais que cortam o estado do ES, a BR 101 apresenta índices de acidentes mais significativos. Foram contabilizados os números de acidentes de cada município e constatou-se que os índices eram consideravelmente maiores no município de Serra. Por isso, escolheu-se o trecho do Km 240 ao Km 270 para análise.

Identificação dos locais críticos

Adotou-se o método numérico descrito no manual, uma vez que os demais métodos são utilizados para estudos mais aprofundados, pois utilizam modelos matemáticos probabilísticos. Além disso, os dados disponíveis são suficientes para a realização deste estudo. Ainda na categoria de método numéricos, optou-se por trabalhar com a técnica de número de acidentes, já que essa considera somente o número de ocorrências, em um período de tempo estabelecido, definindo-se como locais críticos aqueles com quantidade de acidentes superior à média aritmética das ocorrências registradas em cada um dos locais em análise (MT, 2002). Assim, após toda a análise dos dados disponíveis, identificou-se 15 trechos críticos de 500 metros cada que foram comuns nos 5 anos analisados.

Investigação dos fatores contribuintes dos acidentes

Para a identificação dos fatores contribuintes, os acidentes foram classificados em quatro grandes grupos: comportamento humano (excesso de velocidade, sonolência, embriaguez, etc), via e meio ambiente (geometria, sinalização, presença de animais na pista, etc), condições operativas dos veículos (defeitos mecânicos) e outros. Cabe salientar que quem identificou

esses fatores contribuintes foi a população, em geral na elaboração dos boletins de ocorrência, por isso as informações podem não representar a total realidade, já que os envolvidos no acidente podem não ter conhecimento específico válido para identificar problemas na via, por exemplo. Houve também uma investigação das condições in loco, onde foram observados detalhes como os elementos geométricos e físicos (geometria horizontal e vertical, sinalização, condições do pavimento, acostamento, obstruções laterais, etc) que podem interferir na condição operativa da via. Além disso, a comunidade local foi entrevistada, a fim de se tentar identificar o ponto específico onde ocorrem a maioria dos acidentes.

De posse de todos esses dados buscou-se apontar os problemas encontrados em cada trecho. Os locais que foram identificados com algum problema nas condições da via, sendo ele de pavimentação, sinalização ou geometria, foram estudados mais cautelosamente a fim de que após uma análise teórica e prática do assunto, fossem sugeridas possíveis intervenções a serem realizadas na via.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos boletins de ocorrência, conforme descrito na metodologia, foram identificados os locais críticos apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Identificação do trecho x quilometragem concernente

Trecho	Km	Trecho	Km	Trecho	Km
01	260,0 a 260,4	06	266,0 a 266,4	11	268,5 a 268,9
02	262,0 a 262,4	07	266,5 a 266,9	12	269,0 a 269,4
03	263,0 a 263,4	08	267,0 a 267,4	13	269,5 a 269,9
04	264,0 a 264,4	09	267,5 a 267,9	14	270,0 a 270,4
05	265,0 a 265,4	10	268,0 a 268,4	15	270,5 a 270,9

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os trechos identificados como críticos foram estudados seguindo as recomendações do manual (MT, 2002), onde foram encontrados os mais diversos tipos de causa para os acidentes ocorridos nos locais. Verificou-se algumas características que são dignas de ressalvas para o estudo em questão e que cumpre-se mencionar, como aspectos relacionado às configurações geométricas, condições do pavimento e a sinalização. Assim, os trechos que apresentavam alguma condição desfavorável da via foram identificados por meio de visita técnica in loco e serão apresentados na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Identificação dos trechos com acidentes relacionados a condições da via

Trecho	Km
01	260,0 a 260,4
02	262,0 a 262,4
03	263,0 a 263,4
04	264,0 a 264,4
05	265,0 a 265,4

11	268,5 a 268,9
12	269,0 a 269,4

Fonte: Elaborada pelo autor.

No trecho estudado, verificou-se que a rodovia possui, em sua maior parte, duas vias paralelas, uma em cada sentido. Apenas em alguns locais onde não existem polos geradores de fluxo, como indústrias, comércios ou residências, foram identificadas a ausência das vias. Entretanto o estudo limitou-se apenas a rodovia (BR 101) e suas interseções com as vias paralelas.

Percebeu-se, durante a visita ao local, que a velocidade diretriz da via é de 60 km/h. Após leitura do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNIT 1999), constatou-se que a classe da rodovia estudada é a Classe I-A, rodovia arterial, portanto, tem-se como recomendação a velocidade diretriz de 60 km/h. Assim, a velocidade praticada está em conformidade com a requerida.

Tem-se, no trecho estudado, fatores agravantes que contribuem para geração de acidentes e que foram averiguados durante a visita in loco. Dentre os aspectos analisados conheceu-se as condições do pavimento e suas possíveis patologias; a presença ou ausência de via marginal e acostamento; presença de sinalização horizontal, vertical e semafórica e a conformidade entre superelevação e superlargura em curvas. Assim sendo, apresenta-se adiante de forma detalhada, as observações sobre os aspectos mencionados.

Das condições do pavimento

O trecho em questão é todo revestido por pavimento asfáltico que apresenta-se ora em boas condições e ora em más condições. O único trecho em que foi identificado péssimas condições foi o 01, onde a presença de buracos, afundamentos e trincas eram visíveis. Além desse, outros trechos foram notados com pavimento não regular, fruto de constantes recapamentos feitos pela concessionária da BR.

Segundo a pesquisa CNT de rodovias (CNT: SEST: SENAT, 2016), avaliar a condição da superfície do pavimento é verificar seu estado de conservação e conseqüente influência no conforto e segurança dos usuários da via. Todo pavimento deve ser projetado para que dure um certo tempo, entretanto, durante os anos de utilização, caso não sejam feitas intervenções de melhoria, esse pavimento passa de uma condição ótima para péssima. Aos olhos dos usuários da rodovia, o estado do pavimento é o elemento de segurança mais perceptível, já que os defeitos por ela apresentados geram desconforto e danos aos veículos, além de poderem ser identificados a olho nu.

Sabe-se que um pavimento danificado é fator gerador de acidentes, visto que a má condição da superfície ocasiona a perda de aderência do pneu/pavimento e, por conseqüente, fica mais difícil manter os veículos na trajetória desejada. Esse problema pode acabar por causar colisões frontais devido a mudança brusca de direção ou perda do controle do veículo (DNIT, 2010).

Assim, como sugestão de melhoria do pavimento a ser aplicada nos trechos estudados, indicase seguir um plano de gestão que assegure níveis de conservação compatíveis com a segurança viária. Para isso, sugere-se monitorar o ciclo de vida da estrutura do pavimento e planejar as manutenções periódicas (preventivas e corretivas) do local (MENEZES, 2008).

Da geometria da via

Afim de se conhecer os problemas relacionados às condições geométricas da via, inicialmente realizou-se a divisão dos fatores estudados, uma vez que as condições de análise são distintas para cada fator. Ressalva-se que a elaboração da identificação dos problemas foi realizada com o auxílio do relatório da Polícia Rodoviária Federal conhecido e disponibilizado na sede situada no município de Vitória.

No que diz respeito a superelevação da via, identificou-se no trecho 01 a presença de declividade transversal negativa. O trecho é composto por trajetória curvilínea e comprovou-se a presença de patologias no pavimento, onde foram identificadas trincas e afundamentos plásticos que resultaram em uma inclinação a favor do sentido de aplicação da força centrífuga, gerando assim um acréscimo em seus efeitos. Salienta-se que a medição e identificação da superelevação negativa foi constituída pela PRF (2016) com auxílio do software Faro Scene. Cabe mencionar que o DNIT (2010) denomina como superelevação a inclinação transversal das curvas nas vias projetadas, evitando o esforço centrífugo que atua no veículo de dentro para fora, tendendo a manter a trajetória retilínea e tangente, fornecendo assim, conforto e segurança ao motorista. Para isso, os cálculos devem estar em conformidade com a velocidade diretriz da via. A superelevação é medida pela inclinação transversal da pista em relação ao plano horizontal e é expressa de forma adimensional ou em porcentagem (LEE, 2000).

Portanto, entende-se que a superelevação inexata, ou seja, a inclinação negativa da seção compromete a estabilidade dos veículos, aumentando o desequilíbrio transversal provocado pela diminuição de força de atrito lateral e assim provocando desconforto e/ou acidentes, que podem ser maximizados pelo tamanho do centro de gravidade do veículo que, quanto maior, provoca maior desestabilidade, portanto, sendo críticos para ônibus e caminhões, conforme ilustrado na figura 02.

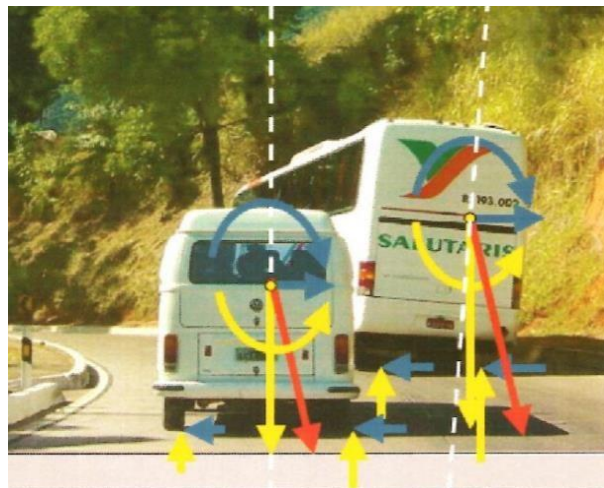


Figura 02: Demonstração do desequilíbrio transversal, decorrentes de curvas longitudinais com inclinações negativas.

Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)

Assim sendo, a proposta de solução para esse problema está diretamente ligada ao melhoramento das condições do pavimento da via, já que foram essas condições que geraram o aparecimento da declividade transversal negativa.

O manual de projeto e práticas operacionais para segurança das rodovias (DNIT, 2010) prevê que o acostamento deve garantir segurança ao usuário, mencionando que seu acesso não deve

ser obstruído para que o usuário possa utilizar com facilidade quando necessário. No que diz respeito aos acostamentos nos segmentos do trecho avaliado, constatou-se, com o auxílio de ortofotomosaicos georreferenciados e por programa assistido por computador CAD, sua ausência em alguns trechos. Em outros, o espaço definido como acostamento não é suficientemente seguro e adequado para a via em questão.

Para conhecimento das diretrizes que dimensionam o tamanho dos acostamentos faz-se necessário consultar o manual de rodovias rurais (DNIT, 1999) que fornece parâmetros de acordo com a classe da rodovia. Segundo o DNIT, para rodovias de classe I-A, o acostamento em relevos planos e ondulados para trechos com duas pistas deve variar de 0,60 m a 1,20 m, já para trechos com as mesmas condições de relevos e com quatro ou mais pistas deve variar entre 2,50 m a 3,00 m. Os valores são recomendações que garantem a segurança caso seja necessário a imobilização durante uma situação de emergência.

Verificou-se nos trechos 04 e 05 a ausência de espaço suficiente para ser considerado acostamento. No trecho constatou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio-fio não corresponde a solicitação do manual que para este trecho seria de 0,60 m a 1,20 m.

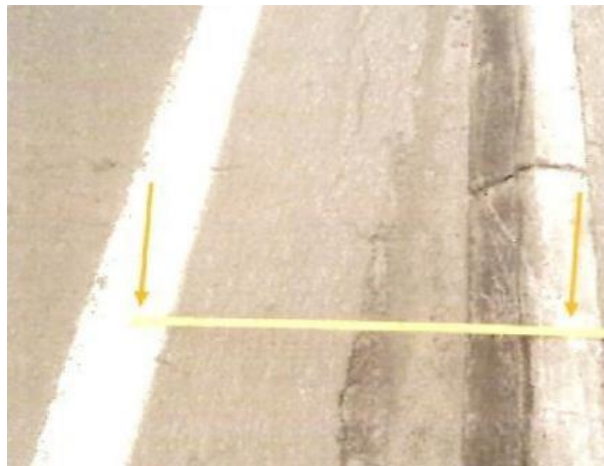


Figura 03: Verificou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio fio apresenta-se com variações. No ponto em que constatou maior comprimento, a medição realizada no local foi de 0,45 m entre a linha de bordo e o meio fio.

Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)



Figura 04: Demonstração da ausência de acostamento no km 264 e imediações - sentido decrescente. Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)

Para que o correto acostamento seja executado far-se-á necessário o planejamento de projeto por parte da concessionária, pois como confirmado em visita em campo, há espaço suficiente para execução do acostamento, mesmo que em largura mínima exigida em norma.

Da sinalização

Em todo o trecho avaliado é possível perceber a presença de sinais semaforicos, inclusive em trechos problemáticos como cruzamentos. Entretanto verificou-se que nos trechos em que o sinal não é acompanhado de um radar eletrônico os índices de acidentes como atropelamento e colisões transversais são maiores, são esses: trechos 02, 03, 04 e 11. A PRF, por meio de relatório, constatou que 64% das colisões laterais ocorridas no período de janeiro de 2015 a outubro de 2016 no trecho do Km 260 ao 270 da BR 101-ES, foram devidas a desobediência à sinalização. Por isso, pode-se inferir, que por terem certeza da impunidade, os motoristas avançam o sinal mesmo quando esse indica a paralisação do fluxo. Como proposta de intervenção alguns fatores podem ser sugeridos, sendo eles a instalação de dispositivos eletrônicos de controle, presença de policiamento de trânsito nos cruzamentos de maior movimento e ainda campanhas de conscientização junto aos motoristas e pedestres que trafegam na via (PRF, 2016).

Além das sinalizações horizontais e verticais, são também elementos na sinalização os dispositivos de contenção lateral, que são instalados longitudinalmente nas laterais da rodovia. Eles podem ser feitos de concreto, metal ou por sistema de cabos, desde que sejam aprovados nos testes de impacto descritos em norma (IPR 706/1999/DNIT). Esses dispositivos ajudam a prevenir o acesso a áreas perigosas e impactos a objetos situados nas laterais da via, além de proteger os usuários mais vulneráveis da via (pedestres) (PRF, 2016).

A obrigatoriedade da presença da contenção lateral é disposta no manual de defensas rodoviárias/*Highway Guardrail* do IPR/DNER. Os trechos que apresentam essa necessidade e não possuem a contenção são os trechos 03, 04 e 05. O trecho 03 possui um talude lateral íngreme e por isso deveria dispor de contenção lateral. Já o trecho 04, além do talude verificouse a presença de via paralela, o que traz ainda mais indispensabilidade aos dispositivos. O trecho 05 é ainda mais perigoso pois além de todas as condições descritas no trecho 04, verificou-se também a existência de edificações na lateral da via. Tais condições podem ser observadas nas figuras 05 e 06 apresentadas a seguir.



Figura 03: Km 264,4 - Trecho 04

Fonte: PRF, 2016



Figura 04: Km 265, 3 - Trecho 05. Fonte: PRF, 2016

A ausência de um dispositivo de contenção lateral não interfere diretamente na ocorrência de acidentes rodoviários, entretanto, sua presença pode ajudar a minimizar os efeitos de uma colisão ou escapamento de pista. Em locais onde o talude lateral à pista é muito inclinado a contenção se faz necessária, pois pode evitar o capotamento em caso de um veículo desgovernado tentar evadir a via, tornando o acidente menos grave. Para esse tipo de problema, a solução mais adequada é a instalação das contenções, já que o relevo do local e a presença de edificações são variáveis muito mais complexas para correção.

Em todo o trecho estudado notou-se apenas no trecho 03 a presença de travessias de pedestres em outros níveis e de tela no canteiro central, mesmo que tenha-se comprovado por meio de dados estatísticos o alto índice de acidentes envolvendo pedestres nos demais trechos. Não obstante, constatou-se ainda no trecho 02 a insuficiência de elementos necessários para travessia de pedestres, havendo apenas semáforos que controlam a movimentação de carros, uma vez que refere-se a uma interseção. Como agravante da situação no trecho 02 denotou-se a presença de dois pontos de ônibus, os quais fazem com que o movimento de pessoas seja intensificado na região, aumentando assim a possibilidade de acidentes envolvendo pedestres. Tem-se ainda, no trecho 12, a presença de pontos de ônibus e a ausência de elementos que garantam a segurança na travessia da rodovia, local no qual é alvo de alto índice de acidentes, informação que é comprovada pela análise dos dados da PRF.

Como medida mitigadora indica-se a implantação de sinalização horizontal e pintura de faixas de pedestres, ambas servirão de alerta ao condutor evitando futuras ocorrências. Indica-se ainda a inserção de grades de proteção no canteiro central, excluindo assim a possibilidade de travessia fora dos locais indicados pela sinalização.

CONCLUSÃO

O estudo em questão identificou com base no manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, os trechos críticos em número de acidentes entre os KM 240 e 270 da BR 101-ES, que estão localizados no município de Serra/ES. Após a identificação dos trechos, foram avaliados, por meio de análise de dados, visitas in loco e entrevistas a população local, os fatores causadores de acidentes ligados às condições da via no trecho estudado. A geometria da via, sua sinalização e as condições de seu pavimento foram expostas e comparadas a parâmetros normativos e teóricos a fim de discutir de que forma eles se relacionam com o elevado índice de acidentes e quais seriam as possíveis medidas corretivas a serem implementadas.

Quanto ao pavimento, o trecho 01 foi o único que apresentou más condições, mas outros trechos foram identificados com recapeamento recente. Após análise teórica verificou-se que a existência de buracos, afundamentos e trincas ocasionam a perda de aderência do pneu/pavimento e, por conseguinte, fica mais difícil manter os veículos na trajetória desejada. Assim, como sugestão de melhoria do pavimento a ser aplicada nos trechos estudados, indicase seguir um plano de gestão que assegure níveis de conservação compatíveis com a segurança viária, mantendo um monitoramento do ciclo de vida da estrutura do pavimento e planejamento de manutenções periódicas (preventivas e corretivas) no local.

Quando a geometria da via foi analisada, encontrou-se um problema de inclinação transversal no trecho 01 devido a presença de patologias no pavimento, onde identificou-se trincas e afundamentos plásticos que resultaram em uma inclinação a favor do sentido de aplicação da força centrífuga. Sendo assim, a proposta de solução para esse problema está diretamente ligada ao melhoramento das condições do pavimento da via, já que foram essas condições que geraram o aparecimento da declividade transversal negativa. Outro fator percebido foi a não conformidade dos acostamentos nos trechos 04 e 05, onde há ausência de espaço suficiente para ser considerado acostamento. No trecho constatou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio-fio não corresponde a solicitação do manual que para este trecho seria de 0,60 m a 1,20 m. Para que o correto acostamento seja executado far-se-á necessário o planejamento de projeto por parte da concessionária, pois como confirmado em visita em campo, há espaço suficiente para execução do acostamento, mesmo que em largura mínima exigida em norma.

Em relação a sinalização, verificou-se que nos trechos em que o sinal não é acompanhado de um radar eletrônico os índices de acidentes como atropelamento e colisões transversais são maiores, são esses: trechos 02, 03, 04 e 11. Por isso, como proposta de intervenção foram sugeridos a instalação de dispositivos eletrônicos de controle, presença de policiamento de trânsito nos cruzamentos de maior movimento e campanhas de conscientização junto aos motoristas e pedestres que trafegam na via. Quanto a presença da contenção lateral, os trechos que apresentam necessidade e não possuem a contenção são os trechos 03, 04 e 05. Para eles foi proposto a instalação das contenções, já que o relevo do local e a presença de edificações são variáveis muito mais complexas para correção. Já no que diz respeito aos pedestres, constatou-se nos trechos 02 e 12 a insuficiência de elementos necessários para travessia dos mesmos. Por isso, como medida mitigadora indicou-se a implantação de sinalização horizontal e pintura de faixas de pedestres para que sirvam de alerta ao condutor, além de inserção de grades de proteção no canteiro central para que se exclua a possibilidade de travessia fora dos locais indicados pela sinalização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**: pesquisa de acidentes de trânsito. Rio de Janeiro, 1989.

AZEVEDO, R. **As principais causas de mortes no Brasil (e como evitá-las)**. São Paulo: Editora Abril, 2015. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/brasil/as-principais-causas-demortes-no-brasil-e-como-evita-las/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

BERGAMASCHI, R. B. **A geografia dos acidentes de trânsito na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) – ES, entre 2005 e 2013**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO. **Relatório anual de estatística de trânsito – 2015**. Espírito Santo, 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro, 1999.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Urbanas**. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Estatísticas de Acidentes**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoesrodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota Nacional (dezembro de 2016)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

FERRAZ, A.C.P.; et al. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FILHO, G. P. **Estradas de Rodagem: Projeto Geométrico**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1998.

FILHO, G. P. **Projeto Geométrico de Rodovias**. 2.ed. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Logística de Transportes no Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=2767&busca=1&t=ibge-mapeia-infraestrutura-transportes-brasil>>. Acesso em 05 abr. 2017.

LEE, S.H. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Santa Catarina: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

LIMA, I. M. O.; et al. **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília, DF: IPEA, 2008.

MOHAMMED, H. The influence of road geometric design elements on highway safety. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**, Iraq, vol. 04, july/aug. 2013. Disponível em: <<http://www.iaeme.com/ijciet.asp>> Acesso em: 05 abr. 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Global Health Observatory Data Repository**, 2013. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data/view.main.51310>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

PAULA, M. E. B.; RÉGIO, M. **Investigação de acidentes de trânsito fatais: Gerência de segurança no trânsito**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2008.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Balancos de atividades 2014**. Brasília, 2015.

SAMPEDRO, A.; CAMPOS, G. Avaliação e tratamento das características da infra-estrutura viária urbana que influenciam a segurança do tráfego. **Engenharia Civil**, Braga, v. 27, 2006.