

RIO DE TRANSPORTES
XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes
do Estado do Rio de Janeiro

INFLUÊNCIA DO TRAÇADO DAS VIAS NO NÚMERO E NA SEVERIDADE DOS
ACIDENTES: ESTUDO DE CASO NA AUTOESTRADA GRAJAÚ-JACAREPAGUÁ

Bruno Alexandre Brandimarte Leal

Departamento de Engenharia de Transportes
Universidade de São Paulo

José Leomar Fernandes Júnior

Departamento de Engenharia de Transportes
Universidade de São Paulo

Sandra Oda

Departamento de Engenharia de Transportes
Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Este artigo apresenta e discute a influência que o traçado das vias tem no número e na severidade dos acidentes de trânsito. Inicialmente, será apresentado um referencial teórico do estudo da consistência geométrica. Em seguida, apresenta-se um estudo de caso considerando o traçado da Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá (Avenida Menezes Cortes), localizada na cidade do Rio de Janeiro e os bancos de dados de acidentes, fornecidos pela Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-Rio). Abordando os conceitos de segurança de trânsito, o estudo apresenta um conjunto de medidas que visam a diminuir os acidentes e tornar a via mais eficiente.

ABSTRACT

This paper presents and discusses the influence that the centerline has with traffic accidents. Firstly, a theoretical framework about the design consistency is presented. Then, a study case is presented considering the centerline of the Grajaú-Jacarepaguá Highway (Menezes Cortes Avenue), located in the city of Rio de Janeiro and the accidents databases provided by Traffic Engineering Company of Rio de Janeiro (CET-Rio). Addressing the traffic safety concepts, the study presents a set of measures that aims at reducing accidents and making a more efficient road.

PALAVRAS CHAVE:

Segurança de Trânsito; Projeto Geométrico; Acidentes de trânsito

1. INTRODUÇÃO

Apesar dos grandes esforços realizados no Brasil e no mundo no que se refere à segurança rodoviária, os acidentes de trânsito ainda se apresentam como um sério problema de saúde pública. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (World Health Organization - WHO), o Brasil se destaca nessas estatísticas, ocupando o terceiro lugar com 36.499 óbitos em 2013, atrás da Índia (130.037 óbitos), China (70.134 óbitos) (Tabela 1, WHO, 2013).

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

Tabela 1: *Ranking* dos países com maior número de óbitos em 2013.

	Países	Nº de mortes
1º	Índia	130.037
2º	China	70.134
3º	Brasil	36.499
4º	Estados Unidos	32.885
5º	Indonésia	31.234
6º	Federação Russa	26.567
7º	Irã	23.249
8º	México	17.301
9º	África do Sul	14.804
10º	Tailândia	13.365

Fonte: adaptado de WHO (2013).

Apesar da tendência em subestimar os efeitos das características e das condições da via sobre a ocorrência de acidentes de trânsito, o sistema viário, no seu conjunto, cria situações que podem induzir os motoristas a cometer erros de percepção ou de reação e, conseqüentemente, propícias para a ocorrência de acidentes (MAIA, 1995). Ambientes viários complexos podem afetar, principalmente, motoristas e pedestres pouco experientes, mas em determinadas ocasiões também levam condutores habilidosos a enfrentar exigências e riscos inesperados (NODARI, 2003).

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a influência do traçado da via sobre a ocorrência de acidentes, empregando um *software* para auxiliar na avaliação da consistência geométrica identificando potenciais pontos críticos (locais de acidentes). Para tal, foi realizado um estudo de caso na Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá e a análise foi feita utilizando os dados de acidentes registrados entre os anos de 2011 e 2015 (LEAL, 2017).

2. SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES DE TRÂNSITO

Não se pode restringir a análise dos problemas de segurança viária apenas à simples consideração da soma total e da severidade dos acidentes de trânsito acontecidos em determinada via ou região (TRB: 2004). Geralmente é a abrangência de um conjunto de condições e fatores interligados na segurança viária que propiciam a circulação e interação dos diferentes elementos do sistema de tráfego na rede viária sob níveis aceitáveis de risco e de forma suficientemente segura. Para abordar os problemas de segurança viária é importante conhecer os diferentes fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes de trânsito e os riscos associados a estes. É necessário aprofundar o entendimento da natureza e dos tipos de riscos presentes no tráfego, da maneira como os usuários do trânsito percebem e reagem diante das diferentes situações e quais são os mecanismos existentes para a avaliação e o gerenciamento dos elementos de risco.

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

Quando se fala na questão de segurança de tráfego, Gold (1998) propõe isolar, primeiramente, os principais elementos constituintes do sistema de trânsito, como os veículos, as pessoas, o ambiente institucional, o meio ambiente e as vias. Todos esses elementos interagem a partir da entrada do homem em cada um desses componentes. O homem pode desempenhar vários papéis: pedestre, motorista, ciclista, motociclista, e, até mesmo, agente de trânsito. Como motorista, suas ações serão respostas aos estímulos fornecidos pelo meio ambiente, cenários da circulação.

O fator humano refere-se a inúmeras atribuições que afetam o comportamento humano no que consiste o ambiente de tráfego, indo desde aspectos mais amplos, como a condição social, sexo, idade, físico e psicológico, até aspectos mais singulares como inexperiência no trânsito, personalidade ou deficiências.

Já o ambiente viário, se mal projetado, pode criar situações propícias a acidentes. Ao se discutir sobre o ambiente viário, discutem-se todos os elementos que compõem o fator viário: projeto geométrico, sinalização, condições da pavimentação, funcionalidade dos dispositivos de drenagem e as características urbanas da via.

Vale lembrar que um acidente não possui apenas um fator para a sua ocorrência, mas todos os fatores interagem e estão relacionados, e são ocasionadores de acidentes. Para Sampedro (2010) é notável a tendência de se considerar os aspectos ligados apenas ao fator humano como responsáveis pela ocorrência de acidentes de trânsito, sem levar em conta os elementos relacionados à via e ao veículo e seu poder de potencializar as falhas humanas.

3. INFLUÊNCIA DO TRAÇADO DA VIA E CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA

3.1. Traçado

As características do alinhamento horizontal e vertical são de extrema importância para que a via ofereça conforto, comodidade e segurança à circulação dos usuários. É imprescindível a coordenação entre os alinhamentos vertical e horizontal, conferindo à via características superiores de segurança, de conforto, de comodidade e de aparência. A falta dessa interação pode acentuar os defeitos do traçado ou do perfil e, além disso, pode anular aspectos favoráveis de um ou outro, considerados isoladamente.

É interessante, também, que meio ambiente e traçado não sejam hostis um ao outro e sejam adequados um ao outro. Uma complementação entre a geometria e o entorno deve proporcionar uma condução clara e consistente, evitando que, em certos pontos, haja a surpresa do condutor e a tomada de decisão precipitada.

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

Para uma situação desejável de segurança deve haver uma combinação dos alinhamentos horizontal e vertical sem que haja influência em aspectos como a distância de visibilidade e velocidade operacional. A combinação dos alinhamentos da via urbana ou da rodovia deve permitir ao condutor o tráfego com uma velocidade praticamente constante ao longo da rodovia sem que o ambiente permita situações de surpresas aos motoristas.

Brasil (1999) traz uma série de especificações quanto aos alinhamentos vertical e horizontal, distâncias de parada e ultrapassagem e coeficiente entre o pneu e a pista a serem utilizados no projeto geométrico de rodovias.

3.2. Consistência Geométrica

O método de análise da consistência do projeto geométrico de rodovias se baseia em dois núcleos básicos: (1) modelo de estimativa de velocidade operacional; e (2) critérios de classificação dos segmentos.

Os modelos de estimativa de velocidade, dadas as características geométricas das vias, fornecem um perfil (diagrama) de velocidades. Os critérios classificatórios usam este perfil para uma comparação entre as situações que seriam mais ou menos favoráveis.

Os elementos geométricos das rodovias estão relacionados à velocidade de projeto, uma vez que as condicionantes geométricas decorrem da definição por norma de valores limites máximos e mínimos a partir da classe da rodovia, do relevo da região e das características do veículo padrão que levam a definição da velocidade de projeto.

3.3. Modelos de estimativa da velocidade operacional – Garcia (2008)

A velocidade operacional (V_{85}) é a informação mais representativa de como a via é utilizada em cima de determinadas condições geométricas. Os modelos de estimativa da V_{85} buscam uma relação de causa/efeito entre as características das rodovias e a V_{85} observada.

Tendo conhecimento que a maioria dos modelos de previsão da velocidade operacional utiliza como variável o inverso do raio planimétrico, Garcia (2008) realizou uma análise utilizando apenas veículos de passeio e apresentou um modelo econométrico de regressão linear simples e forma funcional inversa. Posteriormente ele adicionou as variáveis independentes adicionais *dummy* lado, valor absoluto da declividade e *dummy* active e chegou-se ao modelo da Equação 1 por meio de uma análise multivariada:

$$V_{85} = 93,1545 - \frac{1666,1716}{R} - 1,1872 \times L - 0,4654 \times |I| - 1,3426 \times A \quad (1)$$

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

sendo:

V_{85} = velocidade operacional [km/h];

R = raio da curva [m];

L = *dummy* lado [1 – esquerda, 0 – direita ou sem curva];

I = declividade [%];

A = *dummy* aclave [1 – aclave, 0 – declive ou em nível].

3.4. Classificação dos segmentos de acordo com sua consistência

A análise de um projeto geométrico sob a perspectiva de sua efetiva utilização consiste em verificar se este está desempenhando a função esperada na etapa de definição do mesmo com foco nas duas condicionantes básicas anteriores. Sendo assim, são recomendados os seguintes critérios de classificação de projetos viários:

3.4.1. Critério de segurança I

O projeto geométrico ao ser analisado pela diferença apresentada entre a velocidade de projeto e a velocidade operacional pode apresentar três condições distintas:

- Projeto bom: É a condição ideal entre o projeto e a utilização da via. Neste caso, o módulo da diferença entre a velocidade operacional e a velocidade de projeto não é superior a 10 km/h ($|V_{85} - V_d| \leq 10$ km/h).
- Projeto regular: Esta condição ocorre para diferenças de velocidade entre 10 a 20 km/h (10 km/h $\leq |V_{85} - V_d| \leq 20$ km/h).
- Projeto fraco: Condição observada nas situações onde a diferença entre a velocidade operacional e a velocidade diretriz é superior a 20 km/h ($|V_{85} - V_d| > 20$ km/h).

3.4.2. Critério de segurança II

Conforme a condição do comprimento da tangente, da velocidade operacional na primeira curva, da velocidade operacional na curva subsequente, das taxas de aceleração e desaceleração, seis situações distintas podem ser observadas:

A utilização de modelo de estimativa da velocidade operacional permite a identificação da mesma para um conjunto de raios planimétricos. A análise da variação desta velocidade ao longo de uma rodovia possibilita classificar a mesma em três casos distintos:

- Projeto bom: É a condição ideal entre projeto e utilização da via. Neste caso, o módulo da diferença entre as velocidades operacionais de elementos planimétricos sucessivos (curva-

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

curva, tangente-curva) é inferior ou igual a 10 km/h ($|V_{85i} - V_{85(i+1)}| \leq 10$ km/h).

- Projeto regular: Ocorre quando o módulo da diferença entre as velocidades operacionais está no intervalo entre 10 a 20 km/h ($10 \text{ km/h} < |V_{85i} - V_{85(i+1)}| \leq 10 \text{ km/h}$).
- Projeto fraco: esta condição ocorre quando a diferença de velocidades operacionais superior em 20 km/h, ($|V_{85i} - V_{85(i+1)}| > 20 \text{ km/h}$). Determina uma condição de projeto com problemas sérios de fluidez.

3.5. Classificação dos projetos através do ICG

O Índice de Consistência Geométrica (ICG) é um indicador de desempenho da consistência geométrica da via.

3.5.1. Pesos dos critérios de segurança I e II para a classificação

Os critérios adotados para a obtenção dos pesos, neste estudo, foram: (1) indicar um peso alto para o nível de classificação “bom, intermediário para “regular” e baixo para “fraco”, pois pretende-se relacionar a nota alta do ICG a uma situação desejável; (2) não trabalhar com escala linear na definição de pesos, penalizando a situação mais desfavorável e atribuindo a mesma uma nota significativamente mais baixa, de forma que a média entre a nota mais alta e a mais baixa seja inferior a nota intermediária; (3) utilizar pesos que produzam uma larga escala de amplitude, tendo-se um grande espectro de valores na classificação; e (4) não adotar o valor zero na pior situação devido à utilização da média geométrica, anulando completamente o efeito dos demais indicadores. Assim sendo, utilizando os valores sugeridos por Garcia (2008), optou-se pelos pesos da Tabela 2.

Tabela 2: Pesos dos níveis de classificação dos critérios de segurança I e II

<i>Classificação</i>	<i>Peso</i>
Bom	9
Regular	6
Fraco	1

Fonte: Garcia (2008).

3.5.2. Cálculo do critério de segurança composto (CS_c)

Apesar do ICG ser valor único para determinados intervalos, os critérios de segurança I e II são obtidos para cada um dos sentidos da via (LD – lado direito ou sentido do estacionamento, LE – lado esquerdo ou sentido contrário), em intervalos de 100 m. Sendo assim, optou-se pela média geométrica, uma vez que, diferente da aritmética, penaliza a variabilidade dos dados e minimiza a compensação entre valores altos e baixos. A Equação 2 mostra como os critérios

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

de segurança I e II por intervalos de 100 m são obtidos em função dos valores registrados para cada sentido da via:

$$CS_i = \sqrt{CS_{iLE} \times CS_{iLD}} \quad (2)$$

sendo:

CS_i = critério de segurança i do intervalo de 100 m (I ou II);

CS_{iLE} = critério de segurança i do intervalo de 100 m do lado esquerdo da via (I ou II);

CS_{iLD} = critério de segurança i do intervalo de 100 m do lado direito da via (I ou II).

De maneira igual, o critério de segurança composto (CS_C) é obtido a partir da média geométrica dos critérios de segurança I e II do intervalo de 100 m (Equação 3). O CS_C é o elemento base para o cálculo do ICG_{km} e ICG_{trecho} :

$$CS_i = \sqrt{CS_I \times CS_{II}} \quad (3)$$

sendo:

CS_C = critério de segurança composto do intervalo de 100 m;

CS_I = critério de segurança I do intervalo de 100 m;

CS_{II} = critério de segurança II do intervalo de 100 m;

3.5.3. Cálculo do ICG

O cálculo do ICG através do critério de segurança composto, calculado para intervalos de 100 m, é obtido através da média geométrica destes últimos e de sua correção de amplitude, conforme Equação 4.. É realizado o produtório dos dez valores de critérios de segurança compostos dos intervalos que compõem o quilômetro ($n=10$). Como o valor superior é 9 e o inferior é 1, tem-se que a amplitude seja igual a 8. Sendo assim, subtrai-se uma unidade do produtório, corrigindo-se a amplitude, para se ter o valor mínimo da escala para zero. A divisão do resultado pela amplitude original e sua multiplicação por 100 resulta em uma escala de 0 a 100, desejada para o indicador ICG.

$$ICG_{km} = \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n CS_{Ci}} - 1}{A} \times 100 \quad (4)$$

sendo:

ICG_{km} = índice de consistência geométrica por quilômetro, com amplitude de 0 a 100;

CS_{Ci} = critério de segurança composto;

n = intervalo considerado ($n = 10$);

A = amplitude (A = peso máximo 9 menos o peso mínimo 1 = 8).

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

3.5.4. Classificação do ICG

O FHWA (2000) sugere três categorias de classificação: Bom, regular e fraco. Sendo assim, de forma a compatibilizar a classificação do ICG, com intervalo de 0 a 100, em três categorias e levando-se em conta os intervalos do CNT (2006), Garcia (2008) propôs a classificação de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Intervalos de classificação do ICG.

<i>Classificação</i>	<i>Intervalo</i>
Bom	$81 \leq \text{nota} \leq 100$
Regular	$51 \leq \text{nota} \leq 80$
Fraco	$0 \leq \text{nota} \leq 50$

Fonte: Garcia (2008).

3.6. Ferramentas de Análise do Projeto Geométrico - SAEPRO

Para uma avaliação minuciosa de como os elementos se relacionam com a potencialização dos acidentes seria necessário um estudo mais complexo tentando relacionar cada característica com a causa dos acidentes. Para um propósito de simplificação, o objetivo deste estudo foi apenas a consistência da rodovia e para isso foi utilizada a ferramenta para análise SAEPRO.

4. ESTUDO DE CASO: AVENIDA MENEZES CORTES

A Avenida Menezes Cortes, conhecida como Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá, foi escolhida devido ao grande número de acidentes com vítimas que lá ocorrem. Pertencendo ao sistema viário de trânsito rápido da cidade do Rio de Janeiro, a Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá possui cerca de 7,5 km de extensão nos dois sentidos. Com uma orientação leste-oeste, a via liga o bairro do Grajaú, na Zona Norte, ao bairro de Jacarepaguá, na Zona Oeste da cidade.

4.1. Caracterização do projeto

Para a coleta dos dados de alinhamento horizontal e vertical do projeto geométrico foi realizada uma investigação da topografia da região e foi levantado o projeto geométrico de acordo com a visualização do traçado em planta no AutoCAD Civil 3D. As curvas horizontais foram todas tratadas como simples para uma simplificação. Além disso, foram utilizados os dados sobre os acidentes fornecidos pela CET-Rio (2012) e os resultados de uma pré-análise de sete pontos críticos que foram julgados pela empresa problemáticos para a segurança da via.

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

Passando principalmente por terreno ondulado/montanhoso, o traçado da via é caracterizado pela presença de curvas horizontais acentuadas e a presença de aclives e declives pronunciados. Dentro do trecho especificado, foram identificadas 50 curvas horizontais.

4.2. Determinação das Velocidades Operacionais Potencial e Efetiva - V_{85p} e V_{85e}

Como resultado tem-se a V_{85p} calculada por sentido da via e para cada estaca, visto que as curvas à direita e à esquerda, e declives e aclives tem contribuições diferentes na V_{85p} .

A V_{85e} utiliza como dados de entrada a velocidade operacional, potenciais taxas de aceleração e o fator de redução para desempenho em aclives. As velocidades inicial e final (medidas ou arbitradas) são também utilizadas como partida nos sentidos da via (a favor e contra o estaqueamento). A V_{85e} é calculada de forma a não ultrapassar a velocidade operacional da mesma, utilizando a V_{85e} da estaca anterior como referência e a taxa de aceleração como fator de redução em aclives, segundo as condicionantes geométricas da via. O processamento desta etapa ocorreu integralmente no *software* Saepro.

4.3. Critérios de classificação I, II e ICG

Após o perfil de velocidades ter sido criado por sentido da via, ele é confrontado com a velocidade de projeto (critério de segurança I) e entre si, para elementos planimétricos distintos (critério de segurança 2). O ICG é obtido da composição dos critérios de segurança I e II. Todo o processamento desta etapa ocorre em planilha automatizada, desenvolvida em Excel, gerando o relatório de análise da consistência geométrica (Figura 5).

A Figura 5 apresenta a classificação de acordo com os critérios de segurança I e II da Avenida Menezes Cortes. As barras coloridas com a análise da consistência geométrica são dadas por uma classificação que envolve três cores: verde para a classificação “projeto bom” do segmento; amarela, “projeto regular”; vermelha, “projeto fraco”.

A análise pelo critério de segurança I foi realizada para cada sentido da via. De toda a extensão da via classificada de acordo com a análise do CS_I , 32% foi classificado como fraco, 44% como regular e 24% como bom. Boa parte da rodovia se enquadrou nas classificações “projeto regular” e “projeto fraco”. Esse dado é preocupante, uma vez que a via está sendo utilizada por condutores trafegando em velocidades que diferem em mais de 10 km/h da velocidade de projeto. Recomenda-se que seja realizada uma reavaliação, principalmente nos quilômetros onde a via foi classificada como fraca.

Segundo a análise pelo critério de segurança II, a via apresenta 43% de sua extensão classificada como fraca, 20% regular e 37% bom. A via novamente apresentou mais trechos enquadrados nas classificações “projeto fraco” e “projeto regular” do que em “projeto bom”. Ou seja, mais da metade da via apresentou variações de velocidades operacionais superiores a

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

10 km/h. Dado esse resultado, são recomendáveis as realizações de reavaliações, principalmente, nos quilômetros onde a via foi classificada como fraca.

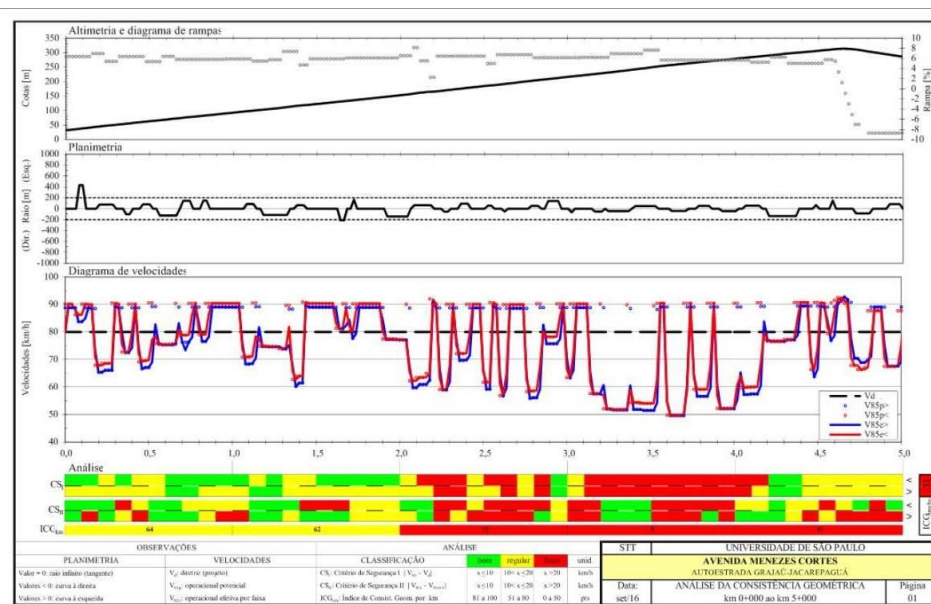


Figura 5: Primeira página do relatório de classificação pelo CS_I , CS_{II} , ICG_{km} , ICG_{trecho} .
Fonte: LEAL, 2017.

O índice de consistência geométrica de toda extensão da rodovia calculado foi de 31. É um índice considerado extremamente baixo. A análise pelo índice de consistência geométrica por quilômetro foi decorrente da composição dos critérios de segurança I e II, considerando ambos os sentidos da via. Em sua análise, a Avenida Grajaú-Jacarepaguá não apresentou nenhum quilômetro em classificação bom, 25% em regular e 75% fraco.

4.4. Análise da Consistência Geométrica

No estudo de caso foram avaliados 8 quilômetros da Avenida Menezes Cortes. A classificação destes quilômetros, segundo sua consistência geométrica, e a relação de acidentes por ano relacionado a cada classificação são observadas na Tabela 4.

Observando os dados da Tabela 6.10, é possível observar que a via está classificada, basicamente em “projeto fraco” (75%) e “projeto regular” (25%) e que as médias de acidentes por ano foram maior na classificação “projeto regular”, o que de certa forma é esperado, uma vez que a maioria das velocidades utilizadas para classificar os quilômetros em “projeto fraco” foi menor que a velocidade de projeto, dando um maior tempo de percepção e reação para os motoristas para o caso de algum incidente.

O estudo que Garcia (2008) realizou, em que indica que o número de acidentes diminui conforme o ICG aumenta, se mostra controverso ao do presente estudo, que mostra um

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

aumento do número de acidentes conforme o aumento do ICG. Isso pode ser relacionado ao baixo número de trechos de classificação “projeto regular” do estudo de Garcia e a falta de trechos de “projeto bom” deste estudo, gerando uma lacuna intervalo do ICG. Como a função se mostra crescente para intervalos baixos de ICG e decrescente para os intervalos altos, a sugestão é de que há um número máximo de acidentes dado um valor de intervalo médio de ICG. Tal fato corrobora para que a análise da consistência geométrica forneça subsídios para a análise da segurança viária. No entanto, o desenvolvimento de um modelo de estimativa de acidentes não foi objeto do trabalho.

Tabela 4: Classificação por quilômetro

<i>Classificação ICG_{km}</i>		<i>km</i>	<i>Acidentes/Ano</i>	
Caso	Intervalo		Média	σ
Bom	81 a 100	-	-	-
Regular	51 a 80	2	15,00	7,35
Fraco	0 a 50	6	8,37	5,21

Fonte: LEAL, 2017.

5. CONCLUSÕES

Os acidentes de trânsito são um grande desafio aos governos e autoridades de segurança, pois, em muitos casos, podem gerar mortes e lesões irreversíveis e, assim, causar um grande impacto sobre a economia dos países.

A consistência do alinhamento vertical e horizontal são as características que influenciam o número e a severidade de acidentes, uma vez que eles influenciam diretamente a perda de controle do automóvel pelo motorista.

Houve limitações, tanto em questões planimétricas (curvas de transição), como em altimétricas (concordância vertical), para a obtenção dos dados da via. Apesar do método não validar o projeto geométrico da via, não permitindo identificar curvas de transição e fazendo um ajuste de todas como sendo circulares, ele não prejudica o estudo sobre estimativas das velocidades operacionais. Sendo assim, este procedimento simplificado adotando apenas tangentes e elementos circulares foi considerado como válido. Para realizar a concordância vertical, foram consideradas declividades por segmentos de alinhamentos verticais e a estimativa da flecha. Desta maneira, foi possível determinar a declividade, definida como variável independente do modelo, para cada estaca da via.

Para a análise da consistência geométrica foi utilizado o programa Saepro na previsão das velocidades operacionais. Além de ser em português, o que facilita bastante a compreensão do usuário, existem dicas e tutoriais desenvolvidos pelo próprio desenvolvedor, que auxiliam muito a sua utilização.

RIO DE TRANSPORTES

XV Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro

Não existe, ainda, um modelo proposto para previsão de acidentes a partir da análise da consistência geométrica. No entanto, os resultados deste trabalho ajudam a entender que existe uma relação entre o traçado da via e o índice de acidentes, uma vez que o motorista, ao perceber a presença de uma curva, desacelera e, ao sair dela, acelera, causando momentos diferenciais de velocidade. Essas percepções e reações são distintas para cada condutor, o que possibilita a formação de potenciais pontos de acidentes. Sendo assim, seria necessário um estudo com um número bem maior de estradas, avenidas e rodovias a fim de compreender o modelo de previsão de acidentes baseado no índice de consistência geométrica.

O estudo de caso apresentado pode ajudar a mostrar que a infraestrutura viária é responsável pela potencialização das falhas humanas. A consistência do projeto geométrico pode ser considerada como característica importante do projeto da via para se evitar a ocorrência de acidentes. Um projeto bem feito, que siga minuciosamente as especificações estabelecidas dificilmente irá apresentar altos índices de acidentes, como o constatado na Autoestrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. IPR 706. 195p. Rio de Janeiro, 1999.
- CET-Rio – Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade do Rio de Janeiro. **Análise dos pontos de acidentes – Avenida Menezes Cortes – Grajaú Jacarepaguá**. Rio de Janeiro, 2012.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Relatório Gerencial – Pesquisa Rodoviária 2016**. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/relatorio-gerencial>>. Acesso em: Dezembro de 2016.
- FHWA – Federal Highway Administration. **Evaluation of Design Consistency Methods for Two-Lane Rural Highways**, Executive Summary. In: *Publication FHWA-RD-99- 173(25):1-25*, 2000.
- GARCIA, D. S. P. **Método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples**. Tese (Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
- GARCIA, D. S. P. **Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema avançado para estudos e projetos viários: o conceito BIM no projeto de obras de infraestrutura**. *Congresso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística*. Santander, 2014.
- GOLD, P. A. **Segurança de trânsito: Aplicações de engenharia para reduzir acidentes**. EUA: BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.
- LEAL, B. A. B. **Análise da Influência e Características das Vias no Número e na Severidade dos Acidentes: Estudo de Caso na Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC/USP. São Carlos, SP, 2017.
- MAIA, J. **Uma análise sistêmica dos acidentes de trânsito no Brasil**. Dissertação (Mestrado). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1995.
- NODARI, C. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. Tese (Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003, RS.
- SAMPEDRO, A. **Procedimento para avaliação e análise da segurança de tráfego em vias expressas urbanas**. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.
- TRB – Transportation Research Board of the National Academies. **Development of the Highway Safety Manual**. In: *NCHRP Web Document 62 (Project 17-18[4]): Contractor's Final Report*. EUA: National Cooperative Highway Research Program, 2004.
- WHO – World Health Organization. **Global status report on road safety: Time for action**, Suíça: Organização das Nações Unidas, 2013.