



Analysis of the Road Geometry in Segments Considered Critical in Terms of Road Accidents

Alexandre Mosimann Silveira, Anderson Barboza Esteves,
Andréa Cristina Konrath, Mariana Salvan Franco and
Vera Do Carmo Comparsi de Vargas

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

July 3, 2020

ANÁLISE DA GEOMETRIA DE RODOVIA EM SEGMENTOS CONSIDERADOS CRÍTICOS EM TERMOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS

Alexandre Mosimann Silveira¹

Anderson Barboza Esteves²

Andréa Cristina Konrath³

Mariana Salvan Franco⁴

Vera do Carmo Comparsi de Vargas⁵

RESUMO

Os acidentes de trânsito são a principal causa de mortes entre pessoas com idades variando entre 5 e 29 anos, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (2018). Somente no ano de 2018, 1,35 milhão de pessoas morreram em todo o mundo vítimas de acidente de trânsito. As causas para os acidentes são as mais variadas possíveis: imprudência, excesso de velocidade, além da situação das estradas, relacionadas à geometria da via, à condição do pavimento, à falha no sistema de drenagem, à ausência de sinalização e de iluminação, ou, o conjunto de duas ou mais situações.

As adequações de polos geradores de acidentes são um conjunto de medidas destinadas a oferecer melhores condições de segurança nos trechos mais críticos das rodovias. Para que se possa determinar os locais em que a adoção de medidas mitigadoras de acidentes incorre em um maior retorno financeiro é necessário fatores econômicos, a quantidade e a gravidade dos acidentes, o número de indivíduos afetados e a importância logística da localidade para o estado/país.

Com essas premissas e baseado no pressuposto comumente aceito de que os acidentes comportam-se de acordo com a distribuição de Poisson, pois são acontecimentos independentes entre si, elaborou-se uma formulação em duas etapas em que o primeiro é a identificação do segmento crítico utilizando o MIQ (Método do Índice de Qualidade) que é a relação entre o número de ocorrências registradas em um determinado local (Boletim de Ocorrência e Ficha de Codificação), e o número máximo de ocorrências que se poderia esperar de um local "normal" com as suas características básicas de operação. A segunda etapa é a análise da condição geométrica da Rodovia SC – 108, no trecho compreendido entre os municípios de Urussanga e Criciúma, entre o

¹ Mestrando em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEC/UFSC
E-mail: alexandre@iguatemi.eng.br

² Mestrando em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. PPGTG/UFSC
E-mail: a.esteveseng@gmail.com

³ Professora do Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina. INE/UFSC
E-mail: andreack@gmail.com

⁴ Mestrando em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEC/UFSC
E-mail: mariana.salvan@hotmail.com

⁵ Professora do Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina. INE/UFSC
E-mail: veradocarmo@gmail.com

km 351+750 e o km 367+000, com o objetivo de colaborar para futuras melhorias na segurança viária no trecho.

Palavras-chave: *acidentes, pontos críticos, geometria.*

ABSTRACT

Traffic accidents are the leading cause of death among people aged 5 to 29, according to the World Health Organization (2018). In 2018 alone, 1.35 million people worldwide died from accidents of traffic. The causes of accidents are as varied as possible: recklessness, speeding, in addition to the situation of the roads, related to the road geometry, the condition of the pavement, the failure of the drainage system, the absence of signs and lighting, or, the set of two or more situations.

The adaptations of accident generating centers are a set of measures designed to provide better safety conditions on the most critical stretches of roads. Determining the locations where the adoption of accident mitigation measures results in the greatest financial return requires economic factors, the number and severity of accidents, the number of individuals affected and the logistical importance of the location to the state/country.

Based on these assumptions, a two-step formulation was elaborated in which the first is the identification of the critical segment using the MIQ (Quality Score Method), which is the relationship between the number of occurrences recorded in a given location (Occurrence Report and Coding Card) and the maximum number of occurrences that could be expected from a "normal" location with its basic operating characteristics. The second stage is the analysis of the geometric condition of Highway SC - 108 on the stretch between the municipalities of Urussanga and Criciúma, between km 351 + 750 and km 367 + 000, in order to collaborate for future improvements in road safety on the stretch.

Key-words: accidents, critic points, geometry.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) um acidente é definido como um evento independente do desejo do homem, causado por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo e na mente. Este evento envolve ao menos um veículo que circula, podendo ser motorizado ou não.

A crença comum, divulgada inclusive pelos meios de comunicação, é que 90% dos acidentes

de trânsito são causados por fatores humanos e que as únicas soluções são a educação, a fiscalização e a punição de motoristas e pedestres. Não há dúvida da importância desses fatores e da urgência de medidas corretivas. No entanto, estudos e pesquisas, elaborados no Brasil e em outros países, indicam que a inadequação dos veículos, da sinalização e da construção e da manutenção das vias e calçadas são fatores que contribuem em muitos acidentes. (GOLD, 1998, p. 3)

Assim, os acidentes de trânsito constituem um grave problema social a ser enfrentado pelo poder público e pela sociedade e atuar na diminuição dos acidentes graves nas rodovias federais é um desafio constante para a PRF, órgão permanente, organizado e mantido pela União e estruturado em carreira que se destina, na forma da lei, ao patrulhamento ostensivo das rodovias federais, conforme previsão constitucional (GONÇALVES, 2018, p. 19), além de Concessionárias, DNIT e Departamentos Rodoviários Estaduais, responsáveis pela infraestrutura.

É possível reduzir significativamente o número de acidentes, através da engenharia de tráfego – que representa o conjunto de atividades que determinam as características físicas e operacionais do sistema viário e do tráfego – gerando grandes melhorias sociais independentemente da ocorrência de mudanças na conduta das pessoas. Os investimentos em engenharia de tráfego podem apresentar índices extremamente altos de benefício/custo, permitindo a recuperação total do valor social do investimento em pouco tempo. (GOLD, 1998, p. 3; MOREIRA JUNIOR, 2008, p. 26)

Dentre os diversos fatores que influenciam nas causas de um acidente rodoviário está a geometria da rodovia, tendo em vista que seus diversos elementos influenciam na velocidade que um condutor insere em seu veículo e, conseqüentemente, em seu comportamento.

O estudo realizado nesse artigo é importante tendo em vista o número de acidentes na rodovia SC – 108. O segmento em análise nesse artigo está localizado entre os municípios de Urussanga e Criciúma km 351+750 ao km 367+000, com extensão de 15,25km de responsabilidade do Departamento Estadual de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina. Departamento Estadual de Infraestrutura do Estado de Santa Catarina – DEINFRA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com GOLD (1998, p. 6) os fatores que contribuem com um acidente se dividem em quatro grupos básicos frequentemente relacionados:

- Fatores humanos;
- Fatores relativos ao veículo;

- Fatores relativos à via/meio ambiente;
- Fatores institucionais/sociais.

Os fatores humanos são os fatores relacionados ao comportamento das pessoas envolvidas no acidente, como ingestão de álcool, consumo de drogas, tensão nervosa e distração. Os fatores relativos ao veículo se referem a inadequações no estado operacional dos veículos envolvidos, como freios, amortecedores, limpadores de para-brisa. Os fatores relativos à via/meio ambiente referem-se às características da rodovia e às condições locais como estado do pavimento, condições de drenagem, geometria da via, chuva e iluminação. Com relação aos fatores institucionais/sociais pode-se citar a regulamentação e a fiscalização. (GOLD, 1998, p. 6)

Os trechos críticos de acidentes são identificados pela ocorrência de acidentes em determinado local, sendo os dados trabalhados por métodos estatísticos como o descritivo. Segundo BITTENCOURT (2014, p. 5), a estatística descritiva é aquela que costumamos encontrar com maior frequência em jornais, revistas, relatórios, etc. Essa parte da estatística utiliza números para descrever fatos. Seu foco é a representação gráfica e o resumo e a organização de um conjunto de dados, com a finalidade de simplificar informações.

SILVA (2006, p. 99) identificou as principais variáveis facilitadoras da ocorrência de acidentes de trânsito por modelos de regressão Binomial Negativa identificando número de casos de acidentes de trânsito com vítimas, o número de atropelamentos e o número de colisões com vítimas. ROCHA e NASSI (2012, p. 1) empregaram técnicas de análise espacial em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) visando compreender a distribuição espacial de acidentes, gerando novas variáveis explicativas com intuito de testá-las em três tipos de modelo estatísticos: modelos de regressão multivariada, modelos de regressão espacial e modelos lineares generalizados.

ANDRADE et al (2016, p. 1) utilizou a técnica estatística Análise Exploratória de Dados, a partir da qual foi possível verificar, entre outros resultados, que a maioria dos acidentes que acontecem ao longo da rodovia federal BR-316 ocorre nos quilômetros iniciais, em pista de mão dupla e de traçado reto, sendo que as vítimas na maior parte dos casos são os próprios condutores de veículos e os acidentes fatais acometem, em sua maioria, homens na faixa etária de 25 a 29 anos.

Em sua tese, SILVA (2006, p. 14 - 15) demonstra modelos lineares generalizados para identificar fatores que afetam a segurança nas estradas em relação aos pontos de maior ocorrência de acidentes através da incorporação de variáveis explicativas.

A metodologia utilizada no presente artigo é defendida por SILVA (2006, p. 15) em sua tese quando ela assume que a contagem do número de acidentes segue uma Distribuição de Poisson, devido a sua simplicidade, uma vez que nessa distribuição, média e variância são iguais. Embora a

utilização dessa distribuição não afete as estimativas dos coeficientes, ela pode causar uma subestimação dos erros padrões. Tal distribuição proporciona um bom modelo para dados que representam o número de ocorrências de um evento específico numa determinada unidade de tempo ou espaço.

3 ÁREA DO ESTUDO DE CASO

A rodovia SC-108, no trecho compreendido entre os municípios de Urussanga e Criciúma, está situada na mesorregião sul de Santa Catarina, pertencendo à jurisdição da Superintendência Regional Sul do DEINFRA/SC.

Esta rodovia estadual é uma rodovia paralela à rodovia BR-101, que liga o norte ao sul do estado. O segmento objeto deste estudo é a principal ligação rodoviária entre os dois municípios citados, atravessando a parte central do município de Cocal do Sul, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Trecho entre Urussanga e Criciúma da rodovia SC-108.



Fonte: Adaptado GOOGLE

O trecho, seguindo predominantemente a direção sul, inicia na cidade de Urussanga, no entroncamento com a SC-445, e finaliza em Criciúma, no entroncamento com o Anel Viário deste município.

O objetivo deste trabalho é definir estatisticamente os segmentos considerados críticos em termos de acidentes rodoviários e, nesses segmentos, analisar a geometria da rodovia.

De acordo com os dados de atendimentos de ocorrências da Polícia Rodoviária Estadual de Santa Catarina a rodovia SC-108, possui registros de ocorrência de forma distribuída pelos seus 15,75 km de extensão:

Tabela 1 – Dados de acidentes 2018- SC-108

Feridos	Mortos	Acidentes				Total Acidentes
		Com Mortos	Com Feridos	Com Vítimas	Sem Vítimas	
52	2	1	36	37	68	142

Fonte – PRE SC – Adaptado

Em termos de volume de tráfego, conforme o estudo apresentado pela empresa Iguatemi – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda., que elabora para o DEINFRA o Projeto Executivo de Engenharia para Aumento de Capacidade da SC-108, no trecho objeto deste estudo, o tráfego atuante na rodovia em 2018 é dividido em dois segmentos, conforme Tabela 1 e 2 a seguir:

- Segmento 1: Urussanga – Cocal do Sul

Tabela 2 – Composição do tráfego do segmento 1

ANO	MOTO	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	VEÍCULOS DE CARGA			TOTAL
				CAMINHÕES	SEMIRREBOQUES	VEÍCULOS ESPECIAIS	
2018	1666	8636	166	694	24	3	11.189

Fonte: Iguatemi – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.

- Segmento 2: Cocal do Sul – Criciúma

Tabela 3 – Composição do tráfego do segmento 2

ANO	MOTO	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	VEÍCULOS DE CARGA			TOTAL
				CAMINHÕES	SEMIRREBOQUES	VEÍCULOS ESPECIAIS	
2018	2055	13835	296	1219	203	28	17.636

Fonte: Iguatemi – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.

O presente estudo de caso inicia no km 351,0 da SC-108, em Urussanga. A rodovia segue em área fortemente urbanizada do município até o km 353,3. Neste intervalo há diversas interseções com as vias municipais e destaque para a travessia de dois rios: Urussanga no km 351,7 e no km 352,6 e Caeté no km 353,1. A seção transversal neste intervalo urbano é variável com pista de rolamento com largura de 7,60 m e calçadas com largura de 2,00 m. Em determinados locais a calçada é substituída por ciclovia com largura de 2,50 m. As pontes possuem passeio apenas do lado direito. Duas interseções se destacam: km 352,4, do tipo rótula cheia com acesso principal ao centro de Urussanga e km 353,3, também rótula cheia com acesso a Morro da Fumaça (lado esquerdo) e ao

centro (lado direito).

A partir do km 353,3 até o km 359,1 o trecho se desenvolve em área rural com pista de rolamento com 7,00 m de largura e acostamentos com 1,80 m cada. Neste intervalo a seção é acrescida de 3ª faixa do lado direito entre o km 353,6 e o km 355,6 e entre o km 357,3 ao km 358,4. Do lado esquerdo a faixa adicional está situada entre o km 358,0 e 359,0. Neste trecho há o acesso aos bairros Bela Vista no km 354,6, Bel Recanto no km 355,0 e Santa Luzia no km 356,3, além do acesso a Igreja Nossa Senhora do Caravaggio no km 357,8.

Do km 359,1 ao km 362,5 a rodovia atravessa a cidade de Cocal do Sul, em trecho fortemente urbanizado e com inúmeras vias municipais entroncando com a rodovia estadual. A seção transversal é bastante variável, com segmentos com calçada e estacionamento. No km 361,0 ocorre a travessia do rio Cocal. Ao final da travessia urbana há uma interseção do tipo rótula cheia, com acesso a Estação Cocal do lado esquerdo e Siderópolis do lado direito.

Do km 362,5 ao km 367,0 o trecho volta a ser rural com destaque para a Sede do Posto da Polícia Rodoviária Estadual no km 362,7, acesso a Sede Recreativa Eliane no km 364,3 e sede da AABB no km 364,9. A seção transversal possui pista de rolamento com largura de 7,00 m e acostamentos com 2,00 m. O final do trecho, km 367,0 se dá no cruzamento com o contorno viário de Criciúma e acesso ao bairro São Simão.

A rodovia, no intervalo do km 351 ao km 367, atravessa quatro municípios:

- km 351,0 ao km 357,2 = 6,2 km: Urussanga;
- km 357,2 ao km 365,4 = 8,2 km: Cocal do Sul;
- km 365,4 ao km 366,4 = 1,0 km: Morro da Fumaça;
- km 366,4 ao km 367,0 = 0,6 km: Criciúma.

Em termos de planimetria a rodovia possui raios variando entre 140 m e 3.000 m. Considerando-se a velocidade de projeto de 80 km/h há apenas uma curva na área rural com raio inferior a 250 m (mínimo permitido para essa velocidade). A curva, de raio 140 m, está situada no km 355,0, local conhecido como “curva do S”.

Em termos de altimetria o trecho inicia na cota 42 m, chegando no km 352 na cota 54 m. Após, atinge o ponto mais baixo da via no km 353,5, na cota 20 m. No km 358 chega ao ponto mais alto, cota 145 m, e finaliza o trecho na cota 65 m. A rampa máxima é de 10% entre o km 355,1 e o km 355,3.

Importante ressaltar que a rodovia SC-108, neste segmento, é a segunda rodovia estadual com maior volume de tráfego de Santa Catarina, o que, com certeza, aumenta os riscos de acidentes.

4 METODOLOGIA

Este item apresenta as metodologias desenvolvidas para este artigo divididas em 4 (quatro etapas): Identificação de Locais Críticos, Análise de locais Críticos, Diagnóstico de Problemas de Segurança e Identificação de Soluções Alternativas.

4.1 Procedimentos para identificação, análise, diagnóstico e solução para locais críticos

Identificação de Locais Críticos

Essa identificação se desenvolve aplicando o MIQ (Método do Índice de Qualidade), método este empírico adotado pelo DER/PR que é a relação entre o número de ocorrências registradas em um determinado local (Boletim de Ocorrência e Ficha de Codificação) e o número máximo de ocorrências que se poderia esperar de um local "normal" com as suas características básicas de operação.

Se o número de ocorrências registradas superar o número "normal" esperado de ocorrências, o trecho/segmento/ponto será considerado crítico. Método de base estatística baseado no pressuposto comumente aceito de que os acidentes se comportam de acordo com a distribuição de Poisson, pois são acontecimentos independentes entre si, pela amplitude do universo em que ocorrem e pela raridade de sua ocorrência, sendo levada em consideração as flutuações aleatórias dos dados. Resulta em uma melhor ordenação de prioridades, pois relaciona a quantidade de ocorrências no ponto, segmento ou trecho, com a quantidade de ocorrências previsíveis para uma condição média da rede total.

$$Ia = \frac{n^{\circ} \text{ de acidentes na extensão}}{\text{extensão}}$$

Onde:

Ia= índice de acidentes na extensão de todo o trecho

$$IA = Ia + k * \sqrt{\frac{Ia}{\text{extensão}}} + \frac{0,5}{\text{extensão}}$$

Onde:

IA= índice de acidente em cada km do trecho

Constante k – números de desvios padrões

Tabela 4 – Valores de k

Grau de Confiança %	K	Erro
99,99	3,090	0,1
99,50	2,576	0,5
95,00	1,645	5,0
90,00	1,282	10,0

Fonte: MOREIRA JUNIOR, 2008

Para cada km do trecho estudado se calcula um valor de Índice Crítico

$$Ic = \frac{Ia}{IA}$$

Se $Ic \geq 1,0$ o ponto, segmento ou trecho é considerado crítico.

4.2 Análise de locais Críticos

Analisam-se os itens do Boletim de Ocorrência mais significativos: tipo de acidentes da mesma característica (Capotamento, Tombamento, Derrapagem, Derramamento de Carga, Colisão com defesa, árvore, etc.) e as condições viárias ("in loco"), físicas e operacionais.

4.3 Diagnóstico de Problemas de Segurança

O diagnóstico de problemas de segurança se faz pelo confronto entre os dados de caracterização da segurança e os dados de caracterização física e operacional, visando a identificação dos eventuais problemas viários que estejam contribuindo para a ocorrência "anormal" de acidentes no local.

4.4 Identificação de Soluções Alternativas

Correlação entre os acidentes, as circunstâncias da ocorrência, os problemas viários e as soluções alternativas.

5 Análise do Resultados

Correlação entre os acidentes, as circunstâncias da ocorrência, os problemas viários e as soluções alternativas. Para o estudo a rodovia foi dividida em quilômetros, sendo cada km considerado um segmento homogêneo. Os segmentos com IC iguais ou superiores a 1,0 são:

Tabela 5 – Análise da SC-108 – Utilizando o método do MIQ

Km	Trecho	Acidentes	Extensão	Ia	IA	IC
351,750	1	6	0,250	24	21,7606	1,10291
351,900						
352,000						
353,000	2	9	0,500	18	16,8949	1,06541
353,290						
353,300						
353,401						
353,500	3	3	0,050	60	46,0743	1,30224
354,900						
355,000						
355,050	4	10	0,35	28,5714	19,1455	1,49233
360,000						
360,100						
360,300						
360,350	5	3	0,050	60	46,0743	1,30224
364,600						
364,650						
366,200	6	19	0,800	23,75	14,5654	1,63057
366,300						
366,450						
366,500						
366,550						
366,900						
366,904						
366,950						
367,000						

Fonte: Autor,2019

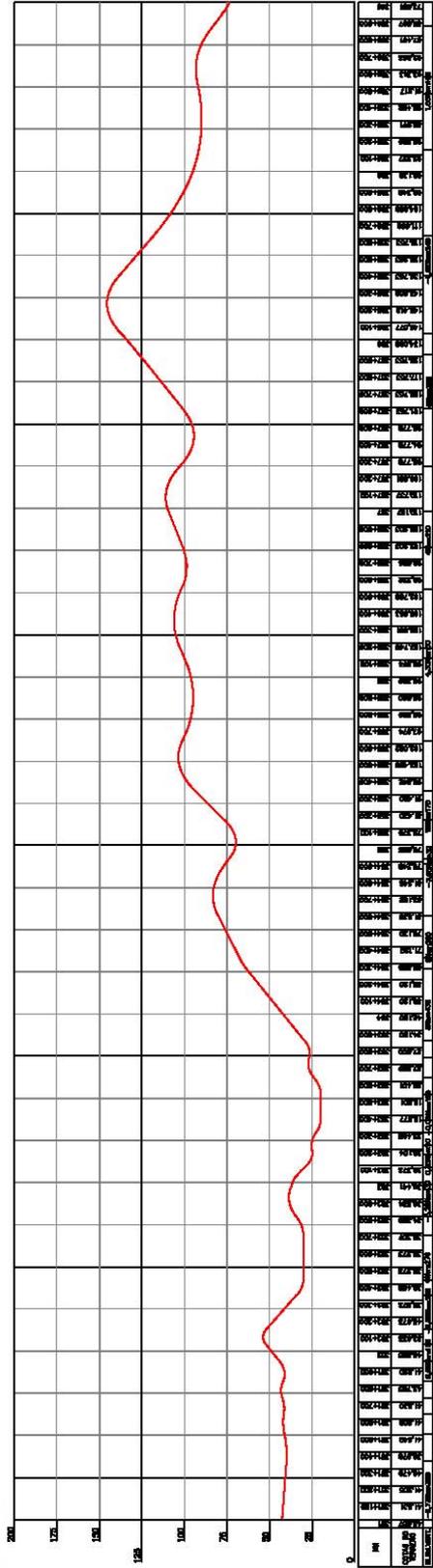
Conforme tabela acima foram definidos 6 (seis) segmentos críticos ao longo do trecho, sendo eles:

- Segmento 1: km 351,750 ao km 352,000;
- Segmento 2: km 353,000 ao km 353,500;
- Segmento 3: km 354,900 ao km 355,050;

- Segmento 4: km 360,000 ao km 360,350;
- Segmento 5: km 364,600 ao km 364,650;
- Segmento 6: km 366,200 ao km 367,000.

A seguir é apresentada a planta geral do trecho com indicação dos segmentos críticos.

PLANTA GERAL
EIXO E PERFIL DA RODOVIA EXISTENTE



DEPARTAMENTO ESPECIAL DE INFRAESTRUTURA - DE

RODOVIA 58-108

TRACÉJO: URBANIZAÇÃO - CORTAÇÃO E CONTORNO DE COTAIS DO B.O.U.

PROJETO GEOMÉTRICO - em 2011 e em 2012

ELABORADO: [] DATA: []

DESENHADO: [] DATA: []

DESENHADA POR: []

IGUATEMI

FLORIANÓPOLIS/SC

ESCALAS GEA/METROS

HORIZONTAL: 0 10 20 30 40 50m

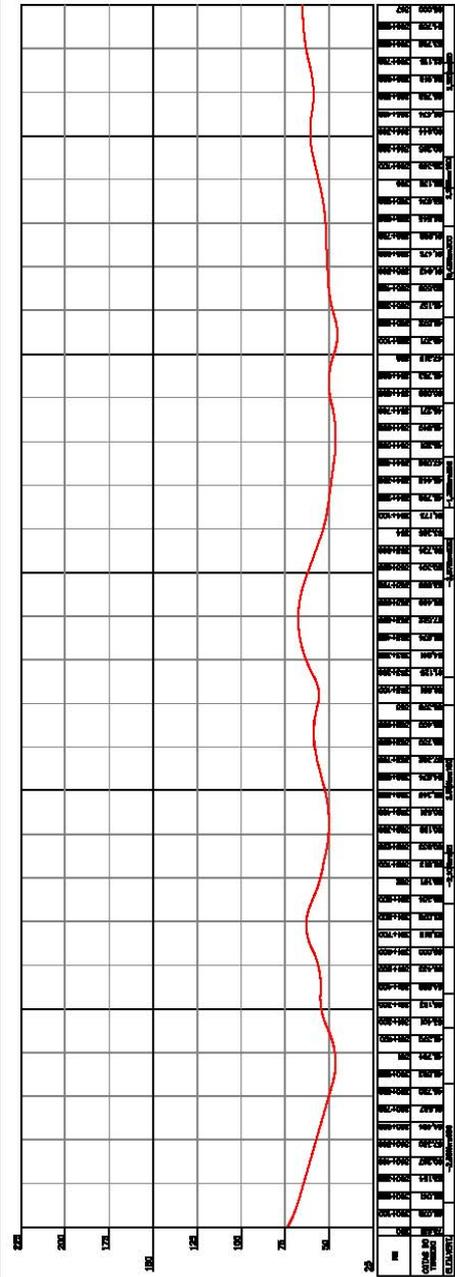
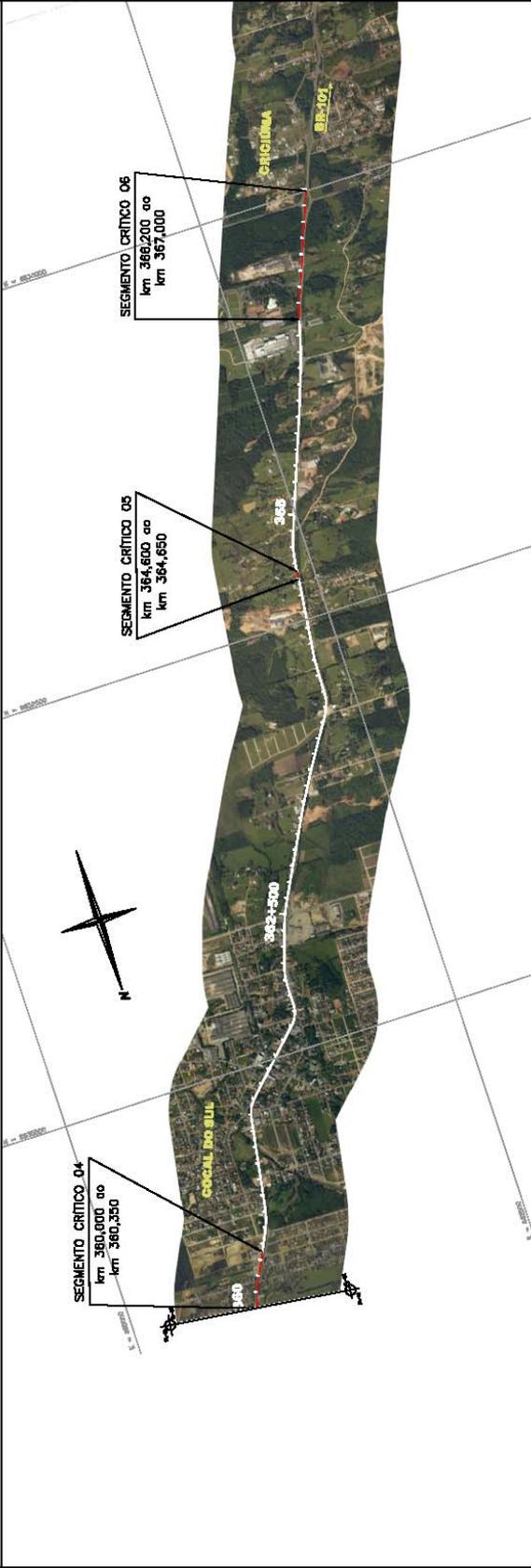
VERTICAL: 0 1 2 3 4 5m

LEGENDA

— COTAIS EXISTENTES

— COTAIS PROPOSTOS

PLANTA GERAL
EIXO E PERFIL DA RODOVIA EXISTENTE



DEPARTAMENTO ESPECIAL DE INFRAESTRUTURA - DE

RODOVIA 15-108

USINA: UNIVERSAL - CRÓDINA E CONTORNO DE COCAL DO SUL

PROJETO GEOMÉTRICO - (em 2014 a 2017)

UNIDADE: LACERDA | TÍTULO: GEOMETRIA | FOLHA: 01/02

Elaborado por: **IGUATEMI** FLORIANÓPOLIS/SC

ESCALAS GRÁFICAS

HORIZONTAL: 0 10 20 30 40 50m

VERTICAL: 0 1 2 3 4m

CONFIRMAÇÃO: **FRANK LAMBERTINI**

A seguir são apresentadas as análises da geometria da rodovia nos segmentos considerados críticos em termos de acidentes rodoviários.

a) Segmento 1: km 351,750 ao km 352,000

Este é um segmento bem urbanizado da cidade de Urussanga, com a presença de residências e comércio em ambas as margens da rodovia. Em virtude da urbanização a velocidade regulamentar da rodovia neste intervalo é de 60 km/h.

Está situada inteiramente numa tangente no plano horizontal. A tangente possui um comprimento total de 497 m com curvas nas extremidades de raios 200 m.

No plano vertical este segmento possui uma curva convexa com raio igual a 1.250 m, uma curva côncava de raio 967 m e uma tangente com inclinação longitudinal de 8,000%. De acordo com as normas do DEINFRA a curva convexa, para esta velocidade de projeto, deveria ser superior a 2.400 m. O raio inferior ao mínimo recomendado por norma se traduz em distância de visibilidade reduzida para os usuários, minimizando a segurança da rodovia.

b) Segmento 2: km 353,000 ao km 353,500

Este segmento inicia no final de uma curva de raio equivalente a 500 m e duas tangentes intercaladas por uma curva com baixíssima deflexão e raio igual a 2.000 m, caracterizando praticamente uma tangente.

No plano vertical o segmento possui duas curvas convexas com raios de 1.082 m e 1.219 m e uma curva côncava com raio equivalente a 677 m, todas elas inferiores ao mínimo recomendado por norma. As tangentes possuem rampas com inclinação longitudinal praticamente nulas.

No km 353,3 há uma interseção do tipo rótula cheia, acessando a leste a localidade de Estação Cocal e a oeste o centro de Urussanga. Essa interseção é cortada pela estrada de ferro Dona Tereza Cristina.

c) Segmento 3: km 354,900 ao km 355,050

Neste segmento a rodovia se caracteriza por uma curva horizontal de raio igual a 140 m. De acordo com as normas do DEINFRA o raio mínimo horizontal para uma rodovia com velocidade diretriz de 80 km/h é de 250 m. A curva, com raio de 140 m, está inferior ao mínimo recomendado pelas Diretrizes. Como medida mitigadora no local há uma placa de regulamentação reduzindo a velocidade máxima nesta curva para 60 km/h (raio mínimo por norma de 120 m). A superelevação da curva é de 8,000%, adequada para esta situação.

Com relação ao greide da rodovia este segmento está situado em curva côncava com raio de 1.303 m, sucedida por uma tangente com inclinação longitudinal de 10,000% (declive no sentido

Criciúma - Urussanga). Nesse segmento em tangente a seção transversal é acrescida de faixa adicional de tráfego.

Para rodovias com velocidade de projeto de 80 km/h a inclinação máxima no plano vertical é de 6,000%, o que demonstra que a rampa existente está com inclinação bem superior à máxima permitida.

d) Segmento 4: km 360,000 ao km 360,350

Neste intervalo, caracterizado pela forte urbanização do município de Cocal do Sul, a rodovia possui uma curva horizontal, com raio de 350 m e uma tangente, com comprimento total de 357 m. Na outra extremidade a curva possui raio de 500 m. Em termos de planimetria este segmento está adequado aos parâmetros mínimos recomendados por norma.

Em termos de altimetria o trecho possui uma curva côncava, com raio de 5.338 m e uma tangente com inclinação longitudinal de 2,890% o que garante, em termos altimétricos, uma excelente condição de visibilidade.

Conclui-se que, em termos de geometria, este segmento está totalmente adequado às Diretrizes do DEINFRA.

e) Segmento 5: km 364,600 ao km 364,650

Este segmento está situado, no plano horizontal, em tangente com comprimento de 627 m, sendo que nas extremidades as curvas possuem raios de 1.000 m e 500 m, respectivamente.

No plano vertical este trecho é considerado plano, em meio a uma curva côncava com raio de 8.051 m.

f) Segmento 6: km 366,200 ao km 366,700

A parte final do trecho possui apenas uma curva, com raio de 500 m, 50 m de comprimento e pequena deflexão, com o restante do segmento em tangente.

No plano vertical o segmento possui uma curva convexa com raio de 6.382 m, uma curva côncava com raio equivalente a 5.413 m e uma tangente com inclinação longitudinal de 2,250%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo identificar os segmentos considerados críticos em termos de acidentes na segunda maior rodovia do Estado em termos de volume de tráfego. Além disso, objetivou analisar geometricamente esses segmentos, tendo em vista ser este um importante fator no comportamento dos condutores dos veículos e, conseqüentemente, para a segurança viária.

A análise demonstrou que determinadas características físicas e operacionais, pontuais e sistêmicas, na SC-108, propiciam a ocorrência de acidentes com vítimas, e como o próprio banco de dados da Polícia Rodoviária Estadual de Santa Catarina demonstrou um elevado número de ocorrências de acidentes. O Método de Índice de Qualidade (MIQ) do DER/PR demonstrou que após a identificação do Índice Crítico (IC) é possível identificar os segmentos rodoviários que ocorrem os acidentes apontando uma direção para realizações de vistorias técnicas sendo mais assertivo nas proposições de melhorias na segurança viária, assim reduzindo ou eliminando o polo gerador de acidente, podendo ser aplicado com outras rodovias em grandes número de acidentes.

Este trabalho tem o intuito de servir como ferramenta de investigação tanto para as empresas projetistas quanto para os Órgãos responsáveis pelas rodovias, através da aplicação de metodologia para identificação de trechos críticos. A análise dos parâmetros da geometria é de fundamental importância no auxílio da identificação das causas dos acidentes contribuindo, também, para a mitigação do problema.

7 Referências

ANDRADE, E. M. et al. *Abordagem estatística dos acidentes de trânsito fatais ocorridos em rodovia federal do Estado do Pará*. São Paulo: Revista Brasileira de Segurança Pública, 2011.

BITTENCOURT, H. R. *Estatística Aplicada à Engenharia*. Porto Alegre: PUC/RS, 2014.

GOLD, P. A. *Segurança de trânsito - Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*. Washington: Banco Internacional do Desenvolvimento, 1998.

GONÇALVES, D. H. *Análise de uma década de acidentes graves nas rodovias federais do Ceará no período 2008-2017*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018.

MOREIRA JUNIOR, E. A. *Segurança Rodoviária*. Curitiba: DER/PR, 2008.

ROCHA, M. M., e C. D. NASSI. *Modelagem estatística dos acidentes de trânsito na cidade do Rio de Janeiro com emprego de sistema de informações geográficas*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

SILVA, C. M. F. P. *Modelagem dos acidentes de trânsito com vítimas no município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE) Parte: Condução do Traçado (DCE-C)**. Florianópolis, 2000.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE) Parte: Encadeamento de Redes (DCE-R)**. Florianópolis, 2000.