

DNIT



Núcleo de Estudos sobre Acidentes de
Tráfego em Rodovias

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Transportes e Logística
Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias

Identificação dos Segmentos Críticos das Rodovias Federais de Santa Catarina

Núcleo de Estudos sobre Acidentes de
Tráfego em Rodovias

Junho de 2008

Convênio 024/2006 DNIT / UFSC
**IMPLEMENTAÇÃO DO NÚCLEO DE ESTUDOS SOBRE ACIDENTES DE TRÁFEGO
EM RODOVIAS**

FICHA TÉCNICA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTES – DNIT

Luiz Antônio Pagot
Diretor Geral DNIT

Hideraldo Luiz Caron
Diretor de Infra-Estrutura Terrestre

Luiz Cláudio dos Santos Varejão
Coordenador Geral de Operações Rodoviárias

João Batista Berreta Neto
Coordenador de Operações Rodoviárias

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL/DNIT/SC

Engº João José dos Santos
Superintendente Regional de Santa Catarina

Engº Edeimar Martins
Supervisor de Operações

Engº Névio Antonio Carvalho
Área de Engenharia e Segurança de Trânsito

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS – IPR

Engº Chequer Jabour Chequer
Gerente de Projeto

Elmar Pereira Mello
Engº Responsável

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

Alvaro Toubes Prata
Reitor

Carlos Alberto Justo da Silva
Vice Reitor

Julio Felipe Szremeta
Diretor do Centro Tecnológico

Antonio Edésio Jungles
Chefe do Departamento de Engenharia Civil

LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA – LABTRANS

Amir Mattar Valente, Dr.
Coordenador Técnico do Convênio

NÚCLEO DE ESTUDOS DE ACIDENTES

EQUIPE TÉCNICA

Valter Zanela Tani, Dr.

Regina de Fátima Andrade, Dra.

Juliana Dias Wutke, Mestre.

Gustavo Garcia Otto, Engenheiro Civil

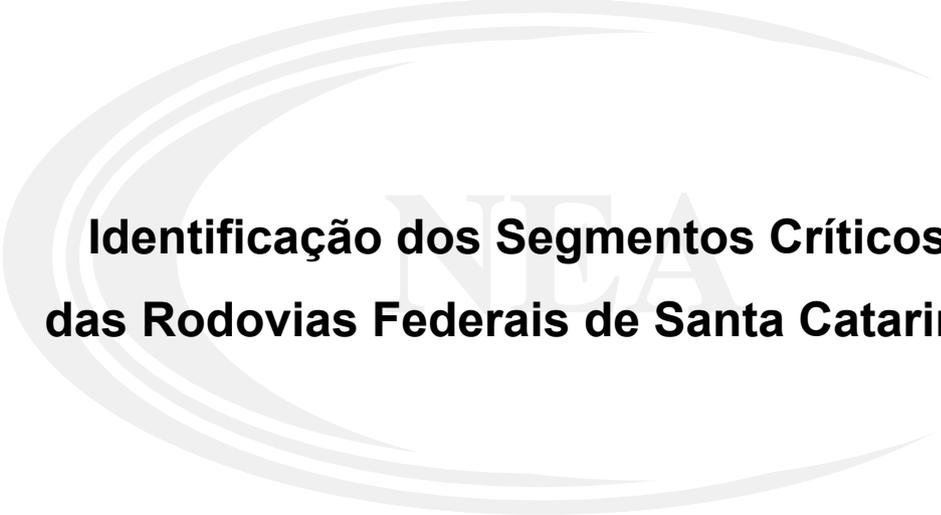
Luciano Kaesemodel, Analista de Sistemas

Carolina Cannella Peña, Mestranda em Eng^a. Civil

EQUIPE DE APOIO

Bruna Ramos Heinzen, Graduanda em Eng^a. Civil

Mário Filippe de Souza, Graduando em Eng^a. Civil



**Identificação dos Segmentos Críticos
das Rodovias Federais de Santa Catarina**

Núcleo de Estudos sobre Acidentes de
Tráfego em Rodovias

Sumário

Lista de Tabelas	6
Lista de Figuras	6
1 Introdução	7
1.1 Fonte de dados.....	8
2 Identificação dos Segmentos Críticos	9
2.1 Metodologia Utilizada	9
2.1.1 Conceitos Probabilísticos e Técnicas Estatísticas.....	10
2.2 Segmentos Críticos para o Estado de Santa Catarina	13
3 Série Histórica	16
4 Aplicação do Fator de Gravidade - FG.....	18
4.1 Metodologia	18
4.2 Ranking dos Segmentos Críticos de Santa Catarina.....	20
5 Conclusões	23
Referências	24
Anexos	Erro! Indicador não definido.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores tabelados do coeficiente K	11
Tabela 2 – Número de acidentes para os anos de 2005, 2006 e 2007	14
Tabela 3 – Número de segmentos críticos para os anos de 2005, 2006 e 2007	15
Tabela 4 – Quadro-Resumo dos segmentos críticos de Santa Catarina.....	16
Tabela 5 – Segmentos de acordo série histórica para o estado de Santa Catarina.....	17
Tabela 6– Classificação dos segmentos críticos da malha rodoviária federal de SC	20
Tabela 6 – Classificação dos Segmentos Críticos da Malha Rodoviária Federal de SC	21

Lista de Figuras

Figura 1 – Quadro de classificação das rodovias.....	13
Figura 2 – Gráfico com número de acidentes para os anos de 2005, 2006 e 2007	14
Figura 3 – Gráfico com número de segmentos críticos para os anos de 2005, 2006 e 2007	15
Figura 4 – Localização dos 20 segmentos mais críticos do estado de Santa Catarina.....	22

1 Introdução

Consideram-se locais críticos aqueles sobre a rede de vias que apresentam padrões de acidentes iguais ou superiores a uma referência pré-estabelecida, e/ou que estejam associados a níveis de segurança viária que coloquem em risco os usuários do sistema viário.

Este relatório traz a Identificação dos Segmentos Críticos do Estado de Santa Catarina a qual deu-se através dos cálculos de probabilidade do segmento ter mais acidentes que os outros segmentos com as mesmas características.

Juntamente à identificação de cada segmento crítico, dados de acidentes, consulta aos vídeos registros, inspeção do trecho e análise de projeto, faz-se necessário o estabelecimento da evolução histórica de cada segmento crítico a ser analisado. Prepara-se então uma série histórica regressiva, a partir do ano base, verificando-se a permanência do mesmo segmento crítico.

O histórico permite ainda avaliar a tendência do segmento em relação à evolução do tráfego, o que é de enorme importância no sentido de se estabelecer os benefícios de porvir após a intervenção no problema, além de permitir a análise antes/depois após implantação da melhoria.

No presente trabalho foi instituído um “ranking” das vias mais perigosas do Estado de Santa Catarina, a partir dos segmentos encontrados no confronto dos anos da série histórica, com o intuito de direcionar o tratamento dos segmentos críticos para onde efetivamente as atenções devem ser centradas, sobretudo levando em conta a severidade dos acidentes em termos de danos físicos às vítimas.

1.1 Fonte de dados

Para a realização dos cálculos dos segmentos críticos, são necessários a coleta de dados dos trechos do PNV (Plano Nacional de Viação) de cada ano (marcos quilométricos inicial e final) e o levantamento de informações sobre os acidentes, classe da via e Volume Médio Diário de Tráfego (VMD).

Segue abaixo a relação das fontes dos dados utilizados no presente trabalho:

- *Trechos do PNV* – Cadastro de trechos anual do Site do DNIT;

- *Dados de Acidentes* – Os dados deste item foram obtidos por consulta a ao produto desenvolvido pelo Núcleo de Acidentes – NEA “Dados Boletins de ocorrência” (2008), onde estão relacionados:
 - Gravidade das ocorrências;
 - Condições gerais e especiais da pista;
 - Fases do dia;
 - Existência ou não de obras no local;
 - Condições meteorológicas;
 - Possíveis restrições a visibilidade, dentre outras.

- *Classificação* – Dados retirados da análise dos projetos geométricos dos respectivos segmentos e levantamentos de campo;

- *Volume Médio Diário Anual (VMDa)* – Parte dos VMDa foram retirados do Plano Diretor Rodoviário para o Estado de Santa Catarina – (DEINFRA, 2007) e parte foram retirados do documento elaborado pelo Núcleo de Estudos de Acidentes de Tráfego - Banco de Dados de Volumes de Tráfego das Rodovias Federais de Santa Catarina, o qual apresenta dados de volume para o estado de Santa Catarina.

2 Identificação dos Segmentos Críticos

Consideram-se locais críticos aqueles sobre a rede de vias que apresentam padrões de acidentes iguais ou superiores a uma referência pré-estabelecida, e/ou que estejam associados a níveis de segurança viária que coloquem em risco os usuários do sistema viário.

2.1 Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada para a Identificação dos segmentos Críticos foi '*Um Modelo para Identificação dos Segmentos Críticos de uma Rede de Rodovias*' (DNER, 1986).

Todos os resultados obtidos estão fundamentados na probabilidade da ocorrência de um acidente em um determinado segmento, tendo como base para comparação, uma amostra estudada. Assim, se a probabilidade de ocorrência de acidentes de um segmento for maior do que a probabilidade de ocorrência da amostra, o segmento é considerado como crítico.

Os acidentes podem estar vinculados a fatores aleatórios onde independem do local de ocorrência do acidente, estando, por exemplo, associados com a imprudência do motorista, e fatores não aleatórios que estão vinculados a um ou mais atributos relativos ao local do acidente.

A probabilidade de ocorrência de um acidente pode estar associada aos fatores aleatórios e não aleatórios. Todavia, as probabilidades de ocorrência dos fatores aleatórios em diferentes segmentos possuem valores muito próximos. Deste modo, quando se compara dois segmentos e a probabilidade de ocorrência de acidentes de um segmento for maior do que a probabilidade de ocorrência no outro, quer dizer há no primeiro uma maior exposição a acidentes sob interferência de fatores não aleatórios.

2.1.1 Conceitos Probabilísticos e Técnicas Estatísticas

- **Conceitos Iniciais**

X: número de acidentes observados durante um intervalo de tempo → Variável aleatória com distribuição binomial → Aproximação pela normal (mps, mps(1-ps)).

λ : probabilidade (estimada) de ocorrer um acidente num veículo-km da amostra A durante um intervalo de tempo Δt .

Ps: probabilidade de ocorrer um acidente num veículo-km de segmento s, durante um intervalo de tempo Δt .

- **Teste de Hipóteses**

A consideração do segmento como crítico ou não é feita a partir de um teste de hipóteses. Assim supõe-se:

$$H_0: ps \leq \lambda$$

$$H_1: ps > \lambda$$

A determinação da aceitação ou não de H_0 é função da denominada razão crítica ($r_{1-\alpha}$), a qual é embasada no nível de significância (α) através da utilização do coeficiente k.

$$r_{1-\alpha} = \lambda + k_{1-\alpha} \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}}$$

Assim, quando:

(Número de acidentes observados em s)/ m > $r_{1-\alpha}$ → rejeita-se H_0 , então segmento é crítico.

(Número de acidentes observados em s)/ m < $r_{1-\alpha}$ → não rejeita-se H_0 , então segmento não é crítico.

Nesta equação, percebem-se duas coisas, a primeira é a utilização do valor m, o qual representa o volume médio diário VMD do segmento analisado. E a segunda, é a incorporação do valor 0,5 na equação, o qual está vinculado a uma correção estatística, decorrente da necessidade de transformação da

variável aleatória x , distribuída binomialmente, em uma variável contínua x , normalmente distribuída.

Coeficiente K

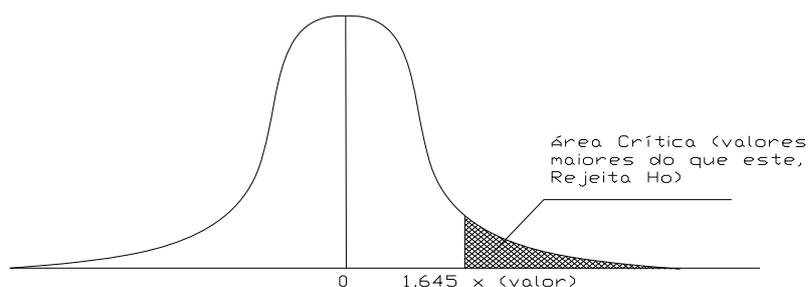
O valor deste coeficiente está relacionado com o nível de significância requerido no teste de hipótese elaborado. O nível de significância, por sua vez, é o valor da probabilidade tolerável de incorrer do erro de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira.

Tabela 1 - Valores tabelados do coeficiente K

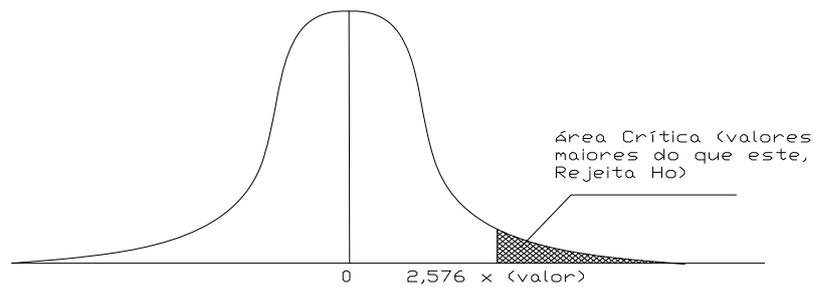
α	K
0,10 = 10%	1,282
0,05 = 5%	1,645
0,01 = 1%	2,33
0,005 = 0,5%	2,576
0,001 = 0,1%	3,0

O valor de K observado na Tabela 1 acima é obtido da tabela da curva normal, sendo chamado de Z . À medida que diminui o nível de significância aumenta o valor de K e, por conseguinte diminuem o número de trechos considerados críticos. Este fato pode ser visualizado nos gráficos apresentados abaixo:

$\alpha = 5\%$



$\alpha = 0,5\%$



- **Equações Finais**

Índice de acidentes

O índice de acidentes I_j , relativo ao segmento j , referido a um volume médio de tráfego médio anual é dado pela relação:

$$I_j = \frac{10^6 N_j}{365(VMD)_j E_j}$$

Índice crítico anual de cada segmento

$$\lambda = \frac{\sum_j N_j}{365 \sum_j (VMD)_j E_j}$$

Onde:

N_j = número anual de acidentes ocorridos no link, referente ao segmento j ;

$(VMD)_j$ = volume médio diário, observado no segmento j ;

E_j = extensão associada ao segmento j .

OBS.: À uma seção referida as extremidades X_1 e X_2 associa-se uma extensão igual, a $[X_1 - X_2]$, tal que $|1,0 \text{ km} < X_1 - X_2, 1,9 \text{ km} |$.

Índice crítico anual de um segmento

Pode-se definir, então, para este mesmo segmento j , um índice crítico de acidentes a um nível de significância determinado.

$$(IC)_j = 10^6 \lambda + k \sqrt{\frac{10^6 \lambda}{10^{-6} m_j}} - \frac{0,5}{10^{-6} m_j}$$

$$(IC)_j = r_{1-\alpha} \times 10^6$$

Segmento Crítico

Desta forma, os segmentos que obedecerem à desigualdade apresentada a seguir, serão considerados como segmentos críticos:

$$I_j > (IC)_j$$

2.2 Segmentos Críticos para o Estado de Santa Catarina

Seguindo a metodologia previamente explicitada, o Anexo I apresenta os cálculos dos segmentos críticos para os anos de 2005, 2006 e 2007 para a malha rodoviária federal do Estado de Santa Catarina.

Sabe-se que os resultados obtidos estão fundamentados na comparação do acidente com uma amostra estudada. Assim, foram segmentadas amostras de acordo com a classificação das rodovias, a qual pode ser compreendida na Figura 1.

Código	Pista	Uso do Solo	Região
SUP	Simple	Urbano	Plana
SUO	Simple	Urbano	Ondulada
SUM	Simple	Urbano	Montanhosa
SRP	Simple	Rural	Plana
SRO	Simple	Rural	Ondulada
SRM	Simple	Rural	Montanhosa
DUP	Dupla	Urbano	Plana
DUO	Dupla	Urbano	Ondulada
DUM	Dupla	Urbano	Montanhosa
DRP	Dupla	Rural	Plana
DRO	Dupla	Rural	Ondulada
DRM	Dupla	Rural	Montanhosa

Figura 1 – Quadro de classificação das rodovias

Os dados utilizados para o cálculo dos segmentos críticos permitem a observação da evolução de cada rodovia quanto ao número de acidentes conforme mostra a Tabela 2 a seguir, onde se destaca que ao longo dos anos o número de acidentes tem aumentado.

Tabela 2 – Número de acidentes para os anos de 2005, 2006 e 2007

Nº DE ACIDENTES			
BR	2005	2006	2007
101	5920	6004	5337
116	601	645	637
153	214	215	225
158	60	55	55
163	92	107	111
280	1155	1257	1289
282	2220	2265	2517
470	2456	2426	2990
TOTAL	12718	12974	13161

Pode ser observado pelo gráfico apresentado na Figura 2, que a BR101 possui grande diferenciação quanto a número de acidentes observados nas demais rodovias federais, observa-se ainda que a BR470 foi a rodovia que teve os números mais crescentes de acidentes.

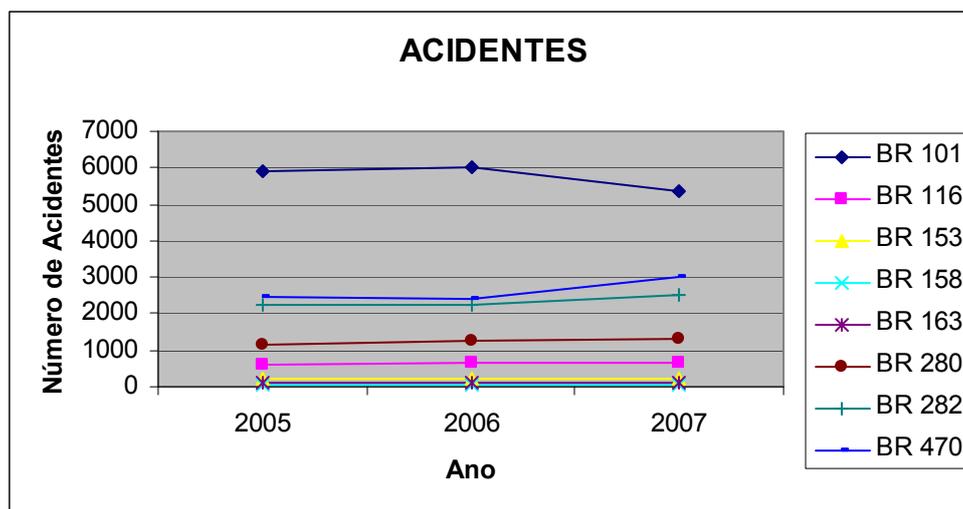


Figura 2 – Gráfico com número de acidentes para os anos de 2005, 2006 e 2007

Já os dados obtidos pelo cálculo de segmentos viabilizam uma comparação quanto ao número de segmentos críticos, o que pode ser observado na Tabela

3 onde em quase sua totalidade, as rodovias têm seus números diminuídos ao longo dos 3 anos.

Tabela 3 – Número de segmentos críticos para os anos de 2005, 2006 e 2007

N° DE SEGMENTOS CRÍTICOS			
BR	2005	2006	2007
101	60	54	39
116	11	11	9
153	7	6	4
158	3	1	1
163	2	4	5
280	34	42	28
282	69	58	76
470	50	45	47
TOTAL	236	221	209

O Gráfico da Figura 3 demonstra a quantidade de segmentos críticos para cada rodovia federal do estado de Santa Catarina. Pode-se notar que a BR282 possui seus valores mais elevados enquanto a BR158 possui os mais diminutos.

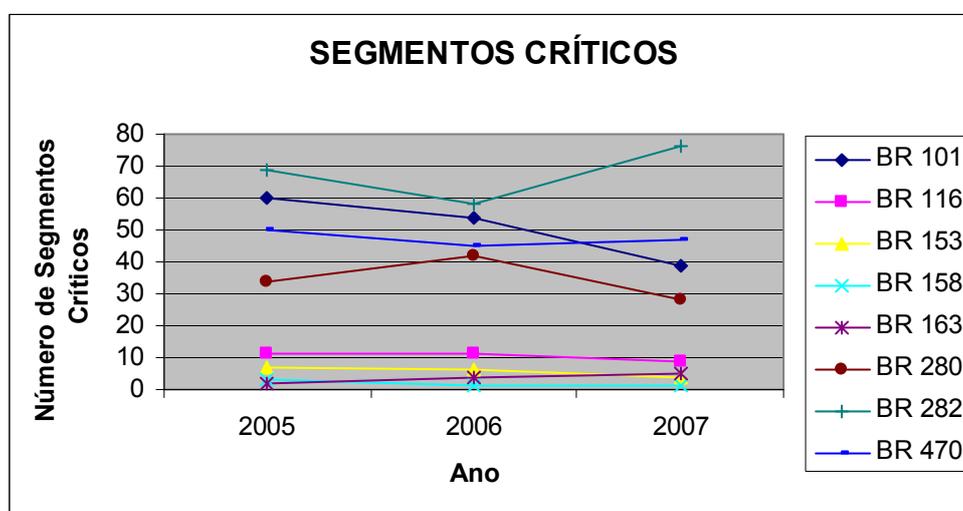


Figura 3 – Gráfico com número de Segmentos críticos para os anos de 2005, 2006 e 2007

3 Série Histórica

Após a identificação e caracterização de cada segmento crítico, quanto aos dados dos acidentes, em relação ao ano-base de estudo, é de fundamental importância que se estabeleça a evolução histórica de cada segmento anteriormente ao referido ano-base.

Preparou-se, então, uma série histórica de um período de 3 anos envolvendo os anos de 2005, 2006 e 2007 e verificou-se a permanência do mesmo segmento crítico com o mesmo nível de significância de 99,5% ao longo dos anos.

A análise dessa série histórica permite avaliar possíveis oscilações, em relação à quantidade e/ou gravidade dos acidentes, que podem vir a auxiliar na detecção de eventuais causas temporárias, muitas das vezes ligadas a problemas de manutenção da sinalização, de defensas, de pavimentação, etc.

O Anexo II apresenta de forma sintetizada o confronto entre as relações de segmentos críticos dos 3 anos analisados (2005, 2006 e 2007) onde podem ser observadas as tendências de cada segmento crítico.

Um resumo dos segmentos críticos do Estado de Santa Catarina é mostrado na Tabela 4, onde se destaca a BR 470 com maior número de segmentos críticos representando 31% dos segmentos totais do Estado.

Tabela 4 – Quadro-Resumo dos segmentos críticos de Santa Catarina

SEGMENTOS CRITICOS		
BR	TOTAL	%
470	33	31
101	31	29
282	24	22
280	15	14
116	2	2
153	2	2
	107	100

A Tabela 5 expõe o detalhamento dos segmentos que se mantiveram críticos com o mesmo nível de significância de 99,5% ao longo do período estipulado para elaboração da série histórica, neste caso de 3 anos.

Tabela 5 – Segmentos de acordo série histórica para o Estado de Santa Catarina.

BR	km inicial	km final	SUBTOTAL	BR	km inicial	km final	SUBTOTAL
101	38,0	39,1	31	282	0,0	1,0	24
101	41,0	42,0		282	4,0	5,5	
101	42,0	43,0		282	16,6	18,0	
101	56,0	57,8		282	26,6	28,0	
101	111,0	112,4		282	49,0	50,0	
101	117,0	118,3		282	69,0	70,0	
101	123,0	124,2		282	77,0	78,0	
101	129,0	130,0		282	84,0	85,0	
101	138,0	139,0		282	86,0	87,0	
101	139,0	140,0		282	176,0	177,3	
101	140,0	141,0		282	384,0	385,0	
101	193,0	194,0		282	386,0	387,0	
101	195,0	196,1		282	406,3	408,0	
101	201,0	202,0		282	418,0	419,0	
101	202,0	203,0		282	422,0	423,0	
101	203,0	204,8		282	432,0	433,9	
101	204,8	206,0		282	442,0	443,0	
101	206,0	207,4		282	448,0	449,0	
101	207,4	209,0		282	498,7	500,0	
101	209,0	210,5		282	501,0	502,0	
101	210,5	212,0		282	502,0	503,0	
101	213,0	214,0		282	600,0	601,0	
101	216,0	217,0		282	601,0	602,3	
101	222,0	223,0		282	623,0	624,0	
101	225,0	226,0		470	37,0	38,0	33
101	333,0	334,0		470	52,0	53,0	
101	334,0	335,6		470	53,0	54,0	
101	337,0	338,0		470	56,0	57,1	
101	338,0	339,0		470	57,1	59,0	
101	411,0	412,3		470	59,0	60,0	
101	412,3	414,0		470	68,6	70,0	
116	12,3	14,0	470	70,0	71,0		
116	117,0	118,0	470	71,0	72,0		
153	58,0	59,2	470	72,0	73,0		
153	96,0	97,6	470	88,0	89,0		
158	-	-	470	90,0	91,0		
163	-	-	470	99,0	100,0		
280	2,0	3,9	470	100,0	101,0		
280	3,9	5,0	470	122,0	123,0		
280	31,0	32,5	470	123,0	124,0		
280	53,0	54,0	470	124,0	125,0		
280	55,0	56,9	470	127,0	128,0		
280	61,2	63,0	470	130,3	132,0		
280	64,0	65,3	470	136,0	137,0		
280	92,0	93,0	470	137,0	138,0		
280	113,0	114,0	470	138,0	139,6		
280	121,0	122,0	470	139,6	141,0		
280	123,2	125,0	470	141,0	142,0		
280	125,0	126,0	470	142,0	143,0		
280	141,0	142,0	470	145,0	146,0		
280	166,7	168,0	470	148,2	150,0		
280	221,0	222,0	470	175,0	176,0		
			470	176,0	177,7		
			470	192,0	193,0		
			470	195,0	196,0		
			470	234,5	236,0		
			470	329,0	330,0		
TOTAL DE SEGMENTOS CRÍTICOS:				107			

4 Aplicação do Fator de Gravidade - FG

A fim de priorizar os segmentos mais críticos entre os críticos, optou-se por aplicar o Fator de Gravidade (FG) do acidente aos segmentos obtidos pelo confronto dos 3 (três) anos na série histórica, os quais podem ser observados na Tabela 5. O FG toma como critério de análise a situação dos envolvidos no acidente (mortos, feridos e ilesos) e leva ainda em consideração o volume médio diário de tráfego do segmento e a extensão do mesmo.

4.1 Metodologia

Para aplicação do Fator de Gravidade, com o intuito de classificar os segmentos de acordo gravidade do acidente, foi seguido o procedimento desenvolvido através da parceria Labtrans – Laboratório de Transportes /UFSC e IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviária/DNIT.

Essa metodologia de conceituação está baseada no *Equivalent Property Damage Only Method (EPDO)*, cuja aplicação pode ser encontrada em trabalhos, como, por exemplo: *A Plan for Transportation and Traffic Optimization* disponível no endereço www.oki.org/pdf/DixieCh11.pdf e *How to Perform Collision Analysis Standard Methods and Practices at High-Collision Locations*, de Robert J. Zuehlke , disponível no endereço www.imsasafety.org/journal/julaug20022.htm .

Nesses trabalhos busca-se determinar o “Índice de Gravidade” de cada acidente - $Y_{i,j}$ - em que:

$$Y_{i,j} = 9,5(F_{i,j} + A_{i,j}) + 3,5 B_{i,j} + M_{i,j}, \text{ onde:}$$

$Y_{i,j}$ = índice de gravidade do acidente j, da rota i.

$F_{i,j}$ = número de mortos do acidente j, da rota i;

$A_{i,j}$ = número de feridos graves;

$B_{i,j}$ = número de feridos leves;

$M_{i,j}$ = variável que assume os valores 1, quando F, A e B são iguais a zero e zero nos demais casos. Essa variável identifica o acidente sem vítimas.

Entretanto, como se trabalha com segmentos de um quilômetro, o índice de gravidade refere-se ao segmento onde ocorreram diversos acidentes, e não ao acidente individualmente. Além disto, não se dispõe do número de feridos graves ou leves em todos os acidentes - exigência para o cálculo da gravidade $Y_{i,j}$ -, de modo que há que se adaptar a fórmula de cálculo de Y , buscando-se solucionar o problema. Assim, optou-se pelo modelo:

$$Y_{i,j} = 9,5 M_{i,j} + 3,5 F_{i,j} + A_{i,j}, \text{ sendo que:}$$

$Y_{i,j}$ = índice de gravidade dos acidentes do segmento j , da rota i ;

$M_{i,j}$ = número de mortos do segmento j , da rota i , no intervalo de tempo estudado;

$F_{i,j}$ = número de feridos, englobando graves e leves;

$A_{i,j}$ = número de acidentes sem vítimas.

Dessa forma, calcula-se o índice de gravidade de cada segmento de um km. Calcula-se, em seguida, o fator de gravidade de cada trecho que é obtido dividindo-se o índice de gravidade pelo “momento de transporte” (volume de tráfego x distância), obtendo-se:

$$FG_{i,j} = [Y_{i,j} / (\text{Ext} \times \text{VMDa})] \times 1000, \text{ onde:}$$

$FG_{i,j}$ = fator de gravidade do segmento j , da rota i ;

Ext = extensão do segmento;

VMDa = volume médio diário anual do trecho.

Estudou-se, em seguida, a distribuição dos fatores de gravidade (FG) dos segmentos. Neste caso, fez-se uma avaliação inicial para verificar se a distribuição de FG pode ser considerada como uma distribuição normal. Aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizando o aplicativo estatístico SPSS para testar a normalidade da distribuição, esta hipótese foi aceita. Assim, a seleção de Segmentos Críticos deve ser feita aceitando-se a hipótese de normalidade.

Sendo a hipótese de normalidade dessa distribuição confirmada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, pode-se analisar a distribuição considerando-a normal padrão e têm-se então que $Z = (X - X_{\text{médio}}) / s$ tem distribuição $N(0,1)$, em que

$X_{\text{médio}}$ é a média de X e s o desvio padrão. Dessa forma, calcula-se o Z de cada segmento. Adotando-se como 5% o percentual da região crítica de Z, verifica-se que o valor de Z correspondente a esse percentual, obtido na tabela da distribuição normal padrão, é 1,645. Assim, todo segmento cujo Z calculado é maior que 1,645 é avaliado como Segmento Crítico, considerando-se que 95% da distribuição está abaixo desse valor.

4.2 Ranking dos Segmentos Críticos de Santa Catarina

Aplicando-se a metodologia anteriormente citada nos itens 3.1 e 5.1 elaborou-se uma seqüência de classificação, ou ranking, dos segmentos mais críticos do estado de Santa Catarina conforme é apresentado na Tabela 6 a seguir com referências de diferentes cores para cada rodovia.

Tabela 6– Classificação dos segmentos críticos da malha rodoviária federal de SC

Classificação	BR	km inicial	km final	TOTAL acidentes	Mortos	Feridos Leves	Feridos Graves	Ilesos	Nº de acidentes sem vítimas	VMD	extensão do seg (km)	FG
1º	470	195,0	196,0	38	2	28	11	86	22	6572	1,00	27,01
2º	116	117,0	118,0	6	0	18	11	5	2	4051	1,00	25,55
3º	153	58,0	59,2	19	0	14	11	62	10	3550	1,20	22,89
4º	470	141,0	142,0	85	0	43	5	192	50	10788	1,00	20,21
5º	280	121,0	122,0	9	0	5	7	15	5	2424	1,00	19,39
6º	470	70,0	71,0	77	0	35	7	163	43	10031	1,00	18,94
7º	470	56,0	57,1	122	1	58	10	301	72	15396	1,10	18,87
8º	470	71,0	72,0	37	1	31	8	77	12	10031	1,00	15,75
9º	116	12,3	14,0	22	2	14	10	98	11	4454	1,70	15,06
10º	280	3,9	5,0	12	0	10	4	16	3	3182	1,10	14,86
11º	470	53,0	54,0	144	0	25	6	504	117	15396	1,00	14,65
12º	470	52,0	53,0	62	0	43	5	131	27	13400	1,00	14,55
13º	470	192,0	193,0	16	2	14	4	57	8	6572	1,00	13,69
14º	101	337,0	338,6	31	0	20	4	82	18	4794	1,60	13,30
15º	101	206,0	207,4	212	4	87	25	860	162	32895	1,40	12,85
16º	280	92,0	93,0	6	1	4	0	15	3	2176	1,00	12,18
17º	280	125,0	126,0	42	0	19	5	78	21	8704	1,00	12,06
18º	470	145,0	146,0	40	1	21	5	111	24	10788	1,00	11,54
19º	280	55,0	56,9	83	2	34	19	208	44	11467	1,90	11,41
20º	280	2,0	3,9	17	1	9	7	18	3	3182	1,90	11,33
21º	470	139,6	141,0	59	1	28	9	155	31	10788	1,40	11,26
22º	470	72,0	73,0	30	1	20	6	60	12	10031	1,00	11,22
23º	101	338,6	340,0	15	1	15	2	35	6	4794	1,40	11,17
24º	282	600,0	601,0	12	0	6	2	13	2	3173	1,00	9,45
25º	470	123,0	124,0	25	3	13	3	58	14	10502	1,00	9,38
26º	470	142,0	143,0	46	0	17	3	167	30	10788	1,00	9,27
27º	470	138,0	139,6	30	3	22	8	70	13	10006	1,60	9,15
28º	470	175,0	176,0	20	2	12	4	35	9	9295	1,00	9,04
29º	282	86,0	87,0	13	0	4	3	15	7	3586	1,00	8,78
30º	101	203,0	204,8	191	0	80	23	835	159	32895	1,80	8,77
31º	101	334,0	335,6	50	1	26	14	225	41	13667	1,60	8,71
32º	101	207,4	209,0	151	2	71	19	549	121	32895	1,60	8,64
33º	282	448,0	449,0	17	0	9	0	22	4	4133	1,00	8,59
34º	280	141,0	142,0	11	1	10	0	30	4	5809	1,00	8,35
35º	101	222,0	223,0	48	1	25	6	199	36	18952	1,00	8,13

Tabela 6 – Classificação dos Segmentos Críticos da Malha Rodoviária Federal de SC

Classificação	BR	km inicial	km final	TOTAL acidentes	Mortos	Feridos Leves	Feridos Graves	Ilesos	Nº de acidentes sem vítimas	VMD	extensão do seg (km)	FG
36°	280	123,2	125,0	35	0	22	8	84	22	8704	1,80	8,11
37°	470	88,0	89,0	15	1	18	1	17	4	9930	1,00	8,06
38°	470	100,0	101,0	47	0	12	0	147	37	9930	1,00	7,96
39°	470	137,0	138,0	22	1	14	3	43	9	10006	1,00	7,80
40°	101	140,0	141,0	38	0	38	4	96	21	21658	1,00	7,76
41°	101	333,0	334,0	24	0	22	5	41	11	13667	1,00	7,72
42°	101	204,8	206,0	104	2	48	11	351	76	32895	1,20	7,64
43°	470	130,3	132,0	23	0	31	5	52	9	10502	1,70	7,56
44°	470	99,0	100,0	31	1	10	3	84	20	9930	1,00	7,55
45°	282	442,0	443,0	19	0	5	2	13	6	4133	1,00	7,38
46°	470	68,6	70,0	74	3	46	6	187	39	24673	1,40	7,22
47°	101	412,3	414,0	41	0	31	8	124	26	13380	1,70	7,14
48°	470	124,0	125,0	27	0	15	1	150	18	10502	1,00	7,05
49°	470	57,1	59,0	97	2	34	4	294	69	16656	1,90	6,98
50°	280	61,2	63,0	72	1	29	9	278	47	15495	1,80	6,79
51°	282	601,0	602,3	10	0	7	1	3	0	3173	1,30	6,79
52°	101	195,0	196,1	39	0	29	10	134	25	21658	1,10	6,78
53°	470	136,0	137,0	17	0	10	7	33	7	10006	1,00	6,65
54°	280	53,0	54,0	20	0	14	6	44	6	11467	1,00	6,63
55°	470	37,0	38,0	24	0	19	3	65	11	13400	1,00	6,57
56°	470	329,0	330,0	2	0	1	0	3	1	692	1,00	6,50
57°	282	502,0	503,0	15	0	5	3	34	6	5348	1,00	6,36
58°	101	202,0	203,0	57	1	37	6	293	42	32895	1,00	6,14
59°	101	209,0	210,5	96	0	53	13	262	70	32895	1,50	6,10
60°	282	623,0	624,0	7	0	4	1	5	1	3039	1,00	6,09
61°	470	59,0	60,0	69	1	21	4	225	51	24673	1,00	6,00
62°	470	90,0	91,0	22	0	10	4	51	10	9930	1,00	5,94
63°	101	225,0	226,0	36	0	21	4	141	25	18952	1,00	5,94
64°	470	148,2	150,0	24	1	20	6	63	13	10667	1,80	5,91
65°	101	210,5	212,0	73	2	49	16	216	43	32895	1,50	5,87
66°	101	216,0	217,0	64	2	25	11	217	46	32895	1,00	5,81
67°	101	123,0	124,2	68	1	17	3	342	63	21658	1,20	5,48
68°	101	38,0	39,1	36	3	12	4	131	25	20042	1,00	5,46
69°	280	221,0	222,0	6	0	4	0	11	2	2942	1,00	5,44
70°	101	213,0	214,0	52	0	34	8	182	30	32895	1,00	5,38
71°	280	113,0	114,0	8	0	2	0	21	6	2424	1,00	5,36
72°	470	122,0	123,0	22	0	7	5	62	14	10502	1,00	5,33
73°	101	201,0	202,0	51	2	23	11	226	33	32895	1,00	5,20
74°	101	129,0	130,0	24	1	22	3	113	15	21658	1,00	5,17
75°	101	117,0	118,3	72	0	22	1	314	65	21658	1,30	5,17
76°	101	139,0	140,0	39	0	20	3	107	27	21658	1,00	4,96
77°	101	193,0	194,0	29	1	16	6	103	20	21658	1,00	4,92
78°	101	411,0	412,3	29	1	17	1	48	13	13380	1,30	4,92
79°	153	96,0	97,6	12	0	7	2	20	6	4912	1,60	4,77
80°	101	138,0	139,0	29	1	17	4	99	20	21658	1,00	4,76
81°	282	69,0	70,0	19	0	4	0	23	3	3586	1,00	4,74
82°	280	31,0	32,5	37	0	12	5	83	26	12029	1,50	4,74
83°	282	26,6	28,0	28	0	15	10	40	10	15352	1,40	4,54
84°	470	127,0	128,0	15	2	4	1	43	10	10502	1,00	4,43
85°	282	501,0	502,0	13	1	2	1	11	3	5348	1,00	4,30
86°	282	16,6	18,0	49	1	16	2	119	12	15352	1,40	3,93
87°	470	176,0	177,7	30	0	12	1	62	13	9295	1,70	3,70
88°	101	111,0	112,4	44	3	11	2	166	37	21658	1,40	3,66
89°	282	422,0	423,0	5	0	2	0	6	2	2491	1,00	3,61
90°	101	41,0	42,0	31	0	10	3	131	26	20042	1,30	2,74
91°	280	166,7	168,0	18	0	2	1	84	16	5809	1,30	3,51
92°	470	234,5	236,0	11	0	3	0	42	9	3837	1,50	3,39
93°	282	176,0	177,3	8	0	2	0	16	6	3104	1,30	3,22
94°	282	384,0	385,0	9	1	0	0	16	3	4427	1,00	2,82
95°	101	56,0	57,8	38	2	13	3	119	25	20042	1,80	2,77
96°	282	406,3	408,0	8	0	1	0	28	6	2216	1,70	2,52
97°	282	498,7	500,0	20	0	1	2	18	7	5348	1,30	2,52
98°	282	432,0	433,9	12	0	2	0	12	4	2491	1,90	2,32
99°	282	386,0	387,0	10	0	2	0	21	3	4427	1,00	2,26
100°	101	42,0	43,0	15	0	7	3	46	10	20042	1,00	2,25
101°	282	84,0	85,0	9	0	2	0	6	1	3586	1,00	2,23
102°	282	418,0	419,0	9	0	0	1	3	2	2491	1,00	2,21
103°	282	4,0	5,5	200	0	40	11	449	69	82000	1,50	2,01
104°	280	64,0	65,3	27	0	4	1	127	22	15495	1,30	1,96
105°	282	0,0	1,0	127	0	18	7	368	44	82000	1,00	1,60
106°	282	77,0	78,0	10	0	0	0	13	4	3586	1,00	1,12
107°	282	49,0	50,0	8	0	1	0	2	1	4329	1,00	1,04

5 Conclusões

A engenharia de tráfego apresenta ferramentas para análise e intervenção no sistema de trânsito, buscando melhorias na qualidade de vida. Objetiva reduzir custos decorrentes do tempo gasto nos deslocamentos, dos desgastes da pavimentação e do veículo e dos danos em acidentes e garantir a circulação de forma segura e organizada. É possível, então, reduzir significativamente o número de acidentes através da engenharia de tráfego, gerando grandes melhorias sociais.

Para isso, é necessário proceder com intervenções no sistema de trânsito e promover, assim, melhorias na mobilidade e na qualidade de vida do cidadão, eliminando o número de vítimas graves e fatais e reduzindo os danos e perdas dos acidentes que não puderam ser evitados.

É de fundamental importância, portanto, a identificação dos locais que devem ter nossa atenção direcionada ao seu tratamento, os chamados segmentos críticos, onde existem os maiores índices de acidentes e para onde efetivamente investimentos devem ser aplicados.

O presente documento traz a identificação e evolução histórica de todos os segmentos (quilômetros) da malha rodoviária federal de Santa Catarina, criando uma relação dos segmentos que possuem uma série histórica crítica e ainda priorizando tais trechos de acordo com a gravidade dos acidentes. Oferece, portanto, um importante banco de dados para diagnósticos de possíveis causas, fornece elementos para proposições de melhorias na engenharia e fiscalização dos locais críticos. É também um valioso instrumento para identificar populações para projetos de educação aos usuários das vias.

Referências

NEA - Núcleo de Estudos Sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias. **Metodologia para Tratamento de Acidentes de Tráfego em Rodovias.** Florianópolis 2006 123p.

DEINFRA - Departamento Estadual de Infra-Estrutura do Estado de Santa Catarina. **Plano Diretor Rodoviário para o Estado de Santa Catarina – Relatório de dados de Tráfego nas rodovias Federais 2006-2007.** SC, maio/2007.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Manual de Análise, diagnóstico, proposição de melhorias e avaliações econômicas dos segmentos críticos.** Rio de Janeiro; DCtec, 1988. 140p.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. PNV – Plano Nacional de Viação. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/menu/rodovias/rodoviasfederais>. Acesso em abril de 2008.

MT – Ministérios dos Transportes, Programa PARE. **Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de Trânsito.** 2002. 74p.

OKI – Ohio, Kentucky and Indiana Regional Council of Governments. **Dixie Highway Corridor Study.** Disponível em www.oki.org/pdf/DixieCh11.pdf. Acesso em abril de 2008.

Anexos