

Identificação e Discriminação de Pontos Negros de Segurança Viária na Br-101

Silva, T. T. O.

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
t.trigueiros@gmail.com

Kohlman Rabbani, E. R.

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
emilialsht@poli.br

Macedo, M.

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
marcia.macedo@poli.br

Resumo

A rápida urbanização no Brasil tem levado ao aumento no número de acidentes de trânsito. Estes se destacam em termos de magnitude, tanto na quantidade de mortos e feridos, bem como danos à propriedade. Isso torna necessária a implementação de políticas de planejamento urbano. O SIG@TRANS, que está sendo desenvolvido pelo grupo de pesquisa Desenvolvimento Seguro e Sustentável da UPE, é um sistema de informação geográfico para identificação, diagnóstico e predição de pontos viários com alto risco de acidentes. Neste artigo deu-se início ao estudo da metodologia proposta pelo PIARC e criação de planilha para o cálculo dos pontos negros utilizando 3 métodos de identificação de pontos negros. A planilha foi validada com um exemplo do Piarc e aplicada ao trecho da BR 101 que fica entre Touros (RN) e Ibirajuru (SC). Nos resultados, 50 pontos críticos foram identificados. Espera-se que estudos desses pontos ajudem na prevenção de acidentes.

Palavras-Chave: Segurança viária, transporte, acidentes de trânsito

Abstract

Rapid urbanization in Brazil has led to an increased number of traffic accidents. These stand out in terms of magnitude, both in the number of deaths and injuries as well as damage to property. This necessitates the implementation of urban planning policies. The SIG @ TRANS which is being developed by the research group Safe and Sustainable Development of UPE, is a geographic information system for identification, diagnosis and prediction of road points at high risk of accidents. This article has been started to study the methodology proposed by PIARC and creating spreadsheet for the calculation of blackheads using three methods of identifying black spots. The spreadsheet was validated with an example of PIARC and applied to the BR 101 which lies between Touros (RN) and Ibirajuru (SC). In the results, 50 critical points were identified. Those are expected to study, and help in the prevention of accidents.

Keywords: Road Safety, transportation, accidents

1 Introdução

Os acidentes de trânsito no Brasil e no mundo têm se destacado em termos de magnitude, tanto em número de mortes e feridos quanto por suas consequências monetárias para os usuários e para a sociedade. Em função do crescimento no número de acidentes de trânsito, criou-se uma demanda por métodos, eficientes que possam colaborar com o gerenciamento da segurança viária.

Um comportamento diferenciado, que demonstra melhores resultados em comparação aos do Brasil, adotado pelos países mais desenvolvidos, é o planejamento estratégico quanto a segurança viária. Esse tem contribuído para a diminuição significativa dos acidentes de trânsito, podendo servir como modelos a serem estudados e adaptados às realidades locais.

É perceptível a falta de um planejamento direcionado à diminuição dos acidentes viários, tanto na Região Metropolitana do Recife (RMR) como no Brasil, como retratado mais detalhadamente posteriormente. Foi portanto proposto pelo grupo de pesquisa Desenvolvimento Seguro e Sustentável (DESS) da UPE o desenvolvimento de um sistema de informações geográficas para a identificação, diagnóstico e predição de pontos críticos no que se refere a acidentes rodoviários, denominado SIG@TRANS. O SIG@TRANS visa contribuir com o estudo de métodos direcionados ao planejamento estratégico no que se refere a segurança viária.

A malha viária de uma área urbana precisa satisfazer as necessidades de mobilidade enquanto satisfaz os requisitos estabelecidos pela coletividade: minimizar os riscos de acidentes e impactos ambientais, respeitar as restrições orçamentárias, estimular o desenvolvimento econômico, entre outros. Um contínuo monitoramento da malha viária do ponto de vista da segurança faz-se necessário a fim de garantir que as demandas da sociedade estão sendo atendidas. Apesar de haverem uma variedade de métodos disponível para detectar os problemas de segurança viária, a análise detalhada dos acidentes ocorridos nas vias continua sendo um dos principais indicadores das deficiências da rede.

O novo Código de Trânsito Brasileiro – CTB privilegia as questões de segurança e de preservação da vida. Uma de suas características é o expressivo conjunto de medidas de prevenção que contém, não sendo, por conseguinte, um instrumento apenas punitivo. A sua implantação objetivava ser, assim, o mecanismo legal e eficaz para a diminuição dos principais fatores de risco, envolvendo condutor, pedestre, veículos e via pública.

A implantação efetiva do CTB requer a superação do atraso tecnológico nas questões do trânsito brasileiro, como a baixa confiabilidade das estatísticas referentes à frota das pessoas habilitadas, bem como em relação às vítimas e às ocorrências de acidentes de trânsito; o precário controle de tráfego, inspeção e segurança veicular; a desagração de normas e procedimentos relativos à engenharia de trânsito; a fiscalização inadequada; e o treinamento ultrapassado para a habilitação de novos condutores, além da capacitação técnica de recursos humanos.

Segundo um estudo realizado em janeiro de 2011 pela Universidade de Michigan nos EUA, que visava analisar a gestão da segurança viária nos países em desenvolvimento, conhecidos como BRIC, avaliando tópicos como estatísticas de acidentes, programas de segurança no trânsito, obstáculos no seu desenvolvimento, existência de institutos de pesquisa desse tema, agência governamentais responsáveis pela segurança viária, entre outros, verificou que o Brasil não apresenta um plano de segurança viária, havendo a necessidade de aprimorar os estudos desse tema e ação planejada e sistemática neste sentido [6]. À medida que houve um crescimento socioeconômico do país nas últimas décadas, ocorreu um aumento também no número de veículos motorizados e consequentemente, no número de acidentes de trânsito. De acordo com o Sistema de Informação de Mortalidade – SIM, só no ano de 2010 morreram em decorrência de acidente de trânsito 40.610 pessoas, e em Pernambuco foram 1.920 pessoas.

Com a chegada da Refinaria da Petrobrás, Estaleiro Atlântico-Sul e diversas empresas satélites ao Porto de Suape, o número de veículos e seu fluxo tem aumentado sensivelmente, e que vem sendo percebido pelo aumento do congestionamento na região. A necessidade de adequar a mobilidade da região fica ainda mais evidente com a aproximação da Copa do Mundo no Brasil, havendo a necessidade de garantir um planejamento mais eficaz no que tange a mobilidade segura e sustentável.

O planejamento de intervenções públicas e privadas no setor de transportes insere-se na consecução de metas socioeconômicas e ecológicas, rumo ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, as decisões sobre o tema devem ser embasadas em análises abrangentes, que avaliem pontos críticos na rede viária e possibilitem a proposição de alternativas viáveis que possam diminuir as condições de risco de acidentes existentes.

A expansão das redes de transportes, principalmente dentro das áreas urbanas, precisa acompanhar o crescimento populacional e garantir um nível de operação do sistema em longo prazo (mobilidade segura e sustentável), como também um crescimento programado e organizado que garantam a segurança dos diversos usuários das vias. Além dos critérios técnicos para a expansão da rede, outras

informações relacionadas aos acidentes de trânsito devem ser consideradas, tais como: tipo de veículos envolvidos, as características geométricas das vias, fluxo de veículos, características ambientais entre outros que possibilitam a identificação na malha viária dos pontos negros (blackspots) em relação aos acidentes, ajudando na priorização de medidas de controle a serem tomadas.

Os tipos de acidentes e seções da rede que necessitam de ações remediais imediatas precisam ser determinados e isto pode ser feito com o monitoramento sistemático dos acidentes nas vias e análise da formação de blackspots a fim de que futuros problemas possam ser antecipados [7]. Dessa forma, as decisões sobre o tema devem ser embasadas em análises abrangentes, que avaliem alternativas por meio de múltiplas interações. A complexidade e o volume de informações necessárias ao suporte de modelos de análise adequados, que permitam a constante reavaliação de metas e objetivos, exigem que essas atividades estejam apoiadas num sistema de informações ágil e robusto, que integre os dados originados das várias entidades relacionadas com o planejamento de transportes. Os Sistemas de Informação Geográfica - SIG tornam possível uma melhor compreensão das relações espaciais existentes entre os elementos analisados, facilitando a avaliação de diversas alternativas e permitindo a visualização de situações complexas, cuja representação só seria possível através de um grande volume de mapas e documentos [4].

As empresas de transportes têm investido nas soluções voltadas para o SIG, disponíveis para diversos contextos e escalas, com aplicações que impactam a resolução de problemas em atividades nos planos local e global que deixaram de ser uma ferramenta de apoio e se consolidam como poderosas ferramentas de suporte a decisão. Dentro do ambiente de SIG já existe um amplo universo de ferramentas para visualização e análise de dados espaciais, porém limitado quando se trata de análise de redes, gestão da mobilidade urbana e mais ainda para os modelos de prospecção para prevenção de acidentes.

2 Objetivos da Pesquisa

Espera-se neste artigo apresentar a primeira etapa do desenvolvimento do SIG@TRANS a fim de possibilitar o entendimento e identificação dos *blackspots*, de acordo com modelo apresentado no PIARC (2003).

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um instrumento que possibilite identificar os pontos negros (Blackspots) em relação a risco de acidentes de trânsito. O instrumento será validado a partir de um exemplo teórico do PIARC e aplicado no trecho da BR 101 que vai do quilômetro 0 (localizado em Touros, no Rio

Grande do Norte), até o quilômetro 208 (Ibiraçu, em Santa Catarina).

2.2 Objetivos Específicos

Segue uma lista dos principais objetivos específicos necessários para atingir o objetivo geral estabelecido:

- Estabelecer critérios prioritários para identificação de áreas críticas em relação à segurança viária em áreas urbanas.
- Coletar dados relacionados aos acidentes de trânsito, fluxo e características geométricas das vias de um trecho da BR 101.
- Identificar os principais pontos negros quanto à segurança viária, tendo como base o número e gravidades dos acidentes de trânsito considerando modelos internacionais de segurança nas vias.
- Propor a aplicação de pelo menos três possíveis metodologias para diagnóstico de pontos negros que contribua com a implementação de um sistema de gestão de segurança nas vias urbanas brasileiras.

3 Metodologia

Tendo como base a metodologia para diagnóstico de acidentes apresentada no “Manual de Segurança Rodoviária” (Road Safety Manual) elaborado pelo *World Road Association's Road Safety Committee* denominado doravante de PIARC (2003) foi desenvolvido uma planilha em excel que calcula os blackspots usando as oito etapas descritas a seguir. Vale ressaltar que cada método pode identificar pontos negros diferentes.

3.1 Explicação dos métodos

1) Determinar a Frequência dos Acidentes

A frequência dos acidentes será calculada através da análise dos dados que deverão ser obtidos pelos órgãos públicos responsáveis (e.g. Polícia Rodoviária Federal – PRF e DNIT). Serão considerados os dados de acidentes e suas respectivas localizações nos últimos 5 anos.

2) Determinar a Taxa de Acidente

O Cálculo da taxa de acidentes registrados para cada trecho durante o período de análise seguirá fórmula apresentada na Equação 1:

$$R_j = \frac{f_j \times 10^6}{365,25 \times PL_j Q}$$

Erro! Fonte de referência não encontrada.)

Onde:

f_j = taxa de acidente no local (acidentes/km)

P = Período de análise (ano)

L_j = comprimento da seção do local (km)

Q = tráfego diário médio anual de local (conhecido em inglês por AADT – Average Annual Daily Traffic)

3) Determinar a Taxa Crítica de Acidente

Este índice permite comparar a taxa de acidentes e sinistralidade crítica em cada local. Uma análise detalhada de segurança é justificada quando a taxa de acidentes é maior do que a taxa crítica de acidente (ver cálculo na Equação 2).

$$R_{cj} = R_{rp} + K \sqrt{\frac{R_{rp} \times 10^6}{365,25 \times PL_j Q_j}} + \frac{1 \times 10^6}{730,5 \times PL_j Q_j}$$

Equação (2)

Onde:

R_{cj} - Taxa Crítica de Acidente

R_{rp} - Taxa média de acidente em local semelhante (acidentes/Km)

K - Coeficiente estatístico - 1,036 para um nível de confiança de 85%

P - Período de análise (ano)

L_j - comprimento da seção do local (km)

Q - tráfego diário médio anual de local

4) Determinar o Índice de dano Material Equivalente

Este índice atribui maior importância ao trauma mais sério, para cada acidente, há um peso que é uma função do pior nível de prejuízo sofrido por uma das vítimas de acidentes. Conforme apresentado na Equação 3.

$$EPDO_j = \sum W_i \times f_{ij}$$

Onde:

W_j = fator de ponderação de uma gravidade de acidentes:

- 1,0: Paradas materiais
- 3,5: Acidentes com vítimas Graves (leves e graves)
- 9,5: Acidentes com Morte

f_{ij} = frequência de um acidente de gravidade no local

5) Determinar a média do Índice de Danos Materiais Equivalente

Tendo em mãos os dados de $EPDO_j$ é calculado o $EPDO$ médio da população dividindo o $EPDO_j$ pela frequência de ocorrência do acidente i na seção j (ver Equação 1).

$EPDO_i$ médio = $EPDO_i / f_i$ Tendo em mãos os dados de $EPDO_j$ é calculado o $EPDO$ médio da população dividindo o $EPDO_j$ pela frequência da severidade do acidente i na seção j (ver Equação 1).

$EPDO_i$ médio = $EPDO_i / f_i$

6) Determinar o Índice de gravidade proporcional

O índice de gravidade relativa (RSI), portanto, atribui a cada tipo de acidente um peso que não está relacionado com a sua gravidade real, mas em vez disso, a gravidade média de vários acidentes terem ocorrido em condições semelhantes conforme apresentado na Equação 5.

$$RSI_j = \sum f_{ij} \times C_i$$

Onde:

f_{ij} = frequência de um acidente de gravidade no local

C_i = custo médio de um acidente tipo i

Para calcular o custo médio por acidente serão adotados os valores atualizados fornecidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicado – IPEA, a Tabela 1 apresenta os valores estimados de 2003.

Tabela 1 - Custo Médio de Acidente

Tipo de Acidente	Custo
Custo médio por acidente	R\$ 8.782,00
Acidente sem vítima	R\$ 3.262,00
Acidente com ferido	R\$ 17.460,00
Acidente com morte	R\$ 144.143,00

Fonte: IPEA (2003)

7) Determinar a média do índice de gravidade proporcional

Calculo da média referente ao índice que avalia a gravidade de vários acidentes ocorridos num trecho semelhante da estrada está apresentada na Equação 6

$$RSI_j \text{ médio} = RSI_j / f_j \quad (6)$$

8) Determinar o potencial de melhoria do local

Esse método é baseado numa comparação entre o nível de segurança, num local específico, com o nível médio de segurança na população de referência escolhida (ver Equação 7).

$$P.I._j = f_j - f_p \quad (7)$$

Onde:

f_p - Frequência de acidente no período, calculado por $f_p = 0,0084 Q^{0,76}$

f_j - taxa de acidente no local (acidentes/Km)

3.2 Validação do sistema em excel

Entendendo os métodos e suas formas de cálculo, foi criada e utilizada, como forma de validação dos cálculos, uma planilha em excel. A planilha foi desenvolvida com as fórmulas dos métodos supracitados, e foi munida com os dados tirados do PIARC para o calculo do dados apresen-

tados no Apêndice A. O objetivo foi encontrar os resultados já expostos no livro, dando assim a certeza de que os cálculos efetuados por essa tabela são precisos, validando os resultados da planilha.

No decorrer da elaboração da pesquisa, verificou-se que alguns dados do PIARC apresentavam erros. Esses erros foram corrigidos na planilha apresentada no Apêndice A e que serviu de base para os calculos do trecho da BR101 analisada.

3.3 Análise da BR101

Através de análise dos dados fornecidos pela PRF foi possível discriminar as respectivas quantidades de acidentes por quilômetro no ano de 2013. O apêndice B detalha a frequência de acidentes, a quantidade de feridos, sua gravidade, e número de mortes para os 208 km da BR analisados. O Apêndice C apresenta o calculo dos pontos críticos de acordo com os tres métodos escolhidos que foram destacados através da coloração vermelha. Os Apêndices D, E e F compilam os dados referentes aos pontos críticos de cada método analisado

4 Resultados

Através da aplicação da metodologia de identificação de blackspots foi possível encontrar parâmetros para julgamento do grau de risco de acidentes para os 8 metodos propostos pelo PIARC. Foram escolhidos três desses métodos (Frequência de acidente, EPDO e EPDO médio) a serem aplicados na identificação dos blackspots. O apêndice C apresenta os dados completos, com a acusação dos blackspots, calculados através da planilha excel desenvolvida para os 208 trechos (de um km cada) da BR 101.

4.1 Frequência de acidentes

Nesse método analisou-se apenas a quantidade de acidentes naquela região. Como explicitado no item 3.1. calculou-se uma frequência média entre todos os quilômetros da BR com pelo menos um acidente. Segundo a planilha de excel, já validada, a frequência média de acidentes foi de 17,887 acidentes por quilômetro. Portanto, serão considerados críticos os trechos que apresentarem número de acidentes maior que o dobro desse valor. Foram encontrados 29 pontos, com frequência variando de 37 a 171 acidentes (Vide resumo dos pontos críticos no Apêndice D).

4.2 EPDO

Nesse método, conforme explicado na metodologia, determinou-se pesos para os acidentes. Peso 1 para acidentes sem vítimas, peso 3,5 para acidentes com feridos leves, e

peso 9,5 para acidentes com feridos graves ou mortos. Calculou-se o valor de EPDO (Equivalente de danos à propriedade apenas) para todos os trechos, calculou-se a média (52) e identificou-se os pontos críticos. São eles aqueles cujo EPDO é superior a 2,5 vezes o valor médio. Foram encontrados 25 pontos (vide dados apresentados no Apêndice E).

4.3 EPDO médio

O EPDO médio é o EPDO relativo por acidente. Nesse método, o valor do EPDO é dividido pela quantidade de acidentes, a fim de explorar o valor médio equivalente de cada acidente. Trechos com alto valor de EPDO médio indicam que os acidentes são mais perigosos. Geram em média mais vítimas ou pessoas mais gravemente feridas que os demais. Novamente calculou-se a média de todos os quilômetros da BR 101 (4,00) e identificou-se os pontos críticos, que são aqueles cujo valor de EPDO médio é superior ao dobro do valor médio. Foram encontrados 19 pontos conforme apresentados no Apêndice F.

5 Considerações Finais

Após a análise e estudo detalhado da BR 101, foram identificados 50 pontos de altíssimo risco. Esses necessitam de providência por parte dos órgãos competentes, para que, através de políticas públicas estratégicas, possam ser otimizados. Diagnosticar a causa dos acidentes e corrigir é essencial nesse processo.

Observa-se também que nenhum dos pontos críticos encontrados através do método EPDO coincide com os encontrados com o EPDO médio., ratificando assim a premissa de que cada método analisa os trechos sob perspectivas e parâmetros diferentes. Alguns pontos críticos encontrados através da frequência, entretanto, coincidem com os encontrados nos outros métodos. Esses são, sob mais de uma perspectiva, de altíssimo risco.

Referências

- [1] AASHTO - American Association of State Highway Transportation Officials. **Highway Safety Manual** (HSM). Washington-DC: Federal Highway Administration. 2010.
- [2] BRASIL. Ministério das Cidades. **Código de Trânsito Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2013.
- [3] CÂMARA, Gilberto; DAVIS JR., Clodoveu Augusto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (ed). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Livro on-line. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Atualizado em 04/06/2001.
- [4] HARWOOD, DW; KOHLMAN RABBANI, ER; RICHARD, KR. Systemwide optimization of safety improvements for resurfacing, restoration or rehabilitation projects. **Transportation Research Record**. Washington: TRB, 2003.
- [5] KOHLMAN RABBANI, ER; BULLEN, G. Marginal Delay: New measure for quality of service at signalized intersections. **Transportation Research Record**. Washington: TRB, 2003.
- [6] LUOMA, J.; SIVAK, M. **Road-Safety Management in Brazil, Russia, India and China**. Disponível em: <<http://depblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/89427/102786.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2013
- [7] PIARC - TECHNICAL COMMITTEE ON ROAD SAFETY. **Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association**. Paris: Route Market. 20
- [8] AVELAR, T. C. Análise de risco de segurança na atividade de transporte rodoviário de produto perigoso nos trechos de grande fluxo da BR 101, PE 60 da RMR. **Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho**. Universidade de Pernambuco. 2014

Apêndice A – Validação dos cálculos efetuados pela tabela em excel

N° SEÇÃO	Q (MÉDIA ANUAL DE TRÁFEGO DIÁRIO)	FREQUÊNCIA DE ACIDENTE	TAXA DE ACIDENTE	TAXA CRITICA DE ACIDENTES	DANOS DO MATERIAL EQUIVALENTE	MÉDIA DANO DO MATERIAL EQUIVALENTE	GRAVIDADE PROPORCIONAL	MÉDIA DA GRAVIDADE PROPORCIONAL
1	6050	9	2,72	2,40	33,5	3,72	\$ 1.454.100,00	161566,6667
2	800	1	2,28	5,38	3,5	3,50	\$ 173.200,00	173200
3	8500	7	1,50	2,27	24	3,43	\$ 1.070.800,00	152971,4286
4	4500	5	2,03	2,55	16	3,20	\$ 735.500,00	147100
5	4500	6	2,43	2,55	6	1,00	\$ 1.054.400,00	175733,3333
6	6800	7	1,88	2,35	9,5	1,36	\$ 1.009.400,00	144200
7	1000	2	3,65	4,69	4,5	2,25	\$ 306.000,00	153000
8	2200	3	2,49	3,19	5,5	1,83	\$ 502.300,00	167433,3333
9	2500	0	0,00	3,04	0	0,00	\$ -	0
10	5400	14	4,73	2,45	30	2,14	\$ 2.617.500,00	186964,2857
11	4200	6	2,61	2,60	6	1,00	\$ 870.000,00	145000
12	7400	9	2,22	2,31	25	2,78	\$ 1.445.200,00	160577,7778
13	1900	3	2,88	3,39	23,5	7,83	\$ 668.400,00	222800
14	1400	1	1,30	3,91	1	1,00	\$ 206.600,00	206600
15	4000	6	2,74	2,63	19,5	3,25	\$ 1.249.000,00	208166,6667
16	8000	7	1,60	2,29	20,5	2,93	\$ 1.183.800,00	169114,2857
17	2500	3	2,19	3,04	11,5	3,83	\$ 445.100,00	148366,6667
18	1500	2	2,43	3,78	2	1,00	\$ 319.300,00	159650
19	4150	0	0,00	2,61	0	0,00	\$ -	0
20	5700	7	2,24	2,43	14,5	2,07	\$ 1.162.200,00	166028,5714
21	4700	5	1,94	2,53	18,5	3,70	\$ 1.035.400,00	207080
22	5400	4	1,35	2,45	4	1,00	\$ 759.600,00	189900
23	3400	5	2,68	2,75	16	3,20	\$ 607.000,00	121400
24	3700	2	0,99	2,69	2	1,00	\$ 282.900,00	141450
25	4000	4	1,83	2,63	9	2,25	\$ 883.300,00	220825

26	3200	3	1,71	2,80	13,5	4,50	\$ 352.200,00	117400
27	4400	5	2,07	2,57	18,5	3,70	\$ 734.400,00	146880
28	4500	1	0,41	2,55	1	1,00	\$ 14.600,00	14600
29	4300	4	1,70	2,58	12,5	3,13	\$ 502.300,00	125575
30	3600	5	2,54	2,71	7,5	1,50	\$ 751.300,00	150260
31	3700	0	0,00	2,69	0	0,00	\$ -	0
32	7500	6	1,46	2,31	6	1,00	\$ 1.252.200,00	208700
33	1300	3	4,21	4,06	14	4,67	\$ 711.600,00	237200
34	3150	0	0,00	2,82	0	0,00	\$ -	0
35	1700	4	4,29	3,56	4	1,00	\$ 450.800,00	112700
36	5700	8	2,56	2,43	8	1,00	\$ 1.050.400,00	131300
37	6500	5	1,40	2,37	5	1,00	\$ 741.700,00	148340
38	2500	3	2,19	3,04	3	1,00	\$ 559.300,00	186433,3333
39	800	2	4,56	5,38	2	1,00	\$ 331.800,00	165900
40	4200	4	1,74	2,60	9	2,25	\$ 574.500,00	143625
41	7950	7	1,61	2,29	18	2,57	\$ 1.065.900,00	152271,4286
42	1950	2	1,87	3,35	2	1,00	\$ 341.600,00	170800
43	4500	4	1,62	2,55	4	1,00	\$ 484.000,00	121000
44	3800	3	1,44	2,67	8	2,67	\$ 365.500,00	121833,3333
45	6900	12	3,17	2,34	30,5	2,54	\$ 1.698.200,00	141516,6667
46	2600	4	2,81	3,00	4	1,00	\$ 447.400,00	111850
47	7100	8	2,06	2,33	13	1,63	\$ 1.027.300,00	128412,5
48	7900	9	2,08	2,29	14	1,56	\$ 1.051.700,00	116855,5556
49	5400	5	1,69	2,45	22	4,40	\$ 704.900,00	140980
50	3800	4	1,92	2,67	4	1,00	\$ 474.800,00	118700
51	7500	7	1,70	2,31	9,5	1,36	\$ 1.019.000,00	145571,4286
52	8500	10	2,15	2,27	26	2,60	\$ 1.652.400,00	165240
53	4000	3	1,37	2,63	3	1,00	\$ 242.500,00	80833,33333
54	5600	5	1,63	2,43	10	2,00	\$ 921.300,00	184260
55	3600	4	2,03	2,71	6,5	1,63	\$ 487.400,00	121850
TOTAL		258						

Apêndice B: Demonstrativo detalhado dos dados por quilômetro da BR 101

Km Acidente	Frequência de acidentes	Gravemente feridos	Levemente feridos	Mortos	Acidentes s/ feridos
0	3	0	2	0	1
1	4	1	0	0	3
2	7	0	1	0	6
3	26	2	6	0	18
4	17	3	10	1	3
5	7	1	3	0	3
6	15	2	6	0	7
7	23	1	7	1	14
8	13	1	1	0	11
9	4	0	1	1	2
10	6	0	2	0	4
11	4	0	2	0	2
12	2	0	0	0	2
13	3	1	0	0	2
14	5	1	4	0	0
15	1	0	1	0	0
16	5	0	0	0	5
17	1	0	1	0	0
18	1	1	0	0	0
19	2	0	1	0	1
19,1	2	0	2	1	0
20	3	0	1	0	2
21	5	1	0	0	4
22	4	0	1	0	3
22,1	4	1	3	1	0
23	1	0	0	0	1
24	7	0	0	0	7
25	6	1	1	1	3
26	6	0	0	0	6
27	2	0	0	0	2
28	5	0	2	0	3

29	4	1	1	1	1
30	6	0	5	0	1
31	7	2	1	1	3
32	7	0	2	0	5
33	9	0	8	0	1
34	7	1	3	0	3
35	3	0	1	0	2
36	10	1	0	1	8
37	9	1	3	0	5
38	12	0	6	0	6
39	7	1	0	0	6
40	11	3	4	0	4
41	23	9	5	0	9
42	37	4	14	0	19
43	42	8	17	0	17
44	46	4	11	2	29
45	34	0	8	0	26
46	53	5	9	1	38
47	43	9	9	2	23
48	41	9	14	0	18
49	43	10	9	4	20
50	171	8	14	0	149
51	106	11	26	0	69
52	27	5	5	1	16
53	23	5	6	2	10
54	26	1	14	0	11
55	15	4	4	0	7
56	13	0	2	1	10
57	45	7	13	0	25
58	46	7	17	2	20
59	32	2	14	2	14
60	43	1	10	2	30
61	32	2	8	1	21
62	22	2	1	0	19
63	49	3	13	0	33
64	60	2	13	3	42
65	73	1	21	1	50
66	60	3	19	1	37

67	103	10	38	2	53
68	147	5	32	1	109
69	122	7	31	0	84
70	107	9	30	0	68
71	75	6	14	1	54
72	56	3	9	1	43
73	73	2	22	1	48
74	41	6	16	2	17
75	29	2	4	0	23
76	27	5	5	0	17
77	49	6	15	1	27
78	73	6	12	0	55
79	32	7	7	1	17
80	134	10	12	1	111
81	22	6	3	1	12
82	76	8	7	1	60
83	90	6	15	2	67
84	31	4	16	1	10
85	17	3	5	1	8
86	31	15	9	4	3
87	18	9	3	0	6
88	11	1	7	1	2
89	17	3	9	1	4
90	27	5	11	0	11
91	20	3	9	0	8
92	25	2	16	0	7
93	18	1	2	1	14
94	30	7	10	0	13
95	11	0	1	1	9
96	21	3	8	1	9
97	28	8	14	1	5
98	23	3	2	4	14
99	21	1	7	0	13
100	15	3	2	0	10
101	11	3	1	1	6
102	14	4	10	2	0
103	13	4	1	0	8
104	6	1	1	0	4

105	7	4	23	1	0
106	0	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0
108	4	0	3	0	1
109	3	3	2	0	0
110	5	0	4	0	1
111	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0
115	3	0	0	0	3
116	3	2	1	1	0
117	3	1	0	1	1
118	4	0	1	1	2
119	2	0	0	0	2
120	4	2	1	2	0
121	3	0	0	0	3
122	1	1	0	0	0
123	4	1	7	0	0
124	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0
126	0	0	0	0	0
127	0	0	0	0	0
128	12	2	8	0	2
129	3	1	0	1	1
130	6	0	0	1	5
131	4	1	0	1	2
132	6	0	1	1	4
133	4	1	0	2	1
134	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0
136	5	0	1	2	2
137	0	0	0	0	0
138	2	0	1	0	1
140	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0
145	2	0	0	0	2

147	5	0	6	0	0
149	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0
153	0	0	0	0	0
154	3	1	2	0	0
155	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0
162	0	0	0	0	0
163	2	0	0	0	2
164	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0
166	0	0	0	0	0
167	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0
169	3	0	0	0	3
170	0	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0
175	2	1	0	0	1
178	2	0	0	0	2
180	3	3	0	0	0
182	2	1	0	0	1
183	3	0	2	0	1
184	2	0	4	0	0
185	2	0	1	0	1
186	4	0	1	0	3
188	1	0	0	0	1
189	3	1	0	0	2
190	3	5	8	3	0
191	1	2	0	0	0
194	2	0	1	0	1
195	1	0	0	0	1
196	3	0	2	0	1
197	2	1	2	0	0
198	1	0	0	0	1

199	1	0	0	0	1
200	1	1	0	0	0
207	1	0	1	0	0
208	1	0	0	1	0

Apêndice C – Demonstrativo detalhado dos dados pontos críticos calculados da BR 101

Km Acidente	Gravemente feridos	Levemente feridos	Mortos	Acidentes s/ feridos	Frequência de acidentes	EPDO	EPDO médio
0	0	2	0	1	3	8	2,67
1	1	0	0	3	4	12,5	3,13
2	0	1	0	6	7	9,5	2,67
3	2	6	0	18	26	58	2,23
4	3	10	1	3	17	76	4,47
5	1	3	0	3	7	23	3,29
6	2	6	0	7	15	47	3,13
7	1	7	1	14	23	57,5	2,5
8	1	1	0	11	13	24	1,85
9	0	1	1	2	4	15	3,75
10	0	2	0	4	6	11	2,67
11	0	2	0	2	4	9	2,67
12	0	0	0	2	2	2	2,67
13	1	0	0	2	3	11,5	3,83
14	1	4	0	0	5	23,5	4,7
15	0	1	0	0	1	3,5	3,5
16	0	0	0	5	5	5	2,67
17	0	1	0	0	1	3,5	3,5
18	1	0	0	0	1	9,5	9,5
19	0	1	0	1	2	4,5	2,25
19,1	0	2	1	0	2	16,5	2,67
20	0	1	0	2	3	5,5	1,83
21	1	0	0	4	5	13,5	2,7
22	0	1	0	3	4	6,5	1,63
22,1	1	3	1	0	4	29,5	7,38
23	0	0	0	1	1	1	1
24	0	0	0	7	7	7	2,67

25	1	1	1	3	6	25,5	4,25
26	0	0	0	6	6	6	2,67
27	0	0	0	2	2	2	1
28	0	2	0	3	5	10	2
29	1	1	1	1	4	23,5	5,88
30	0	5	0	1	6	18,5	2,67
31	2	1	1	3	7	35	5
32	0	2	0	5	7	12	2,67
33	0	8	0	1	9	29	2,67
34	1	3	0	3	7	23	3,29
35	0	1	0	2	3	5,5	2,67
36	1	0	1	8	10	27	2,7
37	1	3	0	5	9	25	2,78
38	0	6	0	6	12	27	2,67
39	1	0	0	6	7	15,5	2,21
40	3	4	0	4	11	46,5	4,23
41	9	5	0	9	23	112	4,87
42	4	14	0	19	37	106	2,86
43	8	17	0	17	42	152,5	3,63
44	4	11	2	29	46	124,5	2,71
45	0	8	0	26	34	54	2,67
46	5	9	1	38	53	126,5	2,39
47	9	9	2	23	43	159	3,7
48	9	14	0	18	41	152,5	3,72
49	10	9	4	20	43	184,5	4,29
50	8	14	0	149	171	274	1,6
51	11	26	0	69	106	264,5	2,5
52	5	5	1	16	27	90,5	3,35
53	5	6	2	10	23	97,5	4,24
54	1	14	0	11	26	69,5	2,67
55	4	4	0	7	15	59	3,93
56	0	2	1	10	13	26,5	2,67
57	7	13	0	25	45	137	3,04
58	7	17	2	20	46	165	3,59
59	2	14	2	14	32	101	3,16
60	1	10	2	30	43	93,5	2,17
61	2	8	1	21	32	77,5	2,42
62	2	1	0	19	22	41,5	1,89

63	3	13	0	33	49	107	2,18
64	2	13	3	42	60	135	2,25
65	1	21	1	50	73	142,5	1,95
66	3	19	1	37	60	141,5	2,36
67	10	38	2	53	103	300	2,91
68	5	32	1	109	147	278	1,89
69	7	31	0	84	122	259	2,12
70	9	30	0	68	107	258,5	2,42
71	6	14	1	54	75	169,5	2,26
72	3	9	1	43	56	112,5	2,01
73	2	22	1	48	73	153,5	2,1
74	6	16	2	17	41	149	3,63
75	2	4	0	23	29	56	1,93
76	5	5	0	17	27	82	3,04
77	6	15	1	27	49	146	2,98
78	6	12	0	55	73	154	2,11
79	7	7	1	17	32	117,5	3,67
80	10	12	1	111	134	257,5	1,92
81	6	3	1	12	22	89	4,05
82	8	7	1	60	76	170	2,24
83	6	15	2	67	90	195,5	2,17
84	4	16	1	10	31	113,5	3,66
85	3	5	1	8	17	63,5	3,74
86	15	9	4	3	31	215	6,94
87	9	3	0	6	18	102	5,67
88	1	7	1	2	11	45,5	4,14
89	3	9	1	4	17	73,5	4,32
90	5	11	0	11	27	97	3,59
91	3	9	0	8	20	68	3,4
92	2	16	0	7	25	82	3,28
93	1	2	1	14	18	40	2,22
94	7	10	0	13	30	114,5	3,82
95	0	1	1	9	11	22	2,67
96	3	8	1	9	21	75	3,57
97	8	14	1	5	28	139,5	4,98
98	3	2	4	14	23	87,5	3,8
99	1	7	0	13	21	47	2,24
100	3	2	0	10	15	45,5	3,03

101	3	1	1	6	11	47,5	4,32
102	4	10	2	0	14	92	6,57
103	4	1	0	8	13	49,5	3,81
104	1	1	0	4	6	17	2,83
105	4	23	1	0	7	128	18,29
108	0	3	0	1	4	11,5	2,67
109	3	2	0	0	3	35,5	11,83
110	0	4	0	1	5	15	2,67
115	0	0	0	3	3	3	2,67
116	2	1	1	0	3	32	10,67
117	1	0	1	1	3	20	6,67
118	0	1	1	2	4	15	2,67
119	0	0	0	2	2	2	1
120	2	1	2	0	4	41,5	10,38
121	0	0	0	3	3	3	2,67
122	1	0	0	0	1	9,5	9,5
123	1	7	0	0	4	34	8,5
128	2	8	0	2	12	49	4,08
129	1	0	1	1	3	20	6,67
130	0	0	1	5	6	14,5	2,67
131	1	0	1	2	4	21	5,25
132	0	1	1	4	6	17	2,67
133	1	0	2	1	4	29,5	7,38
136	0	1	2	2	5	24,5	2,67
138	0	1	0	1	2	4,5	2,67
145	0	0	0	2	2	2	2,67
147	0	6	0	0	5	21	2,67
154	1	2	0	0	3	16,5	5,5
163	0	0	0	2	2	2	2,67
169	0	0	0	3	3	3	2,67
175	1	0	0	1	2	10,5	5,25
178	0	0	0	2	2	2	2,67
180	3	0	0	0	3	28,5	9,5
182	1	0	0	1	2	10,5	5,25
183	0	2	0	1	3	8	2,67
184	0	4	0	0	2	14	2,67
185	0	1	0	1	2	4,5	2,25
186	0	1	0	3	4	6,5	2,67

188	0	0	0	1	1	1	1
189	1	0	0	2	3	11,5	3,83
190	5	8	3	0	3	104	34,67
191	2	0	0	0	1	19	19
194	0	1	0	1	2	4,5	2,25
195	0	0	0	1	1	1	1
196	0	2	0	1	3	8	2,67
197	1	2	0	0	2	16,5	8,25
198	0	0	0	1	1	1	1
199	0	0	0	1	1	1	1
200	1	0	0	0	1	9,5	9,5
207	0	1	0	0	1	3,5	3,5
208	0	0	1	0	1	9,5	9,5
160	0	0	0	0	0	0	0
162	0	0	0	0	0	0	0
163	0	0	0	2	2	2	2,67
164	0	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0
166	0	0	0	0	0	0	0
167	0	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0
169	0	0	0	3	3	3	2,67
170	0	0	0	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0
175	1	0	0	1	2	10,5	5,25
178	1	0	0	1	2	2	1
180	3	0	0	0	3	28,5	9,5
182	1	0	0	1	2	10,5	5,25
183	0	2	0	1	3	8	2,67
184	7	4	0	0	2	14	7
185	0	1	0	1	2	4,5	2,25
186	0	1	0	3	4	6,5	2,67
188	0	0	0	1	1	1	1
189	1	0	0	2	3	11,5	3,83
190	5	8	3	0	3	104	34,67
191	2	0	0	0	1	19	19

194	0	1	0	1	2	4,5	2,25
195	0	0	0	1	1	1	1
196	0	2	0	1	3	8	2,67
197	1	2	0	0	2	16,5	8,25
198	0	0	0	1	1	1	1
199	0	0	0	1	1	1	1
200	1	0	0	0	1	9,5	9,5
207	0	1	0	0	1	3,5	3,5
208	0	0	1	0	1	9,5	9,5

Apêndice D – Pontos críticos encontrados pelo método da frequência de acidentes

Km Acidente	Gravemente feridos	Levemente feridos	Mortos	Acidentes s/ feridos	Frequência de acidentes	EPDO	EPDO médio
42	4	14	0	19	37	106	2,86
43	8	17	0	17	42	152,5	3,63
44	4	11	2	29	46	124,5	2,71
46	5	9	1	38	53	126,5	2,39
47	9	9	2	23	43	159	3,7
48	9	14	0	18	41	152,5	3,72
49	10	9	4	20	43	184,5	4,29
50	8	14	0	149	171	274	1,6
51	11	26	0	69	106	264,5	2,5
54	1	14	0	11	26	69,5	2,67
57	7	13	0	25	45	137	3,04
58	7	17	2	20	46	165	3,59
60	1	10	2	30	43	93,5	2,17
63	3	13	0	33	49	107	2,18
64	2	13	3	42	60	135	2,25
65	1	21	1	50	73	142,5	1,95
66	3	19	1	37	60	141,5	2,36
67	10	38	2	53	103	300	2,91
68	5	32	1	109	147	278	1,89
69	7	31	0	84	122	259	2,12
70	9	30	0	68	107	258,5	2,42
71	6	14	1	54	75	169,5	2,26
72	3	9	1	43	56	112,5	2,01
73	2	22	1	48	73	153,5	2,1
74	6	16	2	17	41	149	3,63

77	6	15	1	27	49	146	2,98
78	6	12	0	55	73	154	2,11
80	10	12	1	111	134	257,5	1,92
82	8	7	1	60	76	170	2,24
83	6	15	2	67	90	195,5	2,17

Apêndice E – Pontos críticos encontrados pelo método do EPDO

Km Acidente	Gravemente feridos	Levemente e feridos	Mortos	Acidentes s/ feridos	Frequência de acidente	EPDO	EPDO médio
43	8	17	0	17	42	152,5	3,63
47	9	9	2	23	43	159	3,7
48	9	14	0	18	41	152,5	3,72
49	10	9	4	20	43	184,5	4,29
50	8	14	0	149	171	274	1,6
51	11	26	0	69	106	264,5	2,5
57	7	13	0	25	45	137	3,04
58	7	17	2	20	46	165	3,59
64	2	13	3	42	60	135	2,25
65	1	21	1	50	73	142,5	1,95
66	3	19	1	37	60	141,5	2,36
67	10	38	2	53	103	300	2,91
68	5	32	1	109	147	278	1,89
69	7	31	0	84	122	259	2,12
70	9	30	0	68	107	258,5	2,42
71	6	14	1	54	75	169,5	2,26
73	2	22	1	48	73	153,5	2,1
74	6	16	2	17	41	149	3,63
77	6	15	1	27	49	146	2,98
78	6	12	0	55	73	154	2,11
80	10	12	1	111	134	257,5	1,92
82	8	7	1	60	76	170	2,24
83	6	15	2	67	90	195,5	2,17
86	15	9	4	3	31	215	6,94
97	8	14	1	5	28	139,5	4,98

Apêndice F – Pontos críticos encontrados pelo método do EPDO médio

Km Acidente	Gravemente feridos	Levemente feridos	Mortos	Acidentes s/ feridos	Frequência de acidentes	EPDO	EPDO médio
18	1	0	0	0	1	9,5	9,5
105	4	23	1	0	7	128	18,29
109	3	2	0	0	3	35,5	11,83
116	2	1	1	0	3	32	10,67
120	2	1	2	0	4	41,5	10,38
122	1	0	0	0	1	9,5	9,5
123	1	7	0	0	4	34	8,5
180	3	0	0	0	3	28,5	9,5
190	5	8	3	0	3	104	34,67
191	2	0	0	0	1	19	19
197	1	2	0	0	2	16,5	8,25
200	1	0	0	0	1	9,5	9,5
208	0	0	1	0	1	9,5	9,5
180	3	0	0	0	3	28,5	9,5
190	5	8	3	0	3	104	34,67
191	2	0	0	0	1	19	19
197	1	2	0	0	2	16,5	8,25
200	1	0	0	0	1	9,5	9,5
208	0	0	1	0	1	9,5	9,5