

INFLUÊNCIAS DE UMA DUPLICAÇÃO QUANTO A SEGURANÇA VIÁRIA: ESTUDO DO CASO DA BR 392, TRECHO PELOTAS X RIO GRANDE

Lucas Adams Simon

Rafael Rosa Hallal

Universidade Federal de Pelotas

RESUMO

Este artigo apresenta as influências da duplicação quanto a segurança viária da BR 392, no trecho entre Pelotas e Rio Grande. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, descritiva documental e retrospectiva. Utilizando o método do DNIT para identificação e priorização de segmentos críticos, com o banco de dados da ECOSUL, empresa que concessionária a rodovia, foi calculada a taxa de severidade de cada segmento, dos últimos 8 anos. Como a duplicação foi concluída no ano de 2014, cada segmento foi classificado como duplicado ou não duplicado, então efetuou-se a análise individual comparativa, onde o Km 18 mostrou ser o mais significativo, por apresentar a maior taxa de severidade antes da duplicação e após apresentar sensível melhora percentual. Foram registrados 1750 acidentes no trecho, onde 54% deixaram mortos ou feridos. Outro dado analisado foi o custo dos acidentes, onde constatou-se o total gasto de 162 milhões de reais, nos últimos 8 anos.

ABSTRACT

This article presents the influences of the BR 392 road safety duplication, stretch between Pelotas and Rio Grande. This is a quantitative, descriptive and retrospective research. By using the DNIT method for identifying and prioritizing the critical segments, with the ECOSUL database, which is the company that awarded the highway, the severity rate of each segment of the last 8 years was calculated. As duplication was completed in 2014, each segment is classified as either duplicated or non-duplicated, and the individual comparative analysis was performed. Km 18 shown to be the most significant, first because it had the highest severity rate before duplication, and second because it presented a significant improvement on percentage after duplication. There were 1,750 accidents in the stretch, where 54% remained dead or injured. Another analyzed data was about the costs from accidents, which verified that 163 million Reais was spent for the last 8 years.

1. INTRODUÇÃO

O problema de acidentes de trânsito se enquadra entre um dos que mais causa mortes. Segundo a OMS, acidentes de trânsito tiram a vida de cerca de 40 mil pessoas no Brasil todos os anos, e em torno de 1,3 milhão no mundo. Esse número representa a oitava maior causa de mortes no mundo, e que segundo estudos deve chegar a quarta posição até 2030 (WHO, 2013).

Estratégias para conter esse aumento estão sendo desenvolvidas e mostrando-se eficientes. Nos últimos dez anos, os Estados Unidos conseguiram reduzir em cerca de 20% seus acidentes, a Bélgica em 30%, e a Espanha conseguiu uma grande redução de 80%. Para efeito de comparação, os norte-americanos têm uma frota de veículos seis vezes maior do que a brasileira, uma população cerca de 70% superior e uma mortalidade no trânsito 34% menor do que a do Brasil (Czerwonka, 2017).

O aumento da mortalidade no trânsito é um problema nacional, entretanto, o Rio Grande do Sul mostra que reduzir esse índice é possível. De 2010 até 2016 o estado teve uma diminuição de 25% no número de mortes por acidentes de trânsito (Denatran, 2017). Entre esses anos, o trecho da BR 392 entre Rio Grande e Pelotas foi duplicado. Esse trecho é de grande importância para o estado pois, grande parte da matéria-prima produzida no interior passa por ele para chegar no Porto de Rio Grande. O porto é um dos principais portos do continente americano, sendo o segundo mais importante do país para o desenvolvimento do comércio internacional. O objetivo do presente trabalho é analisar os efeitos da duplicação da BR392 trecho Pelotas X Rio Grande, tanto deste trecho em sua totalidade, quanto de segmentos individuais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O transporte rodoviário é o modal mais utilizado no Brasil. Ele compreende 62,8% da matriz de transporte de cargas (Ilos, 2017), e 95% do transporte de pessoas (CNT, 2016). O país conta com uma malha de cerca de 1,7 milhões de quilômetros, onde somente 11,6% são pavimentadas, e do montante pavimentado, somente 5,6% é de pista dupla (ABCR, 2014). Mesmo com essa malha precária, apenas 0,19% do PIB é gasto em infraestrutura do transporte (CNT, 2016). Considerando os dados supracitados, como a baixa densidade de rodovias e a falta de pavimentação, o investimento é muito baixo. Segundo o instituto Ilos, uma proporção de modais similar ao dos Estados Unidos, onde existe um investimento de cerca de 7,8% do PIB em logística, viabilizaria uma redução de R\$ 80 bilhões no custo com transporte anualmente (CNT, 2016).

Segundo a OMS, todos os anos no mundo, em torno de 1,3 milhão de pessoas morrem em acidentes de trânsito e 50 milhões ficam com sequelas (WHO, 2013). No Brasil, segundo estudo publicado pela Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, de 193 países estudados, o Brasil está na 42ª posição em maior quantidade de mortes por acidentes de trânsito, com uma taxa de 22 falecimentos a cada 100 mil pessoas por ano (SIVAK; SCHOETTLE, 2014).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015), apesar de ser impossível calcular os danos psíquicos e estresses traumáticos sofridos por vítimas de acidente de trânsito e seus familiares, um cálculo de custos econômico-financeiros pode ser feito por metodologias específicas. Em rodovias federais, um total de 12,3 bilhões de reais é gasto com acidentes anualmente, e em rodovias estaduais é estimado que o custo seja de 24,8 bilhões a 30,5 bilhões.

Estes valores, somados a cifras regularmente divulgadas pela imprensa, mostram que são necessárias mais políticas viárias que melhorem a segurança das rodovias no Brasil. Por isso, índices são indispensáveis para avaliar a segurança viária, como, por exemplo o índice de mortes por bilhão de quilômetro percorrido pela frota de veículos rodoviários (IMBQ), que é o parâmetro mais adequado para medir a segurança no trânsito (CARDOSO, 2006). Nesse índice o Brasil chega a um valor até 12 vezes maior que países desenvolvidos, como mostra a Figura 1.

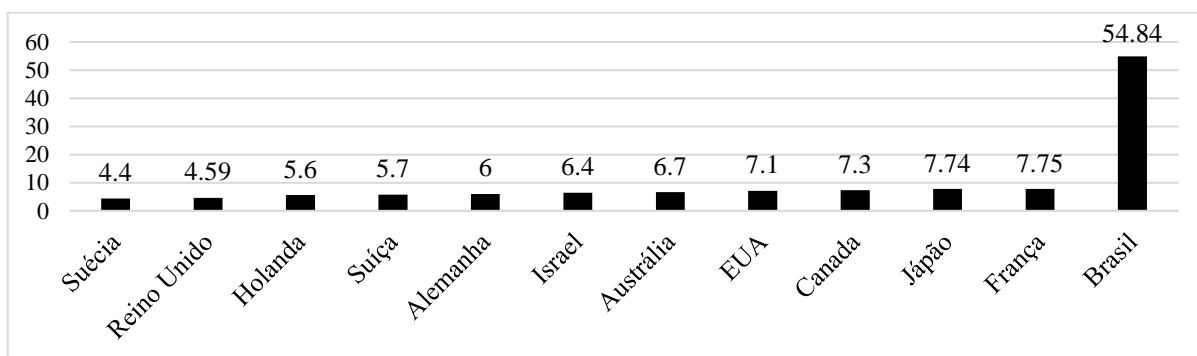


Figura 1: Mortes por bilhão de quilômetros percorridos;

É papel do engenheiro de tráfego classificar esses acidentes quanto a sua gravidade. A Polícia Militar utiliza 3 categorias para seus boletins de ocorrência e estudos estatísticos (Coca et.al, 2012). São elas: Acidentes de trânsito sem vítimas, com vítimas não fatais e com fatalidades. Segundo dados da Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR, 2016), no

ano de 2016 aconteceram 121.923 acidentes no Brasil, nos quais 63% foram sem vítimas, em 35% houve feridos e em 2% ocorreram mortes, logo, o engenheiro de trânsito pode classificar todos acidentes em 3 categorias quanto a gravidade.

Entretanto, definir as causas de um acidente de trânsito é um desafio maior para os Engenheiros de Tráfego. O Ministério dos Transportes (2002) classifica os fatores contribuintes para os acidentes em 3 grandes grupos: Fator Humano, Fator Viário-Ambiental e Fator Veicular. O fator humano se refere ao comportamento do motorista e das pessoas envolvidas no acidente, o fator viário-ambiental é caracterizado pela via e o meio ambiente; enquanto que o fator veicular é descrito como qualquer problema operacional no veículo (Gold, 1998). Grande parte dos acidentes acontecem devido à convergência simultânea desses fatores, criando assim condições excepcionais onde mais de um fator pode ser considerado como causal (Ministério dos Transportes, 2002).

O modo mais comum de buscar o aumento do desempenho viário, no que diz respeito à segurança, é com adoção de medidas reativas. Essas medidas buscam reduzir ou eliminar a ocorrência de acidentes em lugares mais críticos, tanto devido a fatores viário-ambientais, com melhoras na rodovia, quanto acidentes causados devido a causas humanas, com campanhas de educação temporárias (Cardoso, 2006).

Com isso, o primeiro passo para se ter uma melhora da segurança viária em uma rodovia é o estudo e a classificação dos locais de maior risco aos usuários, sejam eles motoristas, passageiros, pedestres, ciclistas ou veículos, conhecidos como pontos, trechos ou ainda segmentos críticos (DNIT, 2009). Essa identificação dos locais críticos é o trabalho mais importante para a posterior definição de estratégias mitigadoras a serem implementadas, tanto no âmbito da engenharia viária, quanto à educação, esforço legal, medicina e psicologia (Coca et al., 2008).

Em 2006, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) firmaram um acordo de cooperação, onde foi criado o Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias (NEA), tendo como objetivo estudar os acidentes nas rodovias, identificando, avaliando e propondo metodologias para identificar soluções para os problemas causadores de acidentes.

Fruto deste acordo, em dezembro de 2010 foi lançado o Método Homologado de Identificação e Priorização de Segmentos Críticos. Este será o método utilizado para o presente trabalho, já que estas normas e manuais seguem a metodologia do Ciclo de Desenvolvimento Tecnológico e são referências para todas as obras rodoviárias do país (DNIT, 2010).

3. METODOLOGIA

A via que foi analisada é uma Rodovia Federal, sob responsabilidade do Estado do Rio Grande do Sul, que por um contrato de concessão, cedeu seu controle a Empresa Concessionária de Rodovias do Sul (EcoSul) desde 1998 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1998). Se trata de uma rodovia de função arterial, que liga a cidade de Pelotas/RS até Rio Grande/RS, pavimentada, inicialmente de pista simples, entretanto, o trecho foi recentemente duplicado, tendo sido liberado em agosto de 2014. Foram utilizados dados de janeiro de 2010 até dezembro de 2017. Seus 60 km que iniciam no Porto de Rio Grande e terminam na entrada de Pelotas foram divididos em segmentos de 1 km, para uma melhor visualização de pontos críticos.

3.1 Coleta de dados

Buscando minimizar os erros, o presente trabalho utilizou dados da própria concessionária do trecho analisado (EcoSul). Visto ser uma empresa especializada em transportes, e que tem várias de suas responsabilidades diretamente relacionadas com a quantidade de acidentes nos trechos de sua concessão, seu banco de dados é bastante completo e organizado.

Um modelo criado por esta pesquisa foi enviado à concessionária, já dividindo os acidentes por segmentos de 1 Km e por anos. Esses acidentes então foram classificados em 13 tipos distintos, como atropelamento, abalroamento, capotamento, colisão, entre outros. Houve também a classificação em 3 níveis de gravidade, sendo acidentes sem vítimas (1), acidentes com vítimas não fatais (2) e acidentes com fatalidades (3).

Além da coleta de dados quanto aos acidentes, também foi solicitado à EcoSul o volume de tráfego anual da rodovia. Esse volume foi coletado na praça de pedágio, que se localiza no Km 52 do trecho.

3.2 Identificação dos segmentos críticos

A metodologia de identificação de segmentos críticos homologada pelo DNIT está fundamentada na probabilidade da ocorrência de um acidente em um determinado segmento, tendo como base de comparação, uma amostra estudada. Estas amostras devem ser homogêneas quanto suas características físicas, ter no mínimo 2 acidentes de qualquer gravidade e o trecho deve ser pavimentado.

Inicialmente é feito o cálculo da Unidade Padrão de Severidade do segmento (UPS), que visa dar mais importância a acidentes mais graves, quando comparados aos de menor gravidade, estipulando diferentes pesos, como segue:

$$UPS_j = (ASV_j \times 1) + (ACV_j \times 5) + (ACO_j \times 13) \quad (1)$$

em que UPS: Unidade padrão de severidade;
ASV: Quantidade de acidentes sem vítimas no segmento;
ACV: Quantidade de acidentes com vítimas no segmento;
ACO: Quantidade de acidentes com óbitos no segmento.
j: Número do segmento

Após é calculado a taxa de severidade do segmento:

$$TS_j = \frac{10^6 \times UPS_j}{365 \times VMDA_j \times E_j} \quad (2)$$

em que TS_j: Taxa de severidade do segmento;
VMDA_j: Volume médio diário do segmento; (carros/dia)
E_j: Extensão do segmento. (km)

Depois de o cálculo da taxa de severidade é preciso fazer a determinação de um valor de referência para a taxa de acidentes. Para isso é calculado o índice crítico anual de referência (λ).

$$\lambda = \frac{10^6 \times \sum UPS}{365 \times \sum (VMDA_j \times E_j)} \quad (3)$$

em que λ : Índice crítico anual de referência

Então são calculados os intervalos de caracterização, que utilizam um coeficiente que representa o nível de significância requerido para o teste de hipótese (k), como mostram as

fórmulas e tabela 1:

Tabela 1: Coeficiente de significância para teste de hipótese;

Significância	10%	5%	1%	0,5%	0,1%
K	1,28	1,65	2,33	2,58	3,00

$$M_j = VMDA_j \times 365 \times E_j \quad (4)$$

$$IC_j = \lambda + K \sqrt{(\lambda/M_j) - (0,5/M_j)} \quad (5)$$

em que IC_j : Índice crítico do segmento;

Com os dados calculados de Índice Crítico do Segmento (IC_j) para todos os níveis de significância é estipulado os intervalos e então caracterização do trecho, seguindo os seguintes critérios, apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Classificação dos segmentos quanto à criticidade;

Intervalo	Classificação
$Ts_j < IC_{j10\%}$	Segmento Não Crítico (NC)
$IC_{j10\%} < Ts_j < IC_{j5\%}$	Segmento Levemente Crítico (LC)
$IC_{j5\%} < Ts_j < IC_{j0,5\%}$	Segmento Crítico (C)
$IC_{j0,5\%} < Ts_j$	Segmento Altamente Crítico (AC)

3.3 Custo dos segmentos críticos

Além de caracterizar os segmentos quanto sua criticidade, é possível utilizar o custo dos acidentes para dar prioridade aos segmentos onde obras de melhoria possuem viabilidade econômica. Para isso são utilizados os dados do IPEA (2016), que considera o custo de um acidente com fatalidade de R\$ 760.790,00, com feridos de R\$ 106.080,00 e sem vítimas de R\$ 27.130,00 (valores atualizados para o ano de 2016). Desse valor cerca de 65% vem com gastos associados às pessoas, como despesas hospitalares, remoção de vítimas e perda de produção, sendo este último responsável por em torno de 43% dos gastos.

Com isso, pode-se calcular o custo monetário dos acidentes para cada trecho, utilizando:

$$IRGC_j = (ASV \times 27130) + (ACV \times 106080) + (ACO \times 760790) \quad (6)$$

em que $IRGC_j$: Índice relativo a gravidade e custo;

ASV : Quantidade de acidentes sem vítimas no segmento;

ACV : Quantidade de acidentes com vítimas no segmento;

ACO : Quantidade de acidentes com óbitos no segmento.

4. RESULTADOS

Com o cálculo de Unidade Padrão de Severidade (UPS) foi possível calcular a Taxa de Severidade de cada segmento do trecho (TS_j), e então classificar os acidentes nas categorias: Não Crítico (NC), Levemente Crítico (LC), Crítico (C) e Altamente Crítico (AC). As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dessa análise. É importante ressaltar que segmentos que não tiveram nenhum índice de criticidade durante 8 anos de análise foram ocultados das tabelas 4 e 5, para melhor visualização.

Tabela 3: Criticidade dos segmentos nos anos de 2010 a 2013;

KM	2010			2011			2012			2013		
	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.
0	1	0.313	NC	6	1.721	NC	5	1.357	NC	18	5.632	C
1	14	4.381	NC	18	5.162	NC	23	6.243	NC	26	8.135	AC
2	11	3.442	NC	14	4.015	NC	18	4.886	NC	25	7.822	AC
3	11	3.442	NC	18	5.162	NC	41	11.128	AC	56	17.522	AC
4	23	7.197	C	25	7.169	AC	49	13.300	AC	30	9.387	AC
5	27	8.448	AC	57	16.345	AC	53	14.385	AC	39	12.203	AC
6	1	0.313	NC	41	11.757	AC	19	5.157	NC	20	6.258	C
7	28	8.761	AC	35	10.037	AC	23	6.243	NC	41	12.829	AC
8	6	1.877	NC	6	1.721	NC	25	6.786	C	33	10.326	AC
9	18	5.632	NC	31	8.890	AC	19	5.157	NC	46	14.393	AC
10	20	6.258	LC	23	6.596	C	13	3.528	NC	15	4.693	NC
12	6	1.877	NC	29	8.316	AC	5	1.357	NC	11	3.442	NC
13	1	0.313	NC	5	1.434	NC	5	1.357	NC	21	6.571	AC
15	10	3.129	NC	2	0.574	NC	10	2.714	NC	18	5.632	C
16	32	10.013	AC	24	6.882	C	39	10.585	AC	8	2.503	NC
17	12	3.755	NC	11	3.154	NC	22	5.971	NC	22	6.884	AC
18	65	20.338	AC	61	17.492	AC	82	22.257	AC	50	15.645	AC
19	31	9.700	AC	33	9.463	AC	61	16.557	AC	19	5.945	C
20	22	6.884	C	0	0.000	NC	50	13.571	AC	45	14.080	AC
21	6	1.877	NC	6	1.721	NC	47	12.757	AC	6	1.877	NC
22	13	4.068	NC	0	0.000	NC	36	9.771	AC	1	0.313	NC
23	3	0.939	NC	11	3.154	NC	7	1.900	NC	23	7.197	AC
24	6	1.877	NC	1	0.287	NC	10	2.714	NC	28	8.761	AC
25	59	18.461	AC	10	2.868	NC	16	4.343	NC	8	2.503	NC
26	28	8.761	AC	25	7.169	AC	19	5.157	NC	36	11.264	AC
27	45	14.080	AC	34	9.750	AC	7	1.900	NC	12	3.755	NC
28	20	6.258	LC	10	2.868	NC	5	1.357	NC	7	2.190	NC
30	16	5.006	NC	16	4.588	NC	10	2.714	NC	13	4.068	NC
31	0	0.000	NC	13	3.728	NC	17	4.614	NC	26	8.135	AC
32	9	2.816	NC	12	3.441	NC	8	2.171	NC	11	3.442	NC
33	1	0.313	NC	5	1.434	NC	5	1.357	NC	6	1.877	NC
35	1	0.313	NC	0	0.000	NC	16	4.343	NC	1	0.313	NC
37	28	8.761	AC	6	1.721	NC	8	2.171	NC	5	1.564	NC
38	6	1.877	NC	2	0.574	NC	30	8.143	AC	18	5.632	C
41	10	3.129	NC	8	2.294	NC	0	0.000	NC	28	8.761	AC
42	32	10.013	AC	10	2.868	NC	13	3.528	NC	27	8.448	AC
43	16	5.006	NC	25	7.169	AC	13	3.528	NC	11	3.442	NC
47	10	3.129	NC	0	0.000	NC	2	0.543	NC	1	0.313	NC
49	1	0.313	NC	21	6.022	C	10	2.714	NC	1	0.313	NC
50	1	0.313	NC	5	1.434	NC	0	0.000	NC	6	1.877	NC
52	7	2.190	NC	16	4.588	NC	20	5.428	NC	21	6.571	AC
53	7	2.190	NC	6	1.721	NC	12	3.257	NC	6	1.877	NC
54	2	0.626	NC	7	2.007	NC	1	0.271	NC	14	4.381	NC
55	13	4.068	NC	0	0.000	NC	10	2.714	NC	8	2.503	NC
56	30	9.387	AC	6	1.721	NC	5	1.357	NC	16	5.006	LC
60	20	6.258	LC	2	0.574	NC	18	4.886	NC	7	2.190	NC
λ		5.326			4.976917			5.687783			4.376828	

Tabela 4: Criticidade dos segmentos nos anos de 2014 a 2017;

KM	2014			2015			2016			2017		
	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.	UPS	TSj	Class.
0	1	0.313	NC	6	1.877	NC	0	0.000	NC	5	1.564	NC
1	22	6.884	AC	16	5.006	AC	18	5.632	AC	17	5.319	AC
2	56	17.522	AC	10	3.129	NC	23	7.197	AC	3	0.939	NC
3	22	6.884	AC	30	9.387	AC	17	5.319	AC	6	1.877	NC
4	28	8.761	AC	12	3.755	C	24	7.510	AC	6	1.877	NC
5	49	15.332	AC	31	9.700	AC	50	15.645	AC	49	15.332	AC
6	15	4.693	C	20	6.258	AC	18	5.632	AC	6	1.877	NC
7	29	9.074	AC	2	0.626	NC	14	4.381	C	36	11.264	AC
8	46	14.393	AC	21	6.571	AC	32	10.013	AC	6	1.877	NC
9	24	7.510	AC	19	5.945	AC	8	2.503	NC	10	3.129	NC
10	11	3.442	NC	10	3.129	NC	12	3.755	LC	12	3.755	LC
12	21	6.571	AC	5	1.564	NC	19	5.945	AC	7	2.190	NC
13	11	3.442	NC	7	2.190	NC	2	0.626	NC	4	1.252	NC
15	7	2.190	NC	10	3.129	NC	6	1.877	NC	0	0.000	NC
16	29	9.074	AC	0	0.000	NC	10	3.129	NC	5	1.564	NC
17	3	0.939	NC	11	3.442	LC	1	0.313	NC	10	3.129	NC
18	7	2.190	NC	15	4.693	AC	17	5.319	AC	32	10.013	AC
19	12	3.755	NC	10	3.129	NC	16	5.006	AC	20	6.258	AC
20	21	6.571	AC	20	6.258	AC	11	3.442	NC	11	3.442	NC
21	5	1.564	NC	28	8.761	AC	10	3.129	NC	19	5.945	AC
22	5	1.564	NC	7	2.190	NC	11	3.442	NC	10	3.129	NC
23	18	5.632	AC	7	2.190	NC	5	1.564	NC	13	4.068	C
24	30	9.387	AC	5	1.564	NC	6	1.877	NC	5	1.564	NC
25	25	7.822	AC	6	1.877	NC	11	3.442	NC	17	5.319	AC
26	24	7.510	AC	5	1.564	NC	5	1.564	NC	15	4.693	C
27	9	2.816	NC	5	1.564	NC	22	6.884	AC	12	3.755	LC
28	22	6.884	AC	26	8.135	AC	11	3.442	NC	2	0.626	NC
30	6	1.877	NC	20	6.258	AC	0	0.000	NC	10	3.129	NC
31	0	0.000	NC	0	0.000	NC	5	1.564	NC	15	4.693	C
32	3	0.939	NC	10	3.129	NC	15	4.693	C	5	1.564	NC
33	5	1.564	NC	2	0.626	NC	1	0.313	NC	15	4.693	C
35	2	0.626	NC	10	3.129	NC	12	3.755	LC	1	0.313	NC
37	15	4.693	C	0	0.000	NC	16	5.006	AC	1	0.313	NC
38	6	1.877	NC	7	2.190	NC	2	0.626	NC	5	1.564	NC
41	1	0.313	NC	5	1.564	NC	11	3.442	NC	5	1.564	NC
42	18	5.632	AC	0	0.000	NC	17	5.319	AC	8	2.503	NC
43	14	4.381	C	8	2.503	NC	6	1.877	NC	7	2.190	NC
47	18	5.632	AC	6	1.877	NC	1	0.313	NC	5	1.564	NC
49	18	5.632	AC	7	2.190	NC	2	0.626	NC	1	0.313	NC
50	18	5.632	AC	0	0.000	NC	7	2.190	NC	15	4.693	C
52	11	3.442	NC	17	5.319	AC	7	2.190	NC	31	9.700	AC
53	18	5.632	AC	1	0.313	NC	0	0.000	NC	7	2.190	NC
54	6	1.877	NC	1	0.313	NC	1	0.313	NC	18	5.632	AC
55	0	0.000	NC	0	0.000	NC	5	1.564	NC	13	4.068	C
56	8	2.503	NC	5	1.564	NC	0	0.000	NC	5	1.564	NC
60	3	0.939	NC	5	1.564	NC	6	1.877	NC	3	0.939	NC
λ		3.486115			2.60348			2.860697			2.878073	

As tabelas 3 e 4 são divididas por anos, sendo a tabela 3, correspondente aos anos de 2010 a 2013, e a tabela 4, correspondente aos anos de 2014 a 2017. Nas tabelas, cada linha corresponde a um segmento da rodovia, divididos de 1 a 60. Além disto, para cada ano é mostrado a Unidade Padrão de Severidade (UPS), a Taxa de Severidade do segmento (TSj) e pôr fim a classificação deste segmento devido a sua criticidade.

Como foi citado anteriormente, segmentos onde a quantidade de acidentes foi menor que 2, durante 1 ano, também devem ser descartados. Esses segmentos foram destacados com azul na coluna de UPS. Na coluna da TSj, as células destacadas com vermelho representam os maiores valores.

O trecho do Km 1 até o Km 10 ainda não foi duplicado, mas com trâmites já em processo para tal. Já o trecho do Km 11 até o Km 60 foi duplicado em sua totalidade, sendo que 92% da duplicação foi concluída até o ano de 2013.

Os dados coletados mostram a nítida influência que a duplicação exerceu quanto à criticidade da rodovia. O valor de índice crítico anual de referência (λ) considera dados importantes como a gravidade dos acidentes, a extensão do segmento e o volume médio do ano. Analisando esse dado, resta nítido que após as obras houve uma diminuição de criticidade do trecho na totalidade, como mostra a figura 2.

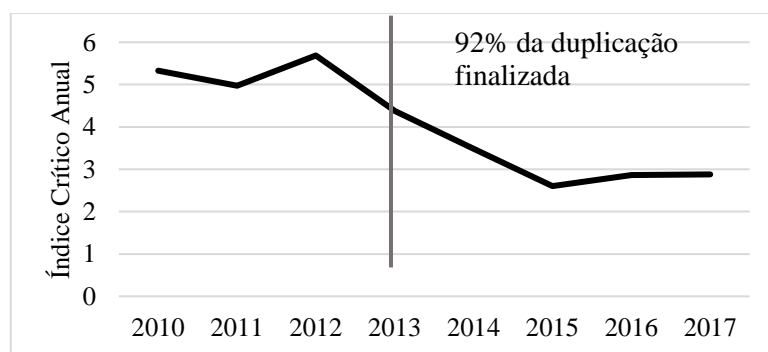


Figura 2: Índice crítico anual de referência (λ) por ano;

Ao analisar outros parâmetros do Método Homologado de Identificação e Priorização de Segmentos Críticos, junto com as linhas de tendência resultantes, verifica-se também as melhorias após as obras de duplicação. Se os índices se mantivessem até o ano de 2017, pelo menos 18 pessoas perderiam suas vidas em acidentes de trânsito, além disso, haveriam 331 pessoas feridas. Outra redução que ocorre, é quanto aos gastos com acidentes. Até o ano de 2017 foi poupado cerca de 57 milhões de reais com a diminuição destes acidentes. Além disso, é possível estimar que pelo menos 10 milhões de reais serão poupados a cada ano subsequente, como pode ser visto na tabela 4.

Tabela 5: Reduções devido à duplicação;

	Mortes	Feridos	Acidentes sem vítimas	R\$
Anos de 2012 a 2017	2.6	47.4	39.1	R\$ 8,096,710.26
Estimativa para anos subsequentes	3.5	62.1	51.2	R\$ 10,613,665.13

A tabela mostra a redução de mortes, feridos, acidentes e de gastos com acidentes entre os anos de 2012 a 2017, que é menor do que a expectativa para os anos subsequentes devido a quantidade reduzida de segmentos já duplicados. O cálculo foi feito utilizando a tendência de acidentes nos segmentos duplicados e a tendência nos segmentos não duplicados, analisando a redução bruta em cada quilômetro. Após o cálculo de redução por quilômetro foi feita uma análise de quantidade de quilômetros duplicados por ano e então uma estimativa de redução anual.

4.1 Influência do Km mais crítico

Dentre os resultados dos segmentos, o mais interessante é o Km 18, localizado na cidade de Rio Grande-RS. O trecho, que pode ser visto na figura 3, possui dois pontos desfavoráveis para a segurança viária: Nesse segmento existe acessos à um posto de combustíveis e acesso do bairro Parque Marinha, bairro este que possui 320 empresas e milhares de habitantes. O agravante é que até o final da duplicação estes acessos eram feitos pelos dois sentidos da rodovia. Esses fatores aumentaram a quantidade de abalroamentos transversais e colisões traseiras no segmento. Abalroamentos transversais representavam 37,5% do total de acidentes do trecho e estes ocorriam quando veículos invadiam a pista contrária tentando acessar o posto ou o bairro. Colisões traseiras eram responsáveis por 20,8% dos acidentes, e aconteciam quando veículos reduziam a velocidade para entrar em um dos locais supracitados.



Figura 3: Segmento 18 no ano de 2005;

Esse segmento da rodovia possuiu, até sua duplicação, que se deu no ano de 2012, a maior taxa de criticidade dentre todos os segmentos, como visto anteriormente na tabela 4, sendo então considerado o segmento mais crítico. Um dos grandes benefícios da duplicação foi a redução entre os anos de 2012 e 2014 de 90,2% desta taxa. Em 2012 a taxa de severidade era de 22,26, que representa um valor 500% acima da média do ano, e em 2014 o segmento possuiu uma taxa de severidade de 2,19, quantia esta 46% abaixo da média do ano, como mostra a figura 4 abaixo.

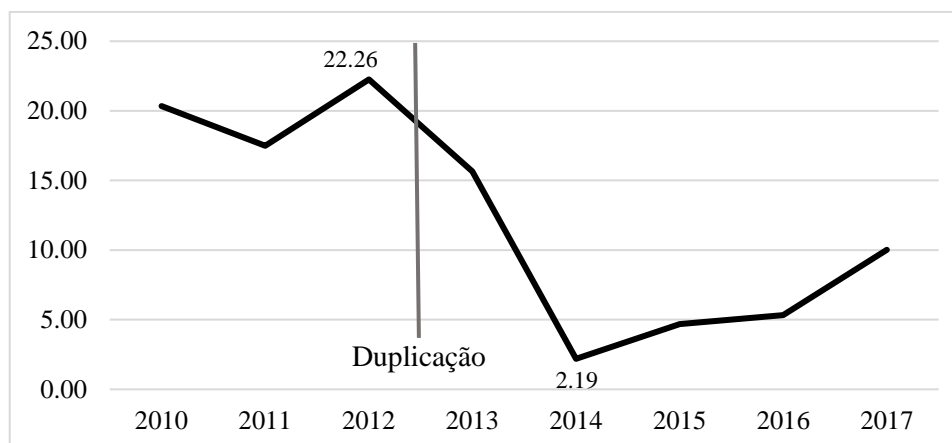


Figura 4: Taxa de severidade do segmento 18;

Caso a tendência dos anos de 2010 a 2012 permanecesse até 2017, estima-se que haveriam 51 novos acidentes, todos evitados devido as obras de duplicação. Também é possível estimar que cerca de 5 pessoas deixaram de perder sua vida e 30 acidentes com feridos foram evitados com as obras, que além do aspecto imensurável de resguardar vidas, resultou em uma economia aos cofres públicos de mais de 7 milhões de reais, valor este calculado a partir do custo médio de cada tipo de acidente. Considerando os dados mais atuais de custo de duplicação, segundo o DNIT (2018) R\$ 4.877.238,70 são gastos, no mínimo, para a duplicação de uma rodovia com canteiro central. Ou seja, com a duplicação, a redução de gastos com acidentes de trânsito de apenas 1 Km, a cada 3 anos e meio permite a economia necessária para a duplicação de outro quilômetro.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do método do DNIT para identificação e priorização de segmentos críticos foi eficiente na análise da segurança viária da BR392, trecho Pelotas X Rio Grande. Com os resultados gerados, esse trecho se mostrou ser um bom exemplo aumento da segurança viária. A redução de acidentes causada, em grande parte devido à duplicação, contribuiu para os bons índices gaúchos, que entre 2010 e 2016 diminuiu em 25% a quantidade de mortes no trânsito.

A rodovia estudada mostra a clara influência que uma duplicação exerce quanto a segurança viária. Além da diminuição da quantidade de acidentes, na BR392 trecho Pelotas x Rio Grande, ocorreu uma redução da gravidade dos mesmos. Essa diminuição de acidentes e de gravidade é justificada devido à organização dos acesso a bairros, empresas e outros, reduzindo as possibilidades de manobras dos motoristas e diminuindo o potencial de acidentes. Essa avaliação se mostra clara ao analisar a quantidade de acidentes graves, que cai 50%, passando de 2,66 acidentes com mortes ou feridos por Km por ano, para 1,34 acidentes com mortes ou feridos por Km por ano, após a duplicação.

Os benefícios da duplicação do trecho também podem ser justificados no viés econômico. A redução de gastos com acidentes de trânsito no trecho é alta, são cerca de 10,6 milhões de reais por ano. Considerando os dados mais atuais de custo de duplicação, segundo o DNIT (2018) R\$ 4.877.238,70 são gastos, no mínimo, para a duplicação de uma rodovia com canteiro central. Ou seja, em 23 anos todo o investimento de duplicação será pago, apenas considerando a questão de redução dos acidentes.

Uma constatação que verifica-se verdadeira analisando os dados dessa rodovia é que a falta da duplicação dos seus primeiros 10 Km, provoca prejuízos que seriam facilmente “recuperados” com a obra. O investimento estimado para a obra, baseado nos dados considerados no parágrafo acima, seria em torno de 48 milhões de reais, e junto com os outros 50 Km já duplicados, pouparia quase 13 milhões de reais por ano com acidentes. Ou seja, a finalização da duplicação do trecho seria paga em menos de 4 anos.

Ao analisar o segmento mais crítico, essa influência é ainda mais clara. O Km 18 responde pelo segmento que vai da entrada do posto de combustíveis até o retorno do Km 18. Este segmento sozinho, causava em média 1,3 mortes e quase 10 acidentes com feridos por ano, com isso possuía uma taxa de severidade 5 vezes maior do que a média do restante da rodovia. Dos seus 16 acidentes por ano, 67% possuíam vítimas graves.

Utilizando o mesmo método de tendências pré e pós duplicação, conclui-se que, até o final de 2018 o Km 18 deixará de tirar a vida de 6 pessoas, diminuindo 36 feridos das estatísticas, além de diminuir em 8,6 milhões o gasto com acidentes, valor este que sozinho já justifica a duplicação deste segmento específico.

Da avaliação dos resultados, pode-se sintetizar os aspectos positivos alcançados pela duplicação da BR 392 trecho Pelotas x Rio Grande: diminuição de mortes, feridos e acidentes em geral, diminuição da taxa de severidade média, redução do gasto com acidentes, “cura” do segmento mais crítico, redução da quantidade de abalroamento no mesmo sentido, sentido oposto, abalroamento transversal e de colisões traseiras.

O estudo mostra, mesmo que de forma particular, que os investimentos em melhorias na infraestrutura de transportes em geral, proporcionam retornos de médio a longo prazo muito consistentes, tanto na redução de acidentes, preservando o que de mais precioso possuímos; quanto na questão financeira, economizando recursos em saúde e demais. Aliado a isto, vale ressaltar que neste presente trabalho não foram foco do estudo outros benefícios econômicos advindos de obras de duplicação de uma rodovia: como a redução de consumo de combustíveis, reduções de emissões de poluentes, aumento de produtividade dos sistemas e outros. Trabalhos desse tipo possuem como principal objetivo, chamar a atenção das pessoas que possuem o poder decisório em nosso país para a importância dos investimentos em infraestrutura de transportes e o quanto eles são impactantes na sociedade e no desenvolvimento de um país ou região.

Também é importante ressaltar que o trabalho focou somente na duplicação. A redução de acidentes também pode ser promovida a partir de políticas de conscientização, diminuição da velocidade da rodovia, restauração do pavimento e instalação de passarelas. Na rodovia estudada é evidente que a duplicação resultou nos resultados apresentados quanto a redução de acidentes. Outro ponto importante é a não existência de eventos extraordinários no período, que caso ocorressem inviabilizariam qualquer estudo que considera a quantidade de mortes e feridos.

Finalmente, é necessário salientar a importância de novos estudos, com períodos mais longos de observação, que possibilitem analisar a influência da duplicação para longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCR (2014) *Setor em Números: Estatísticas*. Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, São Paulo.
Cardoso, G. (2006) *Modelos para previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas*. Universidade

- Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Coca, A. C. P.; Raia Junior, A. A.; Bezerra, B. S.; Bastos, J. T. e Silva, K. C. R. (2012) *Segurança Viária* (1ª ed) Suprema Gráfica e Editora, São Carlos.
- CNT (2016) *Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil*. Confederação Nacional do Transporte, Brasília, DF.
- Czerwonka, M. (2017) *Acidente de trânsito é a principal causa da morte de jovens, diz OMS*. Portal do Trânsito, Curitiba.
- DENATRAN (2010) *Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a Década 2011-2020*. Departamento Nacional de Trânsito, Brasília, DF.
- DNIT (2010) *Método Homologado de Identificação e Priorização de Segmentos Críticos*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- DNIT (2009) *Metodologia para identificação de segmentos Críticos*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Gold, P. A. (1998) *Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*. (1ª ed) Banco Interamericano de Desenvolvimento, Nova York, USA.
- IPEA (2015) *Acidentes de Trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, DF.
- ILOS (2017) *Transporte de cargas e a encruzilhada do Brasil para o futuro*. Instituto de Logística e Supply Chain, Rio de Janeiro.
- MTPA (2002) *Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito*. Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- GOVRS (2002) *CONTRATO Nº PJ/CD/2015/98 Contrato de Concessão*. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sivak, M e Schoettle, B. (2014) *Mortality from road crashes in 193 countries: A comparison with other leading causes of death*. The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, USA.
- WHO (2013) *Global Status Report on Road Safety: Supporting a Decade of Action*. World Health Organization, Genebra, SWI.

Lucas Adams Simon (lucssimon@gmail.com)
Rafael Rosa Hallal (rrhallal@hotmail.com)
Centro de Engenharias – Universidade Federal de Pelotas
Rua Benjamin Constant, 989 – Porto, Pelotas - RS, Brasil