

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA DUPLICAÇÃO DE UMA RODOVIA NO TIPO E GRAVIDADE DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO: ESTUDO DE CASO NA RODOVIA SC-401.

Carla Cristina de Oliveira Werchatzer

Antonio Fortunato Marcon

Lenise Grando Goldner

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a rodovia SC-401, em Florianópolis SC, analisando a influência da duplicação da rodovia no número, tipo e gravidade dos acidentes. A partir do banco de dados de acidentes do DEINFRA de 3 anos antes e 3 anos depois da duplicação e correspondentes volumes anuais de tráfego na rodovia, calcularam-se as taxas de acidentes sem e com a unidade padrão de severidade. O trecho da rodovia foi dividido em segmentos e interseções, que foram analisados individualmente procurando verificar o que ocorreu nos cenários de acidentes antes e depois da obra de duplicação. A conclusão mais importante do estudo é que a duplicação das faixas de tráfego não diminuiu o número de acidentes, mas alterou os tipos de acidentes mais frequentes.

Palavras-chave: segurança viária; acidentes de trânsito; duplicação de rodovias; rodovia SC-401.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é estudar os efeitos da duplicação da Rodovia SC-401, no trecho Florianópolis - Jurerê no número, tipo e gravidade dos acidentes de trânsito. Para tal se utilizaram dados de acidentes de trânsito antes e depois da duplicação e dados de volume de tráfego na via para analisar as mudanças ocorridas.

A escolha da SC-401 se deu pelo fato de existir sobre ela um banco de dados confiável sobre acidentes de trânsito do DEINFRA – Departamento de Infra-Estrutura do Estado de Santa Catarina, estar a via situada na Ilha de Santa Catarina, portanto de fácil acesso, e ter sido sua duplicação relativamente recente.

A análise da influência de uma duplicação de rodovia nos acidentes de trânsito é considerada útil para o planejamento viário, bem como para antever os problemas que advirão da mesma e os benefícios decorrentes, tanto em termos de número como dos aspectos de custos envolvidos.

2. DESCRIÇÃO DA RODOVIA SC-401

A rodovia estudada, a SC-401, é uma rodovia de ligação entre o centro de Florianópolis e as praias do Norte da Ilha de Santa Catarina. O trecho estudado inicia-se na interseção desta rodovia com a estrada local de acesso às praias de Canasvieiras e Ponta das Canas e termina na interseção desta com a Rodovia SC-404 (Bairro Itacorubi). A ocupação e uso do solo ao longo da Rodovia SC-401 não é homogênea, podendo ser dividida em setores.

O primeiro setor situa-se na interseção desta com a SC-404, onde existe atualmente o viaduto do Itacorubi e termina na interseção de acesso ao bairro Cacupé. Esta região sofre acelerado processo de expansão urbana e mudanças significativas na ocupação e uso do solo. Caracteriza-se como uma região de expansão da atividade comercial e residencial, sendo que

se observa ao longo da rodovia a instalação de atividades comerciais, prestação de serviços, loteamentos residenciais de médio e alto padrões. Atrai os movimentos das populações dos bairros de Cacupé, Itacorubi, Monte Verde e João Paulo. Trata-se de um trecho duplicado.

O segundo setor situa-se entre a interseção de acesso ao Cacupé até a interseção com a rodovia SC-402 de acesso a Jurerê. Atrai os movimentos das populações dos bairros de Ratoles, Sambaqui e Santo Antonio de Lisboa. Trata-se de um trecho duplicado.

O terceiro setor inicia-se no acesso à Jurerê e termina no acesso local às praias de Canasvieiras e Ponta das Canas. Apresenta um expressivo processo de expansão urbana, sendo que na localidade de Vargem Pequena observa-se uma sensível alteração do uso do solo com a elevada ocupação residencial de baixa renda e uma elevada gama de atividades de comércio e serviços. Os balneários apresentam um intenso ritmo de ocupação, caracterizado pelo turismo sazonal nos meses de verão. Alguns balneários como Jurerê Internacional, Ingleses e Canasvieiras apresentam um crescente número de habitantes permanentes e grande oferta de comércio e serviços.

Compreende a movimento dos bairros de Rio Vermelho, Vargem Pequena, Vargem Grande, Vargem do Bom Jesus e pelas praias de Daniela, Jurerê, Canasvieiras, Ingleses, Lagoinha, Ponta das Canas, Cachoeira do Bom Jesus, Brava e Santinho.

Este setor compreende um trecho não duplicado, incluído no estudo para que se possa realizar uma análise comparativa de comportamento com os trechos duplicados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quintero (1999) divide em quatro grupos os fatores que podem influenciar na segurança viária: os originados pelos fatores humanos, os gerados pelos veículos, os atribuídos às possíveis deficiências na infra-estrutura viária e os relativos ao entorno (condições meteorológicas, visibilidade, etc). É necessário reconhecer que esses fatores não são independentes entre si, por isso um acidente pode ser causado pela combinação desses fatores. Panitz, 1996 apud Cardoso (1999) descreve que na realidade existe uma interação entre os três fatores que intervêm na gênese do acidente. Esta interação pode ser observada na Figura 01, a seguir.

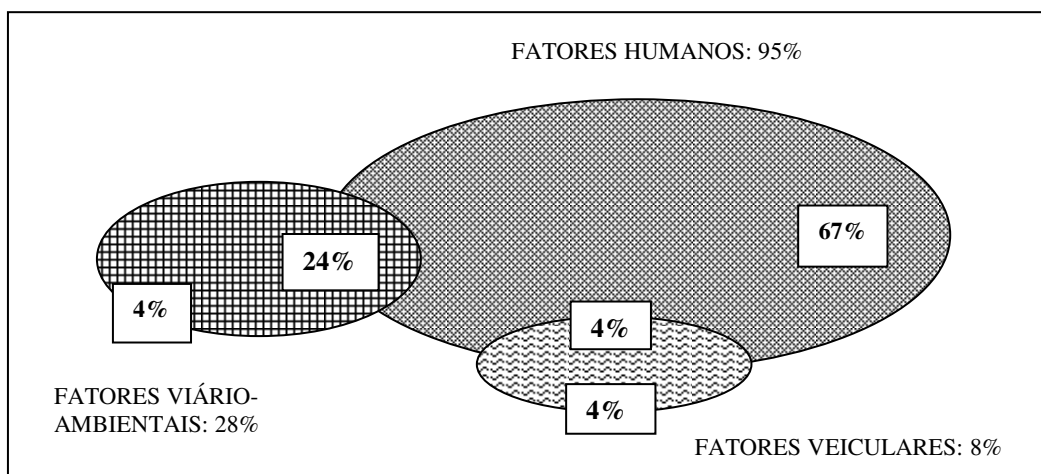


Figura 1 - Interação entre os três principais fatores do acidente

Fonte: Panitz, 1996 apud Cardoso, 1999

A figura 1 mostra que há uma interação entre as causas do acidente viário, que normalmente não é nula e precisa ser considerada. Isto significa que boa parte dos acidentes (28%) tem como causa a interação entre os três fatores. E também que os fatores humanos isoladamente correspondem a 67 % dos acidentes de trânsito. O estudo mostra ainda que o fator viário-ambiental é responsável ou co-responsável por 28 % dos acidentes, o que demonstra a necessidade de interferências nas vias para a melhoria da segurança viária.

O DNER (1998) descreve que muitas das situações, que resultam em acidentes, são criadas em função do crescimento de áreas urbanas, industriais, comerciais e agrícolas ao longo das rodovias, resultando no crescimento do fluxo de veículos motorizados, de pedestres, bicicletas, bem como no incremento da participação de veículos pesados na composição do tráfego. Todas as mudanças aumentam o risco potencial de acidentes, especialmente quando o volume de tráfego ultrapassa a capacidade projetada da via, gerando excessos de ultrapassagens e de congestionamentos, utilização do acostamento como faixa de rolamento, além de conflitos entre pedestres e veículos.

Outras situações propícias para a ocorrência de acidentes são criadas em função da deterioração das características físicas das vias e de sua sinalização no decorrer do tempo, por falta de manutenção ou simplesmente devido ao longo intervalo de tempo entre a implantação de programas de recapeamento, re-pintura da sinalização horizontal e outros programas de manutenção. Assim, pode-se combater os acidentes de duas maneiras: com a implantação de soluções de grande porte ou soluções de baixo custo.

4. MÉTODO UTILIZADO

As obras de duplicação da SC-401 iniciaram em novembro de 1995 e terminaram em agosto de 1998. Assim, este estudo analisou os 3 anos antes da duplicação (1993,1994 e 1995) e os 3 anos após a duplicação (1999, 2000 e 2001). A rodovia foi dividida em segmentos e interseções, conforme descrito a seguir (Werchajzer, 2004).

4.1. Segmentação do trecho em estudo

Com o objetivo de facilitar o estudo e a coleta de dados, o trecho foi dividido em sete segmentos e oito interseções. Sendo eles descritos a seguir:

Segmentos

Segmento 01: km 0,0 ao km 2,1.

Trecho entre a Interseção da SC-401 com estrada de acesso ao balneário Ponta das Canas e a Interseção de acesso ao bairro Ingleses (SC-403).

Segmento 02: km 2,1 ao km 6,9.

Trecho entre a Interseção de acesso ao bairro Ingleses (SC-403) e a Interseção de acesso ao balneário Jurerê (SC-402).

Segmento 03: km 6,9 ao km 10,4.

Trecho entre a Interseção de acesso ao balneário Jurerê (SC-402) e a Interseção de acesso ao bairro Santo Antônio de Lisboa.

Segmento 04: km 10,4 ao km 14,0.

Trecho entre a Interseção de acesso ao bairro Santo Antônio de Lisboa e a interseção de acesso ao bairro Cacupé.

Segmento 05: km 14,00 ao km 16,8.

Trecho entre a Interseção de acesso ao bairro Cacupé e a Interseção de acesso ao bairro Monte Verde.

Segmento 06: km 16,8 ao km 19,0.

Trecho entre a Interseção de acesso ao bairro Monte Verde e a Interseção de acesso ao bairro João Paulo.

Segmento 07: km 19,0 ao km 19,6.

Trecho entre a Interseção de acesso ao bairro João Paulo e a Interseção de acesso ao bairro Itacorubi (SC-404).

Interseções

Interseção 01: Interseção de acesso ao balneário Ponta das Canas - km 0,0. Interseção em nível, tipo rotatória.

Interseção 02: Interseção de acesso a Ingleses - km 2,1. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível inferior.

Interseção 03: Interseção de acesso a Jurerê - km 6,9. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível inferior.

Interseção 04: Interseção de acesso ao bairro Santo Antônio de Lisboa - km 10,4. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível superior.

Interseção 05: Interseção de acesso ao bairro Cacupé - km 14,0. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível superior.

Interseção 06: Interseção de acesso ao bairro Monte Verde - km 16,8. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível inferior.

Interseção 07: Interseção de acesso ao bairro João Paulo - km 19,0. Interseção em dois níveis, com via preferencial (SC-401) no nível inferior.

Interseção 08: Interseção de acesso ao bairro Itacorubi - km 19,6. Interseção em nível, com travessia dupla.

4.2. Taxa de Acidentes (TA)

Foram relacionadas as quantidades de acidentes de trânsito com o volume de tráfego em cada segmento, utilizando-se as seguintes equações:

Taxa de Acidentes nos Segmentos (TAS):

$$\text{TAS} = \frac{A \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (1)$$

TAS = acidentes por milhões de veículos x km

A = número de acidentes no trecho

P = período do estudo, em dias (365 dias)

V = volume médio diário que passa no trecho

E = extensão do trecho (em km)

Taxa de acidentes nas Interseções (TAI):

$$\text{TAI} = \frac{A \times 10^6}{P \times V} \quad (2)$$

TAI = acidentes por milhões de veículos

A = número de acidentes na interseção

P = período do estudo, em dias (365 dias)

V = volume médio diário que passa na interseção

4.3. Taxa de Severidade dos Acidentes (TS)

Neste cálculo foram considerados os números de acidentes em cada segmento e a gravidade dos acidentes.

No cálculo da taxa de severidade dos acidentes nas interseções foram utilizados os volumes de tráfego apresentados no PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA SC-401, de julho de 1993, elaborado pela Empresa SOTEP A Ltda, onde foi considerado o volume de tráfego na rodovia e nas aproximações da interseção.

Quanto à gravidade dos acidentes, os acidentes com vítima fatal, com vítima não fatal, com danos materiais e atropelamentos recebem pesos diferentes. Estes pesos foram estabelecidos a partir da relação entre os custos atribuídos a cada tipo de severidade, conforme DENATRAN (2002). Para a sociedade, um acidente com vítima fatal possui custo econômico superior a um acidente com ferido, que, por sua vez, possui custo superior àqueles com danos materiais.

O DENATRAN, em sua publicação: *Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito - Programa PARE - 2002*; instituiu a Unidade Padrão de Severidade, cujo valor, expresso em UPS, é resultante da Soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Assim, a quantificação dos acidentes em UPS, é feita a partir da seguinte equação:

$$\text{Número de UPS} = (\text{Acidentes somente com danos materiais} \times 1) + (\text{Acidentes com feridos} \times 4) + (\text{Acidentes com feridos envolvendo pedestres} \times 6) + (\text{Acidentes com vítimas fatais} \times 13) \quad (3)$$

Para o cálculo da Taxa de Severidade dos Acidentes (TS) foram utilizadas as seguintes equações:

Taxa de Severidade nos Segmentos (TSS):

$$\text{TSS} = \frac{\text{Número de UPS} \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (4)$$

TSS = acidentes em UPS por milhões de veículos x km

P = período do estudo, em dias (365 dias)

V = volume médio diário que passa no trecho

E = extensão do trecho (em km)

UPS = unidade padrão de severidade

Taxa de severidade nas Interseções (TSI):

$$\text{TSI} = \frac{\text{Número de UPS} \times 10^6}{P \times V} \quad (5)$$

TSI = acidentes em UPS por milhões de veículos

P = período do estudo, em dias (365 dias)

V = volume médio diário que passa no trecho

UPS = unidade padrão de severidade

5. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

A análise dos dados foi feita em quatro etapas distintas:

- Análise dos segmentos da rodovia quanto ao tipo de acidente ocorrido antes e após a duplicação.
- Análise das interseções da rodovia quanto ao tipo de acidente ocorrido antes e após a duplicação.
- Análise dos segmentos e interseções da rodovia quanto à taxa de acidentes e taxa de severidade dos acidentes
- Análise total da rodovia.

5.1. Análise dos Segmentos e das Interseções

Os segmentos e as interseções foram analisados separadamente, tomando como base os acidentes ocorridos nos três anos anteriores à duplicação e três anos posteriores à duplicação. A tabela 1 apresenta o resumo do número de acidentes por segmento nos períodos de estudo. É interessante observar que de uma maneira geral os segmentos 1 e 2, que não foram duplicados, apresentaram um crescimento do número de acidentes. Nos segmentos 3 a 7 ocorreu a redução da frequência de alguns acidentes como de atropelamento de pedestres, mas este fato não foi verificado no caso de abalroamento longitudinal e colisão traseira.

A tabela 2 mostra o número de acidentes por interseção nos períodos do estudo. Salienta-se que a interseção 1, que permaneceu em nível em trecho não duplicado apresentou crescimento do número de acidentes. Este fato foi mais significativo no caso da interseção 8 que permaneceu em nível e inserida no trecho que foi duplicado. Na maioria das demais interseções, foi observada a redução do número de acidentes provocada principalmente pela mudança da condição em nível para a condição em dois níveis. Em algumas interseções, ocorreu aumento do número de acidentes, pode ser atribuído principalmente aos fatores de geometria e sinalização existentes após a duplicação.

Os volumes de tráfego utilizados no estudo foram os obtidos do relatório da empresa SOTEPA, de 1993, relativo ao projeto final de engenharia da rodovia SC-401. Para este trabalho foram realizadas, pela empresa, contagens de tráfego nos dias 13, 14, 15 e 16 de fevereiro de 1992 e se fizeram as expansões da contagem e estimativas para os anos de interesse. Apresenta-se na tabela 3 os valores do Volume Médio Diário Anual (VMDA) para os anos do estudo.

Tabela 1 - Número de acidentes por segmento

ANO	1993-1994-1995								1999-2000-2001							
	NÃO DUPLICADOS								NÃO DUPLICADOS		DUPLICADOS					
TIPO DE ACIDENTE	Segm1	Segm2	Segm3	Segm4	Segm5	Segm6	Segm7	Σ	Segm1	Segm2	Segm3	Segm4	Segm5	Segm6	Segm7	Σ
Atropelamento de pedestre	4	5	5	3	16	5	11	49	8	17	4	2	4	2	2	39
Atropelamento de animais	0	2	7	0	16	5	2	32	2	3	3	0	7	4	3	22
Atropelamento de ciclistas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atropelamento de motociclistas	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Abalroamento longitudinal	10	8	18	14	24	24	13	111	17	37	25	12	25	20	20	156
Abalroamento transversal	8	11	7	6	26	16	18	92	22	27	11	7	7	8	3	85
Colisão frontal	2	0	2	3	7	8	10	32	7	11	4	0	2	0	1	25
Colisão traseira	16	29	34	29	46	58	41	253	31	103	69	28	25	44	33	333
Choque	11	16	14	7	9	14	15	86	13	15	23	31	37	33	23	175
Capotamento	1	1	2	5	2	5	4	20	4	5	3	7	7	3	7	36
Tombamento	0	1	2	1	2	1	7	14	1	6	3	2	3	1	10	26
Outros	12	13	17	8	13	17	12	92	2	23	18	20	31	17	26	137
Σ	65	86	108	76	161	153	133	782	107	247	163	109	148	132	128	1034

Fonte: DEINFRA

Tabela 2 - Número de acidentes por interseção

ANO	1993-1994-1995									1999-2000-2001								
	EM NÍVEL									EM NÍVEL	EM DESNÍVEL							
SEGMENTOS	Int 1	Int 2	Int 3	Int 4	Int 5	Int 6	Int 7	Int 8	Σ	Int 1	Int 8	Int 2	Int 3	Int 4	Int 5	Int 6	Int 7	Σ
TIPO DE ACIDENTE	Int 1	Int 2	Int 3	Int 4	Int 5	Int 6	Int 7	Int 8	Σ	Int 1	Int 8	Int 2	Int 3	Int 4	Int 5	Int 6	Int 7	Σ
Atropelamento de pedestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Atropelamento de animais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Atropelamento de ciclistas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atropelamento de motociclistas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abalroamento longitudinal	2	2	1	2	2	0	1	0	10	1	18	7	2	7	3	11	8	57
Abalroamento transversal	5	47	14	0	3	7	3	18	97	10	57	3	2	6	2	6	16	102
Colisão frontal	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0	2	0	2	4	1	5	15
Colisão traseira	2	31	1	0	2	1	1	5	43	5	21	15	5	2	2	6	5	61
Choque	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	17	1	4	4	2	1	4	34
Capotamento	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	4
Tombamento	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	1	4
Outros	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	5	1	0	1	1	5	2	15
Σ	9	85	17	2	7	9	6	23	158	18	122	30	15	22	14	32	42	295

Fonte: DEINFRA

Tabela 3 - Volumes de Tráfego nos Anos de Avaliação

TRECHO	Volume Médio Diário Anual - VMDA					
	1993	1994	1995	1999	2000	2001
Canasvieiras-Ingleses	7.177	7.472	7.864	10.338	11.011	11.700
Ingleses-Jurerê	8.295	8.636	9.089	11.949	12.727	13.524
Jurerê-Santo Antônio de Lisboa	12.496	13.010	13.693	18.002	19.172	20.373
Santo Antônio de Lisboa-Cacupé	12.895	13.426	14.130	18.576	19.784	21.023
Cacupé-Monte Verde	13.333	13.882	14.611	19.207	20.457	21.788
Monte Verde-João Paulo	14.713	15.318	16.122	21.195	22.573	23.987
João Paulo-Lagoa	15.824	16.475	17.340	22.795	24.278	25.798

Fonte: SOTEPALTD, 1993

A tabela 4 mostra as Taxas de Acidentes nos segmentos e a tabela 5 as Taxas de Acidentes nas interseções.

Tabela 4 - Taxa de Acidentes nos Segmentos (TAS)

TAXA DE ACIDENTES (acidentes / milhões de veículos x km)									
ANO		1993	1994	1995	Média anterior duplicação	1999	2000	2001	Média posterior duplicação
Não Duplicado	Segmento 1	4,91	2,97	3,48	3,77	2,78	3,79	5,91	4,16
	Segmento 2	1,65	1,72	2,26	1,88	1,96	2,87	5,99	3,60
Duplicado	Segmento 3	2,19	2,35	1,94	2,15	2,13	2,04	2,46	2,21
	Segmento 4	1,06	1,25	1,94	1,42	1,52	1,15	1,52	1,40
	Segmento 5	3,23	4,37	3,68	3,76	2,50	2,39	2,21	2,37
	Segmento 6	5,42	3,81	2,73	3,99	2,25	1,90	2,78	2,31
	Segmento 7	9,52	12,47	14,48	12,15	8,81	8,28	8,50	8,53

Segundo as taxas de acidentes calculadas para os segmentos, pode-se observar que nos segmentos 1 e 2 (não duplicados), houve um acréscimo nos três anos após a duplicação.

Quanto aos segmentos que sofreram duplicação, é possível avaliar que os segmentos 3 e 4 apresentaram comportamento quase uniforme antes e após a duplicação. Os segmentos 5 e 6 apresentaram redução nas taxas de acidentes. O segmento 7 apresentou um decréscimo nos anos após a duplicação, mas manteve a taxa de acidente mais alta do trecho em estudo.

Tabela 5 - Taxa de Acidentes nas Interseções (TAI)

TAXA DE ACIDENTES (acidentes / milhões de veículos x km)									
ANO		1993	1994	1995	Média anterior duplicação	1999	2000	2001	Média posterior duplicação
Não Modificada	Interseção 1	0,38	0,37	2,44	1,06	1,86	1,74	0,94	4,54
Modificada	Interseção 2	9,91	8,57	8,44	8,97	3,44	1,51	1,62	2,19
	Interseção 3	1,53	0,84	1,20	1,19	0,76	0,86	0,54	0,72
	Interseção 4	0,21	0,00	0,19	0,20	0,88	1,38	0,78	1,01
	Interseção 5	0,21	0,79	0,38	0,46	0,14	0,94	0,76	0,61
	Interseção 6	0,74	0,36	0,51	0,54	0,90	1,46	1,48	1,28
Não Modificada	Interseção 7	0,52	0,33	0,16	0,34	3,25	0,79	0,85	1,63
	Interseção 8	1,39	1,16	1,26	1,27	4,57	4,74	3,72	4,34

Das interseções estudadas, apenas as interseções 1 e 8 permanecem em nível após a duplicação. Fato este, que evidencia a diferença de comportamento nestas interseções. A interseção 1 apresenta taxas menores nos anos anteriores à duplicação, comportamento seguido pela interseção 8, que após a duplicação passou a ser a interseção com maior taxa de acidentes.

As interseções 4, 6 e 7 apresentaram aumento na taxa de acidentes após a duplicação. A interseção 3 apresentou considerável redução em sua taxa de acidente após a duplicação. Quanto a interseção 5, a taxa de acidentes não apresentou alteração significativa após a duplicação da rodovia.

A interseção 2 apresentava as maiores taxas de acidentes antes da duplicação, quando operava em nível. Após a duplicação, esta interseção passou a ter sua configuração em dois níveis, resultando na redução das taxas de acidentes.

Tabela 6 - Taxa de Severidade dos Acidentes nas Interseções (TSI)

TAXA DE SEVERIDADE DE ACIDENTES (acidentes em UPS/ milhões de veículos)									
ANO		1993	1994	1995	Média anterior duplicação	1999	2000	2001	Média posterior duplicação
Não Modificada	Interseção 1	0,38	0,37	2,44	1,06	7,69	2,49	3,04	4,41
Modificada	Interseção 2	24,77	16,18	19,59	20,18	11,23	2,80	2,84	5,65
	Interseção 3	10,09	2,74	5,40	6,08	2,74	0,86	0,54	1,38
	Interseção 4	0,21	0,00	0,78	0,33	0,88	2,22	0,78	1,29
	Interseção 5	0,21	2,57	0,38	1,05	0,14	1,34	0,76	0,74
	Interseção 6	2,42	1,43	13,76	5,87	1,29	1,46	1,26	1,34
Não Modificada	Interseção 7	1,04	0,83	0,16	0,68	4,69	1,13	1,17	2,33
Não Modificada	Interseção 8	3,46	1,50	0,00	1,65	8,53	6,77	6,58	7,29

A partir da tabela 6, observa-se que a interseção 1 apresenta um aumento crescente na taxa de severidade. No ano de 1999 apresentou uma taxa elevada em relação aos demais, por ter ocorrido neste ano um acidente com vítima fatal.

A interseção 2 apresentava as maiores taxas antes da duplicação, sendo observada uma significativa redução após a duplicação, devido a redução nos três níveis de gravidade estudados.

A interseção 3 apresentou queda na taxa de severidade após a duplicação. No ano de 1999 teve um máximo, chegando a 10,09, reduzindo drasticamente ao longo dos demais anos.

Na interseção 4 observou-se sensível aumento nas taxas de severidade após a duplicação da rodovia.

A interseção 5 apresentou queda nas taxas de severidade após a duplicação. O índice passou de 2,57 em 1994 para 0,76 em 2001.

Na interseção 6 houve uma significativa diminuição nas taxas de severidade após a duplicação. Destaca-se o ano de 1995, que teve uma taxa de 13,76, valor muito acima dos outros anos do estudo. Este fato deveu-se a ocorrência de 6 acidentes com vítimas fatais ao longo do ano.

Na interseção 7 houve um aumento da taxa de severidade média após a duplicação, passando de 0,68 para 2,33. Em 1999 houve um grande aumento da taxa de severidade, devido ao registro de 23 acidentes com danos materiais, número muito superior ao encontrado nos outros anos.

A interseção 8 foi a que apresentou a maior taxa de severidade de acidentes após a duplicação, passando de uma taxa média de 1,65 para 7,29. Devido à incidência de um grande número de acidentes e a gravidade dos mesmos, no ano de 2007 foi construído um viaduto no local.

Tabela 7 - Taxa de Severidade dos Acidentes nos Segmentos (TSS)

TAXA DE SEVERIDADE DE ACIDENTES (acidentes em UPS/ milhões de veículos)									
ANO		1993	1994	1995	Média anterior duplicação	1999	2000	2001	Média posterior duplicação
Não Duplicado	Segmento 1	12,54	10,83	9,12	10,83	7,95	8,41	16,61	10,99
	Segmento 2	5,78	3,50	5,28	4,85	4,87	5,02	12,96	7,62
Duplicado	Segmento 3	4,64	7,58	5,77	6,00	3,83	3,96	3,84	3,88
	Segmento 4	2,83	1,76	5,82	3,47	2,62	1,96	1,95	2,18
	Segmento 5	6,97	14,52	9,91	10,46	4,48	3,68	4,14	4,10
	Segmento 6	13,93	9,18	6,06	9,72	3,60	3,48	4,42	3,83
	Segmento 7	27,70	58,20	52,14	46,01	14,22	13,92	15,40	14,51

A tabela 7 apresenta a variação da taxa de severidade dos acidentes ocorridos nos segmentos ao longo dos anos do estudo.

O segmento 1 apresentou taxa de severidade igual a 9,12 acidentes em UPS/milhões de veículos x km no ano de 1995. No ano de 1999, após a duplicação da rodovia, a taxa de severidade dos acidentes foi reduzida para 7,95 acidentes em UPS/milhões de veículos x km, voltando a aumentar em 2001 para 16,61 acidentes em UPS/milhões de veículos x km. É importante lembrar que este segmento não sofreu alterações, permanecendo em pista simples.

O segmento 2 também não foi duplicado, e sua taxa de severidade dos acidentes apresentou queda nos dois primeiros anos após a duplicação, aumentando significativamente no ano de 2001, ano em que foram registrados 34 acidentes com vítimas não fatais, valor maior que o dobro registrado em outros anos.

Quanto ao segmento 3, observou-se queda na severidade dos acidentes nos anos após a duplicação. Em 1994, antes da duplicação a taxa de severidade chegou a 7,58 acidentes em UPS/milhões de veículos x km, reduzindo para 3,84 acidentes em UPS/milhões de veículos x km no ano de 2001. A redução da severidade deve-se à queda do número de acidentes com vítimas não fatais, muito embora os acidentes com danos materiais também tenham aumentado consideravelmente após a duplicação.

O segmento 4 foi o que apresentou as taxas de severidade mais baixas ao longo dos anos do estudo. Comparando com os anos anteriores à duplicação a taxa de severidade que era de 5,82 em 1995, chegou a reduzir 1,95 acidentes em UPS/milhões de veículos x km em 2001.

O segmento 5 também apresentou queda na taxa de severidade após a duplicação. Em 1994 a taxa foi igual 14,52 acidentes em UPS/milhões de veículos x km, chegando em 2000, a reduzir para 3,68 acidentes em UPS/milhões de veículos x km, voltando a aumentar para 4,14 acidentes em UPS/milhões de veículos x km em 2001. Este foi o segmento que mais apresentou registro de pedestres feridos, totalizando 13 casos antes da duplicação e nenhum caso após a duplicação.

O segmento 6 apresentou queda na taxa de severidade ao longo de todos os anos do estudo. A taxa de severidade que era de 13,93 acidentes em UPS/milhões de veículos x km no ano de 1993, reduziu para 4,42 acidentes em UPS/milhões de veículos x km em 2001. Ocorreram

dois registros de acidentes com vítimas fatais em cada ano antes da duplicação, sendo que após a duplicação nenhum acidente deste tipo foi registrado.

O segmento 7 pode ser considerado o segmento com a taxa de severidade mais alta da rodovia ao longo dos anos do estudo. Em 1995 o valor da taxa de severidade era igual a 58,20 acidentes em UPS/milhões de veículos x km. Após a duplicação, no ano 2000, a taxa de severidade foi de 13,92 acidentes em UPS/milhões de veículos x km, voltando a aumentar em 2001 para 15,40 acidentes em UPS/milhões de veículos x km. Muito embora apresente taxas altas, neste segmento houve uma redução considerável de acidentes com vítimas fatais após a duplicação, sendo registrado no período de estudo apenas um caso.

6. CONCLUSÕES

Quanto à rodovia estudada, através das análises realizadas foi possível constatar mudanças no comportamento do usuário. Algumas dessas mudanças podem ser consideradas boas, uma vez que a duplicação da rodovia impossibilita ao usuário cometer alguns erros que normalmente o levariam a causar um acidente, como ultrapassagem em condições não recomendadas. Entre as mudanças de efeito negativo, podemos citar a falsa sensação de segurança que uma Rodovia de pista dupla fornece ao usuário, fazendo com que o mesmo exceda na velocidade recomendada para a via. Um exemplo disso é o aumento dos acidentes do tipo abalroamento longitudinal após a duplicação.

Este estudo mostrou que a realidade de uma rodovia após sua duplicação não é a redução dos acidentes, e sim a mudança dos tipos de acidentes. Acidentes do tipo colisão frontal são quase totalmente eliminados em rodovias com pista dupla e separação física dos fluxos, característica do trecho duplicado da Rodovia SC-401. Acidentes do tipo abalroamento longitudinal e choque em defensas tendem a ser mais numerosos em rodovias duplicadas, uma vez que o usuário ao aumentar a velocidade, submete-se a uma maior possibilidade de perder o controle de seu veículo, atingindo outro veículo que trafega no mesmo sentido ou as defensas. Em rodovias onde existe controle da ocupação de sua faixa de domínio e dos acessos às faixas de tráfego, os acidentes do tipo abalroamento transversal são quase que eliminados, pois os acessos irregulares às rodovias são proibidos, evitando a interceptação da trajetória dos veículos que trafegam na via.

A implantação de interseções em dois níveis é outro motivo da eliminação de abalroamento transversal em rodovias duplicadas, desde que as interseções sejam projetadas de forma a não gerar conflitos entre os veículos que trafegam na rodovia e os veículos que buscam acessá-la através da interseção. A ocorrência de atropelamento de pedestres é reduzida em rodovias duplicadas, desde que sejam implantadas passarelas ou passagens inferiores para travessia de pedestres, associadas a um programa de conscientização dos usuários quanto à importância do uso das mesmas.

No caso da Rodovia SC-401, os resultados encontrados para as taxas de acidentes e taxas de severidade dos acidentes mostram a necessidade de intervenção nos segmentos que atualmente permanecem em pista simples e nas interseções que não sofreram modificações com as obras de duplicação.

Em média, a taxa de acidentes na interseção 4, sofreu aumento de aproximadamente 80% após a duplicação. Parte deste aumento deve-se ao fato de acidentes do tipo abalroamento longitudinal, abalroamento transversal, colisão frontal, colisão traseira e choque apresentarem maior ocorrência após a duplicação. O mesmo ocorre com a interseção 5, onde em média a taxa de acidentes aumentou aproximadamente 25% observando-se o aumento na ocorrência

de acidentes do tipo abalroamento longitudinal e colisão frontal. As interseções 6 e 7 apresentaram aumento aproximado de 60% e 77% na taxa de acidentes após a duplicação, respectivamente. Situações como estas demonstram a necessidade de estudos mais apurados com relação à geometria e à sinalização nas interseções da Rodovia SC-401.

Para os acidentes envolvendo atropelamento de pedestres, foram observados o aumento desse tipo de acidente nos segmentos não duplicados e a redução nos segmentos duplicados. Devendo-se recordar que as travessias superiores de pedestres existentes na rodovia atualmente, não constam nesse estudo, uma vez as mesmas foram implantadas após o ano de 2001.

Os segmentos duplicados da rodovia apresentaram redução na gravidade dos acidentes. Quanto a taxa de acidentes, os segmentos duplicados não apresentaram aumentos significativos após a duplicação, devendo-se destacar os segmentos 5, 6 e 7 que apresentaram uma sensível redução. Seria possível uma maior redução dos acidentes ao completar a execução das obras de duplicação ao longo de toda rodovia. Outro fator importante para a completa modificação das características dos acidentes que ocorrem após a duplicação, é o controle mais intenso do uso e ocupação do solo ao longo da Rodovia, fazendo com que as faixas de domínio sejam obedecidas.

Levando-se em conta que a Rodovia SC-401 corta áreas urbanizadas, seria importante a implantação de vias marginais ao longo de sua extensão, eliminando alguns pontos de conflitos existentes atualmente, como a ocorrência de acidentes do tipo abalroamento transversal e colisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, G., *Utilização de um sistema de informações geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José*, dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1999.
- DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, *Guia de redução de acidentes com base em medidas de baixo custo, publicação técnica*, 1998.
- Quintero, R.F., *Métodos de evaluación de la seguridad vial em estudios de los accidentes “antes “ y “después”*. Revista RUTAS, n.71, Madrid, España, 1999.
- SOTEPALTD, *Projeto final de engenharia da SC-401*, relatório técnico, Florianópolis, 1993.
- Werchajzer, C.C. de O., *Análise da influência da duplicação de uma rodovia no tipo e gravidade dos acidentes de trânsito: estudo de caso na rodovia SC-401*, dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, SC, 2004.

Endereço dos autores:

Carla Cristina de Oliveira Werchatzer /Antonio Fortunato Marcon/ Lenise Grando Goldner
PPGEC / UFSC

Rua João Pio Duarte s/n Caixa postal 476

Bairro: Córrego Grande

88.040-900 Florianópolis SC

Fone: 48 3721-7769 Fax: 48 3721-5191

E-mail: marcon@ecv.ufsc.br; lenisegg@yahoo.com.br