

Autopista Régis Bittencourt

arteris

Avaliação da Sinalização Viária através do Uso de Simulador de Direção

Profa Dra. Ana Paula Camargo Larocca
MSc. Aurenice da Cruz Figueira
Prof. Dr. Felipe Issa Kabbach Jr.

20 de Agosto de 2013

índice

- 1. OBJETIVO**
- 2. MOTIVAÇÃO**
- 3. PANORAMA MUNDIAL**
- 4. PANORAMA NACIONAL**
- 5. PANORAMA ESTADUAL**
- 6. ACIDENTE DE TRÂNSITO**
- 7. ESTUDOS SOBRE A RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT**
- 8. USO DOS SIMULADORES DE DIREÇÃO REALÍSTICOS NA ENGENHARIA DE TRANSPORTES**
- 9. O SIMULADOR NA PESQUISA**

OBJETIVO

Avaliar a dimensão e posicionamento físico da sinalização implantada ou prevista em projeto através da análise estatística das reações de testes com condutores no simulador de direção. Esta avaliação será realizada em trechos em curvas da pista Sul da Rodovia Régis Bittencourt, compreendidos entre os km 509+000 e 518+400.



Placa de Pista Sinuosa no km 509+114



Placa de Velocidade no km 510+759

2 MOTIVAÇÃO

A contextualização da importância de simuladores de direção realísticos, nas pesquisas sobre segurança em rodovias, remete obrigatoriamente aos estudos desenvolvidos pelo *Federal Highway Administration* dos Estados Unidos em conjunto com o *Strategic Highway Research Program (SHRP)*, do TRB, visando:

- estudos do projeto geométrico
- prevenção
- mitigação de acidentes
- estudos sobre o comportamento dos condutores
- alteração/adaptação de normativas



Quase 15 anos se passaram desde as primeiras investidas destas Agências de Transportes Americanas na utilização das tecnologias 3D e de simuladores de direção.



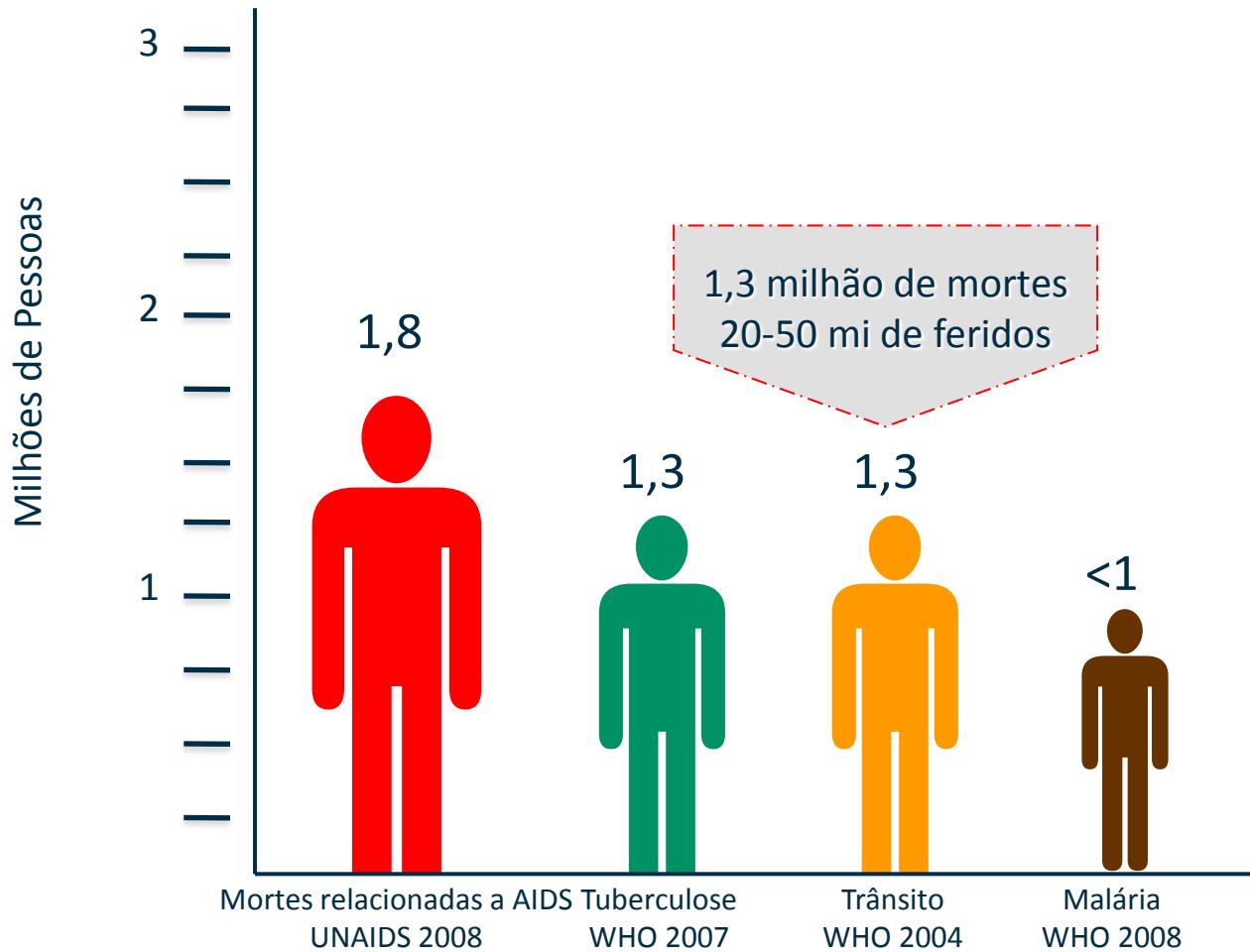
“...para conter e reverter a tendência crescente de fatalidades e ferimentos graves em acidentes no trânsito no planeta”.

3

PANORAMA MUNDIAL



MORTES NO TRÂNSITO



Principais Causas de Morte

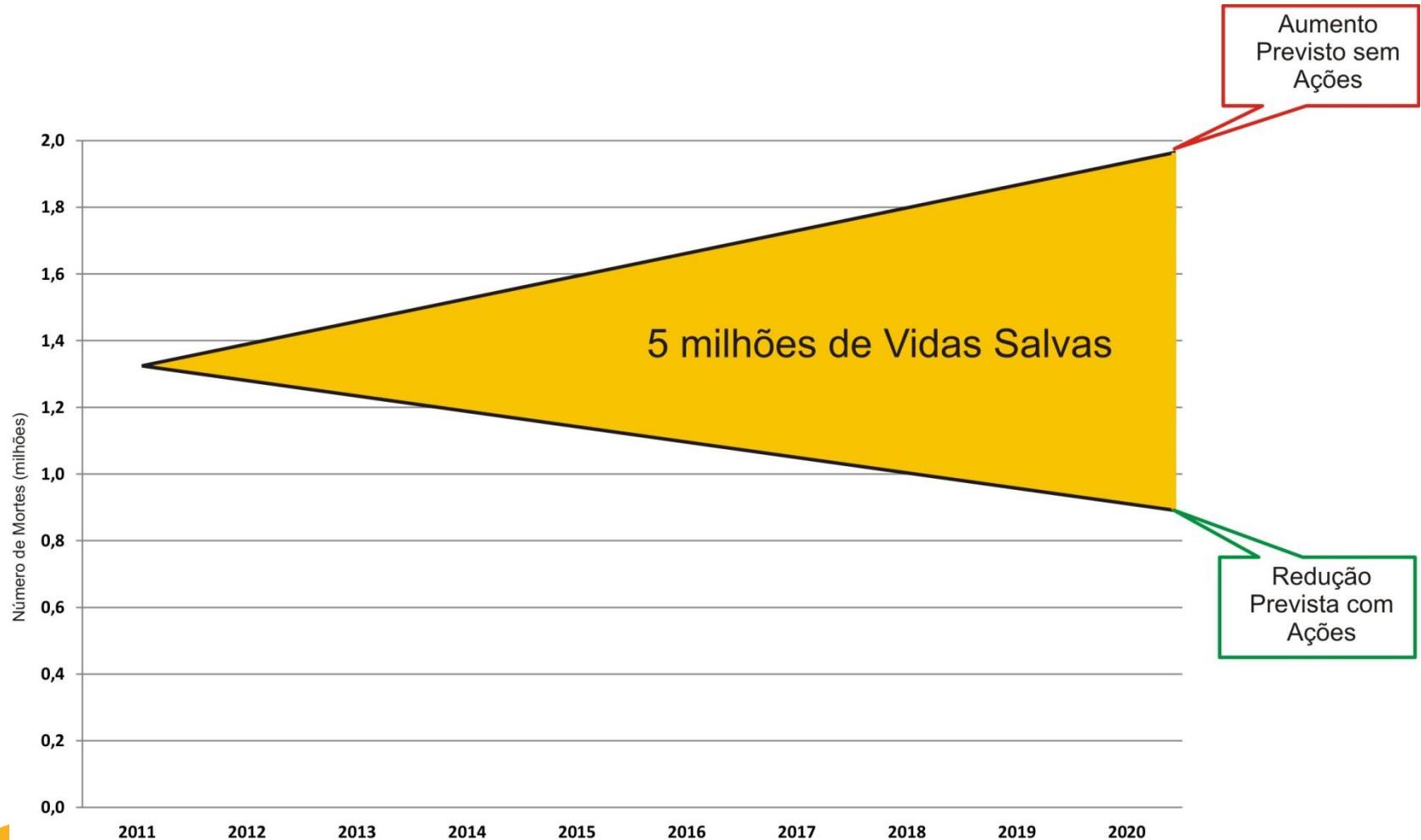
2004

Posição	Doenças
1	Doenças cardíacas
2	AVC (Acidente Vascular Cerebral)
3	Deficiência respiratória
4	Doenças pulmonares
5	Diarréia
6	HIV/AIDS
7	Tuberculose
8	Câncer: traquéia, brônquios, pulmões
9	Acidentes de Trânsito
10	Nascimento Prematuro

2030

Posição	Doenças
1	Doenças cardíacas
2	AVC (Acidente Vascular Cerebral)
3	Doenças pulmonares
4	Doenças respiratórias
5	Acidentes de Trânsito
6	Câncer: traquéia, brônquios, pulmões
7	Diabetes
8	Hipertensão
9	Câncer de estômago
10	HIV/AIDS

Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011 – 2020



4

PANORAMA NACIONAL



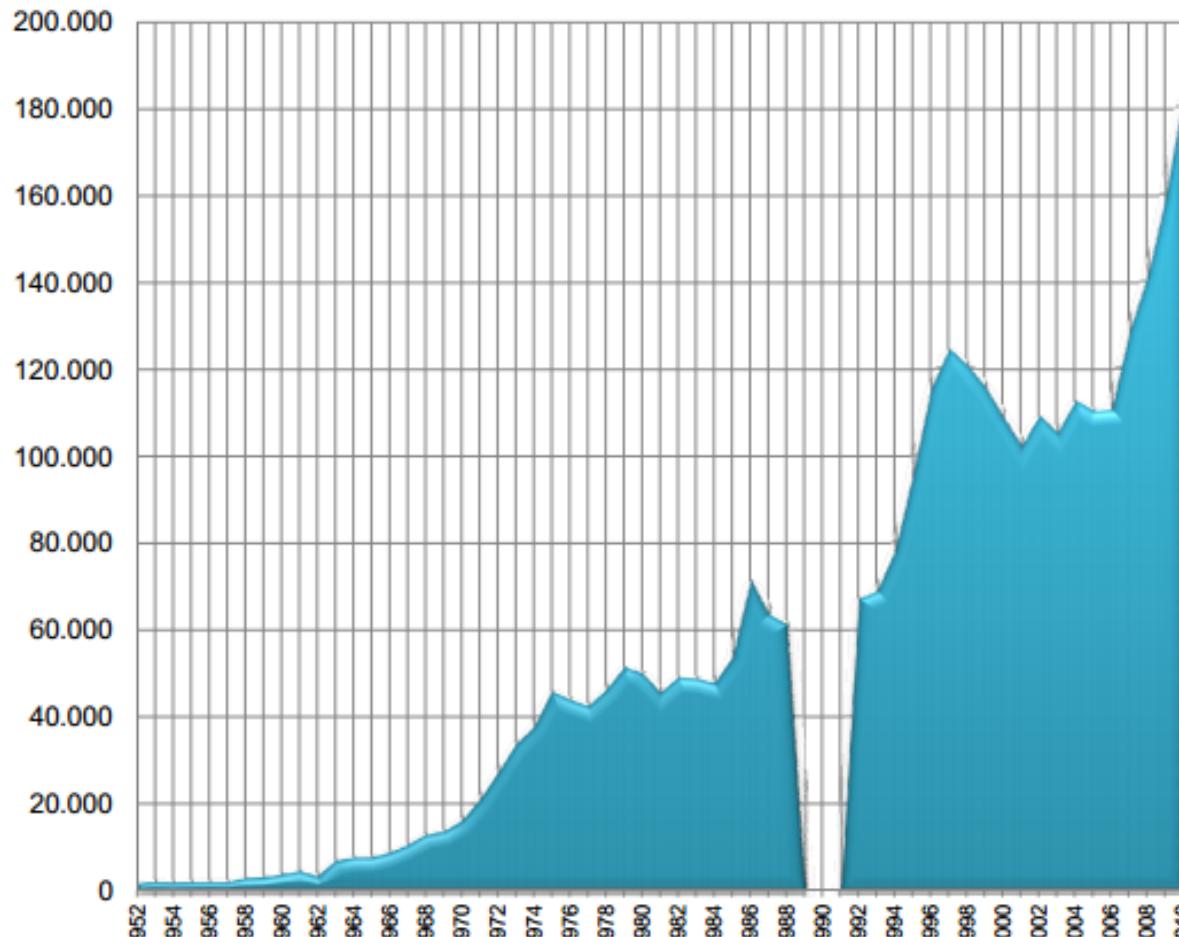
Acidentes em Rodovias Federais

Ano	Acidentes	Ano	Acidentes	Ano	Acidentes
1952	1.748	1972	27.114	1992	67.021
1953	2.165	1973	33.656	1993	68.781
1954	1.943	1974	37.653	1994	77.986
1955	2.115	1975	45.838	1995	95.514
1956	2.236	1976	43.895	1996	115.169
1957	2.098	1977	42.436	1997	124.372
1958	3.070	1978	46.144	1998	120.442
1959	3.212	1979	51.381	1999	115.429
1960	3.886	1980	49.956	2000	108.597
1961	4.634	1981	45.507	2001	102.041
1962	3.486	1982	49.090	2002	109.025
1963	6.979	1983	48.767	2003	105.032
1964	7.764	1984	47.710	2004	112.457
1965	7.808	1985	53.695	2005	110.086
1966	8.872	1986	71.341	2006	110.391
1967	10.628	1987	63.456	2007	128.456
1968	12.957	1988	61.110	2008	141.072
1969	13.725	1989	-	2009	158.893
1970	16.152	1990	-	2010	182.900
1971	20.981	1991	-	-	-

Fonte: DNIT - 2010

Acidentes em Rodovias Federais

Representação Gráfica



Fonte: DNIT - 2010

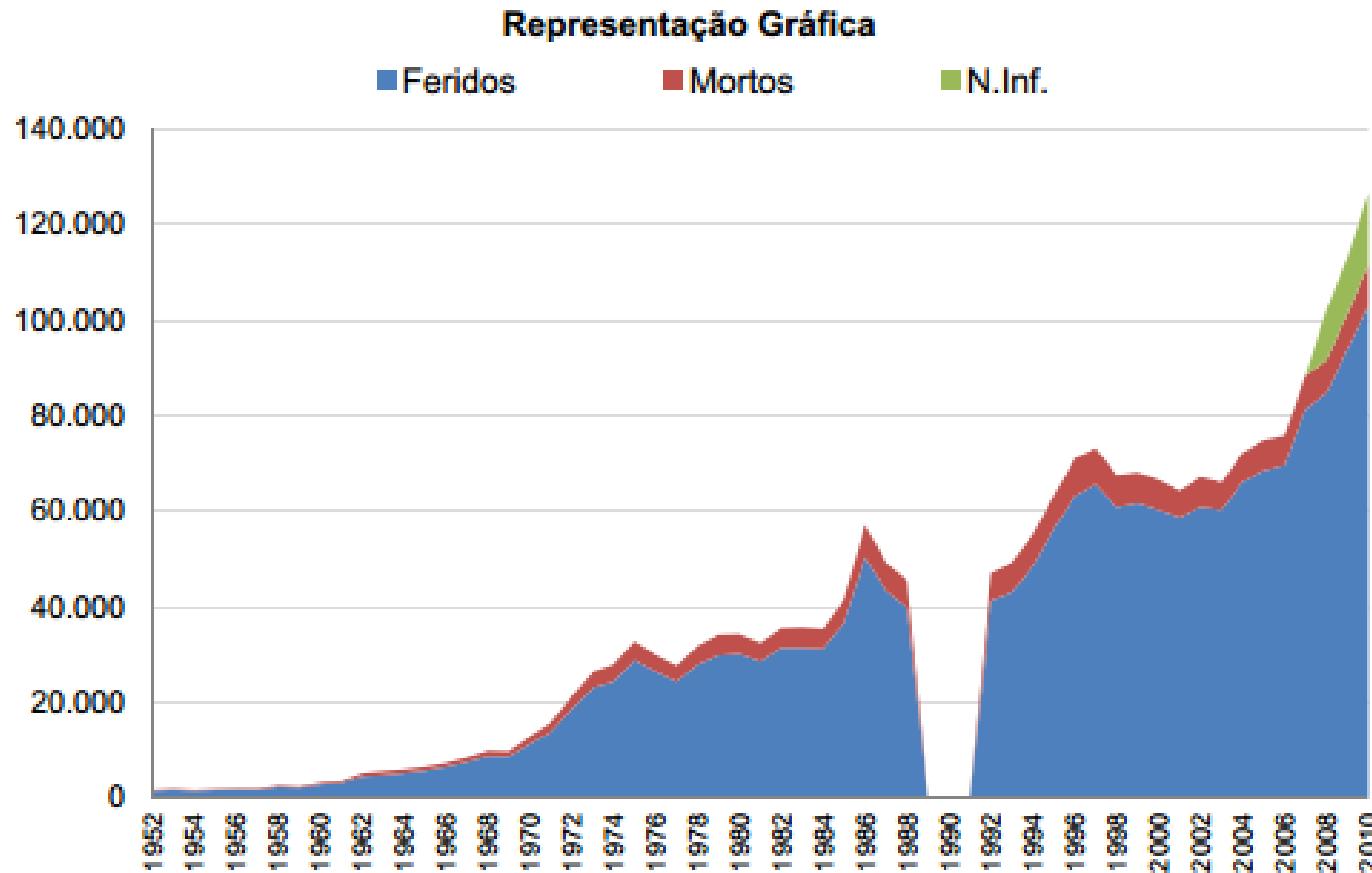
Acidentes em Rodovias Federais

3 - VÍTIMAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS FEDERAIS BRASIL (1952-2010)

Ano	Vítimas			Ano	Vítimas		
	Feridos	Mortos	N.Inf.		Feridos	Mortos	N.Inf.
1952	1.571	195	-	1982	31.521	4.056	-
1953	1.799	209	-	1983	31.530	4.209	-
1954	1.580	220	-	1984	31.318	4.099	-
1955	1.733	216	-	1985	36.790	4.974	-
1956	1.860	237	-	1986	50.450	6.757	-
1957	1.778	282	-	1987	43.386	5.975	-
1958	2.385	320	-	1988	39.910	5.629	-
1959	2.208	283	-	1989	-	-	-
1960	2.857	372	-	1990	-	-	-
1961	3.156	456	-	1991	-	-	-
1962	4.598	668	-	1992	41.354	5.756	-
1963	4.860	830	-	1993	43.083	6.209	-
1964	5.268	781	-	1994	48.523	6.696	-
1965	5.797	807	-	1995	56.342	6.967	-
1966	6.551	842	-	1996	63.253	7.847	-
1967	7.550	987	-	1997	65.678	7.530	-
1968	8.784	1.183	-	1998	60.886	6.711	-
1969	8.728	1.123	-	1999	61.709	6.435	-
1970	11.367	1.569	-	2000	60.316	6.339	-
1971	13.828	1.974	-	2001	58.761	5.617	-
1972	18.624	2.673	-	2002	60.909	6.312	-
1973	23.122	3.258	-	2003	60.326	5.780	-
1974	24.432	3.653	-	2004	66.117	6.119	-
1975	28.916	3.947	-	2005	68.524	6.346	-
1976	26.525	3.516	-	2006	69.624	6.168	-
1977	24.379	3.330	-	2007	81.442	7.004	-
1978	28.001	3.877	-	2008	84.651	6.946	10.481
1979	29.901	4.299	-	2009	93.851	7.376	11.805
1980	30.224	4.098	-	2010	102.896	8.616	14.968
1981	28.616	3.837	-	-	-	-	-

Fonte: DNIT - 2010

Acidentes em Rodovias Federais



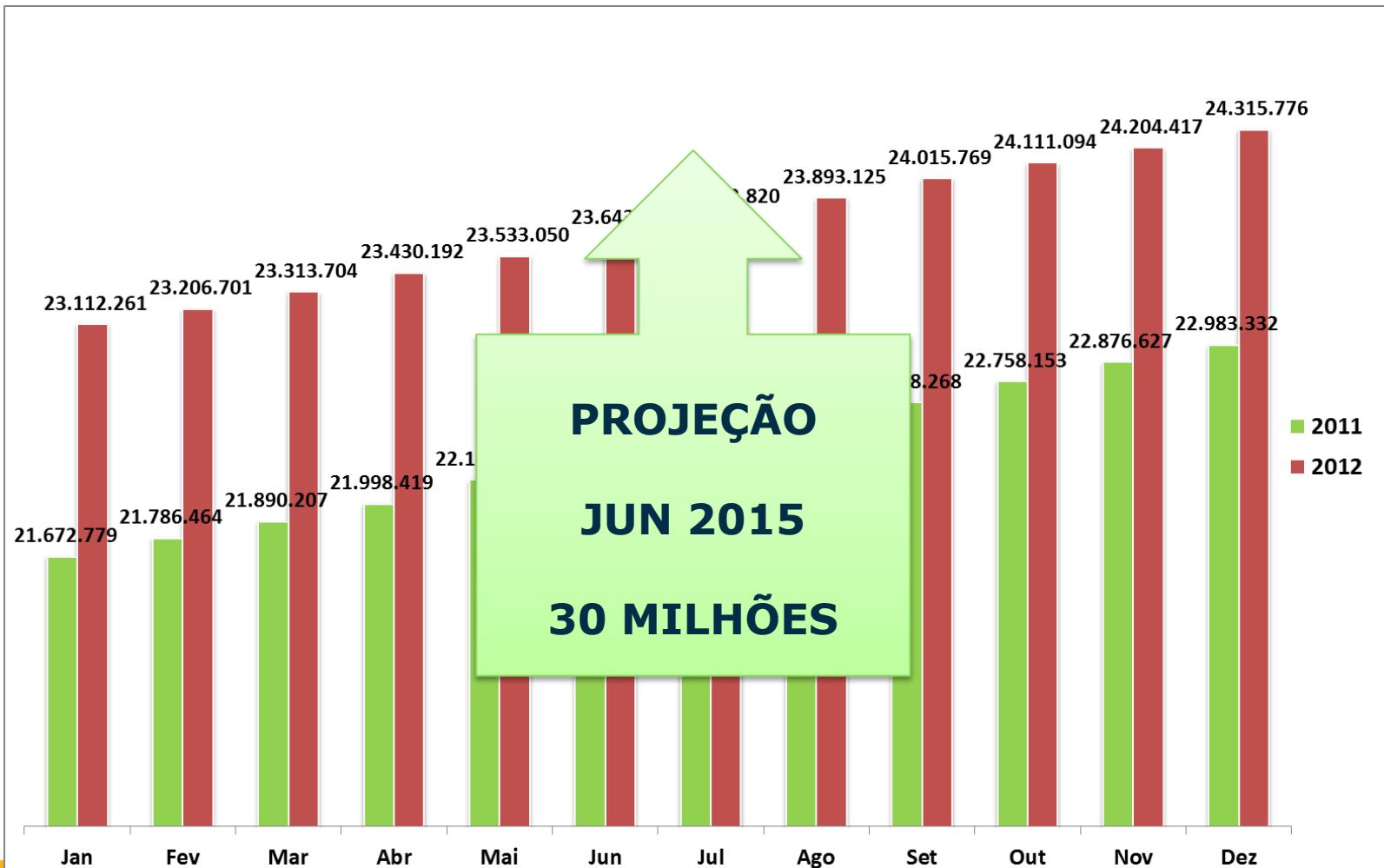
Fonte: DNIT - 2010

5

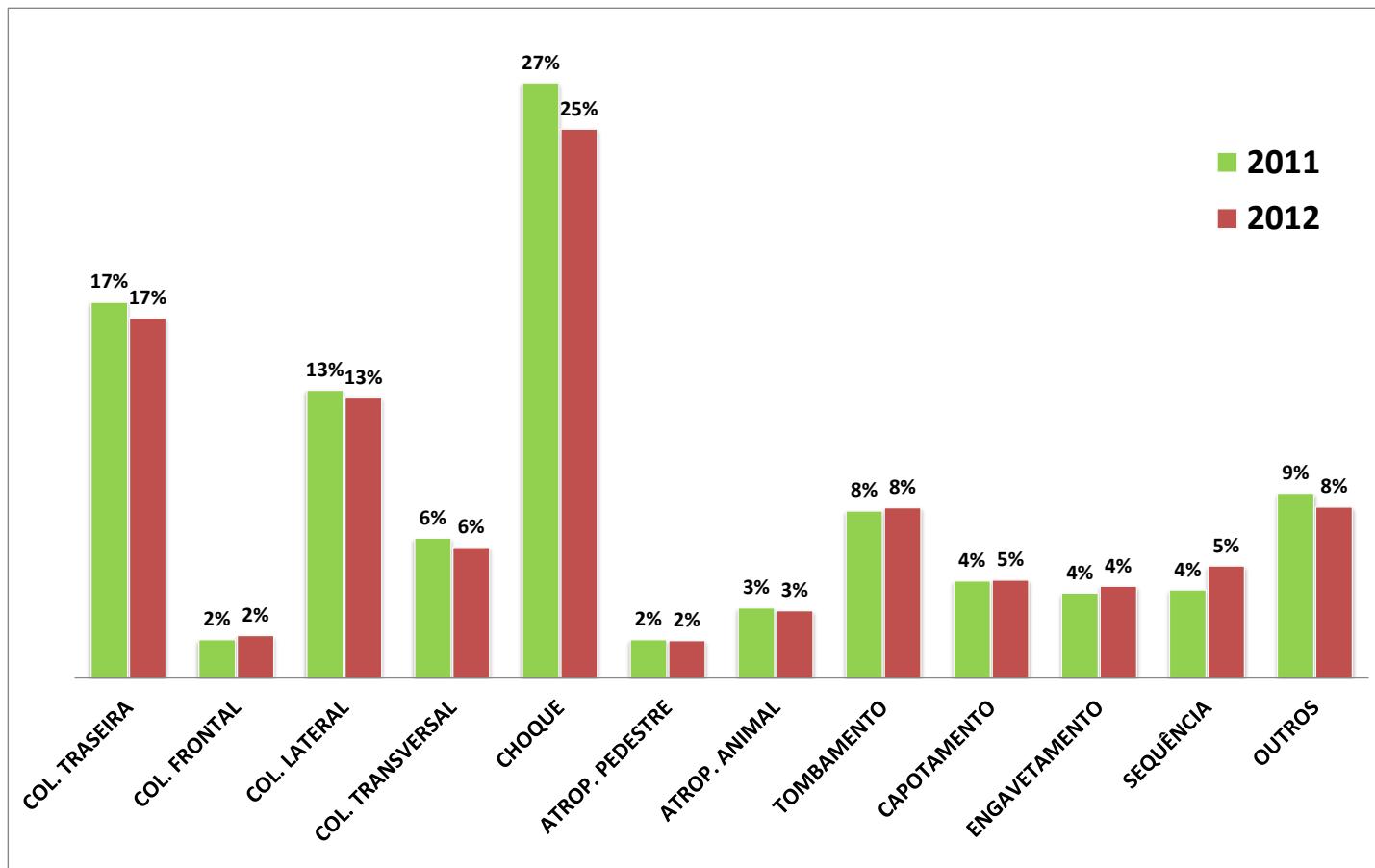
PANORAMA ESTADO DE SÃO PAULO



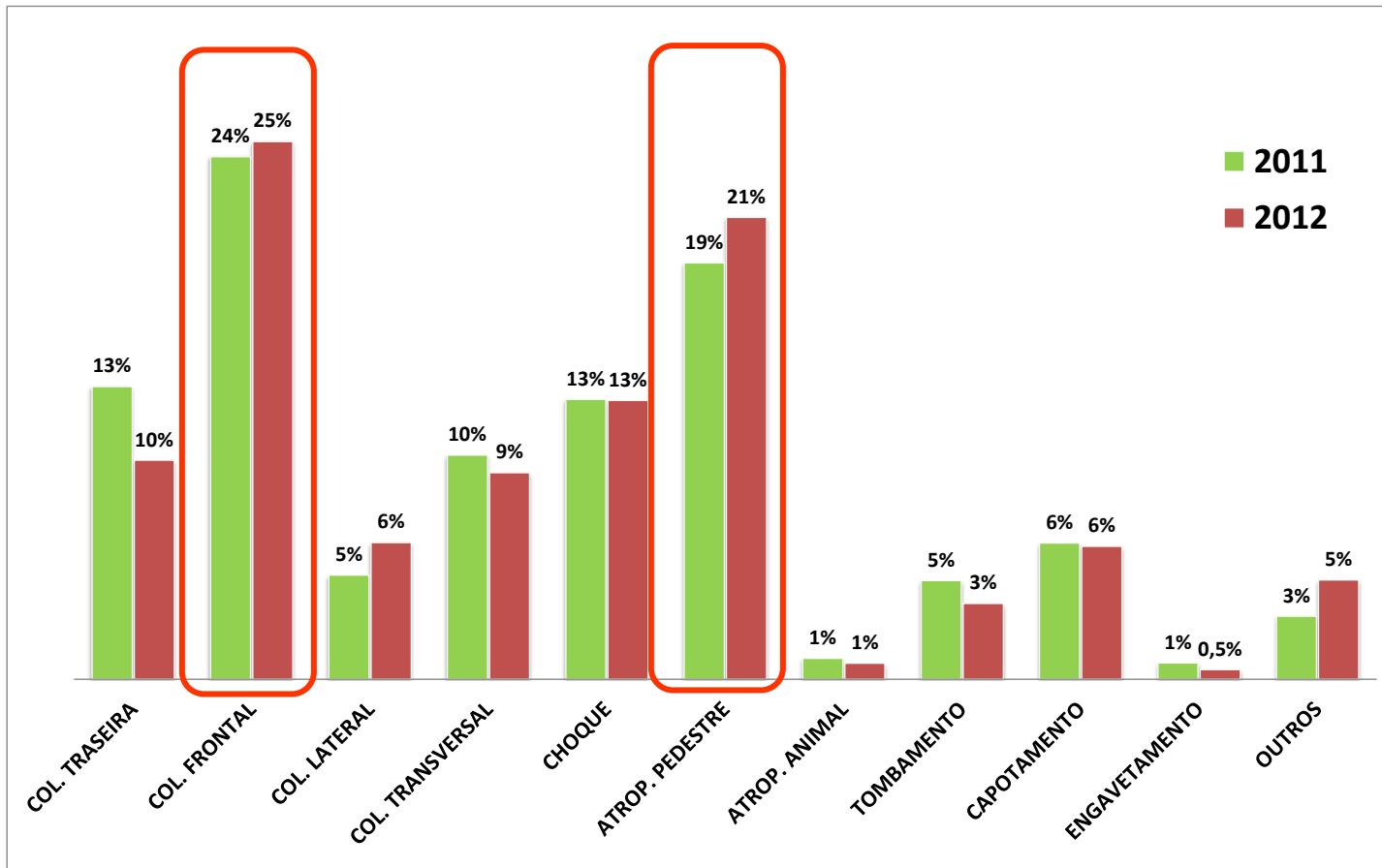
Evolução da Frota do Estado de São Paulo



Acidentes por Tipo



Acidentes Fatais



Colisão Frontal representa 25% (2012) dos acidentes fatais;
Atropelamento representa 21% (2012) dos acidentes fatais.

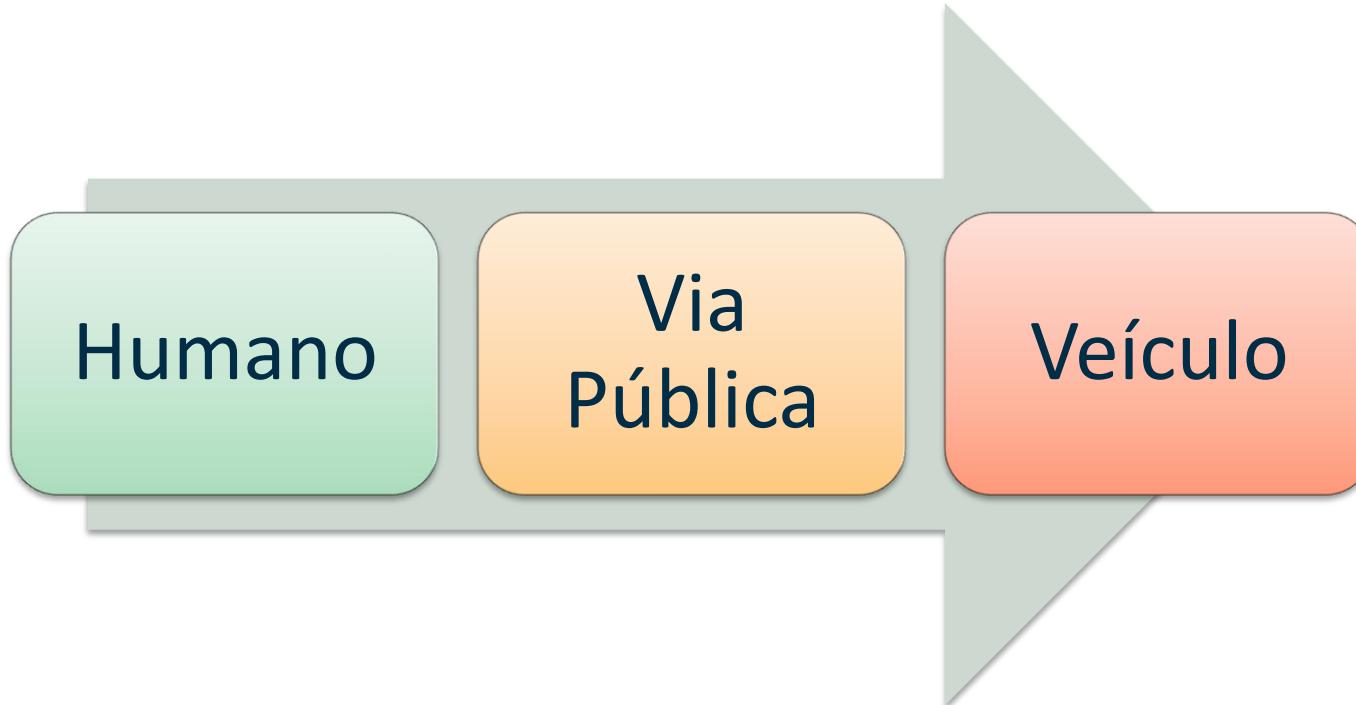
6

ACIDENTES DE TRÂNSITO

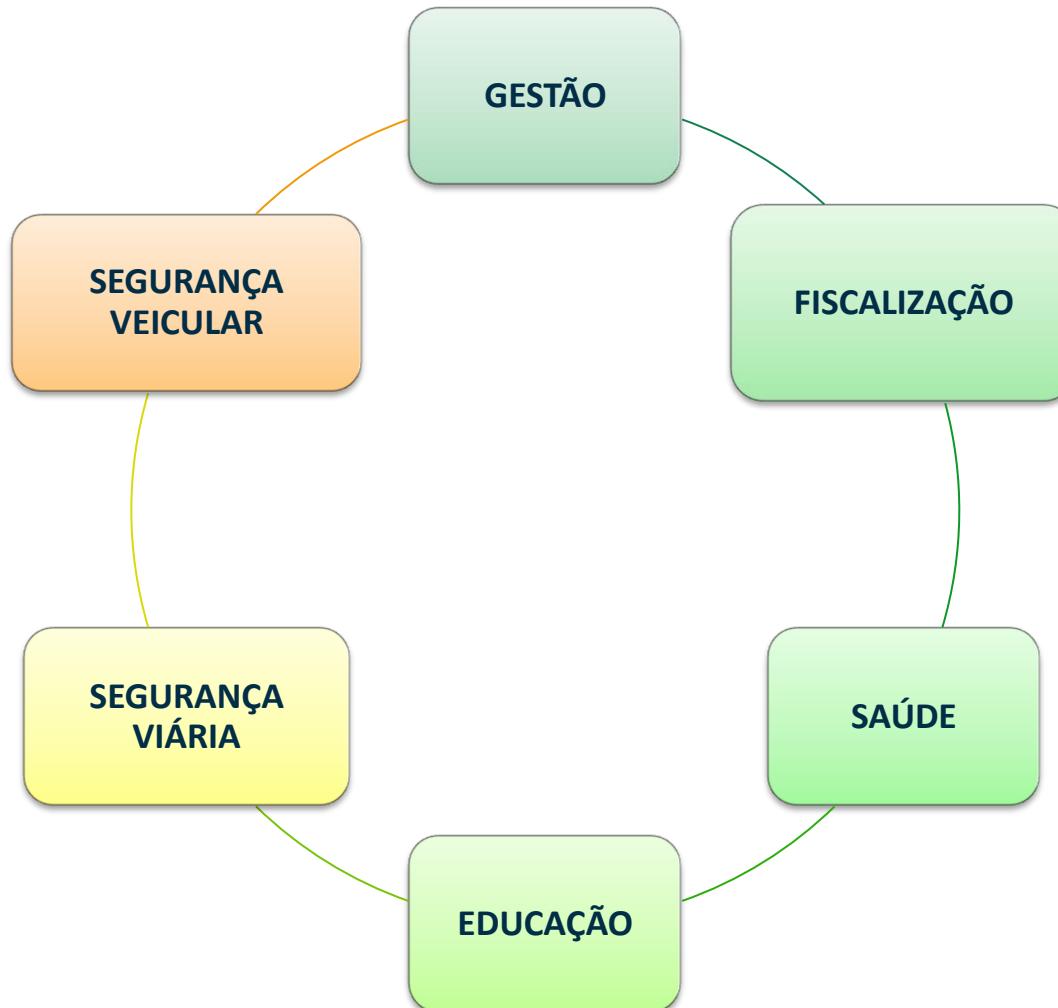
CONCEITO DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

É todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública (**NBR 10697/1989**).

Acidentes/Desastre de Trânsito é resultado de uma interação de fatores:



Proposta do Brasil para a Década - PILARES ESTRATÉGICOS



7

ESTUDOS SOBRE A RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT - LEVANTAMENTO DE DADOS -

TRECHO DE ESTUDO - entre o km 509+000 até o km 518+400 - Pista Sul

- extensão: 10 km;
- 3 faixas de rolamento;
- velocidade 60km/h (caminhões) e 80 km/h (carros de passeio);



FASES DA PESQUISA

- **ETAPA 1 - LEVANTAMENTO DE DADOS IN LOCO E DE CADASTRO**
 - Demarcação do trecho em estudo, de 100 em 100 metros;
 - Capacitação de pessoas para registro de acidentes;
 - Acompanhamento de dados sobre acidentes – cadastro concessionaria (mês a mês);
 - Filmagem da via e sinalização existente;
 - Cadastro físico da plataforma (uso do GPS);
 - Cadastro físico da sinalização horizontal e vertical (uso do GPS);
 - Dados VDM / composição de tráfego e velocidade;
- **ETAPA 2 - MONTAGEM DO SIMULADOR E CAPACITAÇÃO**
 - Softwares, Hardware, instalação do simulador e manutenção;
- **ETAPA 3 - GERAÇÃO DOS CENÁRIOS 3D DOS TRECHOS EM CURVA**
 - Levantamento topográfico complementar;
 - Inserção nos novos arquivos 3D das placas de sinalização confirmadas *in loco*;
 - Testes no simulador - sinalização atual;
 - Proposta de sinalização e elaboração do projeto executivo - nova sinalização inserção da sinalização prevista em projeto;
 - Testes no simulador - sinalização proposta;

FASES DA PESQUISA

- **ETAPA 4 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

- Classificação e dimensão da amostra de indivíduos;
- Estudo cognitivo/ psicologia;
- Determinação de variáveis e testes estatísticos apropriados;
- Tabulação de dados e análise;
- Compilação dos resultados;

- **ETAPA 5 - TESTE SOBRE A EFICÁCIA DAS AÇÕES**

- Avaliação dos resultados indicados pelos testes nos simuladores 3D;
- Ajuste do posicionamento e/ou dimensão da sinalização junto ao bordo direito;
- Complementação da sinalização *in loco* no trecho;
- Registro de dados de acidentes e comparação com período anterior;
- Análise estatística da implantação proposta;

- **ETAPA 6 - AUDITORIA DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO**

- **ETAPA 7 - ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS**

- **ETAPA 8 - CAPACITAÇÃO DE PESSOAS**

TRECHO DE ESTUDO – FILMAGEM

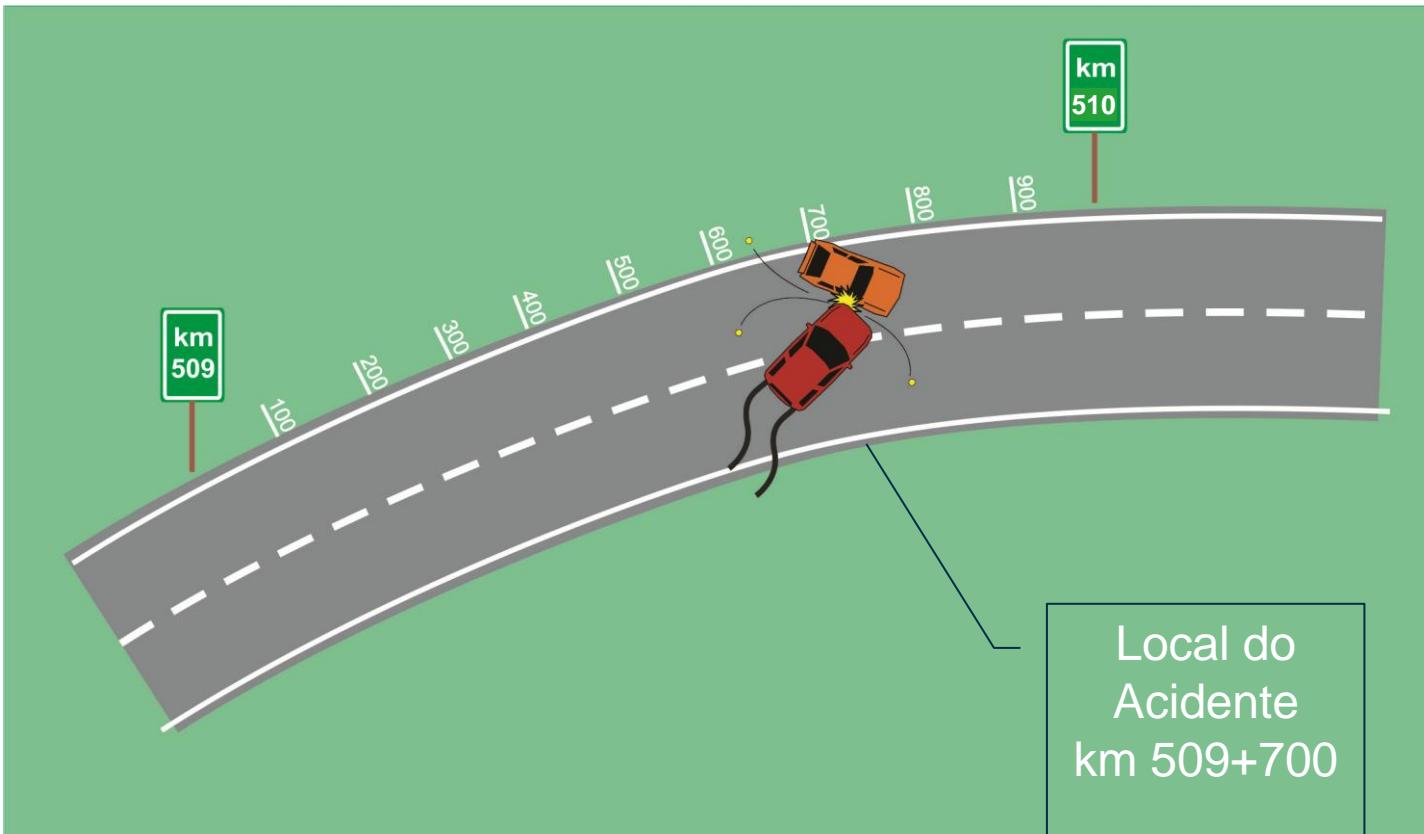


TRECHO DE ESTUDO – FILMAGEM



Registro de Acidentes no Trecho

Estudos sobre a via e registro de dados:



Registro de Acidentes no Trecho

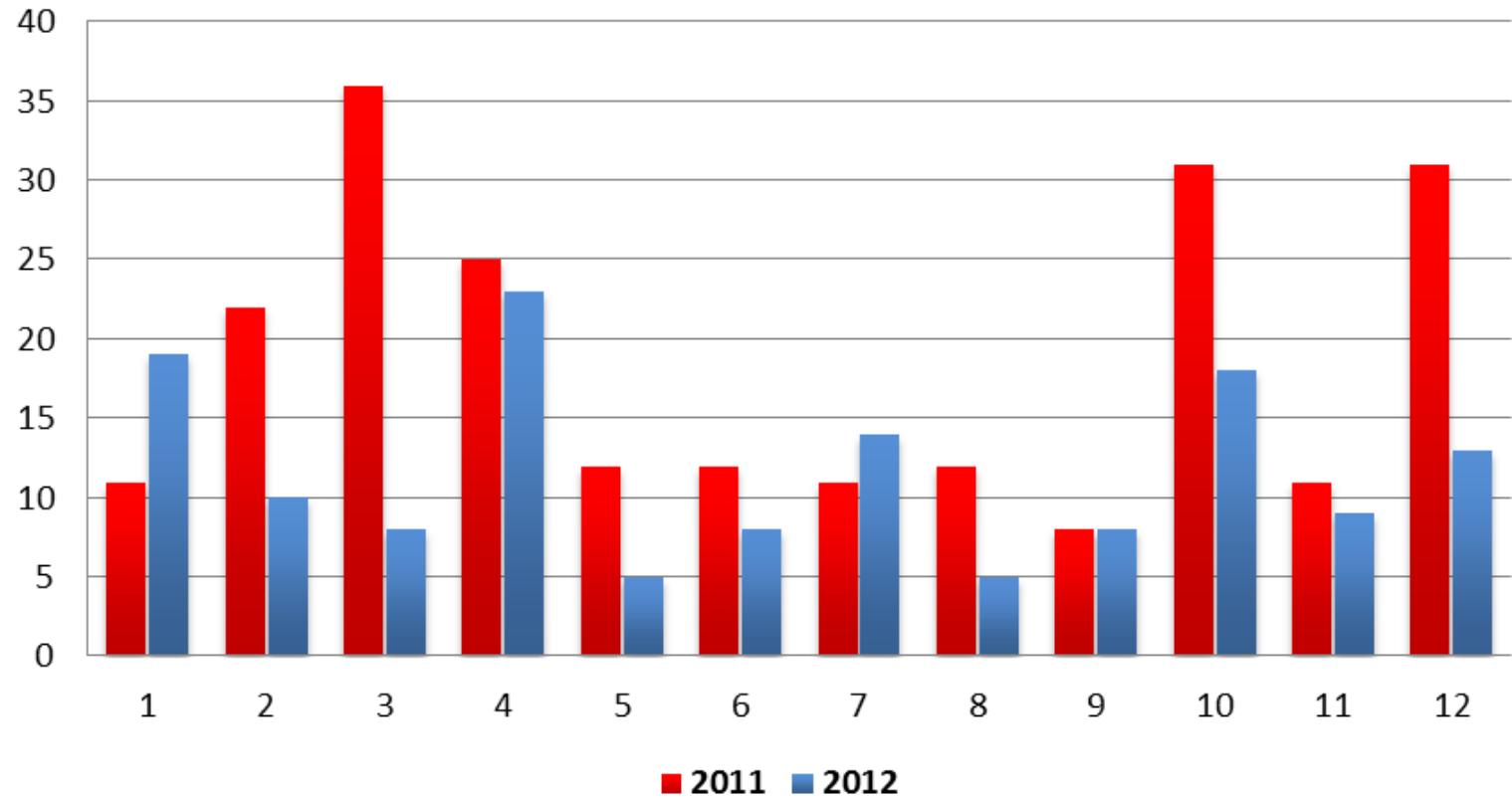
Estudos sobre a via e registro de dados:



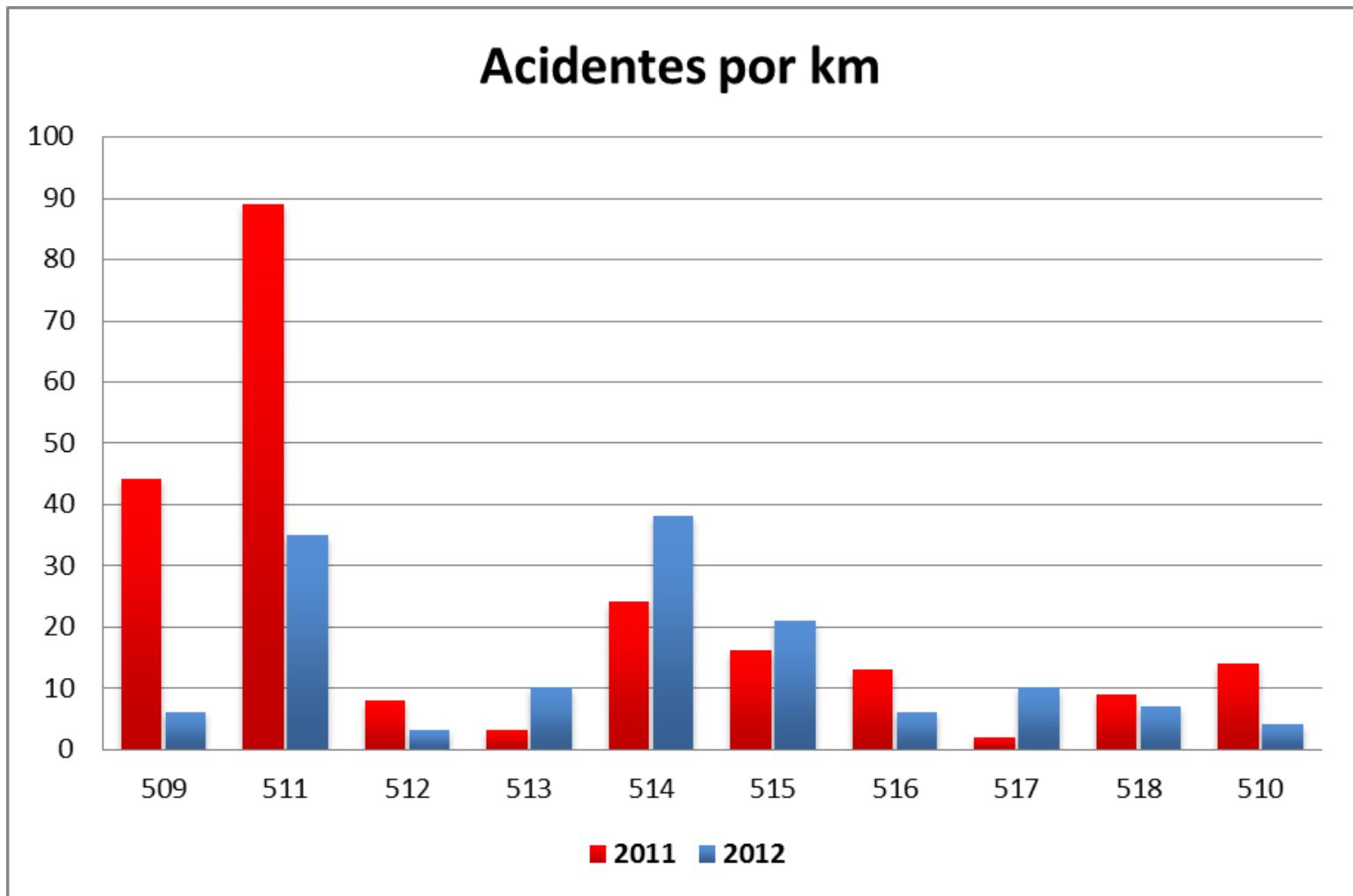
Demarcação do trecho de estudo, de 100 em 100 metros, junto ao bordo direito, repetindo-se sempre o km inteiro para auxiliar a identificação precisa da quilometragem de ocorrência dos acidentes.

TOTAL DE ACIDENTES ANO – 2011 x 2012

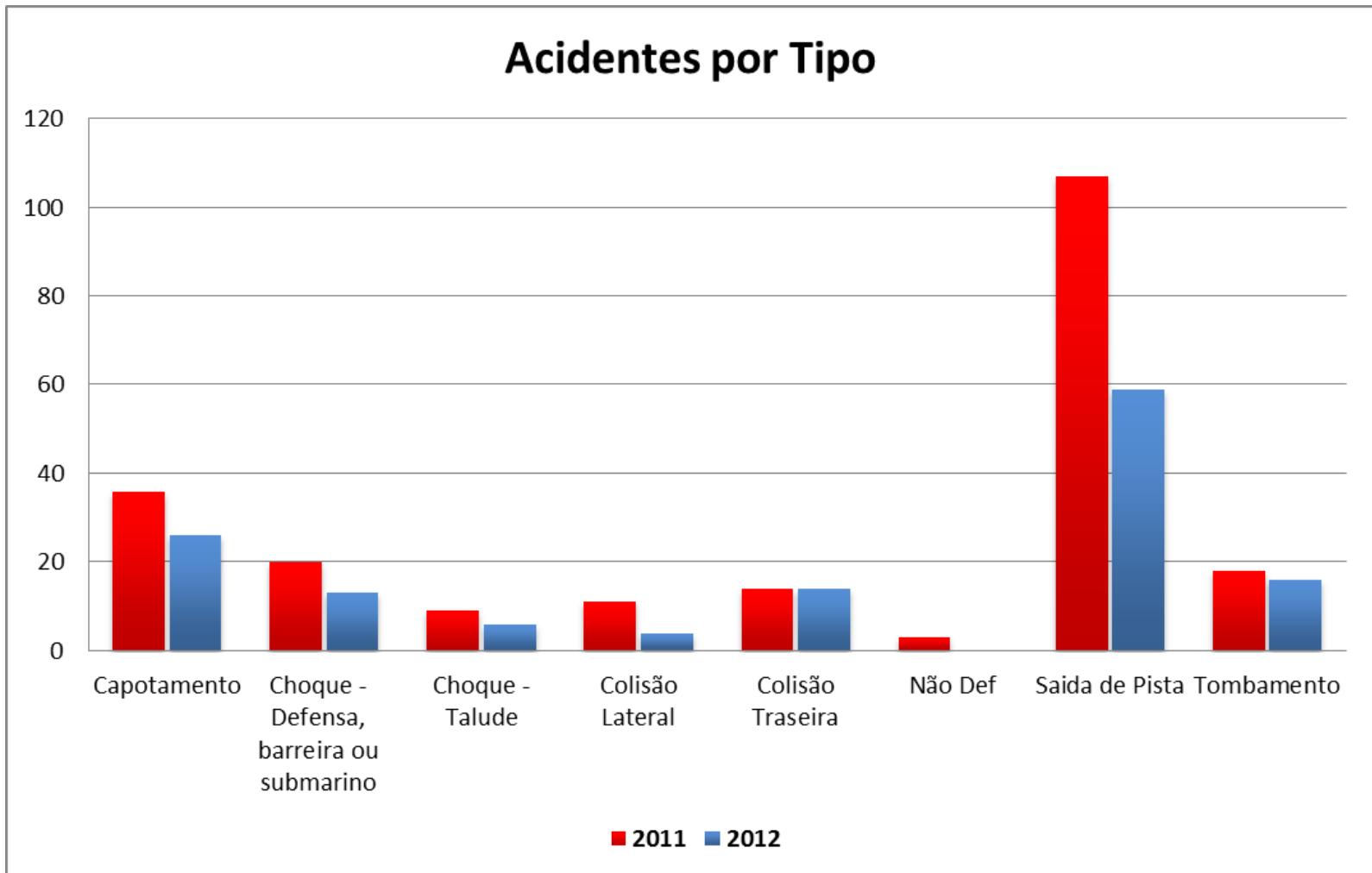
Total de Acidentes Mês/Ano



TOTAL DE ACIDENTES POR km - 2011 X 2012



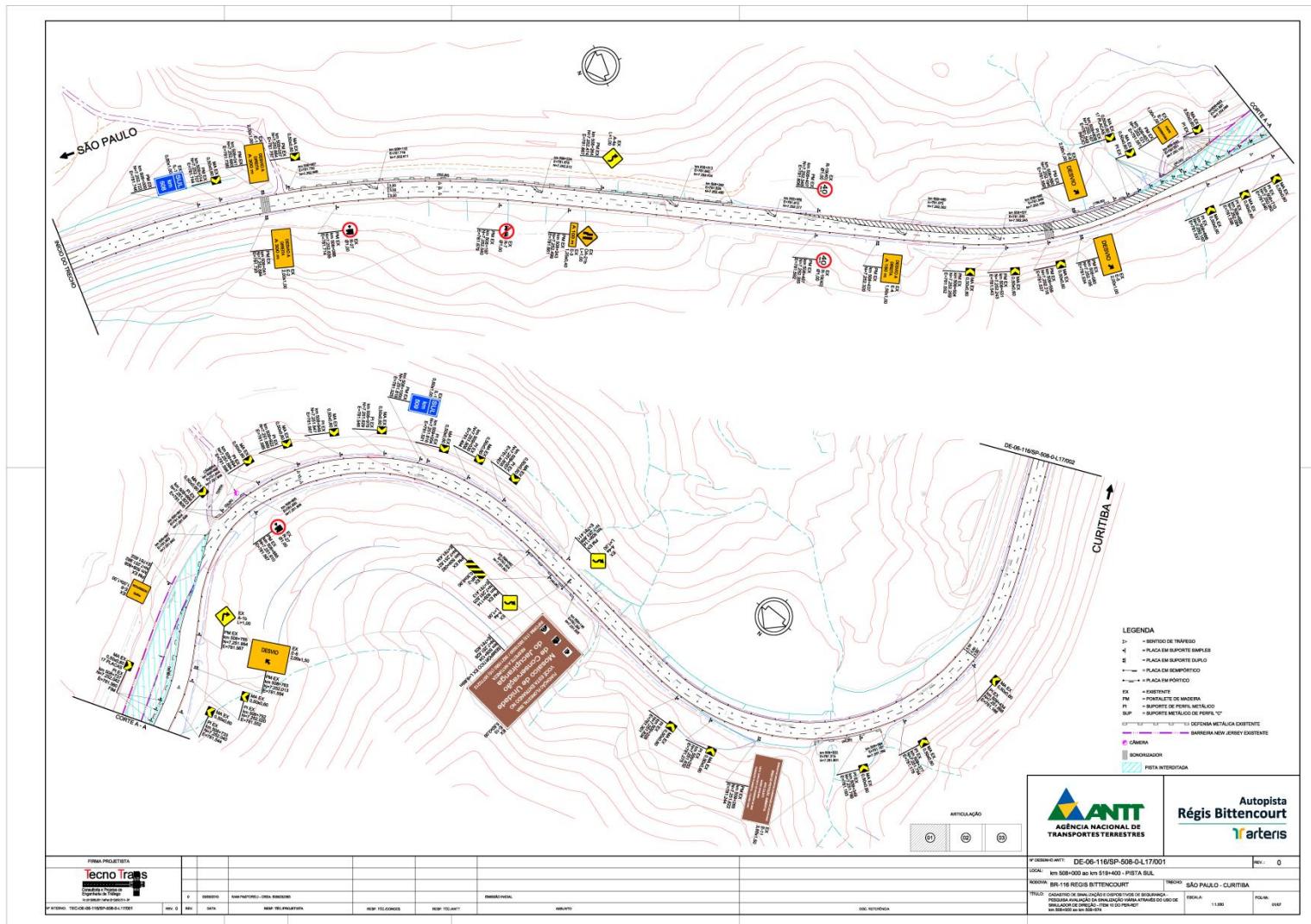
ACIDENTES POR TIPO – 2011 x 2012



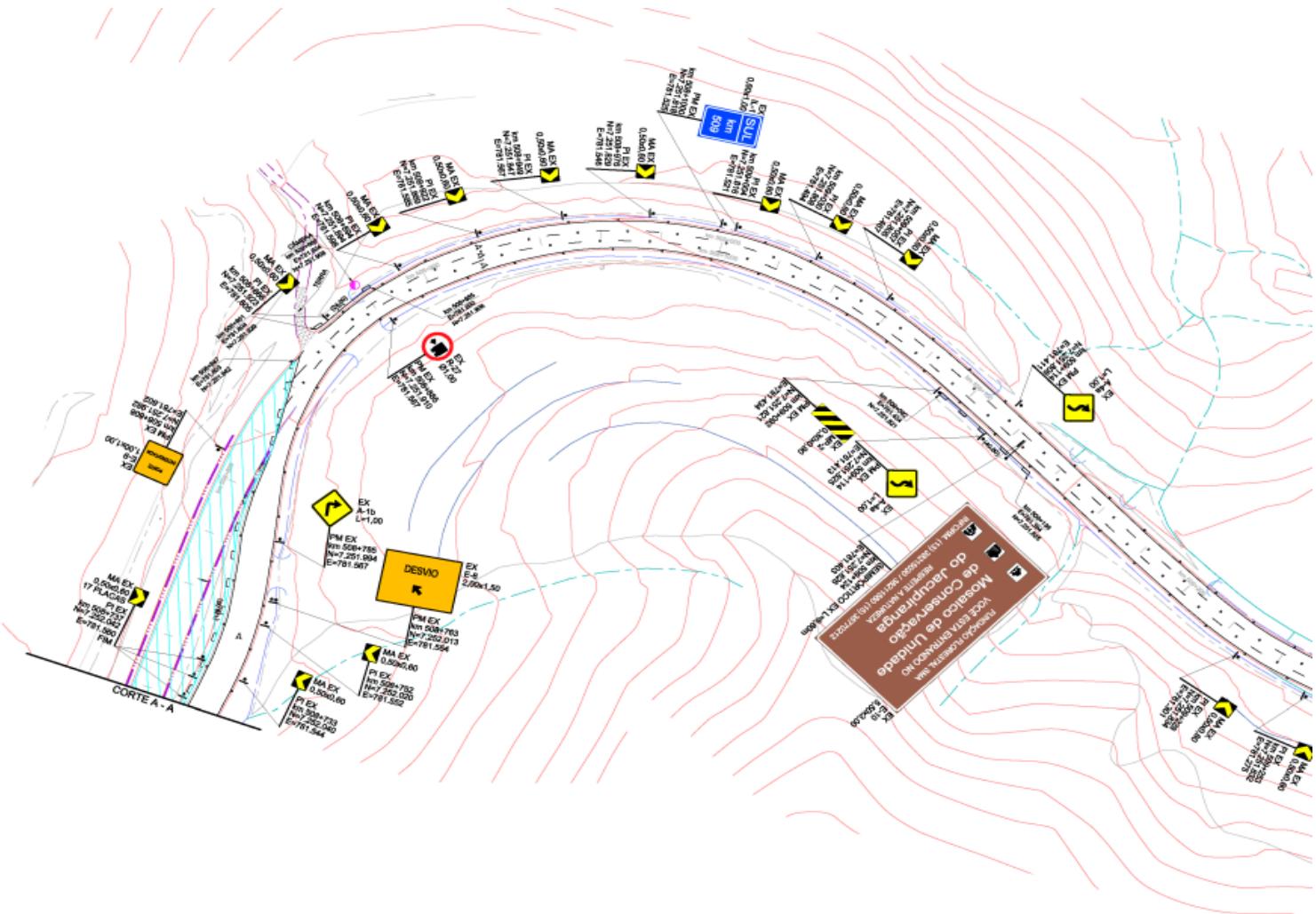
ACIDENTES POR km – 2011 x 2012 (SAÍDA DE PISTA)



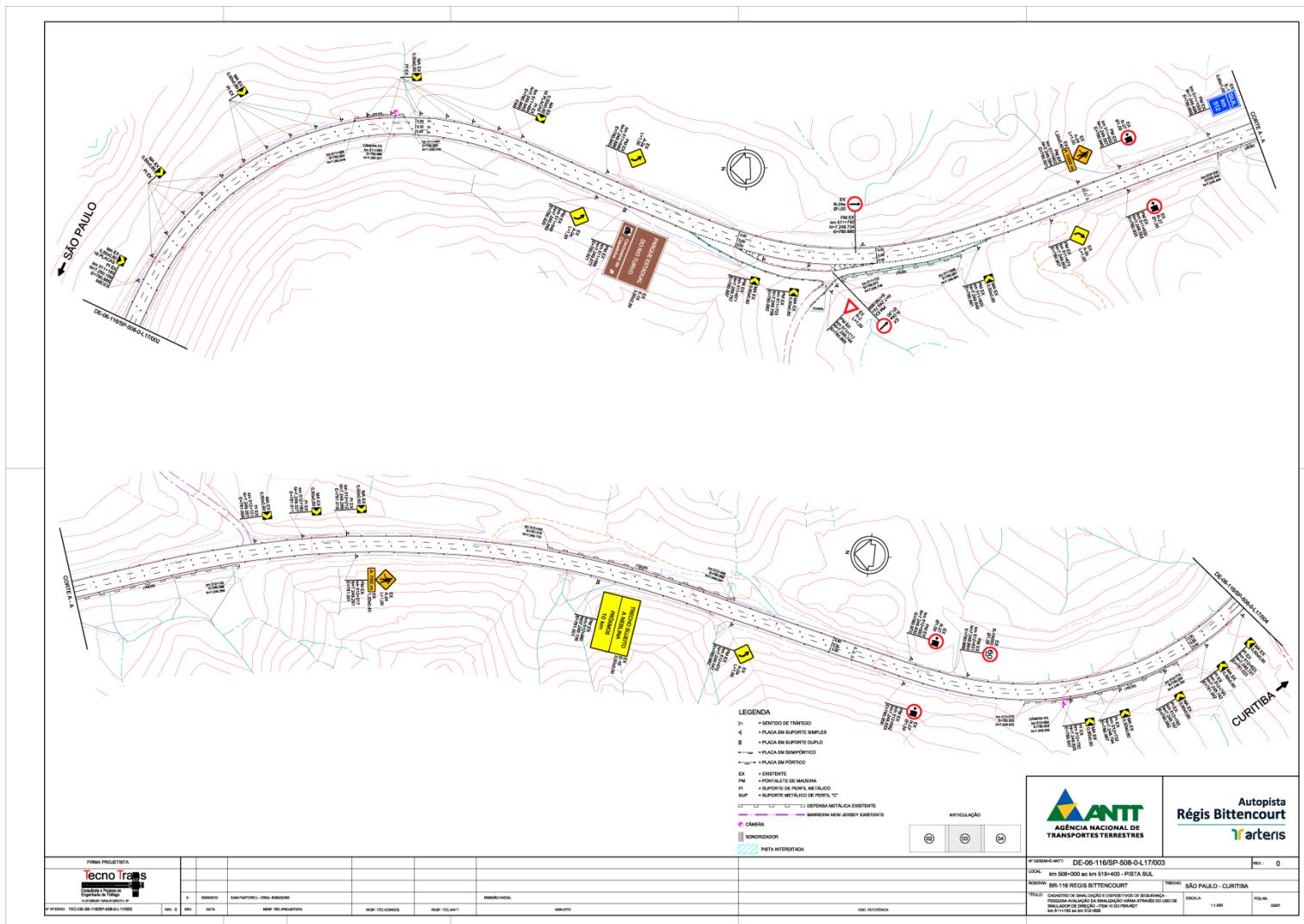
TRECHO DE ESTUDO – CADASTRO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE



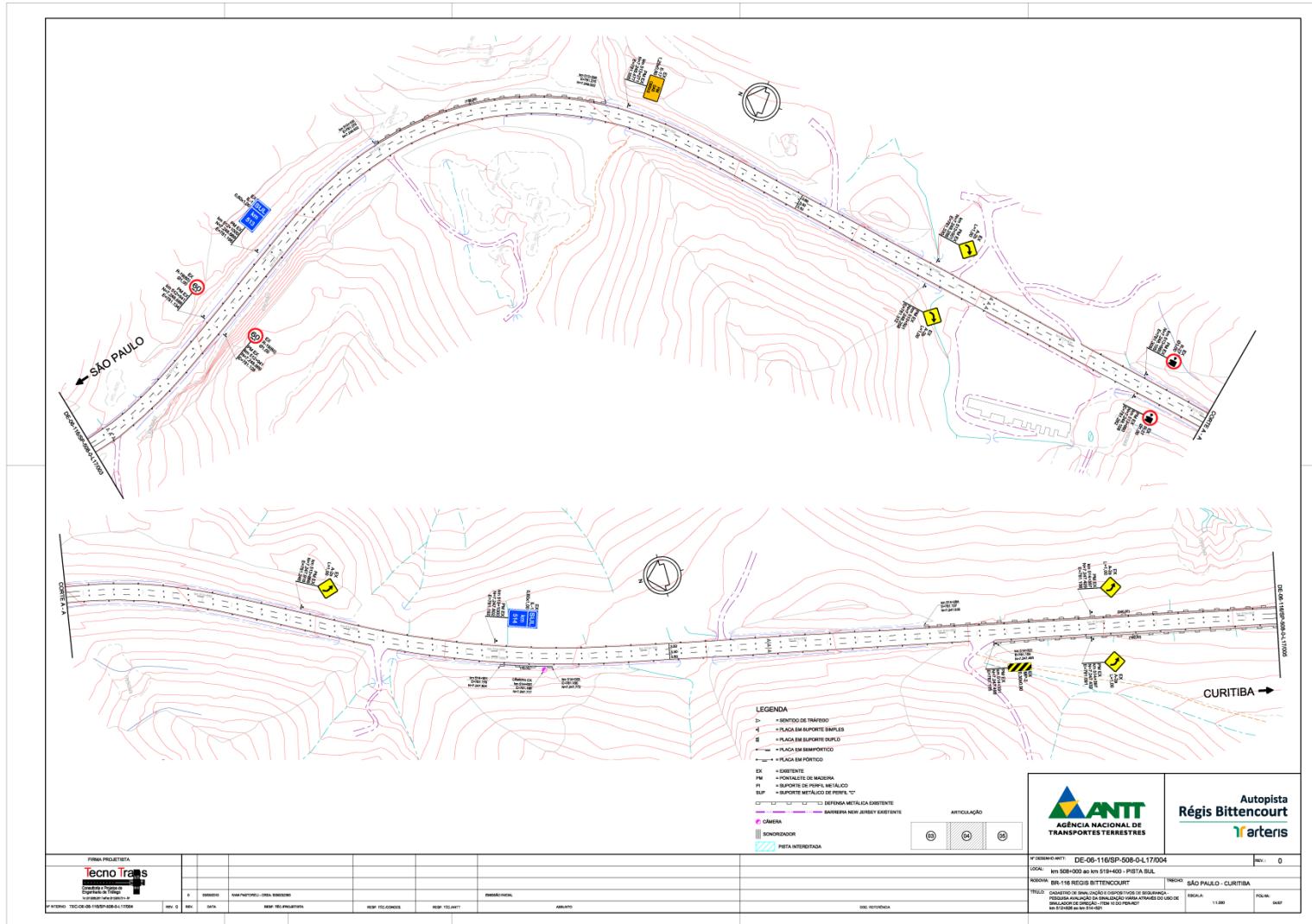
TRECHO DE ESTUDO – CADASTRO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE



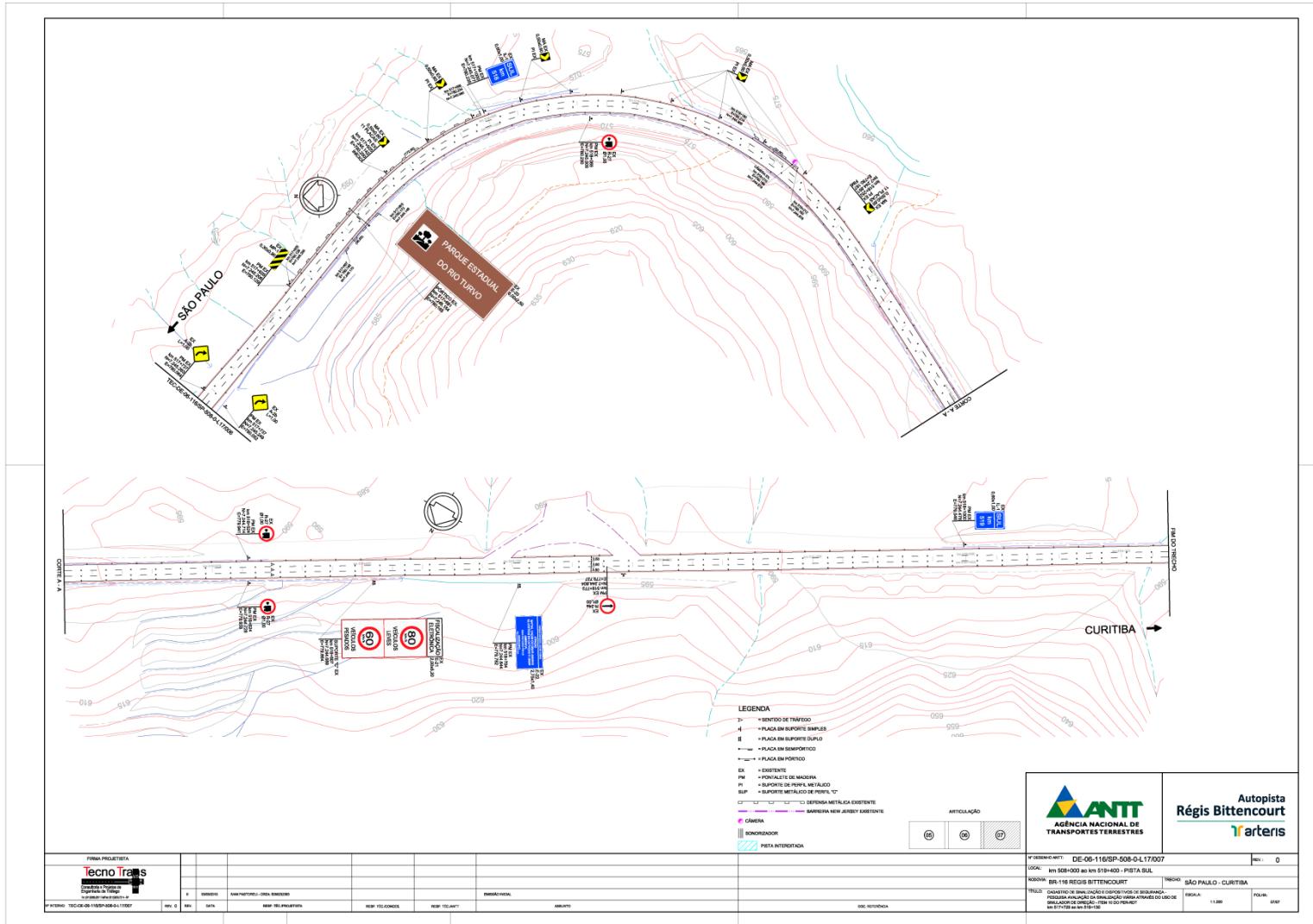
TRECHO DE ESTUDO – CADASTRO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE



TRECHO DE ESTUDO – CADASTRO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE



TRECHO DE ESTUDO – CADASTRO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE



8

USO DOS SIMULADORES DE DIREÇÃO REALÍSTICOS NA ENGENHARIA DE TRANSPORTES

ESTUDOS POSSÍVEIS:

- Geometria
- Sinalização
- Condição geral da pista
- Simulação de intempéries
- Ambiente do entorno
- Performance de motoristas
- Comportamento dos motoristas
- Estudos em ambiente seguro
- Simulações de diversas condições, análise da ação, implantação física – menor custo.

SIMULADORES PELO MUNDO

Simulador	Comercial	Científica	Governamental
NADS - Estados Unidos	✓	✓	✓
UMTRI - Estados Unidos	✗	✓	✓
Auto PW - Polônia	✗	✓	✓
Cranfield University - Reino Unido	✓	✓	✗
Vehice Interaction - Alemanha	✗	✓	✓
FTM Simulator - Alemanha	✓	✓	✓
Kookmin University Simulator - Korea	✓	✓	✓
PAVCAS Simulator - França	✗	✓	✓
SIMUSYS - Espanha	✓	✓	✗
Phileas Project - Holanda	✗	✓	✓
UCDS - Canadá	✓	✓	✓
VTI Simulator - Suécia	✗	✓	✓
University of Beijing - China	✓	✓	✓
University of Tonghi- China	✓	✓	✓

Simulador de nível básico



<http://www.stisimdrive.com>

Simulador de nível básico



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível básico



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: <http://www.daimler.com/dccom>

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: DSC EUROPE 2012 Meeting

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível intermediário de realismo



Fonte: DSC 2012 - Arts et Métiers ParisTech

Simulador de nível intermediário de realismo – dados registrados

- Veículo

- Aceleração e desaceleração
- Posição na pista
- Velocidade

- Ambiente externo

- Densidade do tráfego
- Condições da pista
- Clima

- Motorista

- Movimentos dos olhos
- Movimentos das mãos, cabeça
- Comportamento geral

Simulador de nível intermediário de realismo



Simulador de alto realismo



Fonte: DSC 2012

Simulador de alto realismo



Fonte: University of Beijing

Simulador de alto realismo



Fonte: FERRARI – VI-GRADE

Simulador de alto realismo

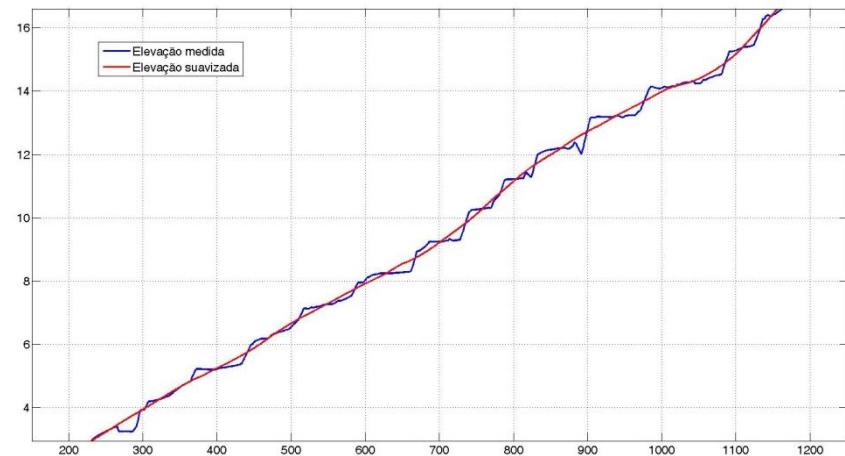
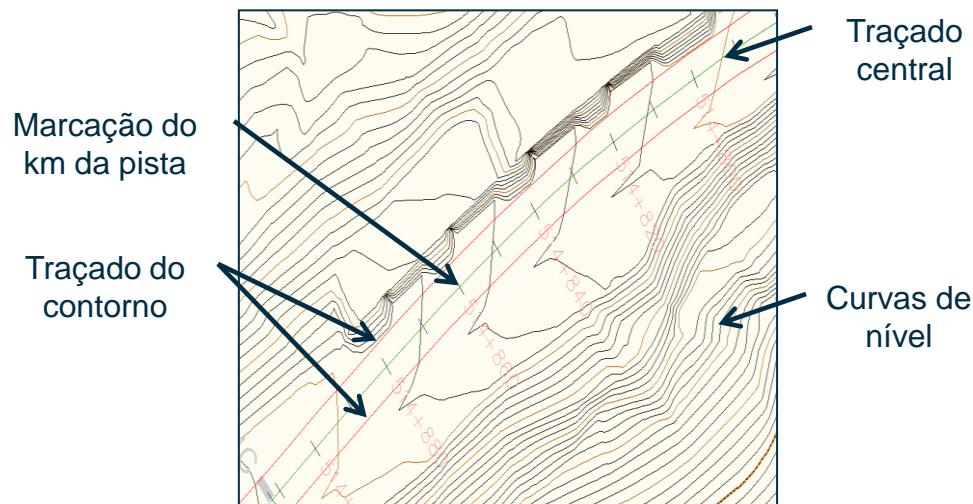


Fonte: FERRARI – VI-GRADE

9

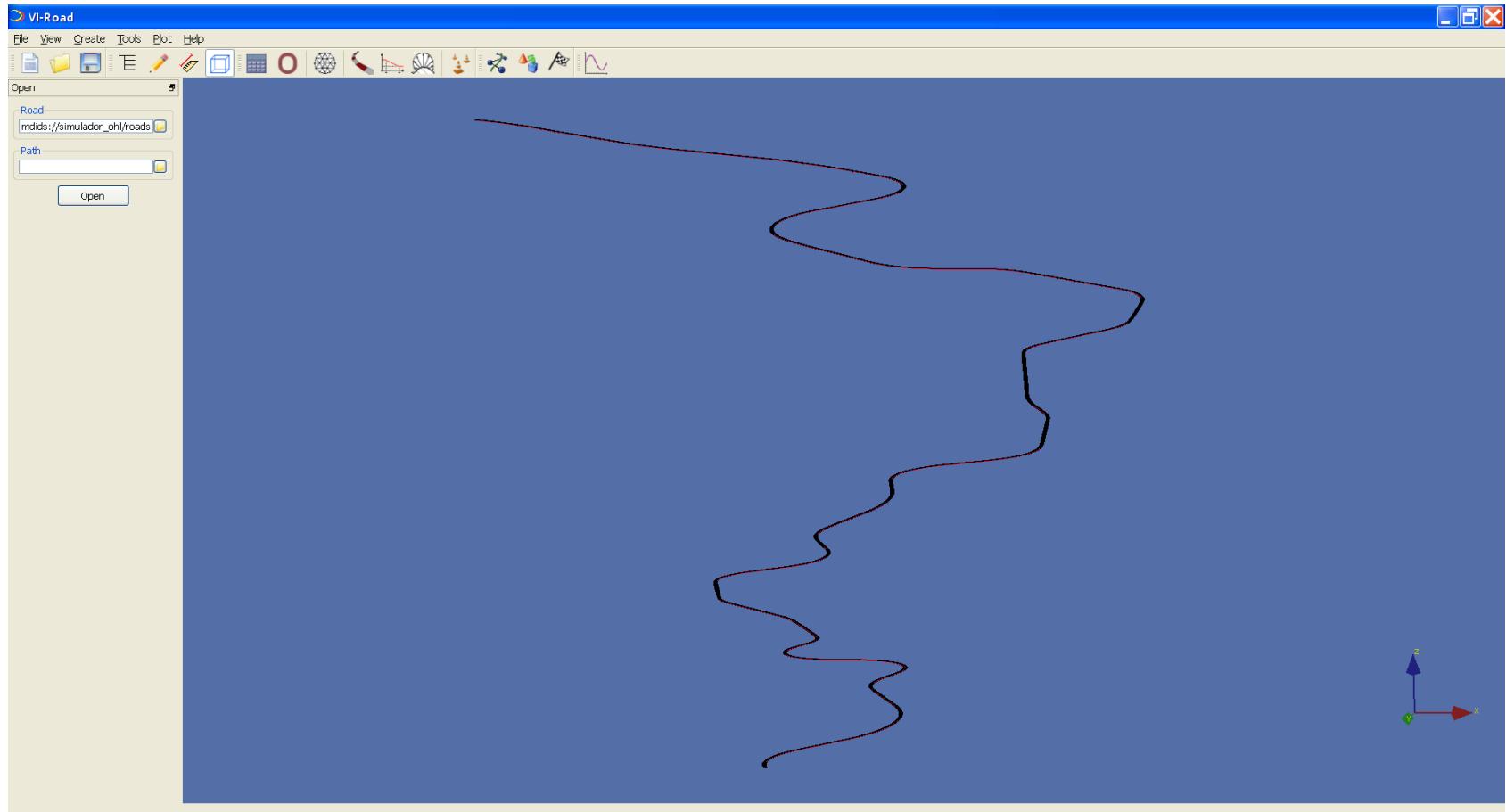
O SIMULADOR NA PESQUISA

INCLUSÃO DA PISTA DO SIMULADOR



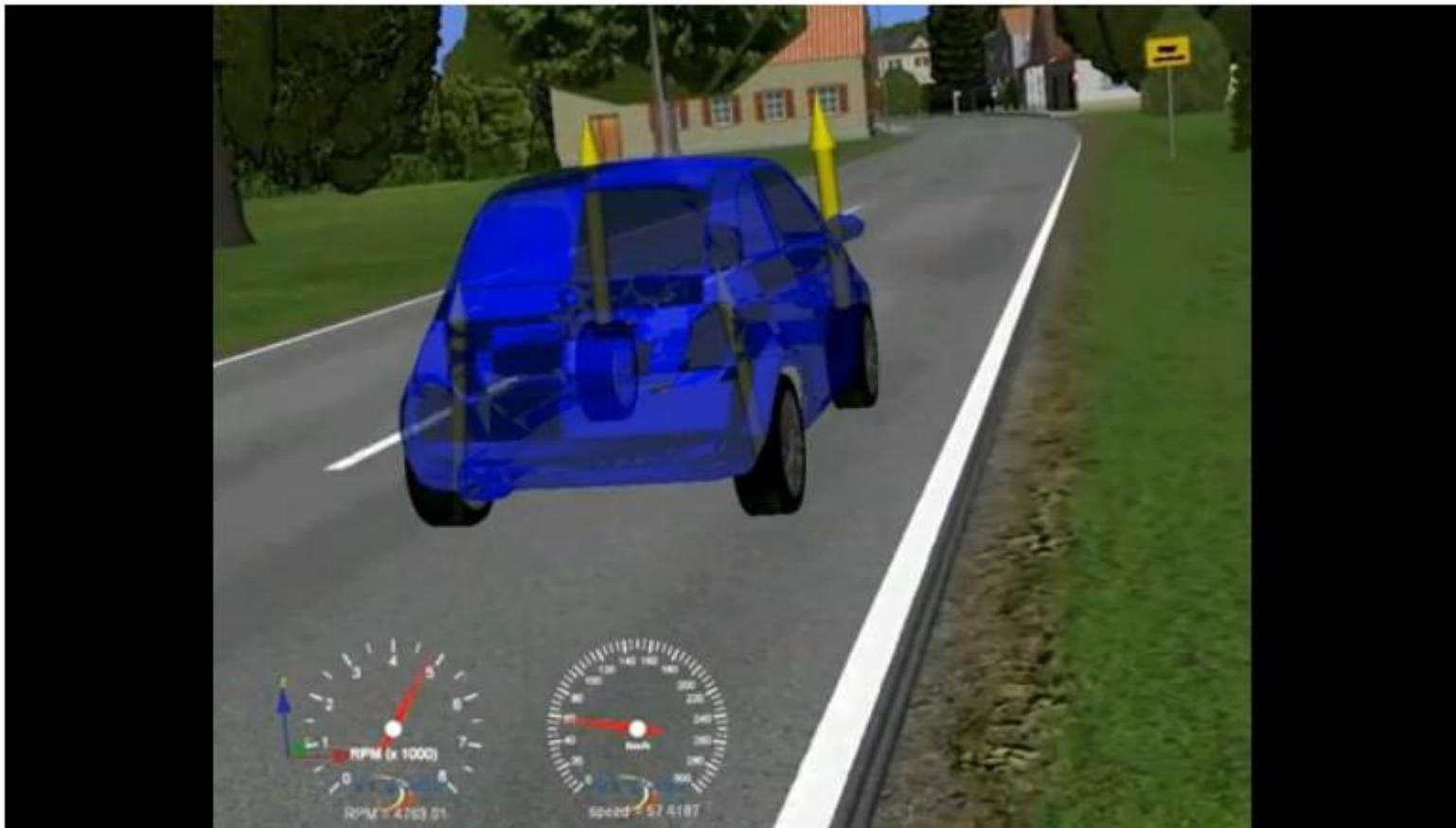
Fonte: VI_GRADE - MULTICORPOS

INCLUSÃO DA PISTA DO SIMULADOR

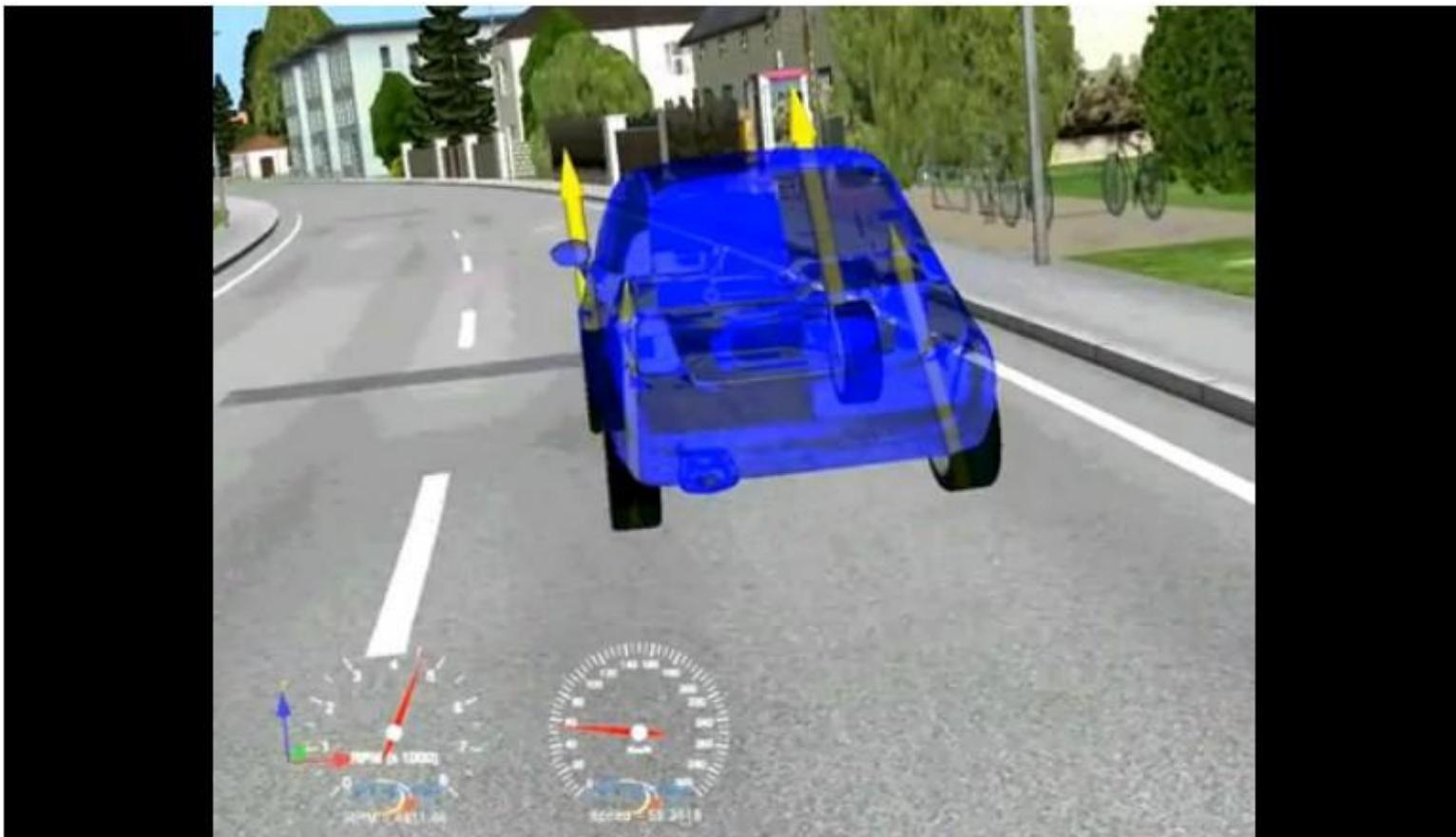


Vista do trecho

CRIAÇÃO DO VEÍCULO VIRTUAL



CRIAÇÃO DO VEÍCULO VIRTUAL



INCLUSÃO DO CARRO VIRTUAL NO SIMULADOR





Autopista
Régis Bittencourt




OBRIGADA!

larocca.ana@usp.br

**Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia de Transportes
Centro de Pesquisa em Segurança Viária e Pista Experimental**



Muito obrigado

www.arteris.com.br

www.autopistaregis.com.br

Autopista Régis Bittencourt

 arteris