



## ANÁLISE DA RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS E VIAS URBANAS COM AS CAUSAS DE ACIDENTES

Bruno Alexandre Brandimarte Leal

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Sandra Oda

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2014

ANÁLISE DA RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS E VIAS URBANAS  
COM AS CAUSAS DE ACIDENTES

Bruno Alexandre Brandimarte Leal

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Aprovada por:

---

Profa. Dra. Sandra Oda

---

Prof. Dr. Giovani Manso Ávila

---

Eng. Leonardo Santana Cavalcanti

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
FEVEREIRO DE 2014

Brandimarte Leal, Bruno Alexandre

Análise da Relação das Características das Rodovias e Vias Urbanas com as Causas de Acidentes/ Bruno Alexandre Brandimarte Leal – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2013.

XXVI, 109 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Sandra Oda

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2013

Referencias Bibliográficas: p. 92-98.

1. Acidentes de trânsito. 2. Infraestrutura viária  
3. Segurança de tráfego. 4. Avenida Menezes Cortes.  
5. Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá. I. Oda, Sandra.  
II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Walter e Raquel, por todo esforço dedicado à minha criação; por tanto amor, carinho e amizade dados de forma tão especial a mim; pelos nobres valores que me passaram, possibilitando eu ser, hoje, a pessoa que sou. Sem eles, nada na minha vida seria possível.

Agradeço a minha família que estiveram em muitos momentos da minha vida e sempre estiveram presentes como exemplo a ser dado.

A todos os meus amigos, o meu sincero agradecimento. Aos meus grandes amigos da faculdade, o meu muito obrigado por estarem ao meu lado colaborando para o sucesso nesses seis anos de uma trajetória árdua e vitoriosa.

Agradeço a UFRJ, ao DET e a meus professores pela minha excelente e diferenciada formação.

Agradeço aos Engenheiros Leonardo Santana Cavalcanti (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro) e Ely Emerson Santos da Costa (CET-Rio) pela disponibilização dos dados os quais deram base a este trabalho

Agradeço aos bombeiros do 2º Destacamento do 11º Grupamento de Bombeiros Militares pela sua total disponibilidade e simpatia no dia da visita.

Agradeço, por fim, à minha orientadora, Professora Sandra Oda, pela atenção e pelo importante estímulo nas diversas etapas do desenvolvimento do trabalho, sempre com uma predisposição ímpar, e por ter sido ao longo do período universitário uma grande amiga.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## ANÁLISE DA RELAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS E VIAS URBANAS COM AS CAUSAS DE ACIDENTES

Bruno Alexandre Brandimarte Leal

Fevereiro/2013

Orientadora: Sandra Oda

Programa: Engenharia Civil.

O objetivo deste trabalho foi analisar a relação de influência entre a causa de acidentes e as características das vias. Para isso foi desenvolvido um estudo de caso, considerando a Avenida Menezes Cortes (Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá), em ambos os sentidos. A partir de relatórios fornecidos pela CET-Rio e pela Prefeitura do Rio de Janeiro foram identificados 12 pontos críticos, onde o número de acidentes se apresenta bem elevado em relação à via como um todo. Foi realizada uma investigação de campo para apurar se as características da autoestrada têm contexto com as causas dos acidentes. Pode-se concluir que, nos pontos identificados no relatório, as características das vias têm grande relevância sobre os acidentes ocorridos. Apesar das limitações, espera-se que o estudo apresentado nesse projeto sirva como referência para futuras intervenções e melhorias da via.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF URBAN ROADS AND HIGHWAYS WITH  
ACCIDENTS CAUSES

Bruno Alexandre Brandimarte Leal

February/2013

Advisor: Sandra Oda

Department: Civil Engineering

The objective of this work is studying the relationship influence between the number of accidents and roads characteristics presenting as an example the Avenida Menezes Cortes (Autoestrada Grajaú-Jacarepagua), in both directions. From reports provided by the Traffic Company of Rio de Janeiro and the Mayor of Rio de Janeiro, 12 critical points, where the number of accidents appears quite high in relation to the road as a whole were identified. A field investigation was conducted to determine the characteristics of the freeway have context with the causes of accidents. Being able to arrive at the conclusion that, at the points identified in the report, characteristics of the tracks have great relevance on accidents. Despite the limitations, it is expected that the study presented in this project will serve as a reference for future interventions and roads improvements.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo do Estudo .....	6
1.2. Estrutura do Trabalho .....	6
<b>2. SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES DE TRÂNSITO ..</b>	<b>7</b>
2.1. Fatores Contribuintes nos Acidentes de Trânsito.....	7
2.2. O Risco no Trânsito .....	10
2.2.1. Avaliação do Risco .....	10
2.2.2. Exposição ao Risco .....	12
2.2.3. Percepção do Risco.....	14
2.3. Abordagem sobre os Acidentes de Trânsito .....	19
2.3.1. Gerenciamento dos Riscos .....	19
2.4. Estratégias proativas ou preventivas .....	20
<b>3. ANÁLISE DO FATOR VIÁRIO.....</b>	<b>22</b>
3.1. Relação das Características da Via e a Segurança de Tráfego ..	22
3.1.1. Traçado .....	24
3.1.2. Seção Transversal .....	27
3.1.3. Pavimento.....	32
3.1.4. Sinalização .....	34
3.1.5. Interseções .....	38
3.1.6. Acessos .....	41
3.1.7. Entorno .....	42
3.1.8. Drenagem .....	44
3.1.9. Iluminação .....	45
3.1.10. Travessias para Pedestres .....	47
3.1.11. Dispositivos de Controle de Tráfego .....	48
3.1.12. Faixas Auxiliares de Ultrapassagem .....	50
3.1.13. Publicidade .....	50
3.1.14. Estacionamento .....	51
3.1.15. Congestionamento.....	52
3.1.16. Velocidade .....	53
3.1.17. Vegetação.....	56

<b>4. ESTUDO DO CASO: AVENIDA MENEZES CORTES (ESTRADA GRAJAÚ-JACAREPAGUÁ).....</b>	<b>58</b>
4.1. Histórico e Importância Estratégica .....	58
4.2. Localização da via .....	60
4.3. Caracterização do Entorno .....	61
4.4. Caracterização do Tráfego .....	62
4.5. Caracterização do Projeto .....	64
4.6. Avaliação de Campo .....	66
4.6.1. Condições da Infraestrutura.....	66
4.6.2. Distribuição dos Acidentes.....	67
4.7. Visita aos Bombeiros.....	73
4.8. Análise dos Pontos Críticos.....	73
4.8.1. Ponto 1 .....	73
4.8.2. Ponto 2 .....	75
4.8.3. Ponto 3 .....	77
4.8.4. Ponto 4 .....	79
4.8.5. Ponto 5 .....	80
4.8.6. Ponto 6 .....	82
4.8.7. Ponto 7 .....	83
4.8.8. Ponto 8 .....	84
4.8.9. Ponto 9 .....	85
4.8.10. Ponto 10 .....	86
4.8.11. Ponto 11 .....	86
4.8.12. Ponto 12 .....	87
4.9. Resumo dos Pontos Críticos .....	89
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>90</b>
5.1. Considerações Finais e Conclusões.....	90
5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	91
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>
I- Traçado da Via .....	100



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Ranking da Causa de Mortes Mundiais .....	1
Tabela 1.2: Número de óbitos nos países em 2009 e em 2013 .....	2
Tabela 1.3: Número de óbitos em acidentes no Brasil entre 2000 e 2010.....	3
Tabela 1.4: Número de óbitos em acidentes de trânsito nas capitais brasileiras entre 2000 e 2010. ....	4
Tabela 2.1: Medidas de exposição ao risco no transito.....	13
Tabela 2.2: Elementos do processo de percepção do risco segundo os prejulgamentos pessoais realizados .....	16
Tabela 2.3 Tendências intuitivas na percepção do risco. ....	17
Tabela 2.4: Características da percepção do risco segundo o tipo de avaliador. ....	18
Tabela 3.1: Largura do Canteiro Central .....	30
Tabela 3.2: Impacto nos acidentes das faixas para os giros em interseções. ....	40
Tabela 3.3: Taxas de acidentes em vias urbanas em função do nível de controle de acessos .....	42
Tabela 3.4: Relação entre largura livre de obstáculos e o número de acidentes.....	43
Tabela 3.5: Relação entre a velocidade do motorista e o ângulo de visão. ....	54
Tabela 4.1: Distâncias entre Jacarepaguá e Centro do Rio de Janeiro em 1950. ....	59
Tabela 4.2: Contagens de Veículos por Categoria.....	63
Tabela 4.3:Tabela de Curvas da Avenida Menezes Cortes.....	65
Tabela 4.4: Raios das Curvas contidas no Ponto 3.....	78
Tabela 4.5: Raios das Curvas contidas no Ponto 4.....	80
Tabela 4.6: Raios das Curvas contidas no Ponto 5.....	81
Tabela 4.7: Raios das Curvas contidas no Ponto 6.....	82
Tabela 4.8: Raios das Curvas contidas no Ponto 7.....	83
Tabela 4.9: Tabela Indicativa dos problemas nos pontos.....	89

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:Fatores que Afetam a Segurança de Trânsito.....	8
Figura 2.2: Processo de avaliação do risco.....	11
Figura 2.3: Número de mortos em acidentes de trânsito para cada milhão de habitantes na UE. Período 1970 - 2000. ....	20
Figura 2.4: Representação esquemática do GSV. ....	21
Figura 3.1: Estrutura Conceitual de Vinculação entre Meio Ambiente Construído para Segurança no Trânsito.....	23
Figura 3.2: Locais problemáticos de interação traçado/entorno complexa. ....	25
Figura 3.3: Locais problemáticos em função da seção transversal. ....	27
Figura 3.4: Exemplos de Canteiros Centrais. ....	29
Figura 3.5: Locais com Desníveis e Deformações no pavimento ..... 33	33
Figura 3.6: Tachões de LED Alimentados com Energia Solar.....	37
Figura 3.7: Exemplos de canalizadores e delineadores. ....	37
Figura 3.8: Sinalizadores Sonoros ou Rumble Strips. ....	38
Figura 3.9: Efeito dos alinhamentos das aproximações nos índices de acidentes. ....	39
Figura 3.10: Pontos de conflito e possível medida corretiva.....	40
Figura 3.11: Interseção com visibilidade muito reduzida. ....	41
Figura 3.12: Exemplos de Atenuadores de Impacto.....	43
Figura 3.13: Efeito do spray em diferentes pavimentos.....	45
Figura 3.14: Acidentalidade horária em vias de Valência, Espanha. Ano de 2000. ....	46
Figura 3.15: Exemplos de Travessias de Pedestres Superiores e Inferiores, respectivamente. ....	47
Figura 3.16: Local com excesso de elementos publicitários.....	51
Figura 3.17: Exemplo de Estacionamento Inapropriado de Veículo. ....	52
Figura 3.18: Exemplos de Congestionamentos em Estradas do Estado do Rio de Janeiro. ....	53
Figura 3.19: Relação entre a variação da velocidade e a variação dos acidentes.....	55
Figura 3.20: Problemas originados pela falta de controle da vegetação.....	57
Figura 4.1: (a)Seção Transversal da Estrada Grajaú-Jacarepaguá (esquerda) e (b)Vista de parte de seu traçado (direita) na época de sua construção.....	58
Figura 4.2: (a) Vista da Estrada Grajaú-Jacarepaguá (esquerda) e (b) Vista de parte de seu traçado (direita) após a obra de duplicação.....	60
Figura 4.3: Traçado da Avenida Menezes Cortes. ....	61
Figura 4.4: Interseções da Avenida Menezes Cortes no Bairro do Grajaú. ....	62
Figura 4.5: Interseções da Avenida Menezes Cortes no Bairro de Jacarepaguá. ....	62
Figura 4.6: Passarelas da Avenida Menezes Cortes.....	64
Figura 4.7: Placa indicativa no inicio da via.....	67
Figura 4.8: Ponto 1 .....	68
Figura 4.9: Ponto 2 .....	68
Figura 4.10: Pontos 3, 4, 5 e 14.....	69
Figura 4.11: Pontos 6, 7, 12 e 13.....	69
Figura 4.12: Pontos 8, 9 10 e 11 .....	69
Figura 4.13: Ponto 1 .....	70
Figura 4.14: Ponto 2 .....	71
Figura 4.15: Ponto 3 .....	71
Figura 4.16: Ponto 4 .....	71
Figura 4.17: Ponto 5 .....	72
Figura 4.18: Ponto 6 .....	72
Figura 4.19: Ponto 7 .....	72

Figura 4.20: Localização Geográfica do Ponto 1.....	73
Figura 4.21: Marcas nas barreiras de concreto centrais (Ponto 1). ....	74
Figura 4.22: Proteção inadequada e inexistente (Ponto 1).....	74
Figura 4.23: Carros envolvidos no acidente (Ponto 1).....	75
Figura 4.24: Localização Geográfica do Ponto 2.....	75
Figura 4.25: Marcas nas Barreiras de Concreto Centrais.....	76
Figura 4.26: Proteção inadequada e inexistente (Ponto 2).....	76
Figura 4.27: Superelevação Invertida e presença de veículos estacionados no acostamento. ....	77
Figura 4.28: Defeitos no pavimento (Ponto1).....	77
Figura 4.29: Localização Geográfica do Ponto 3.....	78
Figura 4.30: Vegetação limitando a visibilidade na Curva 23. ....	78
Figura 4.31: Falta de Superelevação. ....	79
Figura 4.32: Localização Geográfica do Ponto 4.....	79
Figura 4.33: Vegetação limitando a visibilidade na Curva 23. ....	80
Figura 4.34: Localização Geográfica do Ponto 5.....	80
Figura 4.35: Localização Geográfica do Ponto 6.....	82
Figura 4.36: Seção Transversal da Curva 45.....	82
Figura 4.37: Localização Geográfica do Ponto 7.....	83
Figura 4.38: Características da Curva 49.....	84
Figura 4.39: Características da Curva 48.....	84
Figura 4.40: Localização Geográfica do Ponto 8.....	85
Figura 4.41: Localização Geográfica do Ponto 9.....	85
Figura 4.42: Localização Geográfica do Ponto 10.....	86
Figura 4.43: Inseguranças no Ponto 10. ....	86
Figura 4.44: Localização Geográfica do Ponto 11.....	87
Figura 4.45: Localização Geográfica do Ponto 12.....	87
Figura 4.46: Problemas quanto a Drenagem no Ponto 12.....	88
Figura 4.47: Localização do Lava a Jato.....	88

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar dos grandes esforços realizados no Brasil e no mundo no que se refere a segurança rodoviária, os acidentes de trânsito ainda se apresentam como um sério transtorno de saúde pública.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, divulgados em 2009, referentes ao ano de 2004, o número de mortes em acidentes de trânsito ocupavam o nono lugar no ranking de causas de mortes, correspondendo a 2,1% de todas as mortes, como mostrado na Tabela 1.1. A previsão para 2030 ainda é mais assustadora quando essa posição “salta” para a quarta colocação, atingindo 3,6% das mortes mundiais.

**Tabela 1.1:** Ranking da Causa de Mortes Mundiais

	<i>Causas das mortes</i>	<i>% das mortes</i> <i>(2004)</i>	<i>% das mortes</i> <i>(2030)</i>
1º	Doenças cardíacas	12,2%	14,2%
2º	Doenças cerebrovasculares	9,7%	12,1%
3º	Doenças respiratórias	7,0%	3,8%
4º	Doenças pulmonares crônicas	5,1%	8,6%
5º	Diarréia	3,6%	-
6º	HIV/AIDS	3,5%	1,8%
7º	Câncer de pulmão, traquéia e brônquios	2,3%	3,4%
8º	Tuberculose	2,5%	1,0%
9º	<b>Acidentes de Trânsito</b>	<b>2,2%</b>	<b>3,6%</b>
10º	Mortalidade infantil	2,0%	-

Fonte: adaptado de Global Status Report on Road Safety, WHO, 2009

O Brasil se destaca nessas estatísticas ao ter se posicionado em quinto lugar com 35.155 óbitos em 2004, atrás da Índia (105.725), China (96.611), Estados Unidos (42.642) e Federação Russa (35.942) (WHO, 2009). Ao se atualizar os dados para o ano de 2013, a situação fica ainda mais crítica ao se notar que o país do futebol sobe duas posições e ocupa a terceira posição com dados estimados de 36.499 mortos. (WHO, 2013). Os dados dos dois relatórios da WHO estão apresentados na Tabela 1.2.

**Tabela 1.2:** Número de óbitos nos países em 2009 e em 2013

2009			2013			
	Países	Nº de mortes (2009)		Países	Nº de mortes (2013)	Δ
1º	Índia	105.725	1º	Índia	130.037	23,00%
2º	China	96.611	2º	China	70.134	-27,41%
3º	Estados Unidos	42.642	3º	<b>Brasil</b>	<b>36.499</b>	<b>3,82%</b>
4º	Federação Russa	35.972	4º	Estados Unidos	32.885	-22,88%
5º	<b>Brasil</b>	<b>35.155</b>	5º	Indonésia	31.234	88,75%
6º	Irã	22.918	6º	Federação Russa	26.567	-26,15%
7º	México	22.103	7º	Irã	23.249	1,44%
8º	Indonésia	16.548	8º	México	17.301	-21,73%
9º	África do Sul	16.113	9º	África do Sul	14.804	-8,12%
10º	Egito	15.948	10º	Tailândia	13.365	6,99%

Fonte: adaptado de Global Status Report on Road Safety, WHO, 2009 e 2013

Porém, segundo WAISELFISZ (2012), os dados de mortes em acidentes ultrapassou os 40 mil óbitos, chegando ao número de 40.989. Dados esses que são preocupantes, uma vez que países desenvolvidos e os emergentes, chamados BRICS, apresentaram tendência de queda dos resultados, excetuando-se a Índia.

Focando-se no Brasil e na distribuição dos acidentes pelos seus estados, vê-se uma concentração na Região Sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais. (WAISELFISZ, 2012). Os dados apresentados na Tabela 1.3 permitem visualizar a situação das unidades federais e regiões brasileiras com relação à mortalidade no trânsito. As condições das capitais brasileiras, mostradas na Tabela 1.4, demonstram uma grande concentração de óbitos nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo.

**Tabela 1.3:** Número de óbitos em acidentes no Brasil entre 2000 e 2010.

UF/REGIÃO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	Δ %
ACRE	88	100	110	100	85	96	80	100	113	119	134	52,3
AMAPÁ	94	112	121	116	117	109	120	100	91	108	120	27,7
AMAZONAS	324	264	301	312	354	385	421	360	375	368	469	44,8
PARÁ	639	714	806	852	859	970	1.010	1.072	1.119	1.024	1.355	112,1
RONDÔNIA	316	293	341	370	341	336	416	355	453	497	608	92,4
RORAIMA	110	125	139	82	70	104	110	144	121	127	146	32,7
TOCANTINS	321	322	350	366	463	366	355	436	456	455	529	64,8
NORTE	1892	1930	2168	2198	2289	2366	2512	2567	2728	2698	3361	77,6
ALAGOAS	555	552	589	520	568	594	579	668	601	673	799	44,0
BAHIA	1.205	1.200	1.320	1.299	1.313	1.781	1.745	1.940	1.736	1.847	2.263	87,8
CEARÁ	1.232	1.351	1.503	1.559	1.671	1.726	1.669	1.684	1.691	1.529	2.011	63,2
MARANHÃO	438	499	648	664	751	897	832	1.012	1.148	1.130	1.270	190,0
PARAIBA	396	424	652	532	636	652	700	702	799	783	838	111,6
PERNAMBUCO	1.432	1.336	1.489	1.399	1.407	1.416	1.444	1.440	1.548	1.751	1.917	33,9
PIAUÍ	449	441	536	541	585	642	779	780	833	912	1.040	131,6
RIO GRANDE DO NORTE	456	417	419	383	429	455	485	472	463	501	596	30,7
SERGIPE	355	358	430	399	450	387	375	441	476	537	631	77,7
NORDESTE	6518	6578	7586	7296	7810	8550	8608	9139	9295	9663	11365	74,4
ESPIRITO SANTO	835	849	949	858	874	875	944	1.046	1.069	961	1.128	35,1
MINAS GERAIS	2.247	2.600	2.832	3.020	3.370	3.457	3.705	3.848	4.001	3.934	4.044	80,0
RIO DE JANEIRO	2.596	2.718	2.824	2.829	2.906	2.924	3.092	2.715	2.614	2.347	2.296	-11,6
SÃO PAULO	5.978	6.894	6.389	7.009	7.028	7.168	7.121	7.399	7.499	6.909	6.946	16,2
SUDESTE	11.656	13.061	12.994	13.716	14.178	14.424	14.862	15.008	15.183	14.151	14.414	23,7
PARANÁ	2.472	2.501	2.624	2.796	3.124	3.019	2.969	3.196	3.217	3.134	3.436	39,0
RIO GRANDE DO SUL	1.875	1.771	2.077	2.012	2.086	2.008	1.938	1.905	2.009	2.008	2.233	19,1
SANTA CATARINA	1.496	1.558	1.664	1.675	1.822	1.882	1.953	1.925	1.850	1.839	1.847	23,5
SUL	5.843	5.830	6.365	6.483	7.032	6.909	6.860	7.026	7.076	6.981	7.516	28,6
DISTRITO FEDERAL	580	553	603	681	583	607	576	626	616	582	638	10,0
GOIÁS	1.358	1.342	1.528	1.414	1.585	1.524	1.397	1.437	1.613	1.693	1.819	33,9
MATO GROSSO	747	726	883	749	928	875	865	909	1.050	1.115	1.089	45,8
MATO GROSSO DO SUL	401	504	626	601	700	739	687	695	712	711	787	96,3
CENTRO-OESTE	3086	3125	3640	3445	3796	3745	3525	3667	3991	4101	4333	40,4
BRASIL	28.995	30.524	32.753	33.138	35.105	35.994	36.367	37.407	38.273	37.594	40.989	41,4

Fonte: WAISELFISZ, 2012.

**Tabela 1.4:** Número de óbitos em acidentes de trânsito nas capitais brasileiras entre 2000 e 2010.

CAPITAIS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	Δ %
PORTO VELHO	120	86	130	124	124	104	191	170	181	196	260	116,7
RIO BRANCO	72	81	81	66	59	71	52	81	82	99	94	30,6
MANAUS	257	216	231	259	262	295	349	281	275	241	344	33,9
BOM VISTA	65	74	104	52	37	73	78	103	85	88	96	47,7
BELEM	232	234	285	302	247	325	181	142	138	126	151	-34,9
MACAPA	83	101	110	97	98	90	102	83	73	88	95	14,5
PALMAS	74	55	70	79	68	64	76	108	80	99	102	37,8
NORTE	903	847	1.011	979	895	1.022	1.029	968	914	937	1.142	26,5
SÃO LUÍS	109	156	188	185	191	220	210	242	295	281	297	172,5
TERESINA	223	252	277	289	284	276	354	384	370	374	467	109,4
FORTALEZA	436	517	633	566	612	627	612	626	438	366	594	36,2
NATAL	155	146	110	104	97	112	81	84	110	102	110	-29,0
JOÃO PESSOA	156	171	202	178	178	199	174	181	199	205	226	44,9
RECIFE	512	498	521	505	543	520	494	524	540	586	659	28,7
MACEIÓ	244	303	280	223	227	240	225	203	214	202	245	0,4
ARIQUAÍ	159	174	179	189	204	177	200	189	227	278	278	74,8
SALVADOR	123	170	177	171	141	490	484	394	164	164	195	58,5
NORDESTE	2.117	2.387	2.567	2.410	2.477	2.861	2.834	2.827	2.557	2.558	3.071	45,1
BELO HORIZONTE	509	624	578	570	608	596	708	669	647	596	368	-27,7
VITÓRIA	143	152	161	160	160	174	153	161	171	146	141	-1,4
RIO DE JANEIRO	1.024	1.128	1.144	1.023	1.104	970	1.065	718	892	852	842	-17,8
SÃO PAULO	720	1.675	824	1.527	1.445	1.579	1.587	1.643	1.557	1.481	1.261	75,1
SUDESTE	2.396	3.579	2.707	3.280	3.317	3.319	3.513	3.191	3.267	3.075	2.612	9,0
CURITIBA	463	461	461	487	536	529	483	513	500	447	400	-13,6
FLORIANÓPOLIS	94	85	96	93	102	119	147	115	129	91	95	1,1
PONTO ALEGRE	364	307	376	344	328	303	260	248	271	271	246	-32,4
SUL	921	853	933	924	966	951	890	876	900	809	741	-19,5
CAMPO GRANDE	143	177	201	203	218	239	208	198	227	192	227	58,7
CIANÁ	169	154	225	159	156	153	156	165	192	193	207	22,5
GOIÂNIA	486	444	535	559	568	580	524	585	597	606	676	39,1
BRASÍLIA	580	553	603	681	583	607	576	626	616	582	638	10,0
CENTRO-OESTE	1.378	1.328	1.564	1.602	1.525	1.579	1.464	1.574	1.632	1.573	1.748	26,9
BRASIL-CAPITAIS	7.715	8.994	8.782	9.195	9.180	9.732	9.730	9.436	9.270	8.952	9.314	20,7

Fonte: WAISELFISZ, 2012

Embora seja notável que um grande número de acidentes tenha a causa classificada como fator humano, ressalta-se que a intervenção viária muitas vezes é utilizada para reduzir sensivelmente o número de acidentes. Com base nisso, NODARI e LINDAU (2004, *apud* ALMÍCAR, 2010) afirmam que “ambientes viários complexos podem imputar exigências excessivas sobre a habilidade de motoristas médios. Mais simples e menos oneroso que treinar motoristas para níveis de habilidade superiores, seria investir em medidas de engenharia para simplificar o ambiente viário de forma a facilitar o ato de dirigir. É importante destacar que as medidas de engenharia são

*apontadas como capazes de influenciar mudanças mais rápidas no comportamento do motorista do que medidas de educação ou fiscalização. É o caso do fator via, no qual atuações sobre ele para adequar os ambientes rodoviários e aumentar as condições de segurança permitem uma diminuição mais rápida e maior do número e da gravidade dos acidentes de trânsito”.*

O Governo brasileiro, no intuito de reduzir o número e as consequências dos acidentes, elaborou diversas ações e estratégias. Com a Criação do Programa de Redução dos Acidentes de Trânsito (PARE) em 1993, priorizou-se o desenvolvimento de estudos buscando a melhoria do ambiente viário, principalmente no que tange às condições das vias, à sinalização e à operação e ao desenvolvimento de metodologias para identificar, com maior precisão, os fatores contribuintes dos acidentes e planejar ações corretivas (MT, 2013). Também, com a participação do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), são fomentados projetos e campanhas educativas destinadas à diminuição dos acidentes de trânsito (DENATRAN, 2013).

Apesar da tendência em subestimar os efeitos das características e das condições da via sobre a ocorrência de acidentes de trânsito, o sistema viário, no seu conjunto, cria situações que podem induzir os motoristas a cometer erros de percepção ou de reação e, conseqüentemente, propícias para a ocorrência de acidentes (MAIA, 1995; SAMPEDRO, 2006). Ambientes viários complexos podem afetar principalmente motoristas e pedestres pouco experientes, mas em determinadas ocasiões também levam condutores habilitados a enfrentar exigências e riscos inesperados (NODARI, 2003).

Porém, PICADO (2005) reconhecem que os estudos sobre o efeito das características da via sobre a segurança do tráfego são recentes e limitados. As limitações desse conhecimento estão relacionadas especialmente à direção da influência da característica sobre a segurança, à magnitude da influência, à ausência de qualquer entendimento sobre o efeito de algumas características sobre a segurança e à precariedade da disponibilidade de dados de acidentes no âmbito brasileiro.

Diante do que foi exposto, vê-se a necessidade de aprofundar o estudo de segurança no tráfego em rodovias e vias urbanas com uma análise que relacione as características físicas e operacionais à segurança das vias. Esse trabalho irá apresentar um Estudo de Caso para exemplificar que essas vinculações se fazem presentes.



## **1.1. Objetivo do Estudo**

Este trabalho visa analisar a influência das características da via sobre a ocorrência de acidentes. Foi realizado um estudo e uma análise do efeito das características das rodovias e vias urbanas, utilizando-se um estudo de caso como uma ferramenta que exemplifique a tomada de decisão sobre a aplicação de recursos destinados ao melhoramento das condições de segurança da via.

Algumas questões são importantes para avançar no entendimento do efeito das características das rodovias e vias urbanas sobre a segurança do tráfego e, portanto essas questões deverão ser respondidas com o desenvolvimento da pesquisa e são as seguintes:

- 1) Quais são as características físicas e operacionais ideais das rodovias e vias urbanas brasileiras?
- 2) Como as características físicas e operacionais das rodovias e vias urbanas se relacionam com a segurança de tráfego?

## **1.2. Estrutura do Trabalho**

No Capítulo 2 são apresentados, com base na revisão bibliográfica, os fatores contribuintes e sua influência na ocorrência de acidentes de trânsito. Abordam-se as principais questões relacionadas com os riscos no tráfego, assim como os processos de avaliação e percepção de riscos como ferramentas importantes para reduzir os impactos dos acidentes de trânsito. Com isso, pretende-se entender os aspectos e as complexidades próprias destes processos.

No Capítulo 3 será abordado o estudo do conjunto viário e a sua influência na segurança dos pedestres e motoristas. É apresentado um resumo dos principais componentes físicos e operacionais da infraestrutura da via sobre a segurança. São relacionados os efeitos das principais características observadas nas maiorias das vias como, por exemplo, o projeto geométrico e seus elementos, os dispositivos de sinalização, os aspectos relacionados a seção transversal, a qualidade do pavimento utilizado, como são realizadas as interseções, e os dispositivos de controle. Na parte final é enfatizado o estudo das rodovias e vias urbanas, em especial ao estudo de caso posteriormente enunciado, tratando os seus aspectos operacionais, e gerenciais.

No Capítulo 4 apresenta-se um estudo de caso para exemplificar os aspectos analisados, considerando os acidentes e prováveis causas com as características dos pontos fornecidos pela Prefeitura do Rio de Janeiro e pela CET-Rio.

O Capítulo 5 traz as considerações finais do estudo, assim como as principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES DE TRÂNSITO**

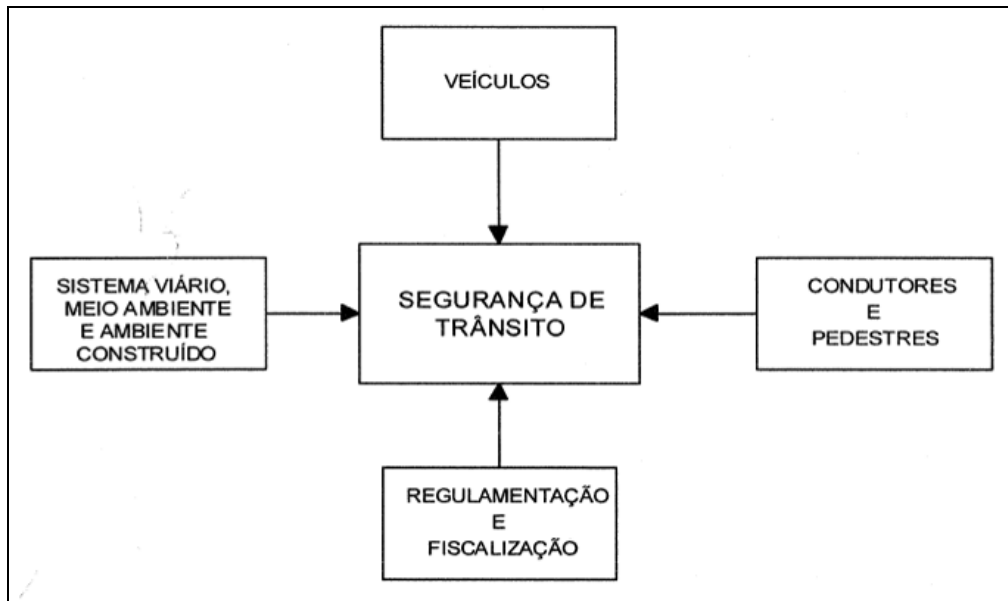
Não se pode restringir a análise dos problemas de segurança viária apenas à simples consideração da soma total e da severidade dos acidentes de trânsito acontecidos em determinada via ou região (TRB, 2004). Geralmente, é a abrangência de um conjunto de condições e fatores interligados na segurança viária que propiciam a circulação e interação dos diferentes elementos do sistema de tráfego na rede viária sob níveis aceitáveis de risco e de forma suficientemente segura.

Para abordar os problemas de segurança viária é importante conhecer os diferentes fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes de trânsito e os riscos associados a estes. É necessário aprofundar o entendimento da natureza e dos tipos de riscos presentes no tráfego, da maneira como os usuários do trânsito percebem e reagem diante das diferentes situações e quais são os mecanismos existentes para a avaliação e o gerenciamento dos elementos de risco.

### **2.1. Fatores Contribuintes nos Acidentes de Trânsito**

Quando se fala na questão de segurança de tráfego, GOLD (1998) propõe isolar, primeiramente, os principais elementos constituintes do sistema de trânsito, como os veículos, as pessoas, o ambiente institucional, e o meio ambiente e as vias.

Todos esses elementos são interagidos a partir da entrada do homem em cada um desses componentes, como mostrado na Figura 2.1. O homem pode desempenhar vários papéis: pedestre, motorista, ciclista, motociclista, ou até mesmo agente de trânsito. Como motorista, suas ações serão respostas aos estímulos fornecidos pelo meio ambiente, cenários da circulação. (GOLD, 1998)



**Figura 2.1:**Fatores que Afetam a Segurança de Trânsito  
 Fonte: GOLD (1998)

- Fator Veicular

São os fatores relacionados diretamente ao automóvel desde o projeto de segurança e fabricação até as questões de manutenção e conservação do veículo. Um acidente em que o fator veicular é a maior causa, a análise a ser feita deverá ser feita em cima dos mecanismos de controle e direção do veículo: Falha do sistema de freios, má conservação dos pneus, problemas com a suspensão e o não acionamento dos airbags são exemplos das causas veiculares nos acidentes.

- Fator Humano

O fator humano refere-se a inúmeras atribuições que afetam o comportamento humano no que consiste o ambiente de tráfego, indo desde aspectos mais amplos como a condição social, sexo, idade, físico e psicológico até aspectos mais singulares como inexperiência no trânsito, personalidade ou deficiências. Pode-se classifica-lo em três áreas distintas: comportamental, cognitiva e fisiológica.

- Aspectos Comportamentais

Resume-se às características psicológicas do homem, seja em qual papel desempenha no trânsito. A exemplo disso pode-se assumir tais aspectos como a personalidade do motorista no trânsito, a educação da sociedade ao entorno das vias, a prudência dos ciclistas, as noções de responsabilidades dos pedestres etc.

- Aspectos Cognitivos

Relaciona-se às características de aprendizado ou inexperiência do homem. A exemplo disso têm-se questões do poder de julgamento do agente de trânsito, o grau

e tempo de instrução do motorista e o grau de conhecimento das regras de trânsito na sociedade em geral.

- Aspectos Fisiológicos

Concerne ao grau de alteração das funções corporais do homem. Esse é o aspecto, provavelmente, que mais aparece nos boletins de ocorrência policiais. A exemplo disso têm-se questões de embriaguez, estresse, sonolência, efeito de medicamentos, cansaço e deficiências físico-motoras.

- Fator Institucional

Difícilmente é relacionado nas análises de acidentes de pontos críticos, porém é um fator de destaque. Nesse fator estão incluídos, principalmente a regulamentação e a fiscalização. Pode-se citar a este fator os exemplos de inadequação do treinamento dos condutores brasileiros, as lacunas de informação, que ainda seguindo as diretrizes do Código de Trânsito Brasileiro podem estar deixando a desejar e as questões de falta de fiscalização ou presença policial nos lugares e a impunidade das situações pós-acidentes. Vale lembrar que a falta ou escassez do fator institucional não retira os deveres e direitos dos usuários.

- Fator Ambiental

Os fatores ambientais são pouco mencionados, mas também são fatores contribuintes dos acidentes. Os fenômenos da natureza que podem ser atribuídos como principais elementos são: chuva e neve, que reduzem a aderência entre o veículo e a pista, ventos, dependendo de sua intensidade, e neblina e o período de variação entre dia e noite, uma vez que o guia do automóvel fica suscetível à redução da luminosidade e visibilidade.

- Fator Viário

O ambiente viário se mal projetado pode criar situações propícias a acidentes. Ao se discutir sobre o ambiente viário, discutem-se todos os elementos que compõem o fator viário: projeto geométrico, sinalização, condições da pavimentação, funcionalidade dos dispositivos de drenagem e as características urbanas da via.

Vale lembrar, como dito anteriormente, que um acidente não possui apenas um fator para a sua ocorrência, mas todos os fatores estão relacionados e interagidos, e são ocasionadores desse acontecimento. Para SAMPEDRO (2010) é notável a tendência de se considerar os aspectos ligados apenas ao fator humano como responsáveis pela ocorrência de acidentes de trânsito, sem levar em conta os elementos relacionados a via e ao veículo, podendo, assim, potencializar as falhas humanas.

## **2.2. O Risco no Trânsito**

A palavra risco comumente é utilizada para denotar situações muito perigosas. No entanto, ao se discutir risco, prende-se a situações em que o usuário se sinta vulnerável seja à possibilidade de prejuízo ou de algum dano. Perigo e risco são palavras que são distinguíveis, uma vez que a primeira se associa a probabilidade de algum acidente, o segundo propicia uma situação mais geral onde qualquer dano pode estar associado. Em outras palavras, o acidente é uma consequência ao risco. De acordo com DIÓGENES (2008), *“na engenharia define-se risco como a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado resultando em perda ou dano, esteja esse relacionado à saúde, à propriedade, ao meio ambiente ou ao bem estar”*.

Pode-se associar o risco no trânsito sendo associado a quatro elementos principais que são influenciados pelos fatores anteriormente descrito::

- 1) Exposição ao risco (fatores econômicos e demográficos, uso e ocupação do solo, planejamento e organização do trânsito);
- 2) Probabilidade do acidente (velocidade inadequada, uso de álcool e drogas, desenho e traçado da via, condições de manutenção da via e do veículo);
- 3) Severidade do acidente (não utilização dos elementos de segurança passiva dos veículos, velocidade, obstáculos laterais), e
- 4) Consequências do acidente (tempo de reação das autoridades, presença de fogo ou substâncias tóxicas, falhas na atenção médica).

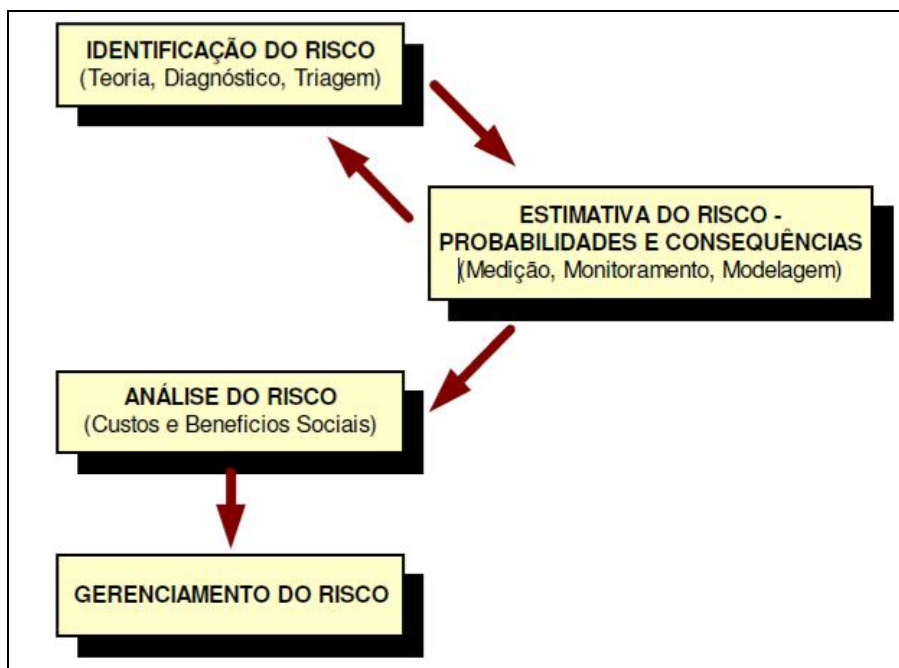
### **2.2.1. Avaliação do Risco**

Avaliação de risco pode ser definida pelo processo no qual os componentes associados a determinado risco são fixados (RENN, 1998). Pode ser quantitativa, semi-quantitativa ou qualitativa, dependendo de aspectos como a natureza do perigo, a utilização da avaliação, os recursos e as informações disponíveis. PARKIN e BALBUS (2000) relatam a complexidade do processo que pode envolver questões e matérias variadas, solicitando diferentes níveis de detalhamento técnico.

O objetivo da avaliação de risco é estimar a probabilidade e a severidade de um determinado evento acontecer. Pode ser usada para obter informações que subsidiem a tomada de decisão nos processos de gerenciamento dos riscos ou de regulação e regulamentação da segurança (COWELL et al., 2002).

Envolvem-se, geralmente, quatro etapas nas avaliações de risco: identificação do risco, estimativa do risco, análise do risco e gerenciamento do risco. Na primeira fase, procura-se reconhecer e avaliar os potenciais de perturbação dos riscos, com a identificação das alternativas de ação ocorre a decisão quanto a evitar, reduzir,

transferir ou assumir os riscos identificados; na fase de elaboração da política de riscos, estabelecem-se os objetivos e programas de prevenção e financiamento dos riscos; a última fase trata da execução das etapas anteriores e seu controle. Em cada uma dessas etapas é necessário levar em conta questões como a probabilidade da ocorrência e a severidade dos eventos, as circunstâncias que influenciam determinados acontecimentos e as dificuldades para solucionar ou diminuir os problemas encontrados. A Figura 2.2 representa o processo comum de avaliação do risco.



**Figura 2.2:** Processo de avaliação do risco  
Fonte: SAMPEDRO, 2010

Como fase de identificação do risco pode-se entender um processo de dedução no qual se procuram ameaças, combinações de situações e os danos potenciais para um objeto de interesse (ALE, 2002). No ambiente viário, podem ser utilizadas diferentes técnicas para a identificação desses perigos potenciais, entre as quais: análise de estatísticas de acidentes, análise de falhas e efeitos, estudo de pontos críticos, estudos do tipo antes e depois, técnicas de conflitos de tráfego e auditorias de segurança viária (DIÓGENES, 2008).

A fase de estimativa dos riscos está bem relacionada com os fatores identificados na etapa anterior. Nesta etapa, os cenários da análise são estabelecidos e as maneiras de se quantificar as consequências potenciais e as probabilidades de ocorrência do evento são avaliadas (ALE, 2002). Os fatores humanos devem ser considerados especialmente, já que influenciam em cada cenário, inclusive na qualificação dos avaliadores.

Na terceira fase, as informações obtidas nas etapas anteriores são combinadas com as probabilidades do entorno para completar a descrição do risco. Em geral, são feitas análises quantitativas que dão resultados menos ambíguos e são mais consistentes e controláveis. Apesar de que seja possível chegar a resultados concretos a partir da comparação dos valores obtidos, é comum que a redução do nível de risco deva ser decidida com base em uma avaliação de benefício-custo.

A última etapa aparece com o principal objetivo de selecionar e implementar as medidas para diminuir e gerenciar os riscos. Devem-se considerar aspectos sociais, ambientais, operacionais e econômicos para as escolhas das medidas, que devem ser avaliadas e implantadas com base em análises econômicas e técnicas (ALE, 2002). Incluem-se, nessa etapa, medidas de:

- 1) prevenção de acidentes (redução da probabilidade);
- 2) resgate (redução de danos pessoais);
- 3) mitigação das consequências dos acidentes (redução de danos materiais).

### **2.2.2. Exposição ao Risco**

Ao analisar os problemas de segurança é conveniente relacionar a ocorrência de acidentes de trânsito com a movimentação dos indivíduos no sistema de tráfego, procurando parâmetros que expressem ou mensurem quanto os motoristas, pedestres e passageiros se expõem ao risco ao circular pelas vias. O conceito de exposição ao risco sugere uma ideia clara: a frequência esperada de acidentes aumenta na medida em que aumenta o número de viagens, tanto a nível individual quanto social (SAMPEDRO, 2010).

Define-se exposição de risco como a frequência de eventos no trânsito que criam riscos de acidentes (BRAGA *et al.*, 2005). Leva-se em conta a interação das demandas do sistema de tráfego e o desempenho dos motoristas, pois permite a diferenciação da experiência ao volante entre condutores que apresentam semelhanças quanto à quilometragem dirigida durante um período de tempo, mas que estiveram submetidos a situações de tráfego diferentes (complexidade, presença de conflitos etc).

Frequentemente, a exposição ao risco é expressa em termos da quilometragem trafegada ou em função do tempo trafegado (CHU, 2004). Apesar disso, pode ser utilizada uma variedade grande de medidas de exposição, dependendo dos elementos que estejam sendo pesquisados (RODRIGUE *et al.*, 2006). Contudo, a literatura não é conclusiva quanto ao melhor indicador para

descrever a exposição ao tráfego. Na Tabela 2.2 são apresentados exemplos de medidas de exposição.

**Tabela 2.1:** Medidas de exposição ao risco no transito.

<b>Exposição ao Risco</b>	
<b>Dimensão</b>	<b>Medida</b>
<b>Espaço</b>	Veículos x km dirigidos
	Passageiros x km
<b>Tempo</b>	Veículos x horas dirigidas
	Passageiros x horas
	Volume Médio Diário de Tráfego
<b>População</b>	Número de motoristas habilitados
	Número de veículos registrados
	Número de viagens realizadas
	Número de passageiros
	População

Fonte: Adaptado de RODRIGUE *et al.* (2006)

No âmbito brasileiro, BRAGA *et al.* (2005) propõem, num estudo da exposição ao tráfego na cidade do Rio de Janeiro, a variável KPH (quilômetros percorridos habilitado), bem como a variável AKP (acidentes/ km) como indicador da exposição ao tráfego e do risco de envolvimento em acidentes de trânsito, respectivamente.



### 2.2.3. Percepção do Risco

Na atualidade, há o consenso de que para entender o julgamento e a resposta dos indivíduos ao risco é preciso estudar e compreender o contexto onde eles estão inseridos. Assim, a percepção do risco envolve crenças pessoais, atitudes, julgamentos e sentimentos, bem como valores sociais, culturais e disposições adotadas pelas pessoas diante dos perigos e suas consequências (SAMPEDRO, 2010).

Muitas pessoas tendem a acreditar que correm menos riscos diante de determinados perigos do que a média da população devido às informações que dispõem ou ao processo de raciocínio individual, fatores que as levam a subestimar a magnitude do perigo. A maneira em que o risco é percebido pode ser influenciada pelas seguintes condições (CEPIS, 2006 *apud* SAMPEDRO, 2010):

- Temor: quanto maior o temor às consequências do perigo, maiores serão os cuidados tomados para prevenir os riscos;
- Controle: quando as pessoas sentem que têm algum controle sobre o processo que leva ao risco, a sensação do risco é menor;
- Natureza da origem: os riscos de origem natural são menos percebidos pelos indivíduos que os riscos originados por uma fonte artificial;
- Escolha: o risco tomado por escolha pessoal será menos percebido que outro imposto por outra pessoa;
- Idade: os riscos enfrentados por crianças aparentam ser mais sérios que quando encarados por indivíduos adultos;
- Novos riscos: riscos associados a novas doenças, situações ou tecnologias tendem a ser levados mais em conta do que aqueles causados por situações já experimentadas;
- Conhecimento: quanto maior ciência se tem de um risco, melhor será percebido e será tomado maior cuidado diante dele;
- Possibilidade de impacto pessoal: a percepção de um risco será maior se um indivíduo ou pessoas a ele relacionadas são atingidos por suas consequências;
- Custo-benefício: se é percebido algum benefício de determinado comportamento ou ação, seu risco associado será menor do que no caso onde o benefício não é percebido;

- **Confiança:** quanto menor a confiança nas autoridades encarregadas de gerenciar os riscos, maior será o cuidado e o conhecimento das pessoas sobre os riscos;
- **Lembranças:** a experiência pessoal pode determinar a importância que os indivíduos dão e a atitude dos indivíduos diante de certos riscos;
- **Extensão em espaço e tempo:** eventos potencialmente catastróficos são percebidos como mais arriscados que outros mais comuns, como acidentes de trânsito;
- **Efeito sobre a segurança e a propriedade pessoal:** a percepção do risco será maior se ele afetar diretamente interesses básicos e valores pessoais;
- **Imparcialidade:** os indivíduos obrigados a encarar riscos maiores devem ter acesso a benefícios justos por isto, e;
- **Comunicação:** quanto melhor o processo de comunicação entre a comunidade e as autoridades encarregadas do gerenciamento dos riscos, melhor será a percepção dos riscos pelas pessoas.

Como as atitudes dos indivíduos diante dos perigos são influenciadas por diferentes julgamentos (que podem ser mais ou menos otimistas), são comuns as imprecisões no processo de percepção dos riscos, o que pode levar à subestimação ou à superestimação da natureza e da magnitude destes (CETIS, 2006 *apud* SAMPEDRO, 2010). Na Tabela 2.2 são apresentados elementos próprios do processo de percepção de riscos que podem influenciar a subestimação ou a superestimação do perigo.

**Tabela 2.2:** Elementos do processo de percepção do risco segundo os prejulgamentos pessoais realizados

<i>Pre-julgamento</i>	<i>Condições Pessoais</i>	<i>Características do Risco</i>
<b>Subestimação</b>	Julgamento otimista Apatia Fatalismo	Voluntário
		Natural
		Não temido
		Conhecido
		Controlável pelo indivíduo
		Controlável por alguém confiável
		Gerenciado de forma responsável
<b>Superestimação</b>	Emoção Temor Percepção	Coercitivo
		Industrial
		Temido
		Desconhecido
		Controlável por outros
		Controlável por alguém não confiável
		Gerenciado de forma irresponsável

Fonte: CETIS,2006 *apud* SAMPEDRO, 2010.

O julgamento do risco depende de uma percepção individual dos resultados ou dos valores esperados e do contexto sociocultural. Outro resultado do estudo realizado por RENN (1998) também mostra que as pessoas rejeitam o risco quando a média das possíveis perdas é alta, enquanto são propensos ao risco se percebem que a média dos ganhos pode ser alta. Foram identificadas, também, algumas tendências pessoais a partir de informação sobre probabilidades, mostradas na Tabela 2.3

**Tabela 2.3** Tendências intuitivas na percepção do risco.

<b>Tendência</b>	<b>Descrição</b>
<b>Avaliabilidade</b>	Eventos que são avaliáveis na mente das pessoas são imediatamente considerados mais prováveis que aqueles que são mentalmente menos avaliáveis.
<b>Efeito assegurado</b>	Probabilidades se ajustam às rotinas cognitivas ou à confiabilidade percebida na informação.
<b>Representatividade</b>	Eventos raros experimentados pessoalmente ou associados com propriedades de outro evento são priorizados à informação sobre probabilidades ou frequência relativa ao se fazer previsões ou inferências sobre probabilidades.

*Fonte: RENN, 1998 apud SAMPEDRO (2010).*

Os estudos de percepção de riscos têm como principal objetivo explicar as diferentes reações dos indivíduos diante de determinados riscos e as discrepâncias entre essas reações. As pesquisas mostram que as limitações no entendimento dos processos probabilísticos, a parcialidade da mídia, experiências pessoais confusas e ansiedade e o estresse pessoal podem levar a negar a incerteza, as estimativas erradas dos riscos e a fazer julgamentos sobre fatos sem se ter a certeza necessária.

Assim sendo, CETIS (2006) *apud* SAMPEDRO (2010) alerta que, apesar da frequente discordância entre avaliação de risco pelo público e por especialistas, estes ainda são propensos aos mesmos prejulgamentos que pessoas normais, sobretudo quando estes estão em situações que pedem intuição, sem o subsídio representado pelos dados. Na Tabela 2.4 são mostradas as diferenças entre os processos de percepção de riscos em especialistas e no público em geral.

**Tabela 2.4:** Características da percepção do risco segundo o tipo de avaliador.

<b>Tipo de Indivíduo</b>	<b>Características</b>
<b>Especialistas</b>	Embasada na avaliação do risco Objetiva Analítica Racional Embasada no risco real
<b>Público em geral</b>	Embasada na percepção do risco Subjetiva Hipotética Emocional Irracional

Fonte: CFIA (2005) *apud* SAMPEDRO (2010).

A emoção tem um papel importante na percepção do risco, em seus efeitos e no comportamento do indivíduo e influencia de maneira diferente segundo as características das pessoas (idade, gênero, sexo etc.). Dessa forma, as mulheres tem uma maior concentração de insegurança, pois elas percebem um maior risco nos eventos tecnológicos, possuem menos conhecimentos sobre os perigos e suas fontes e estão mais propensas a ansiedade. A população jovem, por sua vez, é caracterizada por perceber menos os riscos, em especial no trânsito, já que eles costumam superestimar suas habilidades para dirigir enquanto subestimam os riscos associados às características da via ou às condições do meio ambiente.

A percepção do risco pelos motoristas pode ser definida como a habilidade destes para se anteciparem a situações perigosas que se apresentam na estrada, sendo um dos aspectos relacionados com a condução dos veículos, o que pode influenciar no risco de ocorrência de acidentes. WETTON *et al.* (2010) expõe que a percepção do risco é uma habilidade complexa que envolve um número variado de componentes, um processo cujos passos, dependentes uns dos outros pode ser resumido de tal forma:

- os motoristas devem registrar a existência dos eventos que constituam riscos potenciais;
- os motoristas devem, então, julgar a se a trajetória ou a natureza de qualquer dos eventos e a de seu próprio carro têm o potencial de causar um conflito, e
- os motoristas devem, então, verificar se o evento requer uma resposta adequada.

Este último passo implica na decisão dos condutores se o conflito é suficientemente provável para ser considerado como um perigo.

Para finalizar, os principais fatores envolvidos especificamente na percepção do risco no trânsito estão associados à personalidade do motorista, à sua atitude, ao seu comportamento e ao nível de exposição ao tráfego.

### **2.3. Abordagem sobre os Acidentes de Trânsito**

De acordo com a evolução das pesquisas e do conhecimento sobre os acidentes de trânsito, diferentes tendências de análise foram surgindo. Os acidentes surgiram como um problema social a partir dos anos 50. Na década seguinte, espalhou-se uma abordagem de que as medidas na segurança viária deveriam priorizar a redução do número e da gravidade dos acidentes, surgindo então uma formulação de critérios de efetividade equivalentes para avaliar ações de mitigação (FARIA e BRAGA, 2004).

No final da década de 1960 surgiu o paradigma de que o descumprimento da lei ou a sua negligência eram elementos que explicavam a ocorrência dos acidentes e, conseqüentemente, a solução de longo prazo seria apenas com a modificação dos comportamentos (FARIA e BRAGA, 2004), ou seja, criou-se a cultura de que o homem é o responsável e que precisa se adaptar à tecnologia do automóvel para não se envolver em acidentes de trânsito.

Segundo FARIA e BRAGA (2004), por muito tempo houve a tendência de concentrar os esforços e as pesquisas com foco no fator humano como principal responsável pela ocorrência de acidentes, investindo-se recursos em medidas focadas na melhora do comportamento dos usuários na via. Porém, o aumento dos impactos econômicos e sociais dos acidentes nesse período refletiu que a segurança nas vias é uma questão muito mais complexa do que simplesmente apelar para a responsabilidade dos usuários.

Desde então novas abordagens para o tratamento da segurança viária baseadas no gerenciamento de riscos e implantação de estratégias preventivas vem sendo estudadas, enfatizando ações destinadas à redução de riscos associados aos componentes viário e veicular, visando ambientes viários que propiciem a mitigação das falhas humanas e, por conseguinte, que os acidentes dependam menos do fator humano. (IMT, 2003; SAMPEDRO e FOGLIATTI, 2005).

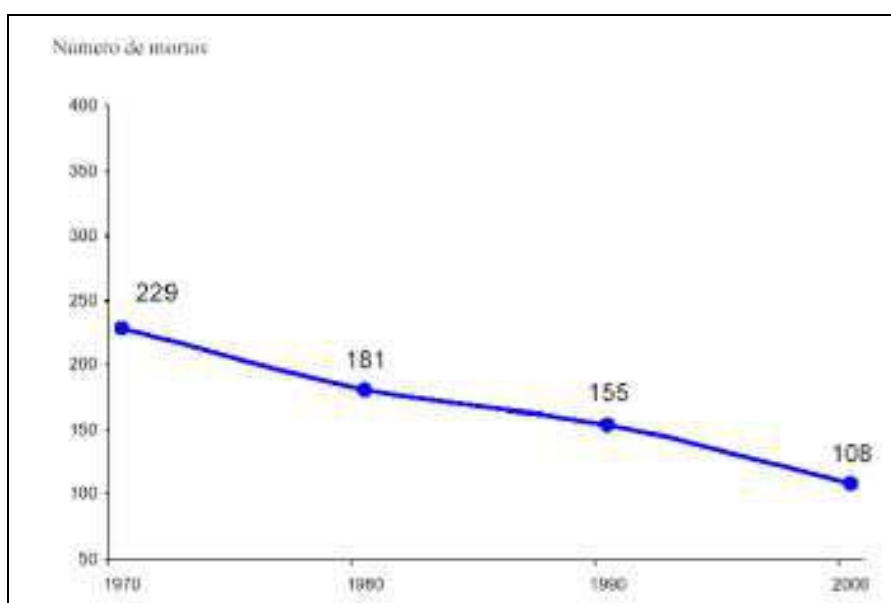
#### **2.3.1. Gerenciamento dos Riscos**

O gerenciamento de riscos é a estrutura de administração por meio da qual qualquer entidade consegue tratar e controlar de maneira mais objetiva os riscos, bem

como as responsabilidades e os danos associados aos acidentes. SCHLECHTER (1995) define gerenciamento dos riscos como o processo de gerência que tem como objetivo a proteção de pessoas, de ativos e de lucros ao evitar ou minimizar as perdas potenciais decorrentes dos riscos, bem como a criação e administração de fundos para cobrir eventuais perdas, no caso de acontecer acidentes.

Existem cinco elementos comuns num programa de gerenciamento de riscos: identificação do risco, avaliação do risco, tratamento ou manejo do risco, implantação do método de intervenção escolhido e monitoramento e revisão contínua do programa (WALTHER, 1992 apud ORWEN e WILSON, 2001).

Devido aos importantes investimentos para melhorar as condições de segurança das vias e dos veículos e, como geralmente, os recursos são escassos nesses países, a adoção deste enfoque encontra certa resistência. Entretanto, os países que conseguiram reduzir de forma contínua e notável seus índices de acidentes são aqueles que investiram quantidades importantes de recursos na redução dos riscos relacionados com os componentes viário e veicular, como o caso dos países da União Europeia (Figura 2.3).



**Figura 2.3:** Número de mortos em acidentes de trânsito para cada milhão de habitantes na UE. Período 1970 - 2000.

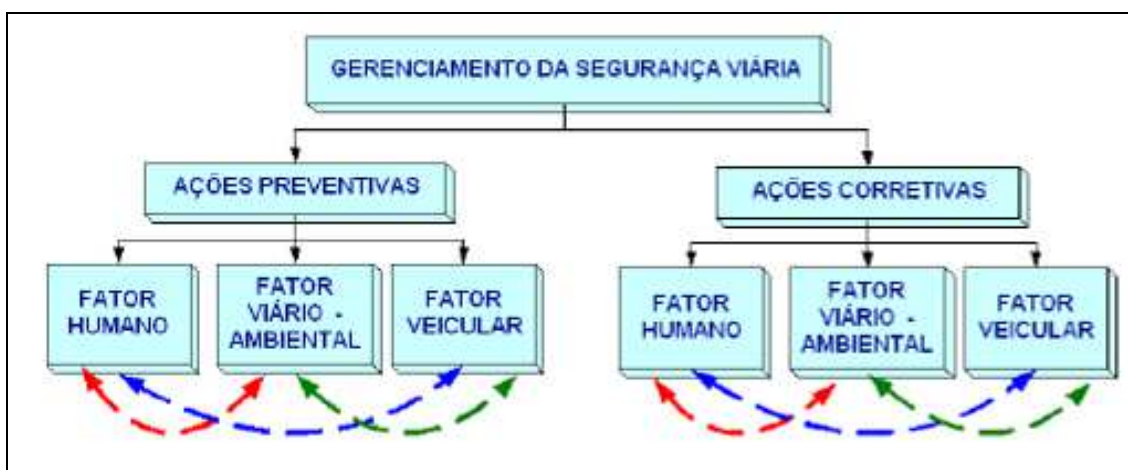
Fonte: COMISSÃO EUROPEIA (2003)

#### **2.4. Estratégias proativas ou preventivas**

O gerenciamento da segurança viária (GSV) surgiu como alternativa aos programas de segurança viária baseados em ações pontuais e isoladas. O GSV é um processo sistemático que visa a redução do número e da severidade dos acidentes, no qual a segurança deve ser tratada de forma explícita em todas as fases de um empreendimento viário (FHWA, 2001c). Seu objetivo principal é assegurar a

identificação, avaliação e implantação adequadas de todas as oportunidades viáveis de melhorar as condições de segurança em todas as etapas do empreendimento (planejamento, projeto, construção, manutenção e operação).

Dois focos claramente definidos baseiam as iniciativas para o GSV: as estratégias reativas ou corretivas e as estratégias proativas ou preventivas. Ambas implicam ações sobre os diferentes componentes que influenciam na accidentalidade. No esquema da Figura 2.4 resumem-se os focos e as esferas de atuação do gerenciamento da segurança viária. Na Figura 2.4 as setas fracionadas coloridas representam a inter-relação entre os fatores contribuintes na ocorrência dos acidentes.



**Figura 2.4:** Representação esquemática do GSV.

Fonte: NODARI (2003).

O tratamento de segurança do trânsito, geralmente, enfatiza a diminuição de acidentes pela adoção de intervenções corretivas em locais com grande concentração de acidentes, chamados de pontos críticos. Porém, é reconhecido que, ultimamente, vem crescendo a importância de tratar a segurança viária de maneira preventiva (NODARI e LINDAU, 2001).

Enquanto as ações corretivas procuram resolver problemas revelados pela ocorrência visível de acidentes em determinados pontos da rede viária, as medidas proativas visam atenuar situações potenciais de risco presentes na via, evitando possíveis acidentes. O propósito explícito das ações de segurança preventivas é a estimativa dos riscos e dos componentes desse risco.

A adoção de estratégias preventivas leva a muitos resultados, indo desde a diminuição das despesas pelos acidentes evitados, até a eliminação dos gastos decorrentes das obras de correção que não precisam ser realizadas devido à diminuição do número de pontos críticos. Apesar das medidas corretivas se fazerem necessárias e urgentes frente ao panorama atual dos acidentes de trânsito em muitos países, NODARI (2003) considera que as ações preventivas trarão avanços notáveis que serão alcançados na melhoria da segurança viária.



### 3. ANÁLISE DO FATOR VIÁRIO

Embora o fator humano tenha um maior peso na origem da ocorrência de acidentes, nem sempre a solução com melhor relação custo-benefício seja na atuação dessa contribuição.

NODARI (2003) relata que a solução mais eficiente pode não estar relacionada com a principal “causa” do acidente, podendo até mesmo recair sobre um componente diferente daquele que o motivou. Ao analisar a falha do motorista em lidar com o ambiente viário, normalmente costuma-se a atribuir o acidente à falta de habilidade do motorista.

É imensamente importante a relação entre as características das vias urbanas e rodovias e a ocorrência de acidentes. O conjunto viário pode vir a criar situações onde induza os motoristas a errar. As proporções de acidentes com motoristas e pedestres pouco experientes no trânsito é muito grande, porém em certos momentos o ambiente também propicia condutores habilidosos e cautelosos a cometer erros ao apresentar situações inesperadas.

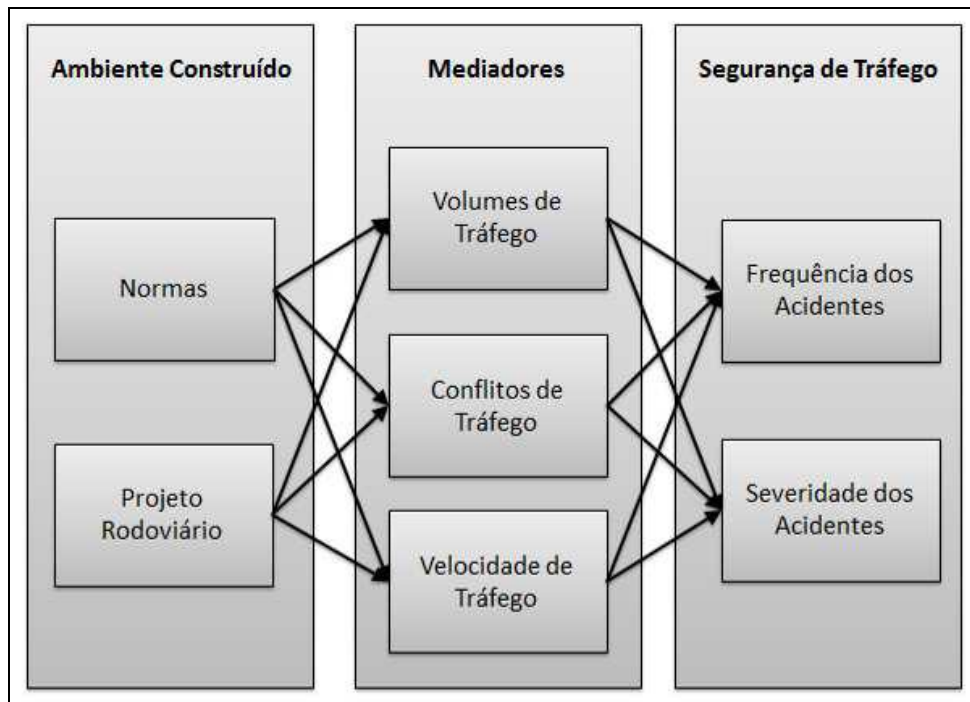
#### 3.1. Relação das Características da Via e a Segurança de Tráfego

Desde 1960, estudos associados aos fatores viários relacionados ao projeto de engenharia e aos fatores ambientais que afetam a quantidade e a qualidade dos acidentes de trânsito. Em 1963, a *Automotive Safety Foundation* (ASF) analisou e resumiu muitas questões relacionadas aos diferentes efeitos das características viárias sobre a segurança dos usuários, como, por exemplo, volume de tráfego, seção transversal, alinhamento, interseções, travessias de ferrovias, velocidade, pedestres, estacionamento e iluminação (ALMÍCAR, 2010).

No entanto, os conhecimentos atuais sobre as relações entre os elementos da infraestrutura das vias e a segurança rodoviária ainda é limitada (PICADO, 2005). Por conseguinte, pode-se perceber que há três grupos de fatores ao classificar a relação de influência: um primeiro grupo de características onde já se pode quantificar os acidentes, um segundo no qual se reconhece apenas a direção da influência sobre a ocorrência dos acidentes, desconhecendo, assim, regras para a previsão de quantificação de acidentes e um terceiro cujas influências sequer ainda tenham sido estudadas em cima da segurança de tráfego. Uma avaliação quantitativa do número de acidentes se faz necessária para a identificação da relação entre os vários elementos da via e o número de acidentes (PARK *et al.*, 2010).

Realmente existe uma ligação entre a infraestrutura viária e a segurança de tráfego e esta pode ser apresentada num esquema, como mostrado na Figura 3.1.

Dessa maneira, percebe-se que a infraestrutura está intimamente ligada com a segurança através de seus elementos mediadores de tráfego. As normas influenciam a segurança à medida que os volumes de tráfego são gerados e as velocidades estabelecidas. O projeto rodoviário impacta através das velocidades que ele permite e dos volumes de tráfego que é gerado. Vale a pena ressaltar que as velocidades de tráfego são decisivas na severidade dos acidentes.



**Figura 3.1:** Estrutura Conceitual de Vinculação entre Meio Ambiente Construído para Segurança no Tráfego

Fonte: Adaptado de Ewing e Dumbaugh (2009)

*“As características geométricas da via afetam as condições de segurança de diferentes maneiras, influenciando:*

- *a habilidade do motorista em manter o controle do veículo e identificar situações e características perigosas;*
- *a existência de oportunidades de conflitos, tanto em relação à quantidade quanto ao tipo;*
- *as consequências de uma saída de pista de um veículo desgovernado, e*
- *o comportamento e a atenção dos motoristas.” (TRB, 1987 apud NODARI, 2003).*

Acredita-se que a combinação dos diferentes fatores viários deve permitir aos usuários a utilização e interação de forma segura, confortável, simples e clara, permitindo assim a redução das consequências e correções dos eventuais erros

ocasionados por estes (TRB, 1987; NCHRP, 1997b; IMT, 2002). O bom desempenho do motorista depende de características como geometria da via, projetos de sinalização e uma clara percepção de quem tem a prioridade no trânsito. Para Nodari, (2003), o Projeto Viário deve oferecer condições para o motorista, que após cometer um erro, possa retomar o controle do veículo na iminência do acidente e puder evitá-lo e, caso este acontecimento seja inevitável, a rodovia deva proporcionar ao condutor condições para que as consequências não sejam graves.

Projetos viários de alto nível resultam em um aumento da velocidade da via e facilitam a tarefa do motorista, fazendo com que este reduza o seu nível de atenção. A combinação desses dois aspectos revelam resultados incoerentes, quando constata-se que a melhora nas características das vias aumenta o número dos acidentes. (NOLAND, 2003)

### **3.1.1. Traçado**

As características do alinhamento horizontal e vertical são de extrema importância para que a via ofereça conforto, comodidade e segurança à circulação dos usuários. O motorista se submete a um stress permanente quando a via demanda esforço e habilidade excessiva com um traçado sinuoso demais, com um exagerado número de curvas horizontais, e/ou com pequenos raios de curvatura. Esse efeito no condutor também acontece quando ocorrem situações de perfil irregulares, quando um trecho de via é assentado sobre um terreno ondulado.

Por outro lado, um traçado com a presença de trechos retos muito longos pode causar monotonia na direção, tendo um efeito contrário ao que se deseja, provocando cansaço, tédio e distração (CETRA, 2003). Um bom projeto de alinhamento prioriza o uso de curvas com raios de curvaturas grandes com transições amplas e suaves.

Para DNER (1999), é imprescindível a coordenação entre os alinhamentos vertical e horizontal, conferindo à via características superiores de segurança, de conforto, de comodidade e de aparência. A falta dessa interação pode acentuar os defeitos do traçado ou do perfil e, além disso, pode anular aspectos favoráveis de um ou outro, considerados isoladamente.

É interessante, também, que meio ambiente e traçado viário não sejam hostis um ao outro e se adequem. Uma complementação entre a geometria e o entorno deve proporcionar uma condução clara e consistente, evitando que, em determinados pontos, haja a surpresa do condutor e a tomada errada de decisão. Essa situação pode ser observada na Figura 3.2. Caso esta situação não seja possível de ser

evitada, o motorista deve ser alertado com antecipação e orientado para agir corretamente.



**Figura 3.2:** Locais problemáticos de interação traçado/entorno complexa.

- **Alinhamento Horizontal**

Ao realizar a comparação entre o número de acidentes entre trechos curvos e tangentes, percebe-se que os mais prováveis são os que ocorrem na primeira opção. O número de acidentes em trechos curvos é 1,5 a 4 vezes maior do que os trechos em tangentes. Isso ocorre devido ao aumento das capacidades de reação do motorista e do veículo. A severidade dos acidentes em curvas também é algo a ser discutido, uma vez que a probabilidade de se resultar em mortes e ferimentos graves é bem grande (AASHTO, 1997; NODARI, 2003).

Entre os acidentes mais frequentes em curvas horizontais estão os capotamentos, as colisões frontais e laterais, os incidentes no período noturno, os choques contra obstáculos situados nas laterais da via e os acidentes envolvendo motoristas alcoolizados (NODARI, 2003; ALMÍCAR, 2010).

Diversos estudos que investigaram a relação existente entre as curvas horizontais e os acidentes identificaram o volume de tráfego, o percentual do projeto e as características de projeto da curva como influências pertinentes a ocorrência de acidentes em curvas horizontais. Dentre as características do projeto de curva, é estimado que o grau de curvatura tenha a maior influência no potencial de ocorrência de acidentes (OGDEN, 1996).

Além disso, Sampedro (2010) afirma que curvas fechadas precedidas por tangentes longas apresentam elevados índices de acidentes, devido, entre outras coisas, pela surpresa dos motoristas ao enfrentar situações inesperadas.

De acordo com o *Special Report 214* (TRB, 1987), são destacados os estudos desenvolvidos que indicam uma relação entre o grau de curva e as taxas de acidentes. Nesse estudo, é indicado que, em média, há redução de 3 acidentes por grau de curvatura para cada 100 milhões de veículos que percorrem a curva.

Outros dois fatores que têm efeito na segurança em curvas horizontais são as existências de superlargura e superelevação, ou seja, o alargamento e elevação dos bordos da pista, fazendo com que a segurança e a comodidade dependentes das características da seção transversal permaneçam inalteráveis quando se compara aos trechos retos (TRB, 1987).

A superlargura reduz o estresse dos motoristas de forma considerável ao passar por outros automóveis no interior da curva e, também, o risco de colisões transversais. A superelevação adequada contribui para aumentar o conforto e a segurança dos motoristas e passageiros durante o percurso pelas curvas horizontais.

- **Alinhamento Vertical**

Em uma relação de menor magnitude que as curvas horizontais, o alinhamento vertical também provoca situações de comprometimento da segurança viária (GAO, 2003). Os principais problemas do motorista ao transcorrer regiões com defeitos no alinhamento vertical são: a diminuição da distância de visibilidade da via, a inclinação das rampas, a natureza dos obstáculos situados na zona de visibilidade restringida e os problemas de drenagem em curvas inclinadas longas e pouco profundas (TRB, 1987). É extremamente perigosa a realização de ultrapassagens nesses locais e não é recomendada a construção de curvas verticais sucessivas.

A distância de visibilidade adequada é essencial para garantir a percepção clara e antecipada o suficiente para que o motorista consiga reagir corretamente e com segurança aos obstáculos ou situações que surgirem à sua frente na via.

Quando se fala em acidentes devido a rampas percebe-se que a frequência em trechos em declives é 63% maior do que em aclives, mostrando bastante coerente, já que está relacionado com um aumento de velocidade dos veículos ao descerem a rampa. Além disso, o aumento de velocidade provoca uma redução de tempo para a tomada de decisões, o que resulta num acréscimo no número de acidentes (ALMICAR, 2010)

Por outro lado, nas rampas ascendentes, o trânsito de veículos de grande porte, especialmente os caminhões, ao diminuírem de velocidade devido à inclinação da rampa, tende a aumentar o número de ultrapassagens de veículos de menor porte, e provocando mais acidentes. (NODARI, 2003)

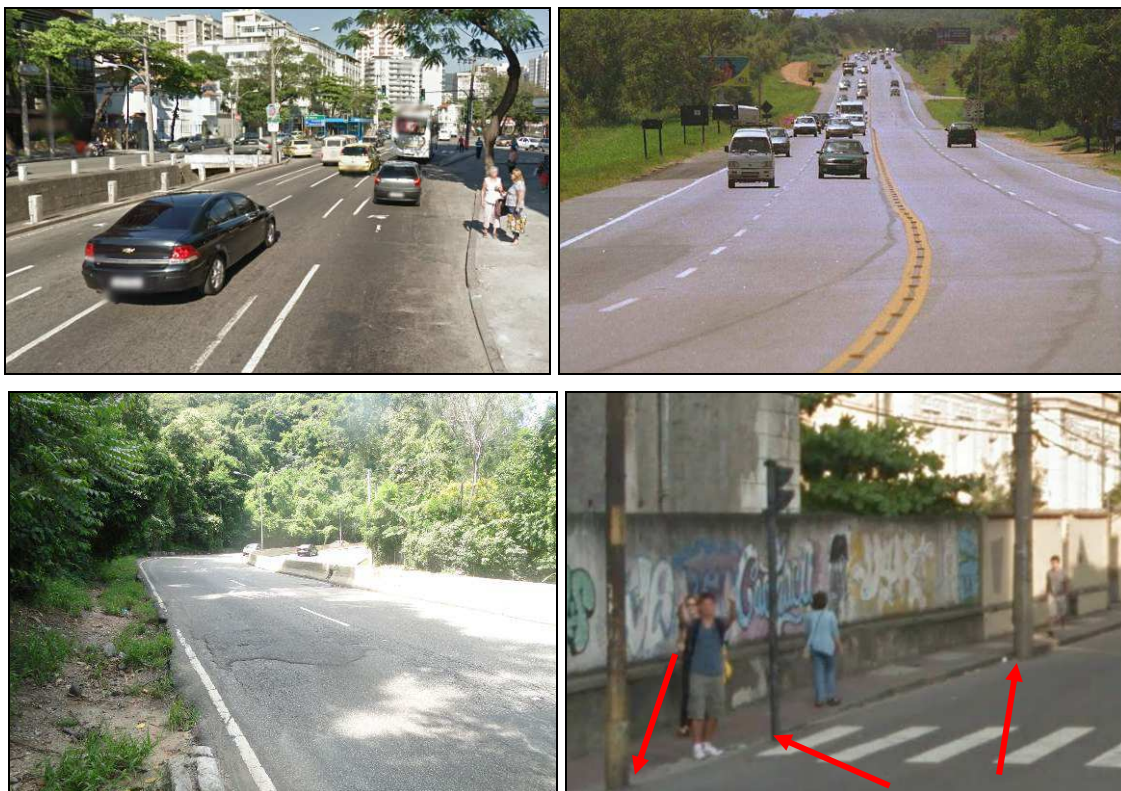
- **Integração entre Alinhamentos Verticais e Horizontais**

Para uma situação de segurança desejável, deve-se haver uma combinação dos alinhamentos horizontal e vertical sem que haja influência na alteração em aspectos como a distância de visibilidade e velocidade operacional. Como um todo, a

combinação dos alinhamentos da via urbana ou da rodovia deve permitir ao condutor o tráfego com uma velocidade próxima da constante ao longo da rodovia sem que o ambiente permita situações de surpresas ao motoristas.

### 3.1.2. Seção Transversal

A seção transversal da via exerce um efeito importantíssimo sobre a segurança de tráfego, seja em suas características geométricas, tipos e condições. Na Figura 3.3 pode-se visualizar vias que apresentam problemas quanto a seção de transversal.



**Figura 3.3:** Locais problemáticos em função da seção transversal.  
Fonte: Google Maps (2013)

#### ○ Faixas

A adoção de faixas mais largas tem efeito duplo na relação com a segurança de tráfego. Primeiramente, ao aumentar as faixas, o espaçamento lateral entre os veículos também acontece, fornecendo um maior espaço para a acomodação em pequenos desvios. O segundo efeito é que ao estabelecer faixas mais largas, há um maior espaço para o condutor para corrigir manobras (NCHRP, 2007).

Além disso, devem-se considerar o volume de tráfego e a velocidade da via como fatores de influência sobre a segurança, combinados com a largura da faixa. Ao analisar o efeito da largura das faixas, FHWA (2000) conclui que a ocorrência de

acidentes aumenta quanto maior for o volume de veículos, alcançando o maior valor quando circulam por volta de 2000 veíc./dia.

Acredita-se que, nas vias urbanas, o volume de veículos tem maior relação com a segurança sob o efeito da largura da faixa. Isso se deve ao fato de que, na cidade, existe uma maior quantidade de veículos e uma baixa velocidade de circulação. Ao aumentar a largura das faixas no ambiente urbano, podem-se influenciar as questões de fluidez e operação do trânsito.

Todavia, ao alargar a pista de rolamento e, por conseguinte, elevar-se-á a velocidade de circulação dos veículos, e pode-se chegar a outros problemas de segurança (GAO, 2003). Como exemplo, um dos mais graves, são as questões sérias de atropelamentos de pedestres.

- **Canteiro Central**

O canteiro central é o espaço utilizado para manter uma separação física, operacional, psicológica e esteticamente entre pistas de sentidos de tráfego opostos, permitindo ao condutor a retomada da direção do veículo. Além disso, também serve para separar fisicamente o tráfego em sentidos opostos, minimizando as interações e a probabilidade de acidentes mais graves (GAO, 2003). Os canteiros centrais mais utilizados são: os largos sem barreiras físicas, os estreitos com barreiras físicas ou de concreto e os estreitos sem barreiras físicas, os exemplos desses canteiros são mostrados na Figura 3.4.



**Figura 3.4:** Exemplos de Canteiros Centrais.  
Fonte: Google Maps

A utilização do canteiro central para a separação dos fluxos veiculares de sentidos opostos oferece inúmeros benefícios à segurança. Além disso, existe um efeito positivo para a segurança dos pedestres ao oferecer-lhes uma área de refúgio durante as travessias de rua e para o conforto dos motoristas ao reduzir o ofuscamento pelos faróis dos veículos que circulam em sentidos opostos no período noturno.

Canteiros mais largos favorecem um espaço suficiente para que os motoristas possam retomar o controle dos veículos desgovernados. Além disso, servem como um refúgio de proteção para os automóveis que precisam realizar retorno ou cruzar a via. A Tabela 3.1 resume os valores recomendados para a largura do canteiro central em projetos de rodovias, vias expressas e arteriais primárias.



**Tabela 3.1:** Largura do Canteiro Central

<i>Classe da rodovia ou Categoria da Via</i>	<i>Largura do Canteiro Central</i>
<b><u>Rodovias</u></b>	
<b>- Classe 0</b>	
<b>Seção Transversal Restrita</b>	3 a 7 metros
<b>Valor Normal</b>	6 a 7 metros
<b>Desejável</b>	10 a 18 metros
<b>- Classe 1</b>	
<b>Seção Transversal Restrita</b>	3 a 7 metros
<b>Valor Necessário nas áreas de retornos e interseções em nível</b>	≥ 6 metros
<b>Desejável</b>	10 a 12 metros
<b><u>Vias Expressas</u></b>	
<b>Mínimo</b>	
<b>Pistas de 2 faixas</b>	1,80 m
<b>Pistas de 4 faixas</b>	3,00 m
<b>Pistas de 6 ou mais faixas</b>	7,60 (6,60) m
<b>Desejável</b>	12,00 m
<b><u>Vias Arteriais Primárias</u></b>	
<b>- Sem faixa de giro à esquerda</b>	
<b>Mínimo</b>	1,20 (0,60) m
<b>Desejável</b>	3,00 m
<b>- Com refúgio de Pedestres</b>	
<b>Mínimo</b>	1,80 (1,20) m
<b>Desejável</b>	4,20 m
<b>- Com faixa de giro à esquerda</b>	
<b>Mínimo</b>	3,60 (3,00) m
<b>Desejável</b>	5,40 m
<b>- Com proteção dos veículos que cruzam</b>	
<b>Mínimo</b>	6,00 m
<b>Desejável</b>	14,00 m
<b>- Com retornos em "U", movimentos entre faixas internas</b>	
<b>Mínimo</b>	9,00 m
<b>Desejável</b>	19,00 m

( ) Valor mínimo absoluto.

Fonte: DNIT, 2010 e DNER, 1999.

- **Acostamentos**

De acordo com NCHRP (2007) e DNIT (2010), os acostamentos são destinados a: parada ou estacionamento provisório de veículos em caso de defeito técnico do veículo ou alguma emergência, servir de faixa extra de rolamento para emergências, contribuir para proteção da estrutura do pavimento e dos efeitos da erosão, à circulação de pedestres, bicicletas e animais, quando não houver local apropriado para esse fim, prover uma maior distância entre os veículos e os obstáculos laterais existentes nas proximidades da pista e oferecer um espaço suficiente para que, em caso de perda de controle do veículo, o motorista consiga efetuar manobras requeridas até retornar à pista sem a ocorrência de qualquer acidente.

Dentre os fatores contribuintes na influência dos acostamentos na segurança viária, estão relacionados: a largura destes, o desnível existente entre eles e a pista, o material com que foram construídos e o volume de tráfego de veículos. (TRB, 1987; CETRA, 2003).

De modo geral, acredita-se que a existência da influência da largura de acostamentos está diretamente associada ao volume de tráfego. FHWA (2000) analisa a influência da largura dos acostamentos na acidentalidade para vias com diferentes volumes de tráfego, concluindo-se que o efeito é maior na medida em que aumenta o volume de veículos.

Por outro lado, verificou-se que os acidentes que envolvem mais de um veículo aumentam na medida em que a largura do acostamento aumenta (FHWA, 1992b). Segundo OGDEN (1997), os acostamentos mais largos concedem ao motorista imprudente ou àqueles dirigindo em velocidade alta uma margem de segurança, permitindo ao condutor a retomada do controle do veículo a tempo. Ao mesmo tempo, há a redução da velocidade operacional da via quando se tem acostamentos mais estreitos, reduzindo a probabilidade de ocorrência de acidentes múltiplos (SHANKAR et. al. 1995).

Ao analisar os materiais com que foram construídos, os acostamentos pavimentados têm os menores índices de ocorrência de acidentes (FHWA, 2000; GAO, 2003). Os acostamentos de brita e gramados afetam o controle do veículo devido às desigualdades das bordas e à diferença de fricção entre a pista de rolamento e o acostamento. Estes ainda possuem um desempenho rapidamente deteriorado, devido a serem afetados mais rapidamente por processos erosivos, até níveis alarmantes de comprometimento da segurança.

O último fator ser considerado como fonte de risco no que diz respeito aos acostamentos é o desnível com a pista. Geralmente, o efeito ocorre devido a má

qualidade dos materiais, a falta de manutenção do acostamento ou os recapeamentos sucessivos da pista. O principal efeito do desnível entre a faixa de rolamento e o acostamento está associado à situação de perda do controle em que uma das rodas do veículo chega ao acostamento e há a dificuldade do condutor em retornar com segurança à pista (CETRA, 2003; NODARI, 2003).

Porém, efeitos negativos relacionados à presença dos acostamentos surgem quando se relaciona o aumento do número de paradas dos veículos, o aumento da velocidade de circulação, o acréscimo da severidade dos acidentes e a utilização destes como faixas de circulação para realizar ultrapassagens (NHCRP, 2007).

- **Calçadas**

Segundo DNIT (2010), a calçada é parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins. A largura da calçada subdimensionada ao volume de pedestres que por ela passam provoca desconforto e restringe a velocidade de movimentação dos passantes.

Também se incluem no estudo da análise das calçadas as suas condições físicas, como, por exemplo, a presença de buracos e desníveis que podem causar acidentes e quedas com danos aos pedestres, levando-os a abandonarem a calçada e invadir a rua em casos extremos. Sobretudo, essa preocupação se torna crescente quando se analisa o processo de envelhecimento da cidade ou do bairro em questão.

Ademais, devem-se incluir também outros fatores que podem ser levados em conta como o estado e altura do meio-fio e a presença dos dispositivos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida.

### **3.1.3. Pavimento**

A estrutura do pavimento e as condições de sua superfície são essenciais para garantir o conforto e a segurança dos usuários do sistema de trânsito. O pavimento deve ser projetado de forma a suportar os veículos que circulam na via e garantir a segurança contra derrapagem dos automóveis. Ao mesmo tempo, o período de projeto concebido para sua utilização deve ser tal que os custos de manutenção sejam viáveis.

- **Estrutura**

As deficiências das capacidades estruturais do pavimento consistem nas maiores fontes de riscos, sobretudo, em países em desenvolvimento. A presença de buracos, ondulações, desníveis, trincas e fissuras nesses tipos de países é frequente, como mostrado na Figura 3.5. As causas destas condições estão relacionadas, principalmente, na ação conjunta do tráfego de veículos pesados com cargas superiores às permitidas e da água da chuva. Unido a esses fatores, também se têm as atividades de manutenção.



**Figura 3.5:** Locais com Desníveis e Deformações no pavimento  
Fonte: Google Maps

Esses defeitos na pista fazem com que o motorista seja obrigado a realizar manobras de direção ofensivas e/ou reduções bruscas de velocidade. Algumas situações nas quais buracos maiores ou ondulações frequentes passem despercebidos pelo motorista podem fazer com que o condutor perca o controle do carro ou algum componente do veículo possa quebrar (CETRA, 2003).

- **Superfície**

A superfície do pavimento deve garantir atrito necessário para a segurança de tráfego. O controle e a capacidade de frenagem do veículo são bastante comprometidos quando o automóvel é posto em um ambiente em que os níveis de atrito entre a superfície da via e os pneus são insuficientes, aumentando os índices de derrapagem dos veículos.

É importante ressaltar que, nos casos em que o pavimento se encontra molhado, a influência da textura da superfície é um dos principais fatores na causa de acidentes. Segundo MAIA (1995), a medida responsável pela resistência ao deslizamento da pista é o coeficiente de atrito, o qual é dependente de vários fatores, entre os quais se destacam as características da camada de rolamento, dos pneus, a velocidade de operação, e a quantidade de água e de sujeira superficiais. São

relatadas como acidentes mais comuns as colisões traseiras e transversais nas interseções e nas curvas horizontais.

Outro fator causador de acidentes está relacionado com a execução do revestimento asfáltico que, quando a mistura é superaquecida, pode comprometer toda a vida útil de projeto da via. Ao ultrapassar os limites máximos de temperatura de mistura e de produção, alguns componentes do ligante asfáltico queimam, envelhecendo a mistura. Outra consequência proveniente da má execução é a exsudação do ligante no campo, obrigando a empreiteira a realizar a correção com areia. Muitas vezes os operários não varrem a mistura solta da areia com o ligante, o que ocasiona a diminuição do atrito dos pneus com a superfície do pavimento.

Porém, deve-se realizar um estudo de campo antes de selecionar a atividade de reabilitação da superfície de rolamento. TRB (1987) relata os diferentes efeitos da reabilitação do pavimento. Alguns estudos revelam um aumento de 10% no número de acidentes em condições de pavimento seco, aparentemente devido ao ganho de percepção da segurança do motorista e, por conseguinte o aumento da velocidade de circulação. Porém, com o pavimento molhado, é perceptível a redução no número de acidentes, provavelmente devido ao mesmo ganho de segurança do motorista e rápida retomada do controle.

#### **3.1.4. Sinalização**

De acordo com DNIT (2010), a sinalização permanente, composta em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários. A sinalização deve ser projetada e localizada a fim de conquistar a atenção do usuário, permitindo-lhe um tempo de reação adequado.

A sinalização rodoviária tem evoluído com certa regularidade, na medida em que os materiais empregados vão sendo aperfeiçoados e os métodos de implantação modernizados. Os usuários, também passam a compreender melhor não só as mensagens transmitidas pela sinalização como também sua importância para as seguranças das viagens. (SENÇO,1997)

### ○ **Sinalização Vertical**

É composta pela comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados em posição vertical, suspensas sobre a via ou implantadas à margem, que têm como finalidade a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas e o fornecimento de mensagens e orientações aos usuários.

Características como a forma, o tamanho, a cor, a visibilidade diurna e noturna, a durabilidade ou a resistência à intempérie e o posicionamento na via são os principais requisitos técnicos da sinalização (DNIT, 2010 e CETRA, 2003). É fundamental para que os motoristas e pedestres tenham as informações necessárias para que entendam as diferentes situações que se apresentam na via e possam reagir. O cumprimento dos requerimentos técnicos adequados deve garantir uma leitura clara e concisa da mensagem e com tempo de antecipação suficiente, de acordo com as características físicas e operacionais da via (SAMPEDRO, 2010).

O uso incorreto ou a falta de sinalização pode levar os motoristas e pedestres a cometerem erros ou manter comportamentos incompatíveis com o que o ambiente viário pede, ocasionando acidentes de grande severidade. A sinalização vertical pode ser classificada em três grupos, segundo sua função: regulamentação, advertência e indicação (DNIT, 2010). As placas de regulamentação têm por objetivo informar aos usuários da via as limitações, proibições ou restrições que existem em determinado trecho ou via. As placas de advertência visam advertir aos usuários do sistema de tráfego sobre a existência de um perigo e sua natureza. Já as placas de indicação têm a finalidade de identificar as vias e orientar seus usuários, fornecendo-lhes informação útil.

NODARI (2003) menciona os quatro princípios básicos para o uso das placas de sinalização:

- Localizar as placas com antecedência suficiente do ponto de tomada de decisão;
- Prover tempo de resposta;
- Prover informação redundante, e
- Evitar áreas em que a atenção do motorista seja muito solicitada.

#### ○ **Sinalização Horizontal**

É constituída basicamente pelas marcações na pista, que têm objetivo em complementar as regras de trânsito ou advertir sobre a presença de outros dispositivos de controle de tráfego, como semáforos, e para transmitir as regras e advertências aos usuários da via. DNIT (2010) menciona que suas principais características são a cor, visibilidade diurna e noturna, uniformidade, durabilidade e resistência à derrapagem.

A sinalização horizontal pode ser classificada em: marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e de estacionamento, e as inscrições no pavimento. As marcas longitudinais consistem em linhas contínuas ou tracejadas que ordenam e separam os fluxos de tráfego e regulamentam a ultrapassagem. As marcas transversais ordenam os deslocamentos frontais de veículos e de pedestres induzem a redução de velocidade e indicam posições de parada em interseções e travessia de pedestres. As marcas de canalização são utilizadas para direcionar os fluxos veiculares em situações que provoquem alterações na trajetória natural, como em situações de acesso, interseções ou mudanças de alinhamento da via. As marcas de delimitação são utilizadas com a sinalização vertical para indicar e controlar áreas de estacionamento ou parada de veículos. E, por último, as inscrições no pavimento são usadas em complementação com os outros dispositivos de sinalização para orientar e advertir o condutor quanto às operações e condições da via (DNIT, 2010).

#### ○ **Dispositivos Auxiliares**

Os dispositivos auxiliares são elementos aplicados ao pavimento da via, junto a ela ou nos obstáculos próximos, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da via. Com diversas cores, formas, materiais, presença ou não de elementos refletivos, podem ser utilizados para:

- Incrementar a percepção da sinalização, do alinhamento da via ou de obstáculos à circulação;
- Reduzir a velocidade praticada;
- Oferecer proteção aos usuários;
- Alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial ou que requeiram maior atenção.

Um dos dispositivos mais conhecidos é o *tacha* ou *Permanent Raised Pavement Marker* (PRPM) que consistem em elementos reflexivos fixados na superfície do pavimento e têm como função básica de canalização de tráfego. Visam delimitar as faixas ou pistas e, também são utilizadas para a redução de velocidade, complementando a função das sinalizações horizontais, sobretudo no período da noite. Esses dispositivos produzem o efeito semelhante, das luminárias, alertar de

forma cômoda e efetiva os motoristas, porém com custos de implantação e manutenção bem inferiores, uma vez que não necessita de energia elétrica, como mostrado na Figura 3.6 (CETRA, 2003). Os PRPM também auxiliam o motorista nos períodos noturnos, aumentando a confiança e diminuindo a severidade dos acidentes



**Figura 3.6:** Tachões de LED Alimentados com Energia Solar.

Fonte: <http://www.treehugger.com/solar-technology/solar-powered-leds-light-up-highways.html>

Entre outros dispositivos estão os canalizadores e os delimitadores, quase sempre reflexivos que tem função de marcadores do alinhamento e de balizadores, respectivamente, implantados nas bordas das curvas horizontais ou em locais que apresentam modificações potencialmente perigosas da geometria da seção da transversal, Figura 3.7. Servem para alertar os motoristas e reforçar a percepção adequada do alinhamento da via, principalmente nos períodos noturnos, onde há deficiência em iluminação.

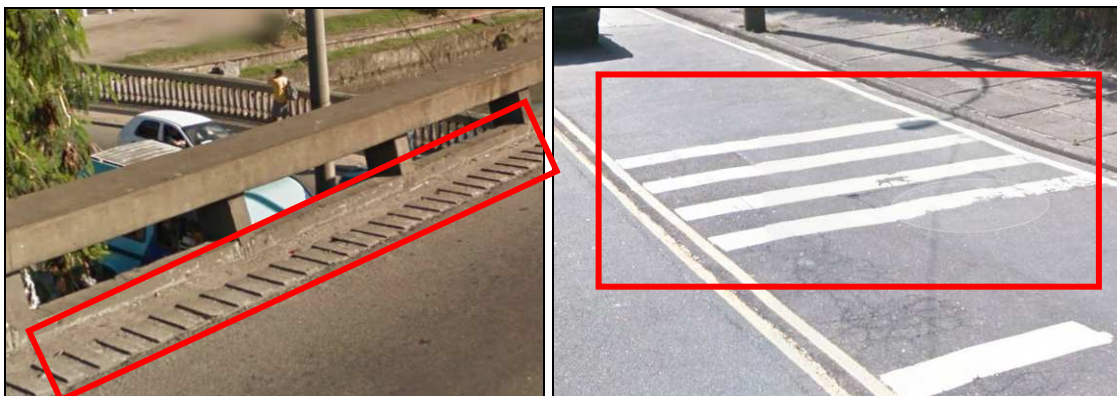


**Figura 3.7:** Exemplos de canalizadores e delineadores.

Fonte: Google Maps



Outro exemplo de dispositivo auxiliar é a guia sonora ou *rumble strip*, Figura 3.8, que consiste em faixas saliente ou entalhes localizados na superfície do pavimento que fornecem uma advertência sonora e sensível ao motorista para que ele repositicione o veículo ou diminua a velocidade. Pode ser utilizada em acostamentos, no eixo da via ou transversalmente a pista.



**Figura 3.8:** Sinalizadores Sonoros ou Rumble Strips.

Fonte: Google Maps

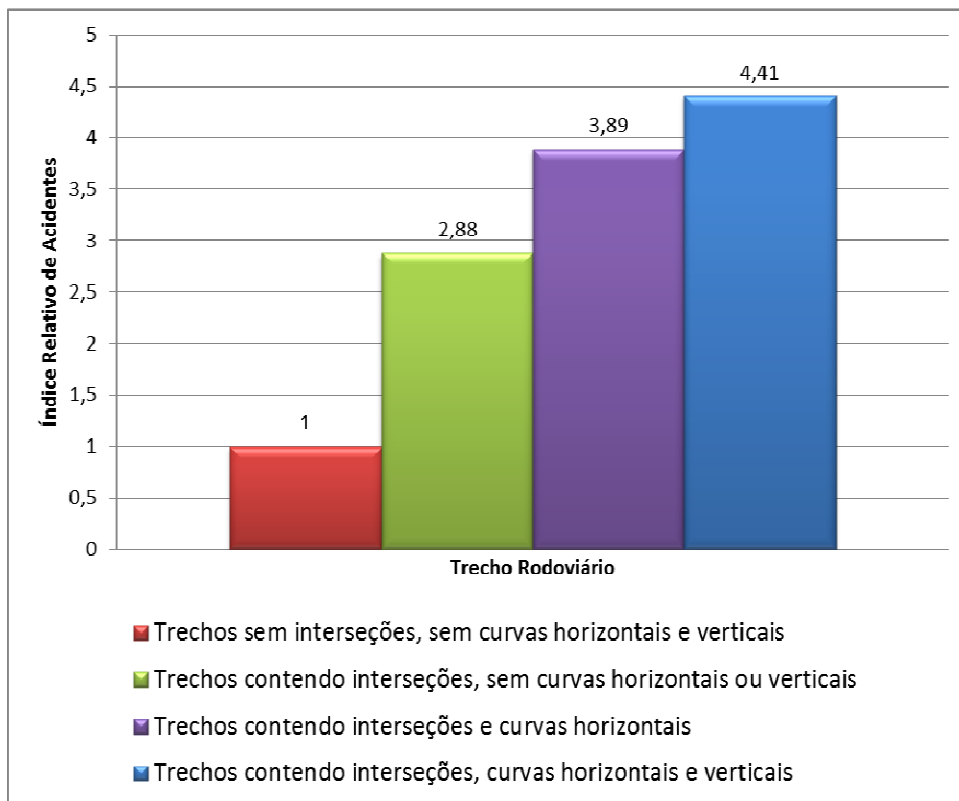
As guias sonoras de acostamento são utilizadas nos trechos que causem tédio e monotonia aos motoristas, sendo efetivas para os motoristas não saírem das pistas. As guias de pista são utilizadas para moderar as velocidades dos veículos ao se aproximarem de situações de perigo, como por exemplo, curvas fechadas ou interseções e as guias de eixo são implantadas em vias que não apresentam elementos físicos de separação, como barreiras de concreto, e advertem os motoristas que estão invadindo a faixa destinada ao tráfego de carros no sentido oposto. As *rumble strips* favorecem uma redução notável tanto no número de acidentes quanto na severidade dos acidentes, provocados por condutores distraídos (TEDESCO, 2004).

### **3.1.5. Interseções**

Devido ao grande número de conflitos e de acidentes que ocorrem nas interseções, principalmente nas áreas urbanas, as interseções são consideradas como pontos de maior periculosidade na rede viária. Os acidentes mais comuns nesses pontos são os abalroamentos transversais e os atropelamentos, tanto de pedestres como os de ciclistas.

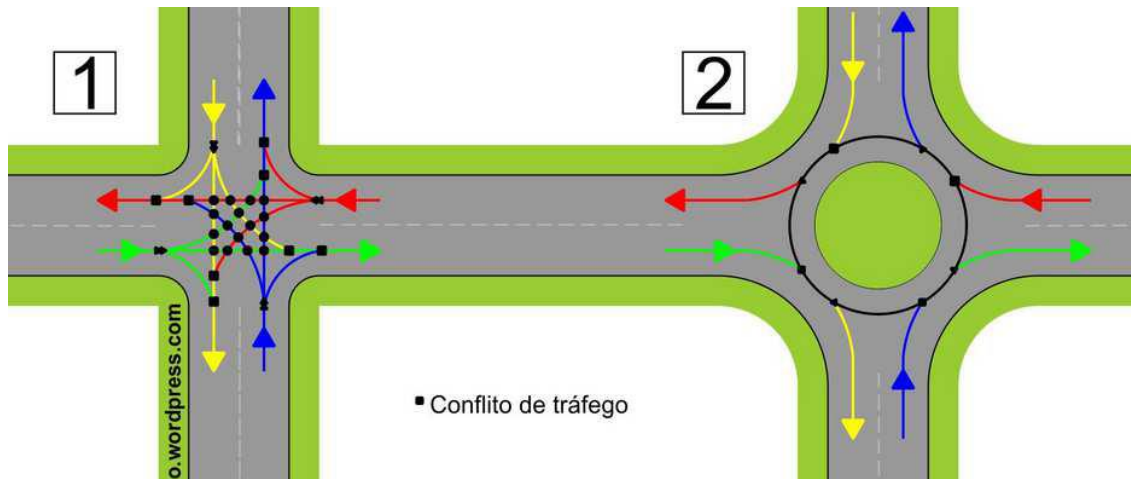
Existem múltiplos fatores que influenciam na ocorrência dos acidentes no que tange as interseções: o projeto geométrico, o número de aproximações, o ângulo da interseção, o tipo de controle de tráfego, manobras permitidas, distancia de visibilidade etc. (FHWA, 200; NCHRP, 2007).

O projeto dos elementos geométricos que constituem uma interseção baseia-se, em geral nos mesmos princípios que governam o projeto geométrico dos demais componentes da rodovia (DNIT, 2005). Um projeto geométrico pobre ou complexo demais pode provocar a confusão nos condutores (Figura 3.9).



**Figura 3.9:** Efeito dos alinhamentos das aproximações nos índices de acidentes.  
Fonte: DNIT, 2005

Outro aspecto a ser considerado é o número de aproximações. Uma aproximação simples, com três ramos, tem um melhor impacto sobre a segurança de tráfego. A presença de canalizações e faixas auxiliares reduz o número de pontos de conflitos e, por conseguinte, a severidade das manobras conflitantes, fornecendo as informações devidas aos condutores sobre os movimentos permitidos nas interseções (Figura 3.10). Além disso, as ilhas de canalização fornecem áreas de refúgio para pedestres e colocação de elementos de controle de tráfego.



**Figura 3.10:** Pontos de conflito e possível medida corretiva.

Fonte: <http://transitoemfoco.wordpress.com/2011/04/04/rotatorias-parte-i-conceitos-e-vantagens/>

Faixas auxiliares de mudança de velocidade permitem que os veículos que seguem em frente passem os veículos mais lentos que se preparam para efetuar manobras de giro. Vários estudos citados em NCHRP (2007) mostram benefícios de uma implantação correta de faixas auxiliares, com reduções das frequências de acidentes entre 7% e 70% em interseções urbanas e, também reduções gradativas com a implantação de ilhas de canalização.

Resultados indicados por FHWA (200) mostram benefícios decorrentes da implantação de faixas para a realização das manobras de giro em interseções. A Tabela 3.2 mostra o impacto na implantação de faixas auxiliares na redução de acidentes em interseções de quatro ramos com giros à esquerda e à direita.

**Tabela 3.2:** Impacto nos acidentes das faixas para os giros em interseções.

Controle de Tráfego	Redução de Acidentes por implantação de faixas para(%)			
	Giros à esquerda		Giros à direita	
	Um acesso	Ambos os acessos	Um acesso	Ambos os acessos
Não SemafORIZADAS	24	42	5	10
SemafORIZADAS	18	33	2,5	5

Fonte: Adaptado de FHWA (2000)

Raios e ângulos de entradas e saídas de interseções devem garantir que os movimentos de giro sejam realizados com facilidade por todos os tipos de veículos passando pela interseção. Seja qual for o tipo de cruzamento, é desejável que as vias concorrentes se encontrem num ângulo igual ou próximo a 90°. Ao realizar manobras em ângulos obtusos, automóveis de comprimento grande têm pontos cegos na hora

de realizar as manobras. Em um ângulo agudo, os automóveis demandam tempo excessivo para a realização da manobra e, com isso, ficam a mercê da corrente do tráfego que cruza, aumentando os riscos dos acidentes (DNIT, 2005).

Outra questão a ser avaliada no que se refere às interseções é a visibilidade livre que o motorista deve ter para que possa identificar os possíveis perigos de conflitos e ter tempo para proceder às manobras necessárias. Essa visibilidade depende da velocidade dos veículos envolvidos e do tempo de percepção, reação e frenagem do motorista (DNIT, 2005). A visibilidade pode ser afetada por inúmeros fatores como: o ângulo de interseção, alinhamento vertical e horizontal, a velocidade nas vias, a vegetação e topografia do local e a presença de obstáculos e de edificações (Figura 3.11).



**Figura 3.11:** Interseção com visibilidade muito reduzida.  
Fonte: Google Maps

Pode-se controlar o tráfego nas interseções com o uso de placas de prioridade ou utilização de semáforos, dependendo do fluxo de tráfego e das condições operacionais, oferecendo, assim, um maior nível de segurança.

### **3.1.6. Acessos**

São considerados acessos todos os pontos da via onde os veículos entram na via, podendo-se mencionar as interseções, aberturas no canteiro central, entradas e saídas públicas e residenciais e as rampas de entrada e saída nas expressas.

NCHRP (2007) mostra que existe uma estreita relação entre as taxas de acidentes e os diferentes níveis de controle de acesso. Como exemplo de tal fato tem-se que vias com acessos controlados apresentam entre 50% e 65% menos acidentes do que aqueles sem controle de acesso.

A eliminação da variedade e do espaçamento dos acessos constitui uma das medidas de influência na diminuição efetiva do número de acidentes de trânsito (TXDOT, 2004). A combinação com o uso adequado do canteiro central é particularmente efetivo no aumento efetivo da segurança do tráfego. A causa está no fato de se conseguir uma diminuição significativa de eventos inesperados e separação

de pontos de decisão. A Tabela 3.3 apresenta o efeito do nível do controle de acessos na segurança de vias urbanas, considerando o tipo de canteiro central utilizado.

**Tabela 3.3:** Taxas de acidentes em vias urbanas em função do nível de controle de acessos

<i>Acessos por km</i>	<i>Tipo de Canteiro Central</i>		
	<b>Sem Canteiro</b>	<b>Com faixas para giros à esquerda</b>	<b>Com proibição de atravessar</b>
<b>&lt;32</b>	3,8	3,4	2,9
<b>32-64</b>	7,3	5,9	5,1
<b>64-96</b>	9,4	7,9	6,8
<b>&gt;96</b>	10,6	9,2	8,2
<b>Média</b>	9,0	6,9	5,6

Fonte: Adaptado de TXDOT (2004)

Outros estudos que abordam a relação entre a densidade de acessos na via e a segurança de tráfegos constatam um acréscimo no número de acidentes à medida que aumenta a densidade de acessos (GAO, 2003; TXDOT, 2004; EWING e DUMBAUGH, 2009).

A proximidade dos acessos às interseções das vias é um fator que também pode influenciar, pesquisas sugerem que quanto mais longe for as interseções, o número de conflitos diminui, proporcionando mais tempo e espaço para os veículos girem e entrem na via (NCHRP, 2007). Também acrescentam risco ao acesso a frequente entrada e saída de veículos pesados e lentos.

### **3.1.7. Entorno**

Esse item se refere a todos os itens que se constituem como fonte de risco notável, em particular em caso de perda de controle e saída do veículo da pista, como a presença de postes, placas, árvores, pilares de pontes, obras de drenagem e outros obstáculos nas laterais da via (CETRA, 2003). Além disso, as condições das áreas adjacentes à via, sua largura e a distância da pista de rolamento influenciam tanto na quantidade quanto à gravidade dos acidentes (TRB, 1987). São referenciados estudos que calculam que entre 25% e 30% do total de acidentes de trânsito ocorram devido a choques contra obstáculos colocados nas proximidades da pista.

Acredita-se que seja inevitável a saída de alguns veículos da pista de rolamento e a seguinte invasão das áreas adjacentes à via (NODARI, 2003). Assim sendo, TRB (1987) destaca a importância de se oferecer uma maior segurança aos possíveis veículos desgovernados por meio de ações que visam um acondicionamento das áreas adjacentes e ao gerenciamento dos obstáculos perigosos.

É estudada a implantação de uma zona livre de obstáculos fixos com uma inclinação suave no intuito de facilitar a retomada do controle do veículo e o regresso à pista em segurança. A utilização da largura adequada nesta zona depende das particularidades de cada local e a sua determinação é condicionada a fatores como inclinação do talude, velocidade da via e outros fatores. (TRB, 2001). Na Tabela 3.4 são apresentadas as reduções do número de acidentes em consequência ao aumento da largura da zona livre de obstáculos.

**Tabela 3.4:** Relação entre largura livre de obstáculos e o número de acidentes.

<b>Aumento da Largura da Zona Livre de Obstáculos (m)</b>	<b>Redução do Número de Acidentes (%)</b>	
	<b>Em retas</b>	<b>Em curvas</b>
1,5	13	9
2,4	21	14
3,0	25	17
3,6	29	19
5,0	35	23
5,6	44	29

Fonte: Ogden (1996).

Existem casos onde não é possível remover elementos perigosos para áreas mais afastadas. Nesses casos, é utilizada a implantação de dispositivos auxiliares ou medidas que eliminem ou reduzam a severidade dos acidentes em caso de choques, como, por exemplo, barreiras e atenuadores de impacto, como vegetação, melhorias no meio-fio e bases deformáveis ou deslizantes em placas e postes (Figura 3.12).



**Figura 3.12:** Exemplos de Atenuadores de Impacto  
Fonte: vias-seguras.com

Para SAMPEDRO (2006), o gerenciamento adequado dos obstáculos fixos é quase a única opção nos ambientes urbanos, onde a limitação de espaço impede qualquer tratamento das áreas adjacentes à via.

Quando as áreas adjacentes não estão adequadamente protegidas ou delimitadas devido à ausência ou às más condições das cercas nas laterais da via, ou de outros elementos de proteção, é frequente a invasão de animais de grande porte, sobretudo em rodovias (CETRA, 2003). A presença desses animais é um elemento de

potencial perigo porque constituem eventos quase sempre inesperados para os motoristas. No período noturno, a impossibilidade de adverti-los com suficiente antecipação faz com que o risco seja ainda maior. Os choques contra eles e a perda do controle do veículo são os principais tipos de acidentes que estes animais provocam.

- **Barreiras Longitudinais de Contenção**

As barreiras longitudinais de contenção são elementos, geralmente metálicos ou de concreto, que se colocam nas bordas da pista, tanto no canteiro central quanto nos limites dos acostamentos, nos locais da via com taludes altos e inclinados ou com a presença de pilares de pontes, postes, árvores ou outros obstáculos fixos perigosos, com o intuito de proteger os veículos desgovernados de eventuais choques. São desenhadas para amortizar os impactos laterais dos veículos e atenuar ao máximo as consequências dos acidentes.

Já é estabelecido que a efetividade das barreiras longitudinais na redução de acidentes depende das condições de instalação, do material usado para sua fabricação, das características do terreno e da manutenção realizada (NCHRP, 1999). Os estudos consultados reportam uma diminuição do número total e da severidade dos acidentes quando são usadas as barreiras laterais, embora também constatem um aumento das colisões contra estes dispositivos devido ao reduzido espaço entre eles e os veículos que circulam (GAO, 2003).

### **3.1.8. Drenagem**

Os dispositivos de drenagem adequados são essenciais para o funcionamento da via, tanto do ponto de vista estrutural como do operacional. O acúmulo excessivo de água nas vias pode gerar transtornos, podendo interromper por completo a circulação de veículos.

Com respeito ao ponto de vista estrutural, o aspecto da drenagem está relacionado ao que se refere à capacidade de infiltração da água na camada de rolamento. Em situações em que esta camada apresenta índices altos de permeabilidade, a água infiltra para as camadas inferiores, carregando partículas e enfraquecendo a estrutura do pavimento. Esta situação pode resultar tanto no colapso da estrutura do pavimento, como na formação de trincas e buracos, ocasionando os acidentes citados no item 3.1.3.

Ao relacionar com as questões de superfície do pavimento, o excesso de água, gera a formação de poças ou espelhos d'água, provocando o efeito de aquaplanagem, fenômeno que ocorre quando os pneus perdem o contato com o pavimento e não

conseguem a aderência necessária a segurança. Ao reduzir o atrito, o condutor pode perder o controle da direção e prejudicar a frenagem do veículo também (BERNUCCI *et al.*, 2007).

Outros fatores também devem ser posto em discussão, como a diminuição da visibilidade, como mostrada em Figura 3.13, e a execução e manobras bruscas para evitar as poças, podendo haver a invasão da faixa de tráfego em sentido contrário. Ainda pode-se mencionar o acúmulo de terra e lama sobre a pista, o que causa uma redução de resistência à derrapagem.

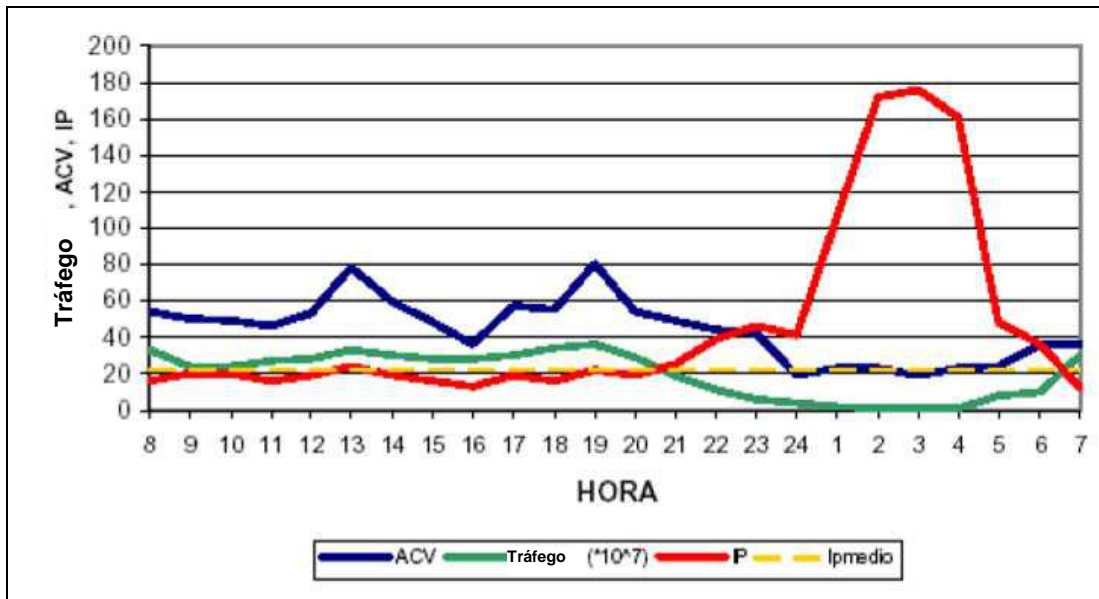


**Figura 3.13:** Efeito do spray em diferentes pavimentos.  
Fonte: <http://rafaelschelb.wordpress.com/category/70s/>

### 3.1.9. Iluminação

O período noturno é caracterizado pelo aumento considerável da severidade dos acidentes, sobretudo em locais e vias onde a iluminação é escassa. Segundo PEÑA (2004), 9% do total de acidentes que ocorreram na Espanha em 2002 aconteceram à noite. Porém, ao analisar só os acidentes com vítimas, a porcentagem aumenta para 35% e os acidentes com mortes se eleva para 46%. A elevação da severidade dos acidentes de acordo com o período do dia é mostrado na Figura 3.14.





**Figura 3.14:** Acidentalidade horária em vias de Valência, Espanha. Ano de 2000.  
 Fonte: PEÑA (2004)

Na Figura 3.14, a linha verde representa o volume de tráfego e a azul, o número de acidentes com vítimas durante as 24 horas do dia. A linha vermelha mostra o Índice de Severidade, demonstrando que os maiores valores ocorrem entre meia noite e 06h00, o que pode estar associado a fatores fisiológicos do ser humano, como cansaço, sono, embriaguez ou o efeito de medicamentos.

A falta de iluminação ou condições inapropriadas de iluminação é mais notável em ambientes urbanos. Em vias ou locais onde carecem de postes de iluminação, a visibilidade e a capacidade dos motoristas de identificação com precisão dos objetos, deixando os pedestres particularmente vulneráveis.

A iluminação incide numa redução dos acidentes e de sua severidade no período noturno. Nas vias com condições adequadas de iluminação, as estatísticas registram uma redução de 30% a 40% no número de acidentes, enquanto nas vias sem iluminação a gravidade dos mesmos é seis vezes maior que em vias perfeitamente iluminadas, segundo assinala NORMA (2004). Especificamente, a iluminação de vias arteriais urbanas provoca reduções entre 10% e 44% dos acidentes nas mesmas (BAKER, 1975). Para o caso das interseções, NODARI (2003) referencia estudos que estimam diminuições superiores a 50%, e de 11%, para interseções de três e de quatro acessos, respectivamente.

### 3.1.10. Travessias para Pedestres

Têm-se uma grande preocupação por parte dos técnicos e projetistas com os pedestres não apenas por serem os elementos mais frágeis que se deslocam nas vias rurais ou urbanas, mas também por apresentarem deslocamentos irregulares de trajeto e mudanças bruscas de direção e velocidade. (DNIT, 2010)

O pedestre urbano por estar em maior quantidade nas cidades tem uma maior influência no projeto de rodovias do que o pedestre na zona rural. Em razão do grande movimento dos veículos nas áreas urbanas, é extremamente custoso tomar medidas adequadas para o atendimento dos pedestres. Contudo, são medidas indispensáveis para o convívio dos pedestres e veículos, principalmente nas áreas centrais de comércio da cidade.

As travessias de pedestres representam os locais onde ocorrem os principais atrasos de pedestres e veículos e maiores riscos de acidentes decorrentes da interação de forma mais direta entre eles. Podem existir travessias em nível não semaforizadas, em nível com semáforos e em desnível, sendo estas superiores ou inferiores à via, como na Figura 3.15. As travessias em desnível apresentam-se, sob o ponto de vista da segurança, mais efetivas dentre as outras, uma vez que segregam completamente o fluxo de veículos e de pedestres. Porém, os custos de implantação são relativamente altos e nem sempre são utilizadas ou, quando utilizadas, muitas vezes de forma incorreta.



**Figura 3.15:** Exemplos de Travessias de Pedestres Superiores e Inferiores, respectivamente.  
Fonte: <http://www.arcoweb.com.br> e Google Maps

Em vias com travessias semaforizadas, ou seja, aquelas que apresentam fluxos de pedestres e veículos alternados por um semáforo, os principais problemas apresentados são aqueles em que a perda de tempo imposta ao pedestre é insuficiente para completar a travessia do usuário. Do ponto de vista da percepção dos usuários, um estudo realizado no âmbito brasileiro identificou elementos como presença e distância da travessia ao ponto de ônibus, permissão de estacionamento,

largura da via, número de sentidos do trânsito e volume de pedestres (DIÓGENES, 2008).

### **3.1.11. Dispositivos de Controle de Tráfego**

Faz-se necessária a utilização de Dispositivos de Controle de Tráfego (DCT) para ordenar e assegurar a circulação de veículos e pedestres. Para isso, existem diferentes de DCT's: para coleta de dados ou detectores de tráfego, os de armazenamento e processamento dos dados, os de informações aos usuários e os de controle e fiscalização do tráfego propriamente ditos (PEREIRA, 2005).

Os dois últimos grupos são os mais destacados e lembrados no ponto de vista da segurança viária. Entre os dispositivos de controle e fiscalização do tráfego se destacam os semáforos e os radares de fiscalização eletrônica, enquanto os painéis de mensagens variáveis (PMV) se sobressaem entre os de informações aos usuários.

#### **o Semáforos:**

Semáforos são equipamentos eletrônicos usados, principalmente, em interseções para alternar o direito de passagem de veículos e pedestres. Podem ser classificados, de acordo com a sua função, em: semáforos para veículos, para pedestres, semáforos especiais e de aproximação de passagens de nível e de cancelas; e são muito importantes para garantir a organização, fluidez economia e segurança a circulação (DNER, 1971, KHISTY e LALL, 1998). Sua principal vantagem é conseguir separar os movimentos conflitantes nas interseções, reduzindo, assim, o risco de ocorrência de certos tipos de acidentes, desde que sua instalação seja tecnicamente justificada.

Segundo DNER (1971) e GAO (2003), os fatores que têm maior influência na segurança viária, no que diz respeito aos semáforos, são a visibilidade dos semáforos, o tempo dos ciclos e a sincronização operacional no caso de semáforos em série. A visibilidade do semáforo tem de ser adequada aos usuários da via para que percebam com antecipação suficiente e reajam em correspondência com a indicação emitida e está relacionado ao número e à localização dos equipamentos, seu tamanho, sua cor, e à proteção contra a luz do sol.

Ao se programar o tempo de ciclo e a sincronização de forma incorreta nos semáforos, além de afetar a fluidez no trânsito, faz com que os motoristas adotem comportamento de risco ou até mesmo ignorem a indicação estabelecida, buscando conforto e economia do tempo em razão da sua segurança e a dos outros usuários.

- **Fiscalização Eletrônica de velocidade:**

Os dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade aliam tecnologias de detecção de veículos e meios de comunicação para identificar os motoristas que infringem limites de velocidade (PEREIRA, 2005). São usados para o controle automático de velocidade, principalmente, as lombadas ou as barreiras eletrônicas, os radares fixos e móveis e, em áreas urbanas, o dispositivo que controla de maneira simultânea a velocidade com que o veículo ingressa na interseção e o avanço do sinal vermelho.

O uso de radares e de lombadas eletrônicas tem demonstrado um grande efeito positivo no aumento da segurança de motoristas e pedestres por meio do controle e da redução da velocidade na circulação dos veículos. Através de observações realizadas por FRAMARIM *et al.* (2003), verificou-se uma redução de 23% nos acidentes em vias da cidade de Porto Alegre, enquanto relata diminuições entre 20% e 30% em vias da Inglaterra e do Canadá depois da implantação destes controladores de velocidade.

- **Painéis de Mensagens Variáveis**

Os painéis de mensagens variáveis (PMV) são os dispositivos eletrônicos implantados nas vias para a exibição de mensagens aos motoristas contendo informações sobre as condições de tráfego em tempo real, indicações sobre rotas alternativas, alterações na operação das vias devido a incidentes ou eventos programados, condições climáticas complexas e mensagens educativas (PEREIRA, 2005).

Os benefícios dos PMV dependem do uso certo de cores previamente codificadas, da clareza e da simplicidade das mensagens buscando o uso de frases curtas e fáceis de ler e do uso de símbolos e palavras padronizadas. Além disso, como no caso dos semáforos, é importante garantir a visibilidade do sinal a qualquer hora e sob quaisquer condições do clima e a fácil percepção dos PMV no meio de outras fontes visuais (ARBAIZA e LUCAS, 2004).

É reconhecido que a utilização dos PMV incide na redução do número de acidentes. Neste sentido, KOLISSETY *et al.* (2004) reporta uma redução da velocidade média das rodovias de 10 km/h, o qual resultou numa redução de acidentes fatais e graves em condições adversas, como neblina e chuva.

### **3.1.12. Faixas Auxiliares de Ultrapassagem**

Benefícios operacionais e de segurança são introduzidos com a implantação de faixas auxiliares, uma vez que 10% dos acidentes rodoviários com vítimas são associados às manobras de ultrapassagem realizadas (IMT, 2002), em vias com alto volume de tráfego ou com uma grande presença de veículos lentos.

AASHTO (2001) descreve que as oportunidades de ultrapassagem podem ser facilitadas por meio de uso de diferentes faixas adicionais: as faixas para ultrapassagens em aclives (*climbing lanes*), as utilizadas em terrenos planos (*passing lanes*), os trechos de quatro faixas (*short four lane section*), as faixas adicionais curtas utilizadas para o veículo de velocidade baixa se retirarem apenas em tempo de o veículo com velocidade superior ultrapassá-lo (*turnouts*) e os trechos onde os acostamentos podem ser utilizados (*shoulder use section*). Estas faixas são projetadas e implantada em função das possibilidades de ultrapassagens dependentes da distancia de visibilidade e das brechas existentes entre os veículos que circulam em direção oposta.

Estudos reportados no IMT (2002) informam a diminuição de 35% do total de acidentes e de 25% dos acidentes com vítimas depois da instalação de faixas auxiliares em rodovias da Austrália, bem como a redução de 10% a 20% dos acidentes quando implantadas terceiras faixas em aclives de 3% a 4% e de 20% a 40% em rampas mais pronunciadas.

A implantação de faixas para ultrapassagens deve ser evitada na proximidade das zonas urbanas, em trechos que apresentam interseções com alto volume de tráfego e em segmentos com alta densidade de acessos.

### **3.1.13. Publicidade**

A publicidade nas vias e rodovias é exibida por painéis nos veículos e por painéis de divulgação de produtos e serviços, tanto no interior das lojas quanto fora dos pontos de venda. Os elementos mais utilizados nos ambientes urbanos são de propaganda e informação são os outdoors, os *busdoors* (elementos de marketing localizados nos vidros traseiros dos ônibus), os painéis, os eletrônicos de mensagens variáveis e os luminosos. Alguns exemplos são mostrados na Figura 3.16.



**Figura 3.16:** Local com excesso de elementos publicitários.  
Fonte: Google Maps, 2013

O aspecto da publicidade relacionado com a segurança é questão da qualidade do ambiente visual e a proteção do investimento viário. A ocorrência dos elementos de publicidade parece estar associada à distração dos motoristas e dos pedestres.

Num ambiente onde há o excesso de elementos publicitários, há o conflito entre a atenção do motorista na via e a distração com a publicidade. Sob condições que não solicitam um grande desempenho do motorista, como por exemplo, uniformidade do pavimento e da geometria, baixo volume de veículos e pouco número de interseções, acredita-se que a publicidade até estimule o condutor. Porém em condições mais complexas, o condutor perde o foco na direção e se distrai. Sobretudo em zonas de centros comerciais, onde a utilização de letreiros luminosos é frequente, pode ocorrer, em período noturno, o comprometimento ou a restrição da capacidade de leitura do motorista de alguns dispositivos de controle de tráfego, como semáforos e os painéis de mensagens variáveis.

#### **3.1.14. Estacionamento**

As questões relacionadas entre o estacionamento e a segurança viária são bem complexas para serem resolvidas pelas entidades gerenciadoras de transporte nos centros urbanos (BAKER, 1975). As características do estacionamento ou a falta de capacidade para estacionar afetam não somente as questões operacionais do trânsito como também as de segurança.

De acordo com SAMPEDRO (2006), o estacionamento na via pública afeta segurança da circulação principalmente sob três pontos de vista: nas manobras de

entrada e saída dos veículos estacionados, na visibilidade e na circulação dos pedestres.

As manobras de entrada e saída das áreas de estacionamento acrescentam constantemente riscos de colisões com os veículos que se movimentam pela via, o que é mais importante nas vias com maiores volumes de tráfego. A redução da visibilidade é considerável nos casos em que os veículos estacionam nas proximidades das interseções, violando a distância livre requerida para assegurar, tanto a visibilidade, quanto as manobras de conversão dos veículos. Ainda, com muita frequência, a falta de espaço faz com que os veículos estacionem sobre a calçada, atrapalhando ou até interrompendo a circulação fluida e segura dos pedestres (Figura 3.17). Nestes casos, os pedestres são obrigados a se movimentar sobre a pista, aumentando o risco de ocorrência de atropelamentos.



**Figura 3.17:** Exemplo de Estacionamento Inapropriado de Veículo.  
Fonte: O GLOBO, 2009.

### **3.1.15. Congestionamento**

Acredita-se que a redução dos congestionamentos influencie positivamente a segurança, diminuindo o número de acidentes graves de trânsito (FHWA, 2003). Isso se deve ao fato de que o congestionamento implica numa maior densidade de veículos, e, por conseguinte, uma maior probabilidade de conflito de veículos. Porém, a velocidade de circulação de um automóvel nessa condição é muito baixa, reduzindo a severidade dos acidentes.

A ocorrência de acidentes em congestionamentos está ligada a acidentes secundários, ou seja, aqueles em que são causados por um anterior, como por exemplo, engavetamentos, manobras bruscas e presença de veículos de emergência, além desses incidentes agravarem mais ainda as situações de tráfego intenso, como mostrado na Figura 3.18.



**Figura 3.18:** Exemplos de Congestionamentos em Estradas do Estado do Rio de Janeiro.  
Fonte: G1, 2012

Muitos detalhes ainda não são compreendidos na ligação entre os congestionamentos e a segurança. Entretanto, FHWA (2003) relata que:

- O potencial de ocorrência de incidentes provavelmente aumenta quando há o aumento de congestionamento.
- Existe uma baixa proporção de acidentes envolvendo um único veículo e um alto índice de ocorrências quando se envolvem mais de um veículo em situações de congestionamento.
- A severidade dos acidentes é menor durante as situações de congestionamento, em decorrência à baixa velocidade de tráfego dos veículos.

Em virtude do que foi exposto e diante da adoção de programas voltados para a redução de congestionamentos deve ser aliada às estratégias voltadas a redução da severidade de acidentes e dos acidentes envolvendo apenas um veículo.

### **3.1.16. Velocidade**

Para SANCHEZ (2001), quando se analisa o efeito da velocidade na segurança de tráfego, deve-se relacionar, principalmente, o tempo de percepção, o campo visual, as condições da pista e as consequências dos impactos.

A relação entre velocidade e segurança deve ser abordada em três aspectos (TRB, 1998 e GRSP, 2008). Uma primeira abordagem considerando que a capacidade do indivíduo de percepção e processamento de informações sobre situações perigosas diminua ao se aumentar a velocidade de circulação, como exemplificado na Tabela 3.5, que mostra a relação entre as velocidades do motorista e os ângulos de visão. Quando o ângulo de visão se reduz aos 30º, ocorre o fenômeno chamado de



“efeito de túnel”, impedindo o motorista de perceber estímulos de áreas próximas a pista.

**Tabela 3.5:** Relação entre a velocidade do motorista e o ângulo de visão.

<i>Velocidade do Motorista (km/h)</i>	<i>Ângulo de Visão (°)</i>
0	180
35	104
100	42°
130	30°

Fonte: Adaptado de SAMPEDRO, 2010.

A segunda abordagem assume que a probabilidade de um motorista se envolver em um acidente é função da diferença entre sua velocidade individual e a velocidade dos outros motoristas e a terceira abordagem está associada à percepção do risco do motorista e considera que ao elevarem as velocidades os motoristas não necessariamente aumentam o risco de se envolver em acidentes.

Estudos realizados por TRB (1998) mostram a relação existente entre a dispersão da velocidade dos veículos e a frequência dos acidentes. O número de acidentes e a severidade estão proporcionalmente relacionados com o diferencial entre as velocidades de circulação desenvolvidas pelos veículos, ou seja, a presença de veículos lentos e rápidos no fluxo de tráfego.

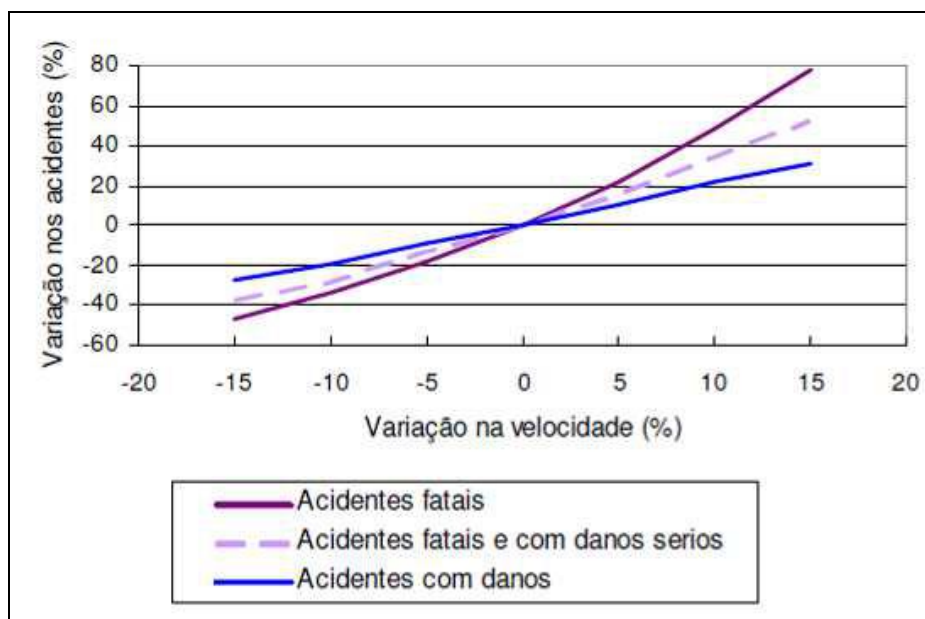
Ao fazer a ligação entre a velocidade e a severidade dos acidentes, o NCHRP (1993) relata que há um aumento na severidade quando ocorre o aumento da velocidade de circulação da via. Isso se deve ao fato da liberação da energia cinética liberada pelo veículo, dependente da velocidade a qual este trafega. Ao relatar a probabilidade de morte, GRSP (2008) demonstra que, ao transitar a 80 km/h, os ocupantes de um veículo têm 20 vezes mais chance de morte do que ao se chocar a 30 km/h. No caso de atropelamentos, 85% destes ocorridos a velocidades superiores a 50 km/h resultam em morte e, acima de 65 km/h, a porcentagem sobe para 100%. A probabilidade de conflitos é maior a velocidades baixas, porém os acidentes tendem a ser menos severos.

ETSC (2008) indica que a melhor medida para reduzir a severidade e a quantidade de acidentes na Alemanha é a redução da velocidade, uma vez que a qualidade dos veículos e as condições da infraestrutura da região são relativamente boas no país. Outro debate posto em questão é a obrigação de um limite de velocidade através da rede Autobahn, conhecida por ser ilimitada em velocidade, uma vez que há uma evidencia empírica indicando que todas as autoestradas alemãs que foram limitadas apresentaram grandes reduções de vítimas fatais.

Entretanto, FHWA (2008) demonstra que o aumento do limite de velocidade em vias interestaduais do estado de Indiana, Estados Unidos, causou um acréscimo de acidentes tanto na quantidade quanto na severidade. Isso se deve ao fato de que o aumento dos limites de velocidade causa um aumento do diferencial entre a velocidade dos veículos.

A redução da velocidade também é relacionada como sendo uma questão econômica. Em 2011, a Espanha para reduzir o consumo de combustível no país alterando a velocidade do país de 120 km/h para 110km/h.

Uma pesquisa da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos (OCDE), referenciada por SANCHEZ (2001), afirma que para cada km/h de acréscimo da velocidade, a acidentalidade aumenta 2%. Assim, estima-se que uma redução de 5 km/h nos limites de velocidade nas vias da União Europeia evitariam 11.000 mortes e 180.000 vítimas por ano. A relação entre a velocidade e a severidade dos acidentes pode ser observada na Figura 3.19.



**Figura 3.19:** Relação entre a variação da velocidade e a variação dos acidentes.

Fonte: AMILCAR (2010)

Vale ressaltar que, deve-se adotar uma velocidade de projeto que cumpra as expectativas dos usuários das vias no que diz respeito à segurança, conforto e economia de tempo. Deste modo, velocidades de projeto muito baixas tendem a fazer com que os motoristas excedam com uma frequência maior os limites de velocidade estabelecidos, elevando assim os índices de acidentalidade (IMT, 2002).

### **3.1.17. Vegetação**

Outro potencial para a ocorrência de acidentes é a vegetação. Árvores funcionam como objetos fixos próximos às estradas, o crescimento rápido de grama, ervas, arbustos e galhos de árvores podem limitar ou dificultar a visão do motorista dos dispositivos de sinalização e controle de tráfego.

FHWA (2008) lista uma série de alternativas que o controle da vegetação pode levar como visibilidade da sinalização viária, visibilidade dos usuários (veículos, bicicletas e pedestres) e animais frente aos motoristas e vice-versa, manter as calçadas em condições boas para os pedestres, retirada de árvores que funcionam como objetos fixos perto das estradas que poderiam resultar em acidentes, auxiliar os projetos de drenagem e preservação do pavimento.

Os problemas causados pela falta do controle podem variar desde dificultar a visibilidade da sinalização (Figura 3.20a), obstruir os dispositivos de drenagem (Figura 3.20b), reduzir a percepção do motorista quando se torna um obstáculo a visibilidade da via (Figura 3.20c) e ocupar calçadas e passeios públicos fazendo com que os pedestres busquem a rodovia como alternativa de passagem (Figura 3.20d, e, f);



**Figura 3.20:** Problemas originados pela falta de controle da vegetação.  
Fonte: FHWA (2008).

Deve-se também incluir a utilização de vegetação em contenção de taludes de aterro e corte, uma vez que a ausência do revestimento vegetal aliada ao processo erosivo natural do talude podem resultar em deslizamentos constantes do solo, causando danos irreparáveis ao corpo estradal, seja ocasionando sérios acidentes até contribuir para o assoreamento dos corpos d'água e obras de arte recorrentes (DNIT, 2009).

## 4. ESTUDO DO CASO: AVENIDA MENEZES CORTES (ESTRADA GRAJAÚ-JACAREPAGUÁ)

### 4.1. Histórico e Importância Estratégica

Segundo BRIGIDO (1950), a Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá começou a ser construída em 1945 por iniciativa da Prefeitura e do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. É oficialmente denominada como Avenida Menezes Cortes. Devido a interrupções da obra de natureza econômico-administrativa, apenas em 1948, na administração do General Ângelo Mendes de Moraes, os serviços foram entregues por concorrência pública à Companhia Serviços de Engenharia. A obra teve sua conclusão em 1950. A Figura 4.1(a) e a Figura 4.1(b) mostram a Avenida na época de sua construção.



**Figura 4.1:** (a) Seção Transversal da Estrada Grajaú-Jacarepaguá (esquerda) e (b) Vista de parte de seu traçado (direita) na época de sua construção.

Fonte: <http://www.rioquepassou.com.br/2005/11/16/grajau-jacarepagua-i/>

Era de grande necessidade a ligação direta entre o centro da Capital da Republica e a região de Jacarepaguá, uma vez que facilitaria o escoamento da produção agrícola cultivada na região que se estendia desde o Pau Ferro ao Grumari e aos Bandeirantes e da praia do Pontal ao Cafundá e ao Catonho.

Ao se considerar um ponto central da cidade e um ponto de concentração das atividades em Jacarepaguá, a construção da estrada Grajaú-Jacarepaguá proporcionou um sensível encurtamento de trajeto relativo a outros dois trechos de menor percurso mais utilizados na época, como pode ser visto na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1:** Distâncias entre Jacarepaguá e Centro do Rio de Janeiro em 1950.

<i>Ligação Centro-Jacarepaguá</i>	<i>Distância</i>
<b>Via Alto da Boa Vista</b>	35 km
<b>Via Largo do Campinho</b>	30 km
<b>Via Grajaú</b>	<b>22 km</b>

Fonte: BRIGIDO, 1950.

Entre as várias dificuldades que afetaram a execução de sua obra, duas podem ser classificadas de caráter singular: a que decorre no grande número de desapropriações e demolições, retardando a implantação do projeto no campo e a abertura da caixa da estrada, e a que provém da natureza da encosta por onde se desenvolve o traçado.

Como providências a tais problemas, na sua maioria emergenciais, foram tomadas obras de segurança e de proteção da placa. Grandes muralhas de sustentação, obras especiais de drenagem, contenção das saias de aterro e dos taludes de corte.

No final dos anos 70, a velha estrada já demonstrava sinais de saturação, provinda da falta de opções de escoamento da baixada de Jacarepaguá, tanto em população como em produtos industriais e de serviços com a consolidação do polo industrial da Estrada dos Bandeirantes. Sendo assim, seria necessário por em prática um projeto dos anos 60 de aumentar a capacidade da estrada.

As obras de duplicação foram entregues em 1981, no trecho de Jacarepaguá, e o trecho do Grajaú entregue no final de 1982 devido à divisão da obra em três etapas, em função de sua complexidade. A Figura 4.1(a) e Figura 4.1(b) mostram a Avenida após a sua duplicação.



**Figura 4.2:** (a) Vista da Estrada Grajaú-Jacarepaguá (esquerda) e (b) Vista de parte de seu traçado (direita) após a obra de duplicação.

Fonte: (a) <http://www.rioquepassou.com.br/2005/11/16/grajau-jacarepagua-i/>

Fonte: (b) [www.rio.rj.gov.br](http://www.rio.rj.gov.br)

#### **4.2. Localização da via**

Pertencendo ao sistema viário de trânsito rápido da cidade do Rio de Janeiro, a Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá possui cerca de 9 km de extensão nos dois sentidos. Com uma orientação Leste-Oeste, a via liga o bairro do Grajaú, na Zona Norte, ao bairro de Jacarepaguá, na Zona Oeste da cidade. Na Figura 4.3 pode-se visualizar o traçado da Avenida Menezes Cortes.



**Figura 4.3:** Traçado da Avenida Menezes Cortes.

Fonte: Adaptado do Google Earth.

### **4.3. Caracterização do Entorno**

O entorno da Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá é caracterizado por duas divisões bem distintas: uma com forte urbanização e grande densidade demográfica e a outra despovoada caracterizada pela formação da Mata Atlântica. A via passa pelos seguintes bairros: Grajaú, Lins de Vasconcelos, Engenho de Dentro, Água Santa e Jacarepaguá. No Anexo I- é apresentado o traçado da via.

Analisando em ambos os sentidos, a via contém apenas duas saídas e dois acessos ao todo, localizados em suas extremidades. Dessa forma, a Avenida possui interseções, no Grajaú, com a Rua José do Patrocínio e a Rua Visconde de Santa Isabel (Figura 4.4) e, em Jacarepaguá, com a Estrada dos Três Rios e a Estrada Santa Inês (Figura 4.5).





**Figura 4.4:** Interseções da Avenida Menezes Cortes no Bairro do Grajaú.

Fonte: Google Maps.



**Figura 4.5:** Interseções da Avenida Menezes Cortes no Bairro de Jacarepaguá.

Fonte: Google Maps.

#### 4.4. Caracterização do Tráfego

Pela Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá circula um volume de tráfego bastante intenso. De acordo com os dados do Plano Diretor de Transporte Urbano 2011 (PDTU) do Rio de Janeiro divulgado em 2013, o Volume Médio Diário de Tráfego (VMD), na saída para a Rua José do Patrocínio, foi de 37.502 veículos, sendo a grande maioria deles de carros e veículos leves, como pode ser visto na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Contagens de Veículos por Categoria.

<b>Posto</b>	<b>Avenida Menezes Cortes x José do Patrocínio</b>
<b>Autos</b>	28.793
<b>Táxi</b>	2.715
<b>Escolar</b>	13
<b>Moto</b>	2.574
<b>Bicicleta</b>	17
<b>Ônibus</b>	1.426
<b>Van T Ater</b>	280
<b>Kombi T Alter</b>	0
<b>Caminhao 2 eixos</b>	553
<b>Caminhão 3 ou mais eixos</b>	62
<b>Utilitário</b>	1.069
<b>Total</b>	37.502

Fonte: PDTU (2013).

Apesar de ser uma via destinada a um trânsito rápido de veículos, ocorrem por muitas vezes condições operacionais difíceis, com tráfego lento, paradas e congestionamentos devido ao elevado volume de veículos.

A Avenida Menezes Cortes também serve como um importante corredor de transporte público da cidade. Um considerável volume de ônibus circula pela via em 13 linhas que ligam Jacarepaguá e os outros bairros adjacentes com o Centro e com os bairros da Zona Norte. No que tange a circulação de pedestres, duas passarelas garantem a travessia dos usuários em condições adequadas de segurança (Figura 4.6). Entretanto, a presença de pessoas na pista é comum devido à presença de habitações irregulares nas duas margens da via.



**Figura 4.6:** Passarelas da Avenida Menezes Cortes.  
Fonte: Google Maps (2014).

#### **4.5. Caracterização do Projeto**

Na maior parte de sua extensão, a Autoestrada Grajaú Jacarepaguá apresenta uma seção transversal típica formada por duas faixas de circulação por sentido.

Passando principalmente por terreno ondulado/montanhoso, o traçado da via é caracterizado pela presença de curvas horizontais acentuadas e a presença de curvas verticais e de aclives e declives pronunciados.

Dentro do trecho especificado no Anexo I- foram identificadas 49 curvas horizontais apresentadas na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3:**Tabela de Curvas da Avenida Menezes Cortes.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
1	5 ° 53 ' 25 "	431,2	44,32	22,2	3 + 2,91	5 + 7,23	6,30%
2	81 ° 27 ' 3 "	79,9	113,35	68,8	9 + 2,76	14 + 16,11	6,20%
3	18 ° 19 ' 16 "	106,1	33,88	17,1	17 + 7,97	19 + 1,85	6,20%
4	38 ° 23 ' 1 "	87,3	58,38	30,4	22 + 2,44	25 + 0,82	5,50%
5	64 ° 2 ' 9 "	120,1	134,04	75,1	27 + 0,89	33 + 14,93	6,30%
6	19 ° 20 ' 18 "	116,2	39,16	19,8	34 + 18,09	36 + 17,25	5,90%
7	16 ° 4 ' 50 "	137,7	38,63	19,5	40 + 5,35	42 + 3,98	3,40%
8	31 ° 3 ' 35 "	98,4	53,23	27,3	53 + 9,35	56 + 2,58	5,40%
9	73 ° 2 ' 51 "	109,5	139,5	81,1	58 + 19,06	65 + 18,56	6,30%
10	48 ° 32 ' 9 "	70,4	59,47	31,7	68 + 3,4	71 + 2,87	5,90%
11	10 ° 21 ' 11 "	212,1	38,31	19,2	81 + 7,6	83 + 5,91	6,50%
12	7 ° 51 ' 3 "	165,5	22,68	11,4	85 + 8,03	86 + 10,71	5,70%
13	51 ° 11 ' 36 "	147,8	131,93	70,8	94 + 17,48	101 + 9,41	6,40%
14	97 ° 35 ' 18 "	60,9	103,21	69,6	103 + 12,8	108 + 16,01	6,70%
15	37 ° 50 ' 32 "	57,9	38,08	19,8	111 + 16,99	113 + 15,07	6,60%
16	39 ° 10 ' 22 "	93,3	63,7	33,2	117 + 6,69	120 + 10,39	6,40%
17	27 ° 53 ' 5 "	62,6	30,35	15,5	125 + 2,61	126 + 12,96	4,90%
18	26 ° 50 ' 35 "	67,6	31,59	16,1	129 + 14,35	131 + 5,94	7,00%
19	71 ° 11 ' 46 "	52,7	65,1	37,7	137 + 16,36	141 + 1,46	6,60%
20	38 ° 21 ' 28 "	139,1	93,05	48,4	142 + 14,29	147 + 7,34	5,90%
21	27 ° 23 ' 35 "	65	30,98	15,8	149 + 16,51	151 + 7,49	5,20%
22	50 ° 7 ' 22 "	53	46,04	24,8	157 + 9,75	159 + 15,79	6,50%
23	159 ° 58 ' 4 "	45,1	125,61	255	161 + 8,92	167 + 14,53	6,60%
24	177 ° 5 ' 22 "	47	144,86	1850	169 + 0,04	176 + 4,9	7,40%
25	134 ° 42 ' 8 "	42,1	98,84	101	180 + 7,5	185 + 6,34	5,40%
26	85 ° 22 ' 56 "	50,5	74,82	46,6	188 + 10,82	192 + 5,64	5,50%
27	116 ° 46 ' 33 "	44,9	90,83	72,9	195 + 1,48	199 + 12,31	6,20%
28	92 ° 3 ' 35 "	53,8	85,98	55,8	202 + 7,87	206 + 13,85	5,50%
29	73 ° 43 ' 29 "	146,6	188,47	110	209 + 2,78	218 + 11,25	5,90%
30	28 ° 49 ' 28 "	68,1	34,2	17,5	222 + 8,67	224 + 2,87	5,30%
31	5 ° 44 ' 33 "	151,6	15,19	7,6	227 + 17,34	228 + 12,53	5,30%
32	61 ° 13 ' 57 "	85,4	91,09	50,5	235 + 4,47	239 + 15,56	-8,80%
33	58 ° 10 ' 3 "	83,7	84,85	46,6	245 + 0,05	249 + 4,9	-9,10%
34	1 ° 19 ' 5 "	1180,3	27,13	13,6	250 + 17,41	252 + 4,54	-8,50%
35	16 ° 40 ' 40 "	210,7	61,31	30,9	254 + 8,34	257 + 9,65	-7,70%
36	19 ° 25 ' 55 "	280,2	95,01	48	259 + 19,57	264 + 14,58	-7,40%
37	35 ° 15 ' 57 "	73,6	45,17	23,4	279 + 11,18	281 + 16,35	-8,40%
38	53 ° 59 ' 28 "	47,7	44,71	24,3	286 + 12,58	288 + 17,29	-7,40%
39	43 ° 57 ' 51 "	56,1	42,8	22,6	290 + 17,63	293 + 0,43	-8,60%
40	64 ° 29 ' 36 "	79,1	88,82	49,9	298 + 0,43	302 + 9,25	-7,40%
41	115 ° 31 ' 36 "	53,3	106,79	84,5	304 + 18,31	310 + 5,1	-8,10%
42	78 ° 53 ' 0 "	59	80,83	48,5	311 + 16,29	315 + 17,12	-7,20%
43	28 ° 52 ' 9 "	74,1	37,23	19,1	322 + 18,76	324 + 15,99	-7,50%
44	35 ° 5 ' 17 "	83,9	51,29	26,5	327 + 5,86	329 + 17,15	-6,60%
45	80 ° 3 ' 1 "	49,8	69,2	41,8	334 + 17,53	338 + 6,73	-6,60%
46	10 ° 47 ' 7 "	224,6	42,26	21,2	339 + 11,95	341 + 14,21	-5,40%
47	14 ° 12 ' 0 "	176,8	43,79	22	345 + 2,38	347 + 6,17	-6,60%
48	130 ° 31 ' 4 "	58,2	131,98	126	348 + 9,67	355 + 1,65	-8,00%
49	95 ° 22 ' 43 "	42,4	59,97	46,6	358 + 7,32	361 + 7,29	-10,70%

## **4.6. Avaliação de Campo**

### **4.6.1. Condições da Infraestrutura**

Durante uma inspeção preliminar realizada na Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá foi possível verificar as condições gerais dos elementos mais importantes da infraestrutura viária. Foram constatados, sobretudo, aspectos associados à geometria da via, ao pavimento, à sinalização, às interseções e aos dispositivos de drenagem.

A via apresenta um traçado sinuoso, bem acidentado e com curvas fechadas, que junto a uma largura de faixas inadequada e a uma barreira de concreto central proporciona uma limitação de comodidade e segurança ao circular a velocidade regulamentada na via. Caracteriza-se também por possuir aclives bem acentuados, o que faz com que veículos mais pesados percam rendimento e, conseqüentemente, velocidade nas subidas.

Quanto ao pavimento, a via se caracteriza por ter dois trechos bem distintos: um trecho em más condições, com buracos, fissuras e desníveis e outro com melhores condições quando comparadas com o primeiro trecho, revestimento constituído por uma mistura especial do tipo SMA (*Stone Matrix Asphalt*) com asfalto modificado por borracha, sem buracos, trincas ou desníveis notáveis.

A sinalização da via também se distingue bem aquém do desejado. Algumas marcas do pavimento e as placas apresentam condições distintas em alguns trechos da via. Algumas placas apresentam marcas de vandalismo e perdem sua principal função de advertência. As condições de iluminação também se apresentam em não uniformidade pela estrada.

As interseções em nível apresentam-se bem sinalizadas nos seus extremos, porém devido à grande densidade populacional na região do Grajaú, algumas ruas se apresentam escondidas e de difícil localização. Outro fator que foi analisado é a questão dos retornos da via, em específico, o da imediação do Hospital Cardoso Fontes, que não apresenta qualquer indício de sinalização.

Quanto à drenagem, a via apresenta em alguns pontos a água pluvial coletada pelas sarjetas e valetas passando transversalmente à superfície do pavimento. Em um desses pontos, também se encontra um lava a jato que se utiliza de tais dispositivos para o despejo de água com sabão, levantando assim o número de acidentes no ponto.

Não foi identificado na via um sistema de apoio a usuários. A Figura 4.7 é indício do que se pode esperar da via quanto a todos os suas características na previsão de futuros acidentes.



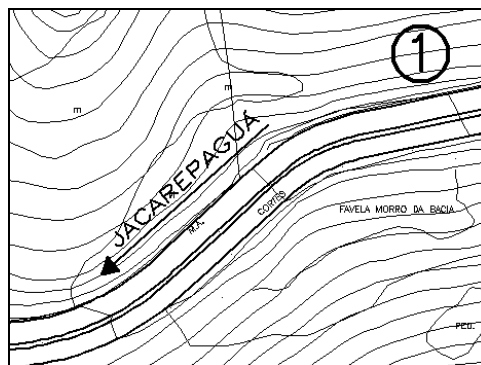
**Figura 4.7:** Placa indicativa no início da via.  
Fonte: Google Maps.

#### **4.6.2. Distribuição dos Acidentes**

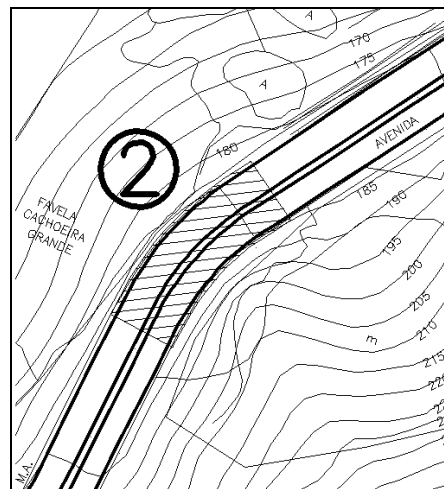
Segundo os dados recebidos da Secretaria de Obras da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, pôde-se identificar 14 pontos na Avenida Menezes Cortes onde os acidentes são mais frequentes e graves.

- 1) O primeiro ponto localizado no entorno da Estaca 55 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 8 (Figura 4.8).
- 2) O segundo ponto localizado no entorno da Estaca 120 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 17 (Figura 4.9).
- 3) O terceiro ponto localizado no entorno da Estaca 172 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 24 (Figura 4.10).
- 4) O quarto ponto localizado no entorno da Estaca 177 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a tangente entre as Curvas 24 e 25 (Figura 4.10).
- 5) O quinto ponto localizado no entorno da Estaca 190 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 28 (Figura 4.10).
- 6) O sexto ponto localizado no entorno da Estaca 287 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 38 (Figura 4.11).
- 7) O sétimo ponto localizado no entorno da Estaca 307 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 41 (Figura 4.11).
- 8) O oitavo ponto localizado no entorno da Estaca 337 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 45 (Figura 4.12).
- 9) O nono ponto localizado no entorno da Estaca 350 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 48 (Figura 4.12).
- 10) O décimo ponto localizado no entorno da Estaca 350 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 49 (Figura 4.12).

- 11) O décimo primeiro ponto localizado no entorno da Estaca 335 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú próximo a tangente entre as Curvas 44 e 45 (Figura 4.12).
- 12) O décimo segundo ponto localizado no entorno da Estaca 305 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú próximo a tangente entre as Curvas 40 e 41 (Figura 4.11).
- 13) O décimo terceiro ponto localizado no entorno da Estaca 287 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú próximo a Curva 38 (Figura 4.11).
- 14) O décimo quarto ponto localizado no entorno da Estaca 186 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú próximo a Curva 27 (Figura 4.10).



**Figura 4.8: Ponto 1**



**Figura 4.9: Ponto 2**

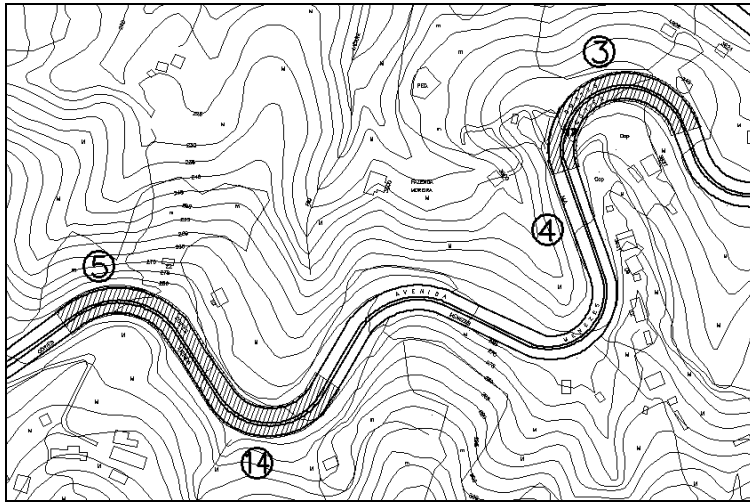


Figura 4.10: Pontos 3, 4, 5 e 14

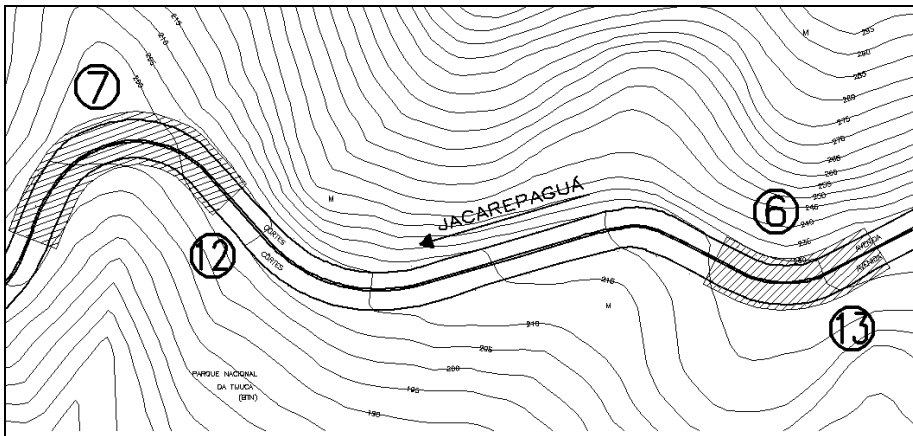


Figura 4.11: Pontos 6, 7, 12 e 13.

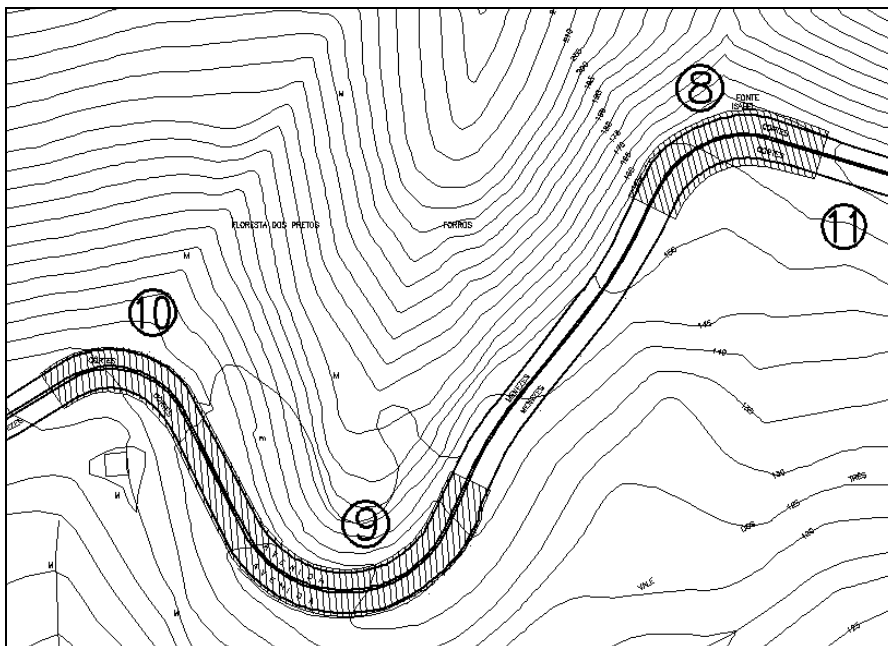
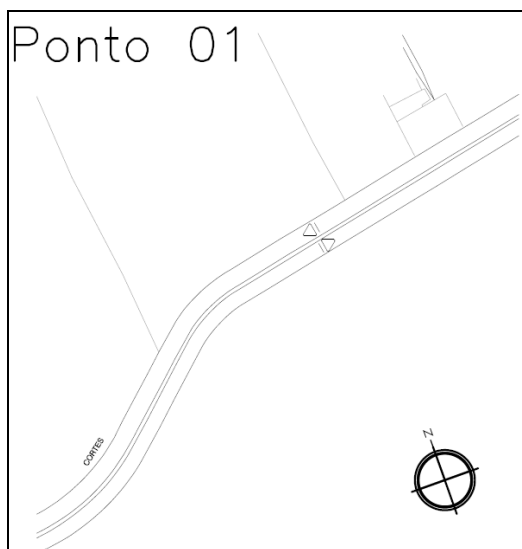


Figura 4.12: Pontos 8, 9 10 e 11



Segundo os dados recebidos da CET-Rio, foram identificados 7 pontos na Avenida Menezes Cortes onde os acidentes são mais frequentes e graves.

- 1) O primeiro ponto localizado no entorno da Estaca 55 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 8 (Figura 4.13).
- 2) O segundo ponto localizado no entorno da Estaca 106 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá próximo a Curva 14 (Figura 4.14).
- 3) O terceiro ponto localizado na região entre a Estaca 160 e a Estaca 180 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá entre a Curva 22 e a Curva 25 (Figura 4.15).
- 4) O quarto ponto localizado na região entre a Estaca 190 e a Estaca 205 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá entre a Curva 26 e a Curva 28 (Figura 4.16).
- 5) O quinto ponto localizado na região entre a Estaca 350 e a Estaca 365 do trecho em análise no sentido Grajaú-Jacarepaguá entre a Curva 47 e a o Ponto Final do trecho selecionado (Figura 4.17).
- 6) O sexto ponto localizado na região entre a Estaca 265 e a Estaca 280 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú na tangente entre a Curva 36 e a Curva 37 (Figura 4.18).
- 7) O sétimo ponto localizado na região entre a Estaca 0 e a Estaca 50 do trecho em análise no sentido Jacarepaguá-Grajaú (Figura 4.19).



**Figura 4.13:** Ponto 1

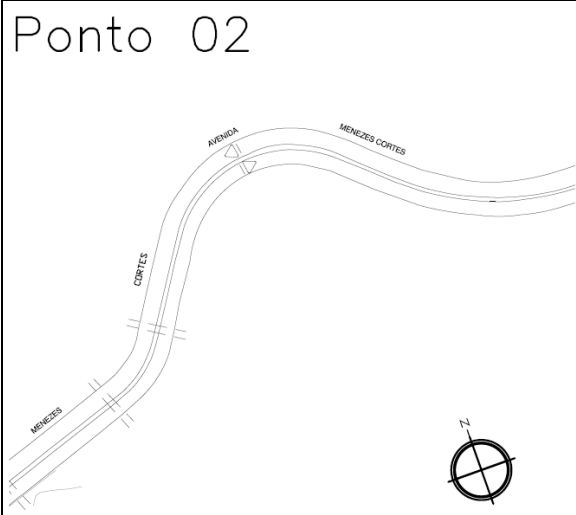


Figura 4.14: Ponto 2

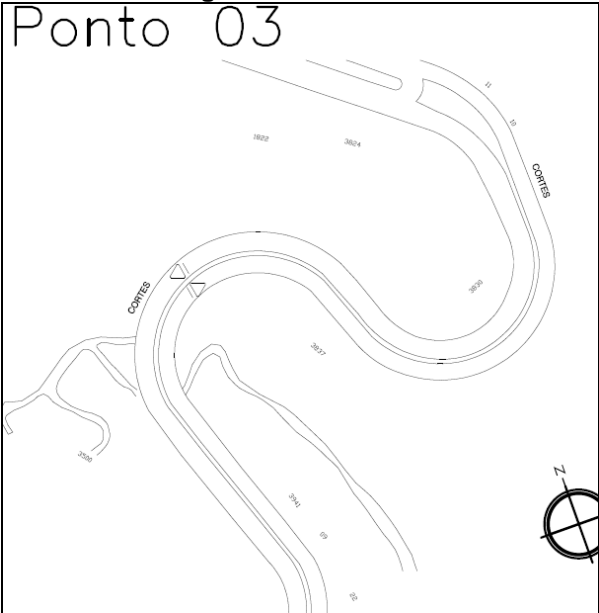


Figura 4.15: Ponto 3

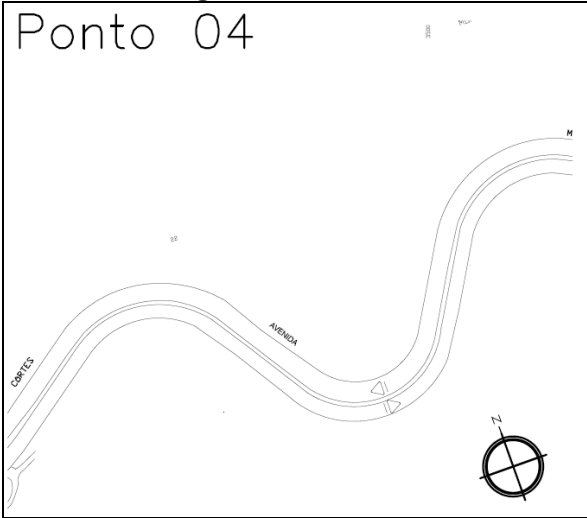


Figura 4.16: Ponto 4

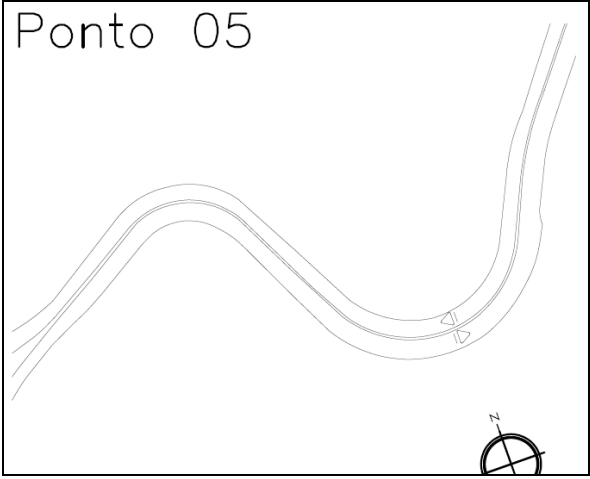


Figura 4.17: Ponto 5

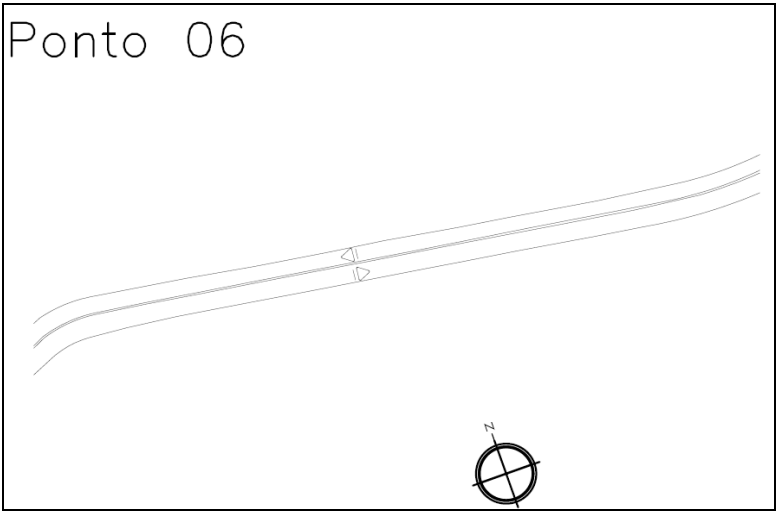


Figura 4.18: Ponto 6

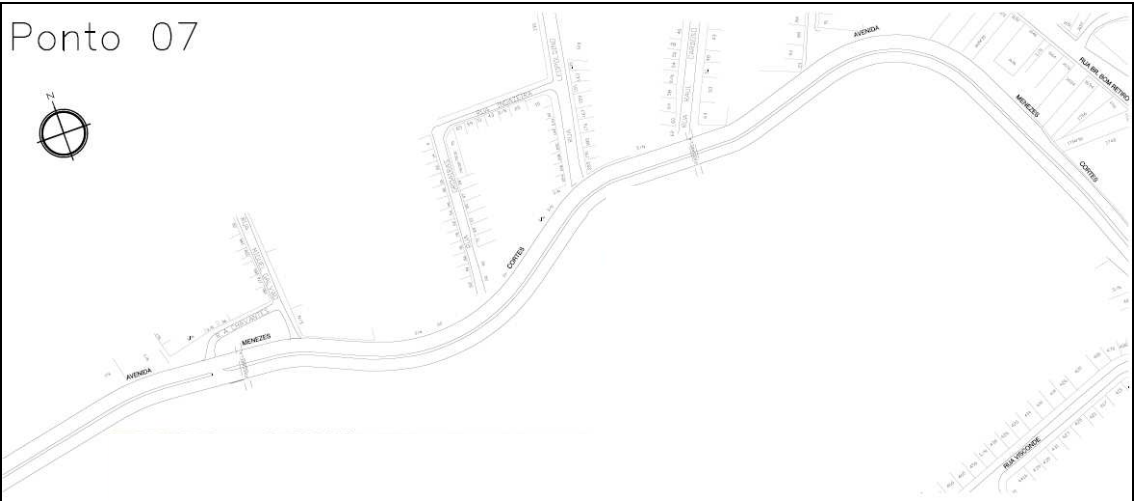


Figura 4.19: Ponto 7

#### 4.7. Visita aos Bombeiros

Foi realizada uma entrevista com os bombeiros do 2º Destacamento do 11º Grupamento de Bombeiro Militar (GBM) do Grajaú, que enfatizaram que, devido ao grande número de ônibus e caminhões que trafegam na via, há um frequente derramamento de diesel e óleo na pista, o que causa o deslizamento de veículos e, principalmente motos.

Foi unânime entre os profissionais de segurança que a via carece de dispositivos que contenham os veículos desgovernados nas ribanceiras, como por exemplos *guard rails* ou muretas, e placas de sinalização, principalmente na descida no sentido Grajaú e nas regiões de retorno.

#### 4.8. Análise dos Pontos Críticos

Alguns pontos são coincidentes entre os dados fornecidos pela Prefeitura do Rio de Janeiro, pela CET-Rio e pelo GBM. Então, foi criada uma lista com todos os pontos enumerados para realizar a análise de todas as regiões em 12 pontos críticos.

##### 4.8.1. Ponto 1

O ponto 1 localiza-se entre a Estaca 50 e a Estaca 55 no trecho escolhido de subida de Grajaú para Jacarepaguá, próximo às Curvas 8 e 9 (Figura 4.20), praticamente no meio de um curva reversa.

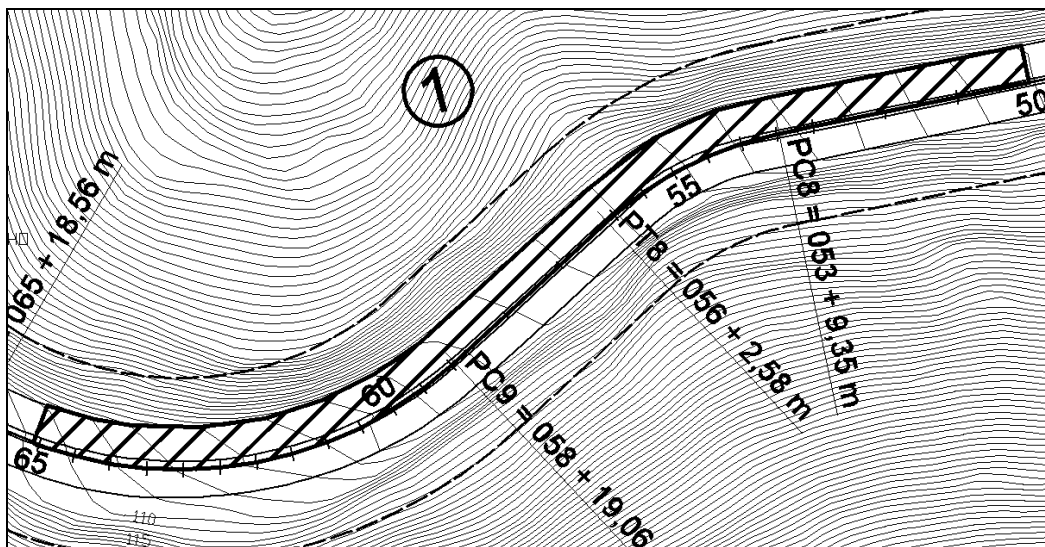


Figura 4.20: Localização Geográfica do Ponto 1.

Os acidentes relacionados nessa região têm como causas prováveis principalmente o traçado, a presença da barreira no canteiro central, à falta de

proteção adequada a veículos desgovernados na borda externa da via e a falta de sinalização vertical, indicando a existência e os sentidos das curvas.

Nesse trecho, os veículos, ao realizar a Curva 8 para a esquerda, são obrigados logo em seguida a fazer a Curva 9 para a direita, ocasionando assim um grande número de choques dos veículos com a barreira de proteção do meio da via, as marcas podem ser vistas na Figura 4.21.



**Figura 4.21:** Marcas nas barreiras de concreto centrais (Ponto 1).

Ao se chocarem com a barreira de concreto, os veículos se desgovernam, podendo chegar à borda externa da via. Nessa região existem trechos que carecem de proteção ou apresentam proteção não adequada ao choque. Existem ainda barreiras de proteção que não são paralelas a via (Figura 4.22), induzindo o motorista a acompanhar o traçado da barreira, provocando acidentes.



**Figura 4.22:** Proteção inadequada e inexistente (Ponto 1).

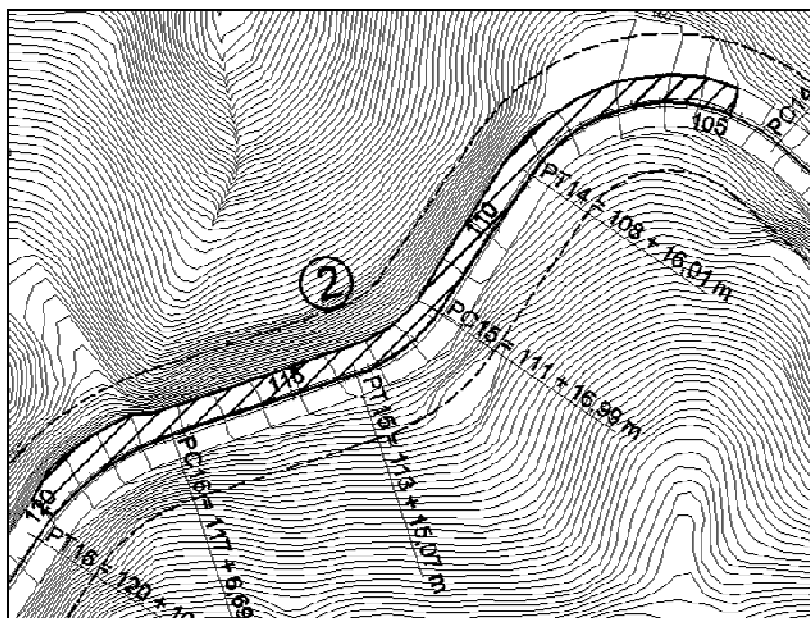
Na ocasião de uma das visitas ao trecho, pode-se fotografar dois veículos que estavam na mata (Figura 4.23), em função de um acidente ocorrido dois dias antes. Um operador de trânsito da CET-Rio relatou que os veículos tinham colidido entre si, perdendo o controle, saindo da via.



**Figura 4.23:** Carros envolvidos no acidente (Ponto 1).

#### 4.8.2. Ponto 2

O ponto 2 localiza-se entre a Estaca 105 e a Estaca 120 no trecho de subida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo as Curvas 14, 15 e 16 (Figura 4.24)



**Figura 4.24:** Localização Geográfica do Ponto 2.

Os acidentes nesse ponto também tem como causas prováveis o traçado, a seção transversal, à falta de proteção adequada a veículos desgovernados na borda externa da via e ao entorno que se encontra povoado.

A situação encontrada no Ponto 2 é bem parecida com a do Ponto 1, os veículos que lá trafegam se veem obrigados a passar por uma série de curvas reversas, ocasionando um grande numero de choques dos carros com a barreira de proteção central (Figura 4.25).



**Figura 4.25:** Marcas nas Barreiras de Concreto Centrais.

Ao se chocarem com a barreira de concreto, os veículos se desgovernam, podendo chegar a borda externa da via, que nessa região existem trechos que carecem de proteção ou apresentam proteção não adequada ao choque (Figura 4.26).



**Figura 4.26:** Proteção inadequada e inexistente (Ponto 2).

Outros fatores que são agravantes na causa dos acidentes é a superelevação inadequada e a presença da população no entorno, que muitas vezes utiliza a via como estacionamento (Figura 4.27).



**Figura 4.27:** Superelevação Invertida e presença de veículos estacionados no acostamento.

Alguns defeitos no pavimento também são característicos do trecho, como trincas e afundamento do pavimento, podendo causar um diferencial de velocidade entre os veículos (Figura 4.28).



**Figura 4.28:** Defeitos no pavimento (Ponto1).

#### **4.8.3. Ponto 3**

O ponto 3 localiza-se entre a Estaca 160 e a Estaca 180 no trecho escolhido de subida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo as Curvas 22, 23, 24 e 25 (Figura 4.29).



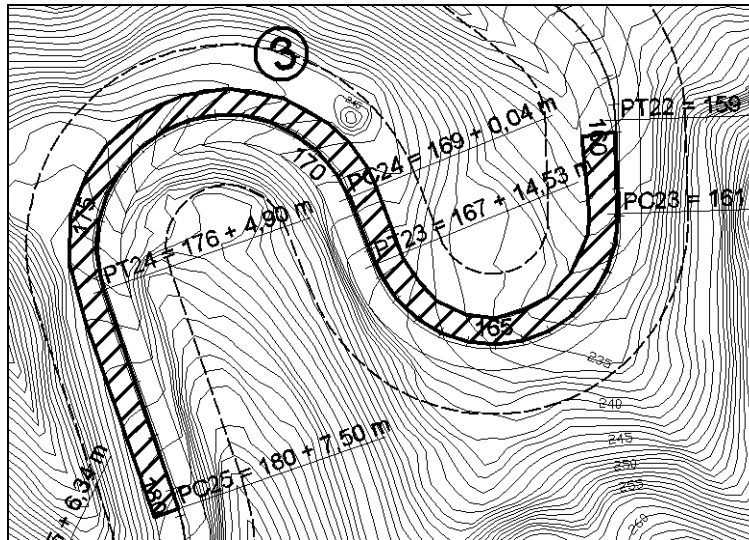


Figura 4.29: Localização Geográfica do Ponto 3.

Os acidentes relacionados nesse ponto têm como causas prováveis principalmente o traçado, a seção transversal e o entorno.

Dentre as quatro curvas citadas, três delas apresentam o raio de curva menor que o mínimo estabelecido no Manual de Projeto Geométrico de Vias Rurais do DNIT de 50 metros (Tabela 4.4).

Tabela 4.4: Raios das Curvas contidas no Ponto 3.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
22	50 ° 7 ' 22 "	53	46,04	24,8	157 + 9,75	159 + 15,79	6,50%
23	159 ° 58 ' 4 "	45,1	125,61	255	161 + 8,92	167 + 14,53	6,60%
24	177 ° 5 ' 22 "	47	144,86	1850	169 + 0,04	176 + 4,9	7,40%
25	134 ° 42 ' 8 "	42,1	98,84	101	180 + 7,5	185 + 6,34	5,40%

A vegetação também é um motivo de preocupação da região, uma vez que o crescimento e a não podagem dificulta a visibilidade dos motoristas (Figura 4.29).



Figura 4.30: Vegetação limitando a visibilidade na Curva 23.

Outro fator agravante é a falta da superelevação na Curva 24 (Figura 4.31).



Figura 4.31: Falta de Superelevação.

#### 4.8.4. Ponto 4

O ponto 4 localiza-se entre a Estaca 190 e a Estaca 205 no trecho escolhido de subida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo as Curvas 26, 27 e 28 (Figura 4.32).

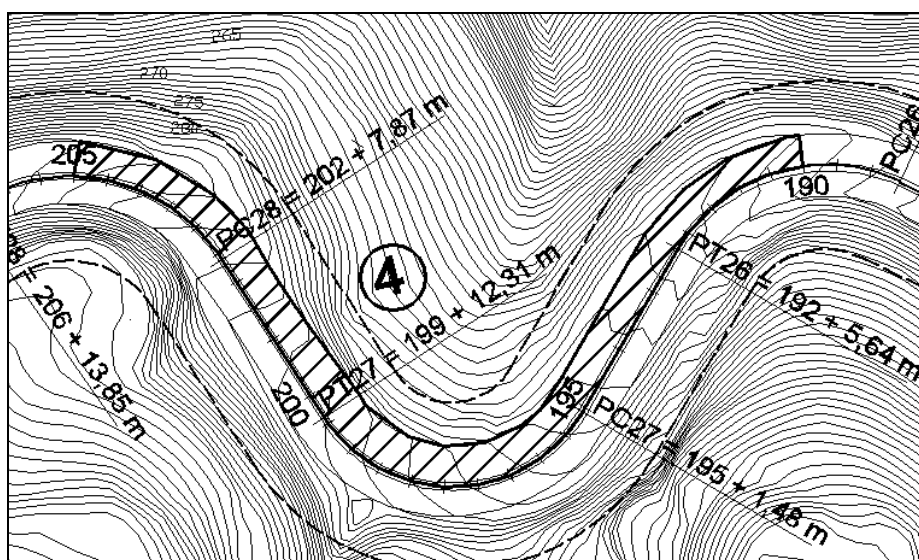


Figura 4.32: Localização Geográfica do Ponto 4.

Os acidentes relacionados nesse ponto têm como causas prováveis principalmente o traçado e o entorno.

Dentre as três curvas citadas, a Curva 27 apresenta o raio de curva menor que o mínimo estabelecido no Manual de Projeto Geométrico de Vias Rurais do DNIT de 50 metros (Tabela 4.5).

**Tabela 4.5:** Raios das Curvas contidas no Ponto 4.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
26	85 ° 22 ' 56 "	50,5	74,82	46,6	188 + 10,82	192 + 5,64	5,50%
27	116 ° 46 ' 33 "	44,9	90,83	72,9	195 + 1,48	199 + 12,31	6,20%
28	92 ° 3 ' 35 "	53,8	85,98	55,8	202 + 7,87	206 + 13,85	5,50%

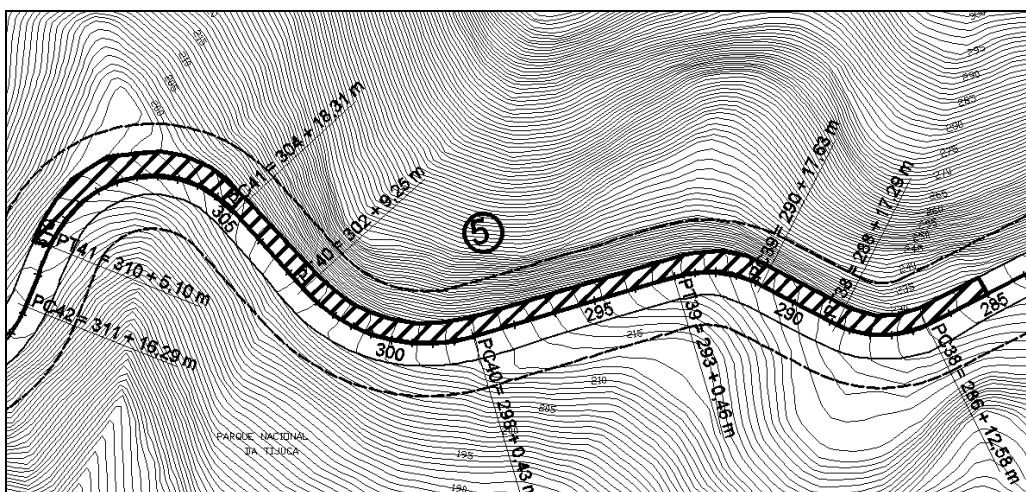
Nesse ponto, a vegetação também é um dos principais motivos de preocupação, uma vez que, pode-se observar que não é realizada a podagem de galhos que, em alguns trechos, estão praticamente invadindo a pista, dificultando a visibilidade dos motoristas (Figura 4.33).



**Figura 4.33:** Vegetação limitando a visibilidade na Curva 23.

#### 4.8.5. Ponto 5

O ponto 5 localiza-se entre a Estaca 285 e a Estaca 310 no trecho escolhido de descida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo as Curvas 38, 39, 40 e 41 (Figura 4.34).



**Figura 4.34:** Localização Geográfica do Ponto 5.

Os acidentes relacionados nesse ponto têm como causas prováveis o traçado, o pavimento e a seção transversal.

Dentre as quatro curvas citadas, a Curva 38 apresenta o raio de curva menor que o mínimo estabelecido no Manual de Projeto Geométrico de Vias Rurais do DNIT de 50 metros (Tabela 4.6), justificando o excessivo número de choques entre veículos e a barreira de concreto no canteiro central.

Nesse trecho não foi possível “estacionar”, em função das características da via e também por ser um trecho de alto índice de acidentes. Por esse motivo, não há fotos do local.

**Tabela 4.6:** Raios das Curvas contidas no Ponto 5.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
38	53 ° 59 ' 28 "	47,7	44,71	24,3	286 + 12,58	288 + 17,29	-7,40%
39	43 ° 57 ' 51 "	56,1	42,8	22,6	290 + 17,63	293 + 0,43	-8,60%
40	64 ° 29 ' 36 "	79,1	88,82	49,9	298 + 0,43	302 + 9,25	-7,40%
41	115 ° 31 ' 36 "	53,3	106,79	84,5	304 + 18,31	310 + 5,1	-8,10%

Um fator que pode ser agravante para a região é a seção transversal da Curva 41 que também apresenta superelevação aparentemente inadequada.

A qualidade da superfície do pavimento na região é a melhor de toda a Avenida, proporcionando assim uma maior segurança para o condutor e induzindo-o a adquirir maiores velocidades e, por conseguinte, ocasionando um maior índice de acidentes no ponto 5.

Infelizmente o estacionamento de veículos na região da do Ponto 5 é muito difícil devido a falta de visibilidade e a alta velocidade dos veículos e, com isso, não há fotos do local.

#### 4.8.6. Ponto 6

O ponto 6 localiza-se entre a Estaca 334 e a Estaca 339 no trecho escolhido de descida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo a Curva 45 (Figura 4.35).

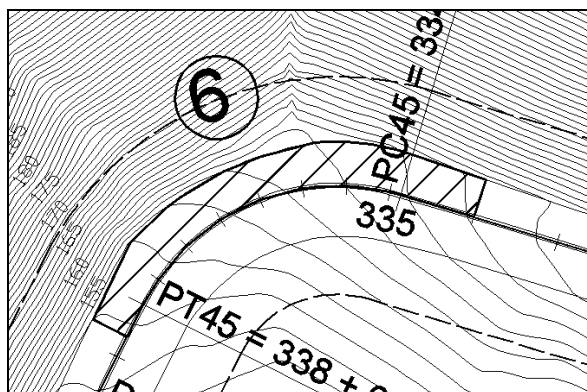


Figura 4.35: Localização Geográfica do Ponto 6.

Os acidentes nesse ponto podem ter causas relacionadas principalmente ao traçado, à drenagem e à seção transversal.

A Curva 45 apresenta o raio de curva menor que o mínimo estabelecido no Manual de Projeto Geométrico de Vias Rurais do DNIT de 50 metros (Tabela 4.7).

Tabela 4.7: Raios das Curvas contidas no Ponto 6.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
45	80 ° 3 ' 1 "	49,8	69,2	41,8	334 + 17,53	338 + 6,73	-6,60%

Outros fatores que podem ser agravantes para a região é a seção transversal da Curva 45 que também não apresenta superelevação e a falta de dispositivos de drenagem que podem causar aquaplanagem na via (Figura 4.36).



Figura 4.36: Seção Transversal da Curva 45.

#### 4.8.7. Ponto 7

O ponto 7 localiza-se entre a Estaca 349 e a Estaca 361 no trecho escolhido de descida de Grajaú para Jacarepaguá, abrangendo as Curvas 48 e 49 (Figura 4.37).

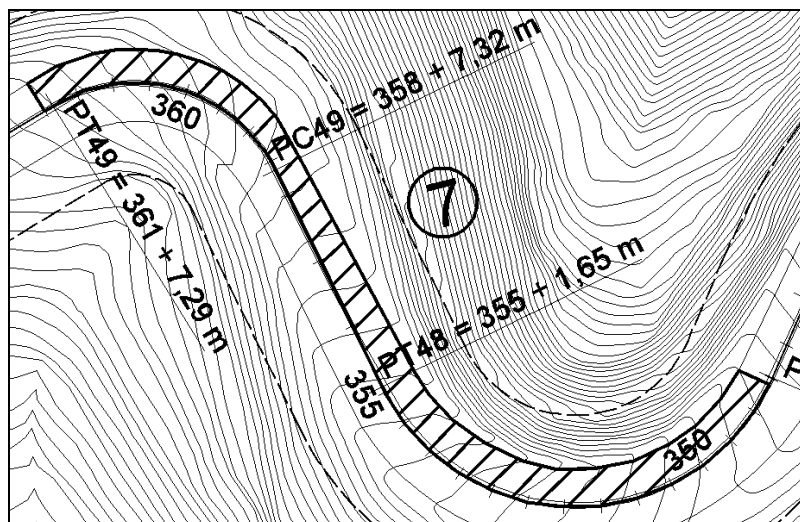


Figura 4.37: Localização Geográfica do Ponto 7.

Os acidentes nesse ponto têm como causas prováveis aspectos relacionados com as características do traçado, do entorno, do pavimento e da seção transversal.

A Curva 49 apresenta o raio de curva menor que o mínimo estabelecido no Manual de Projeto Geométrico de Vias Rurais do DNIT de 50 metros (Tabela 4.8).

Tabela 4.8: Raios das Curvas contidas no Ponto 7.

CURVA	AC	R (m)	D(m)	T(m)	E(PC)	E(PT)	i (%)
48	130 ° 31 ' 4 "	58,2	131,98	126	348 + 9,67	355 + 1,65	-8,00%
49	95 ° 22 ' 43 "	42,4	59,97	46,6	358 + 7,32	361 + 7,29	-10,70%

Outro fator que pode ser agravante para a região é a seção transversal da Curva 49 que não apresenta superelevação e desnível entre o acostamento e a via. O trecho é considerado um ponto crítico apesar de possuir um DCT de fiscalização de velocidade que reduz o número de acidentes (Figura 4.38).





**Figura 4.38:** Características da Curva 49.

A Curva 48 apresenta fatores que influenciam na causa de acidentes como a falta de superelevação e a vegetação no entorno (Figura 4.39).



**Figura 4.39:** Características da Curva 48.

#### **4.8.8. Ponto 8**

O ponto 8 localiza-se entre a Estaca 334 e a Estaca 339 no trecho escolhido de subida de Jacarepaguá para Grajaú, abrangendo a Curva 45 (Figura 4.40).

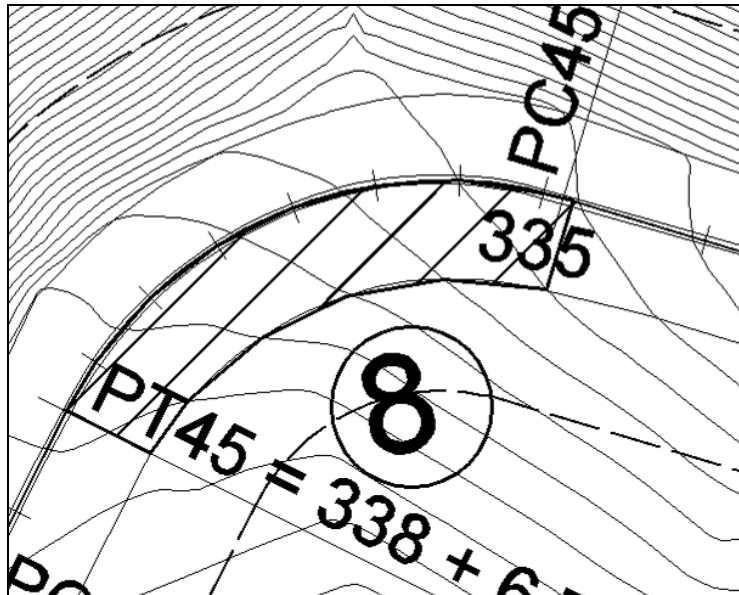


Figura 4.40: Localização Geográfica do Ponto 8.

As características que podem ocasionar os acidentes na região são as mesmas do Ponto 6: traçado, drenagem e seção transversal.

#### 4.8.9. Ponto 9

O ponto 9 localiza-se entre a Estaca 285 e a Estaca 310 no trecho escolhido de subida de Jacarepaguá para Grajaú, abrangendo as Curvas 38, 39, 40 e 41 (Figura 4.41).

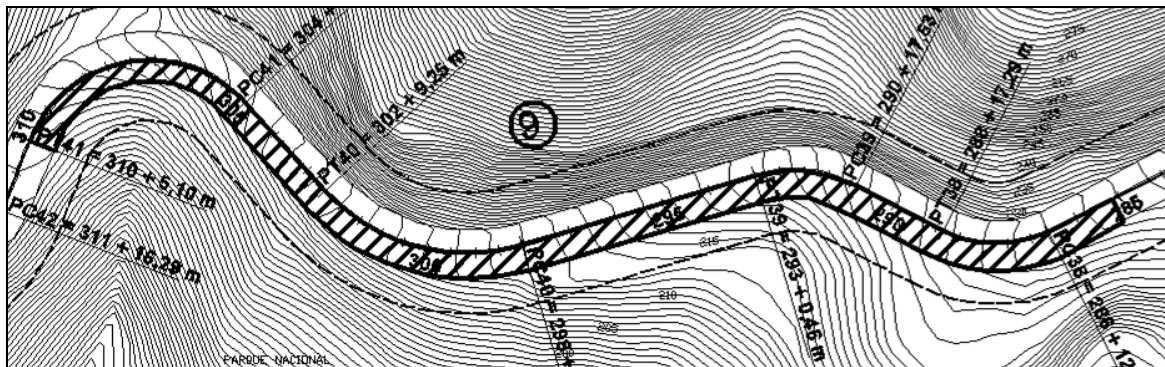


Figura 4.41: Localização Geográfica do Ponto 9.

As características que podem ocasionar os acidentes na região são as mesmas do Ponto 5: traçado, pavimento e seção transversal.



#### 4.8.10. Ponto 10

O ponto 10 localiza-se entre a Estaca 265 e a Estaca 280 no trecho escolhido de subida de Jacarepaguá para Grajaú, na tangente entre as Curvas 36 e 37 (Figura 4.42).

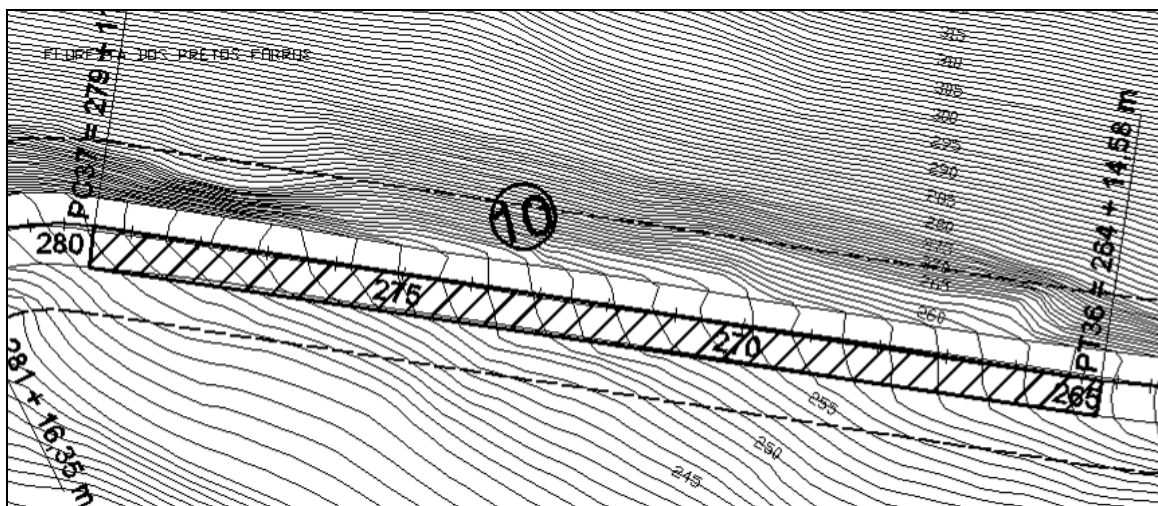


Figura 4.42: Localização Geográfica do Ponto 10.

Os acidentes nesse ponto têm como causas prováveis aspectos relacionados com o pavimento e com a segurança quanto a veículos desgovernados (entorno)

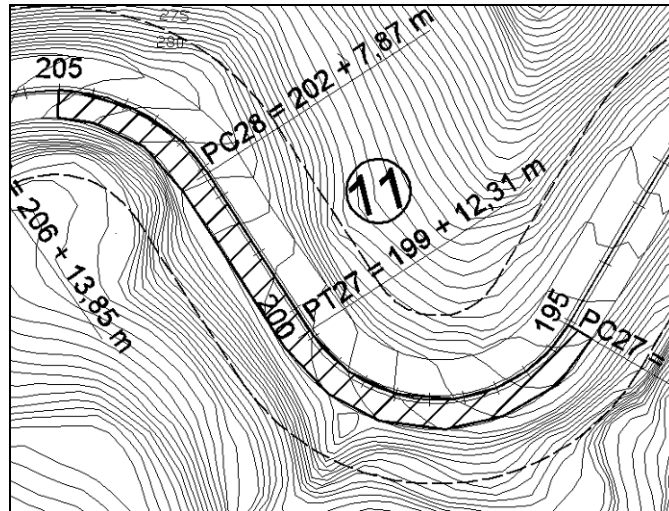
As preocupações do Ponto 10 são com o desnível do pavimento, com o dispositivo de drenagem e a falta de segurança quanto ao guarda corpo na borda externa da via que apresenta o topo coincidente com a superfície do pavimento. Esse ponto não apresenta um grande número de acidentes, porém leva a uma severidade muito alta, pois apresenta um grande desnível com o terreno original (Figura 4.43).



Figura 4.43: Inseguranças no Ponto 10.

#### 4.8.11. Ponto 11

O ponto 11 localiza-se entre a Estaca 195 e a Estaca 205 no trecho escolhido de descida de Jacarepaguá para Grajaú, abrangendo as Curvas 27 e 28 (Figura 4.44).

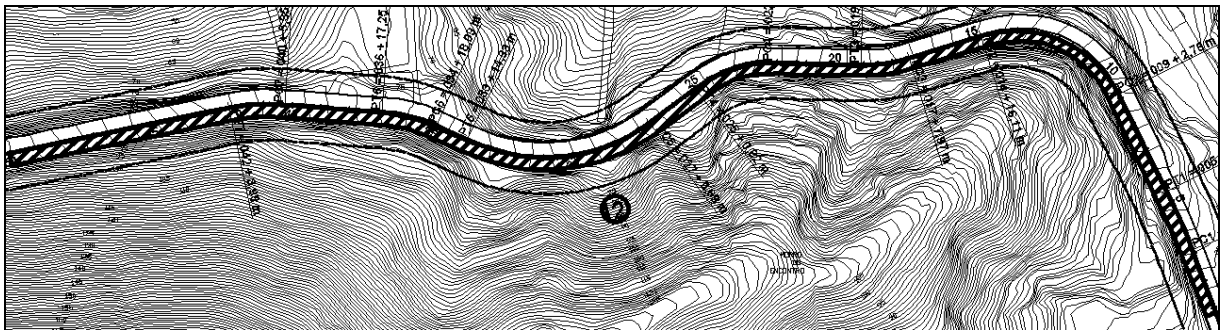


**Figura 4.44:** Localização Geográfica do Ponto 11.

As características que podem ocasionar os acidentes na região são as mesmas do Ponto 4: traçado e entorno.

#### 4.8.12. Ponto 12

O ponto 12 localiza-se entre a Estaca 0 e a Estaca 50 no trecho escolhido de descida de Jacarepaguá para Grajaú, abrangendo as Curvas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 (Figura 4.45).



**Figura 4.45:** Localização Geográfica do Ponto 12.

Os acidentes nesse ponto podem ter causas relacionadas com aspectos do entorno e de drenagem.

A região possui a ocupação no entorno desordenada e, com isso, apresenta uma série de acidentes provocados pela urbanização, como atropelamentos e choques.

Há problemas quanto à drenagem na região também. Os dispositivos existentes não são adequados e acabam extravasando para a pista o excesso de água (Figura 4.46).



**Figura 4.46:** Problemas quanto a Drenagem no Ponto 12.

Além disso, nesse ponto existe um “lava a jato” próximo a Curva 4 que lança frequentemente água com sabão diretamente na pista, ocasionando aquaplanagem e derrapagem dos veículos que passam pelo local (Figura 4.47).



Lava a jato

**Figura 4.47:** Localização do Lava a Jato.

#### 4.9. Resumo dos Pontos Críticos

De forma geral, pode-se verificar que o alinhamento horizontal e vertical é um dos principais fatores viários que contribui na causa dos acidentes, seguidos de problemas relacionados com entorno, seção transversal, pavimento e drenagem (Tabela 4.9).

**Tabela 4.9:** Tabela Indicativa dos problemas nos pontos.



Uma observação importante é quanto à sinalização. Durante a realização da inspeção de campo pode-se verificar que algumas placas de sinalização vertical foram retiradas sem que houvesse a substituição dessas, o que poderia contribuir com as causas de acidentes, principalmente nos trechos com curvas.

Quanto às condições do pavimento, pode-se observar que em certos trechos, a superfície apresentava problemas, como deformações e trincas, além de desnível. No entanto, vale ressaltar que em alguns trechos com pavimento em boas condições também foi observado um elevado índice de acidentes. Durante a inspeção de campo, pode-se verificar que devido às boas condições de rolamento, o motorista “acelerava” e muitas vezes, não conseguia reduzir para realizar as curvas com segurança, ocasionando acidentes. Por isso, a sinalização é muito importante.

Recomenda-se, também realizar uma análise de atrito para o pavimento com o pêndulo britânico, uma vez que já se é relatado que o pavimento se encontra “liso” demais para a via.

A drenagem inadequada também é um dos aspectos comum ao longo da Avenida, sendo mais grave no Ponto 12, onde a água é escoada sobre a via.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **5.1. Considerações Finais e Conclusões**

Neste trabalho foi realizada a análise do efeito das características da infraestrutura na segurança do tráfego na Avenida Menezes Cortes.

Inicialmente foi realizado um estudo para obter os fatores que poderiam ser considerados nessa análise. Os trabalhos desenvolvidos e publicados por outros pesquisadores, citados no texto, mostram que acidentes são eventos de natureza complexa para os quais podem contribuir de maneira simultânea diversos fatores associados aos componentes humano, viário-ambiental e veicular. Ainda que diferentes estudos tenham como foco principal o comportamento humano, ressalta-se a importância de avaliar e de tratar aspectos relacionados ao veículo e à via para conseguir análises e soluções mais eficazes na melhoria das condições de segurança.

São apresentadas as vantagens decorrentes da adoção de ações baseadas no gerenciamento de riscos e no tratamento preventivo da segurança viária. Essas medidas priorizam atuações sobre veículos e, em especial, sobre o esquema viário como alternativa viável para reduzir o peso do fator humano nos acidentes.

Deve ser considerada a existência de limitações no conhecimento sobre a influência das características da via nos acidentes de trânsito. Não obstante, neste trabalho foram abordadas tecnicamente informações recentes sobre a maneira em que o ambiente viário afeta a segurança da circulação. Dessa forma, são apresentados resultados de algumas pesquisas sobre os efeitos específicos na segurança de características físicas e operacionais da infraestrutura viária associadas ao traçado e à seção transversal da via, ao pavimento, à sinalização, às interseções, aos DCT, aos congestionamentos e à velocidade, entre outros aspectos.

Os dados e informações analisadas têm uma importância inestimável para auxiliar na elaboração do trabalho. Fornecem dados essenciais, sobretudo, para a fase de identificação e escolha das características das vias expressas que mais influenciam a segurança e que foram usadas na análise.

Ainda, através do conteúdo dos diferentes itens são oferecidos argumentos úteis no intuito de poder dar resposta, em particular, à Questão 1 do trabalho.

As informações apresentadas demonstram que é fundamental a avaliação e o gerenciamento dos riscos associados aos diferentes elementos da via devido a que

eles podem influenciar de forma significativa as atitudes e o comportamento dos usuários e, conseqüentemente, a frequência e a severidade dos acidentes.

O Estudo de Caso na Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá possibilitou concluir, a partir das análises realizadas, que a infraestrutura viária é responsável pela potencialização das falhas humanas. Alguns fatores (problemas identificados nos pontos) foram considerados como as causas prováveis dos acidentes, conforme apresentado na Tabela 4.9. Pode-se observar que um dos fatores viários que é agravante na formação dos acidentes está relacionado com o traçado da via, particularmente com o alinhamento horizontal e vertical, seguido de problemas no entorno, na seção transversal, no pavimento e na drenagem.

Ao realizar tal análise, pode-se constatar que o projeto da via é imprescindível para evitar a ocorrência de acidentes. Acredita-se que um projeto bem feito que siga minuciosamente as especificações estabelecidas em normas dificilmente irá apresentar altos índices de acidentes como constatado na Avenida Menezes Cortes.

De forma geral, todas as atividades de reconstrução e manutenção da via também são primordiais para manter o número de acidentes em níveis aceitáveis e, de preferência, nulo. Vale ressaltar que a sinalização também é um dos fatores que pode minimizar a ocorrência de acidentes e também deve ser considerada dentro das atividades de manutenção.

Além disso, o pavimento também se encontrava bem distinto em certos trechos, o que poderia causar acidentes, uma vez que os condutores agem de diferentes formas quando há a mudança de características da superfície do pavimento. Sendo assim, deve-se realizar atividades de manutenção preventiva e de rotina no pavimento para evitar a interdição e possíveis acidentes na via.

## **5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros**

Considera-se conveniente apontar as seguintes recomendações e sugestões para trabalhos e pesquisas futuras:

- Proposta de medidas corretivas para os Pontos Críticos a fim de sanar os problemas apresentados;
- Um estudo posterior a implantação das medidas a fim de verificar a relação entre os acidentes registrados e as características que mais afetam a segurança do tráfego na via.

## REFERÊNCIAS

- AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials, 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington D.C. EUA.
- AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials, 1997, *Highway safety design and operations guide*. Washington D.C., EUA
- ALE, B., 2002, “Risk assessment practices in The Netherlands”, *Safety Science*, v. 40, n. 1- 4, pp. 105-126.
- ASF - Automotive Safety Foundation, 1963, Traffic Control and Roadway Elements. Their Relationship to Highway Safety. Technical Report, EUA.
- BAKER, R., 1975, Handbook of Highway Engineering. 894 p. EUA, Van Nostrand Reinhold Company.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B., 2007, Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros, 1ª Edição PETROBRAS/ABEDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BRAGA, M., RIBEIRO, S. e FERREIRA, M., 2005, “Envolvimento em acidentes e exposição ao tráfego: Estudo de caso para a cidade do Rio de Janeiro”. III Rio de Transportes, Rio de Janeiro, Brasil, 16-17 Jun.
- BRIGIDO, M. R., 1950, “A Estrada Grajaú-Jacarepaguá”, *Revista Municipal de Engenharia*, v. XVII, p. 86, Abr/Jun 1950.
- CETRA. Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte, 2003, *Seguridad en vías de interés nacional. Incidencia de la infraestructura viaria*. Ministerio del Transporte, La Habana, Cuba.
- CEPIS. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2006, Risk perception. Organização Panamericana da Saúde. Disponível em: [http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial6/i/pdf/topic\\_04.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial6/i/pdf/topic_04.pdf). Acesso em Set. 2013.
- CHU, X., 2004, “Measuring the risk of walking”. XVII Entretiens du Centre Jacques Cartier. Transports en commun et Transports routiers urbains: qui doit payer?, Montreal, Canadá, 7-8 Out.
- COMISSÃO EUROPEIA, 2003, Programa de Ação Europeu: Reduzir para metade o número de vítimas da estrada na União Europeia até 2010, uma responsabilidade de todos. Bruxelas, Bélgica. Disponível em: [http://europa.eu.int/comm/transport/road/library/rsap/com\\_2003\\_0311\\_pt.pdf](http://europa.eu.int/comm/transport/road/library/rsap/com_2003_0311_pt.pdf). Acessado em set. 2013.
- COWELL, S., FAIRMAN, R. e LOFSTEDT, K., 2002, “Use of Risk Assessment and Life Cycle Assessment in Decision Making: A Common Policy Research Agenda”, *Risk Analysis*, v. 22, n. 5, pp. 879-894.

- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito, 2013, Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/>. Acesso em abr. 2013.
- DIÓGENES, M., 2008, *Método para avaliar o risco potencial de atropelamentos em travessias urbanas em meio de quadra*. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1999, Manual de projeto geométrico de rodovias rurais. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1971, Manual Inter-Americano de Sinalização Rodoviária e Urbana. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2010, *Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas*. Publicação IPR – 740, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2010, *Manual de Sinalização Rodoviária*. Publicação IPR – 743, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2009, Manual de Vegetação Rodoviária – Volume 1, Implantação e Recuperação de Revestimentos Vegetais Rodoviários. Publicação IPR – 734, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DNIT – Departamanto Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2005, *Manual de Projeto de Interseções*. Publicação IPR – 718, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.
- DIÓGENES, M., 2008, *Método para avaliar o risco potencial de atropelamentos em travessias urbanas em meio de quadra*. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- ETSC – European Transport Safety Council, 2008, German Autobahn: The Speed Limit Debate, Speed Fact Sheet 1. Disponível em: [http://www.etsc.eu/documents/copy\\_of\\_Speed%20Fact%20Sheet%201.pdf](http://www.etsc.eu/documents/copy_of_Speed%20Fact%20Sheet%201.pdf). Acesso em Set. 2013
- EWING, R. e DUMBAUGH, E., 2009, “The Built Environment and Traffic Safety: Review of Empirical Evidence”, *Journal of Planning Literature*, v. 23, n. 4, pp. 47-367.
- FARIA, E. e BRAGA, M., 2004, “Condições necessárias e objetivos da Educação para o Trânsito desde o ponto de vista dos profissionais brasileiros”. XIII Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte, Nova York, EUA, 26-29 Set. Disponível em: [http://www.transitocomvida.ufrj.br/download/Condi%C3%](http://www.transitocomvida.ufrj.br/download/Condi%C3%92)



[A7%C3%B5es%20necess%C3%A1rias%20e%20objetivos%20da%20educ.pdf](#)

Acesso em Set de 2013.

FHWA – Federal Highway administration, 2008, *Vegetation Control for Safety, A Guide for Local Highway and Street Maintenance Personnel*. Publication No. FHWA-SA-07-018. EUA. Disponível em: [http://safety.fhwa.dot.gov/local\\_rural/training/fhwasa07018/](http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwasa07018/). Acesso em Set 2013.

FHWA – Federal Highway Administration, 2008, *Effect of Increases in Speed Limits on Severities of Injuries in Accidents*. Publication No. FHWA-AS-09-028. EUA.- Disponível em: [http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ref\\_mats/fhwasa09028/resources/Effect%20of%20Increases%20in%20Speed%20Limit.pdf](http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ref_mats/fhwasa09028/resources/Effect%20of%20Increases%20in%20Speed%20Limit.pdf). Acesso em Set 2013.

FHWA - Federal Highway Administration, 2003, *Freeway Management and Operations Handbook*. Publication No. FHWA-OP-04-003. EUA. Disponível em: [http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy\\_mgmt\\_handbook/fmoh\\_complete\\_all.pdf](http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/fmoh_complete_all.pdf). Acesso em Jul. 2013.

FHWA.- Federal Highway Administration, 2001c, *National Review of the Highway Safety Improvement Program*. U.S. Department of Transportation. EUA. Disponível em: [http://safety.fhwa.dot.gov/state\\_program/hsip/hsip\\_final.html](http://safety.fhwa.dot.gov/state_program/hsip/hsip_final.html). Acessado em Set. 2013.

FHWA – Federal Highway Administration, 2000, *Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways*. Publication No. FHWA-RD-99-207, EUA. Disponível em: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/99207/99207.pdf>. Acesso em Jun. 2013.

FHWA – Federal Highway Administration, 1992b, *Safety effectiveness of highway design features – volume III: Cross Sections*. Publication No. FH WA-RD-91-046, EUA

FRAMARIM, C., 2003, *Procedimento para monitorar medidas voltadas à redução dos acidentes no sistema viário*. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

G1, 2012, *Carro pega fogo e interdita Grajaú-Jacarepaguá, sentido Zona Oeste*. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/12/carro-pegafogo-e-interdita-grajau-jacarepagua-sentido-zona-oeste.html>. Acesso em: Dez 2013

GAO - General Accounting Office, 2003, *Research Continues on the Variety of Factors That Contribute to Motor Vehicle Crashes*. Report to Congressional Requesters No. GAO-03-436, EUA. Disponível em: <http://www.gao.gov/new.items/d03436.pdf>. Acesso em Jun. 2013.

- GOLD, P. A., 1998, *Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*, BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, EUA.
- GOOGLE MAPS, 2013, Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/preview>  
Acesso em: Ago. 2013
- GRSP – Global Road Safety Partnership, 2008, *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva, Switzerland.
- IMT - Instituto Mexicano del Transporte, 2002, *Algunas consideraciones de seguridad para el proyecto geométrico de carreteras*. Publicación Técnica No. 217, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sanfandila, México. Disponível em: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt217.pdf>. Acesso em Set. 2013.
- KHISTY, J. e LALL, K., 1998, *Transportation Engineering. An introduction*. 720 p. Nova Jersey, EUA, Prentice-Hall Inc.
- KOLISETTY, G. B.; IRYO, T; ASAKURA, Y; 2004, Effect of Variable Message Signs on Driver Speed Behavior Under Fog Conditions
- MAIA, J., 1995, *Uma análise sistêmica dos acidentes de trânsito no Brasil*. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.
- MT - Ministério dos Transportes, 2013, *Programa de Redução de Acidentes no Trânsito*. Brasília. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/>. Acesso em mar. 2013
- NCHRP – National Cooperative Highway Research Program, 2007, *Methodology to Predict the safety Performance of Urban and Suburban Arterials*. Final Report for NCHRP Project 17-26. Transportation REsearch Board of the National Academies, EUA.
- NCHRP – National Cooperative Highway Research Program, 1997b, *Strategies for Improving Roadside Safety*. Research Results Digest 220. Transportation Research Board of the National Academies. EUA.
- NCHRP - National Cooperative Highway Research Program, 1993, *Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*. NCHRP Report 350. Transportation Research Board of the National Academies. EUA. Disponível em: [http://gulliver.trb.org/publications/nchrp/nchrp\\_rpt\\_350-a.pdf](http://gulliver.trb.org/publications/nchrp/nchrp_rpt_350-a.pdf). Acesso em Ago de 2013
- NODARI, C., 2003, *Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples*. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

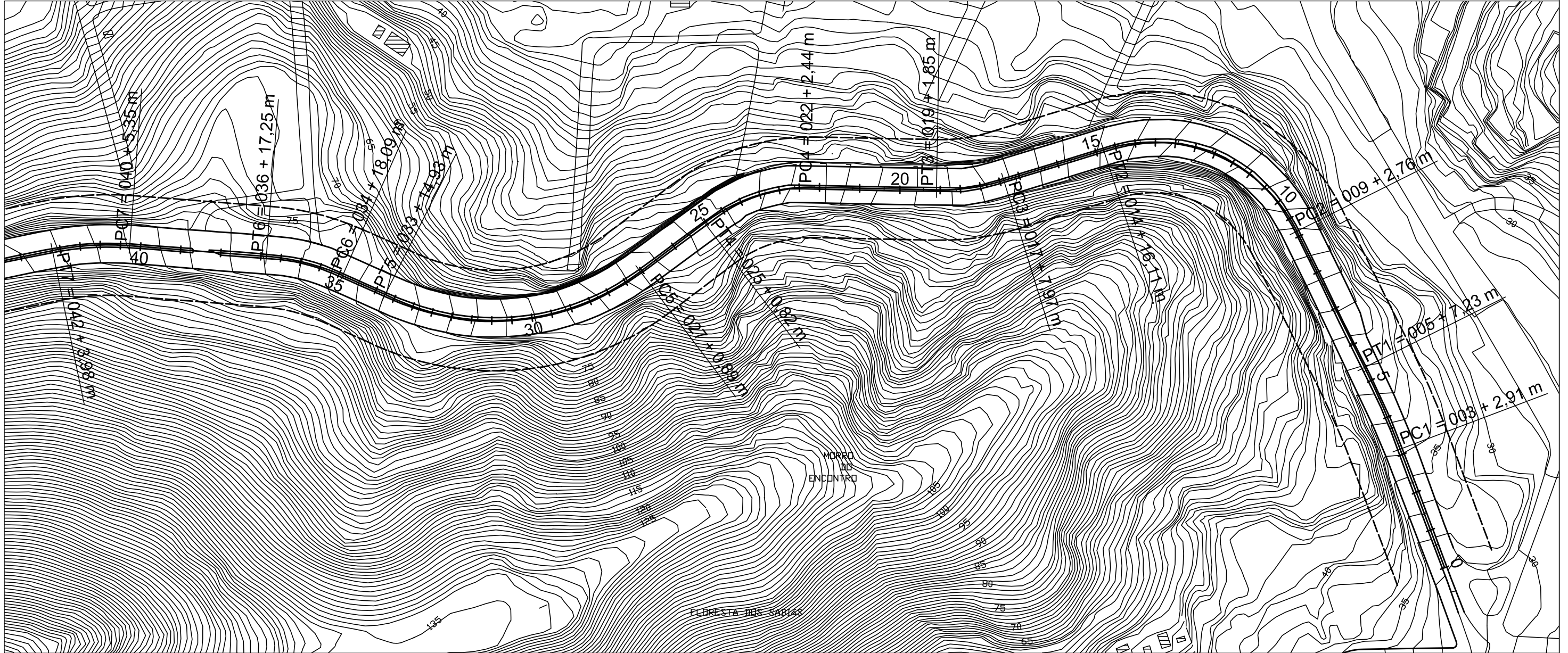
- NODARI, C. e LINDAU, L., 2004, "Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples". *XIII Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte*. Nova York, EUA, 26-29 Set.
- NOLAND, R. B., 2003, *Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends*. *Accident Analysis and Prevention*, v.35, n. 4, p. 599-611, London.
- NORMA, N., 2004, "Luz para salvar vidas", *Tráfico* (online), n. 168, pp. 29-32.
- NCHRP - National Cooperative Highway Research Program, 2007, *Methodology to Predict the Safety Performance of Urban and Suburban Arterials*. Final Report for NCHRP Project 17-26. Transportation Research Board of the National Academies. EUA.
- O GLOBO, 2009, Internautas registram carro da polícia estacionado irregularmente na Tijuca, Zona Norte do Rio. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/participe/mat/2009/12/19/internautas-registram-carro-da-policia-estacionado-irregularmente-na-tijuca-zona-norte-do-rio-915290449.asp> Acesso em: dez 2013
- OGDEN, K. W., 1997, *The effects of paved shoulders on accident on rural highways*. *Accident Analysis and prevention*, v. 9, n. 3, p. 353-362.
- OGDEN, K. W., 1996, *Safer roads: a guide to road safety engineering*. Ashgate Publishing limited, University Press, Cambridge, 516p.
- PARK, B., FITZPATRICK, K. e LORD, D., 2010, "Evaluating the Effects of Freeway Design Elements on Safety". 89th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting, Washington DC, EUA, 10-14 Jan.
- PARKIN, R. e BALBUS, J., 2000, "Variations in Concepts of "Susceptibility" in Risk Assessment", *Risk Analysis*, v. 20, n. 5, pp. 603-612.
- PDTU 2011– Plano Diretor de Transporte Urbano do Rio de Janeiro, 2013, Atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Relatório 4. Atividade 6.4 – Pesquisas de Origem e Destino - Parte 2. Aspectos da Realização das Pesquisas de Campo Domiciliar e Interceptação. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1694464/DLFE-62312.pdf/ResultadosdasPesquisasDomiciliaresedeInterceptacao.pdf>. Acesso em: Dez 2013.
- PEREIRA, L., 2005, Um procedimento de apoio à decisão para escolha de sistemas de controle de tráfego considerando a coleta automatizada de dados. Dissertação de M.Sc., Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- PICADO, J., 2005, *La Ingeniería de Tránsito y la Gestión de Seguridad Vial*. Manual. San José, Costa Rica.

- RENN, O., 1998, "The role of risk perception for risk management", *Reliability Engineering and System Safety*, n. 59, pp. 49-62.
- RODRIGUE, J., COMTOIS, C. e SLACK, B., 2006, *The Geography of Transport Systems*, 284 p., New York, USA. Hofstra University. Disponível em: [http://geonas.at.ua/Id/0/34\\_The\\_Geography\\_o.pdf](http://geonas.at.ua/Id/0/34_The_Geography_o.pdf). Acesso em Set. 2013.
- SAMPEDRO, A., 2010, "Procedimento para *Avaliação e Análise da Segurança de Tráfego em Vias Expressas Urbanas*" Tese de doutorado, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.
- SAMPEDRO, A., 2006, *Procedimento para avaliação da segurança de tráfego em vias urbanas*. Dissertação de M.Sc., Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ Brasil.
- SAMPEDRO, A. e FOGLIATTI, C., 2005, "Estratégias atuais visando a segurança viária" *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. XXIII, pp. 77-83.
- SCHLECHTER, W., 1995, "Process risk assessment - Using science to 'do it right'", *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, n. 61, pp. 479-494.
- SHANKAR, V.; MANNERING, F.; BARFIELD, W., 1995, Effect of roadway geometric and enviromental factors on rural freeway accident frequencies. *Accident Analysis and Prevention*, v. 27, n. 3, p. 371-389.
- SENÇO, W., *Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários* - Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP.
- TEDESCO, T., 2004, *Avaliação do uso de guias sonoras como medida de redução de acidentes nas rodovias de Rio Grande do Sul*. Trabalho de Conclusão de M.Ing., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- TRB – Transportation Research Board of the National Academies, 2004, *Development of the Highway Safety Manual*. NCHRP Web Document 62 (Project 17-18[4]): Contractor's Final Report. National Cooperative Highway Research Program. EUA.
- TRB – Transportation Research Board of the National Academies, 2001, Strategic plan for improving roadside safety. NCHRP web document 33. No. G17-13. Washington D.C.: National Research Council.
- TRB - Transportation Research Board of the National Academies, 1998, *Managing Speed. Review of Current Practice for Setting and Enforcing Speed Limits*. Special Report 254, EUA.
- TRB - Transportation Research Board of the National Academies, 1987, *Designing safer roads: practices for resurfacing, restoration and rehabilitation*. Special Report 214, EUA.

- TXDOT – Texas Department of Transportation, 2004, Access Management Manual. Texas, EUA. Disponível em: [http://www.accessmanagement.info/pdf/Texas\\_acm.pdf](http://www.accessmanagement.info/pdf/Texas_acm.pdf). Acesso em Ago 2013.
- WAISELFISZ, J.J., 2012 - Mapa Da Violência 2012 Caderno Complementar 21: Acidentes De Trânsito, Instituto Sangari, São Paulo
- WHO – World Health Organization, 2009, Global Status Report On Road Safety: Time For Action, Organização das Nações Unidas, Suíça.
- WHO – World Health Organization, 2013, Global Status Report On Road Safety: Time For Action, Organização das Nações Unidas, Suíça

## **ANEXOS**

## **I- Traçado da Via**

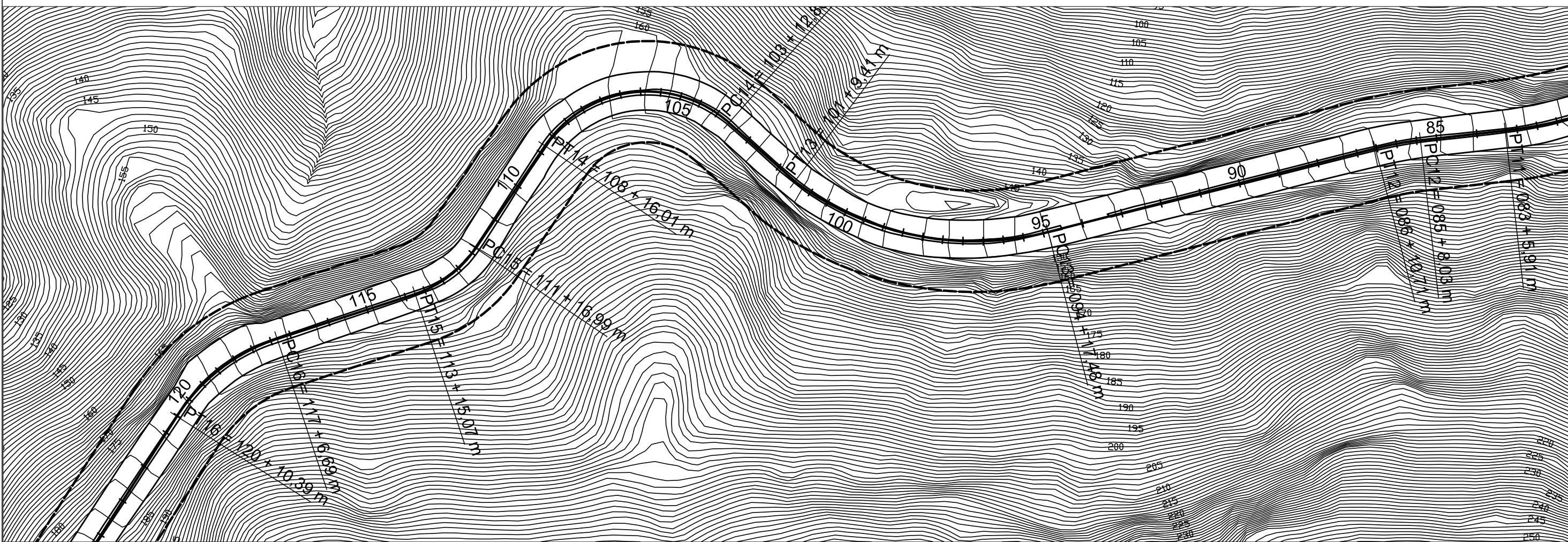


DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 01/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		

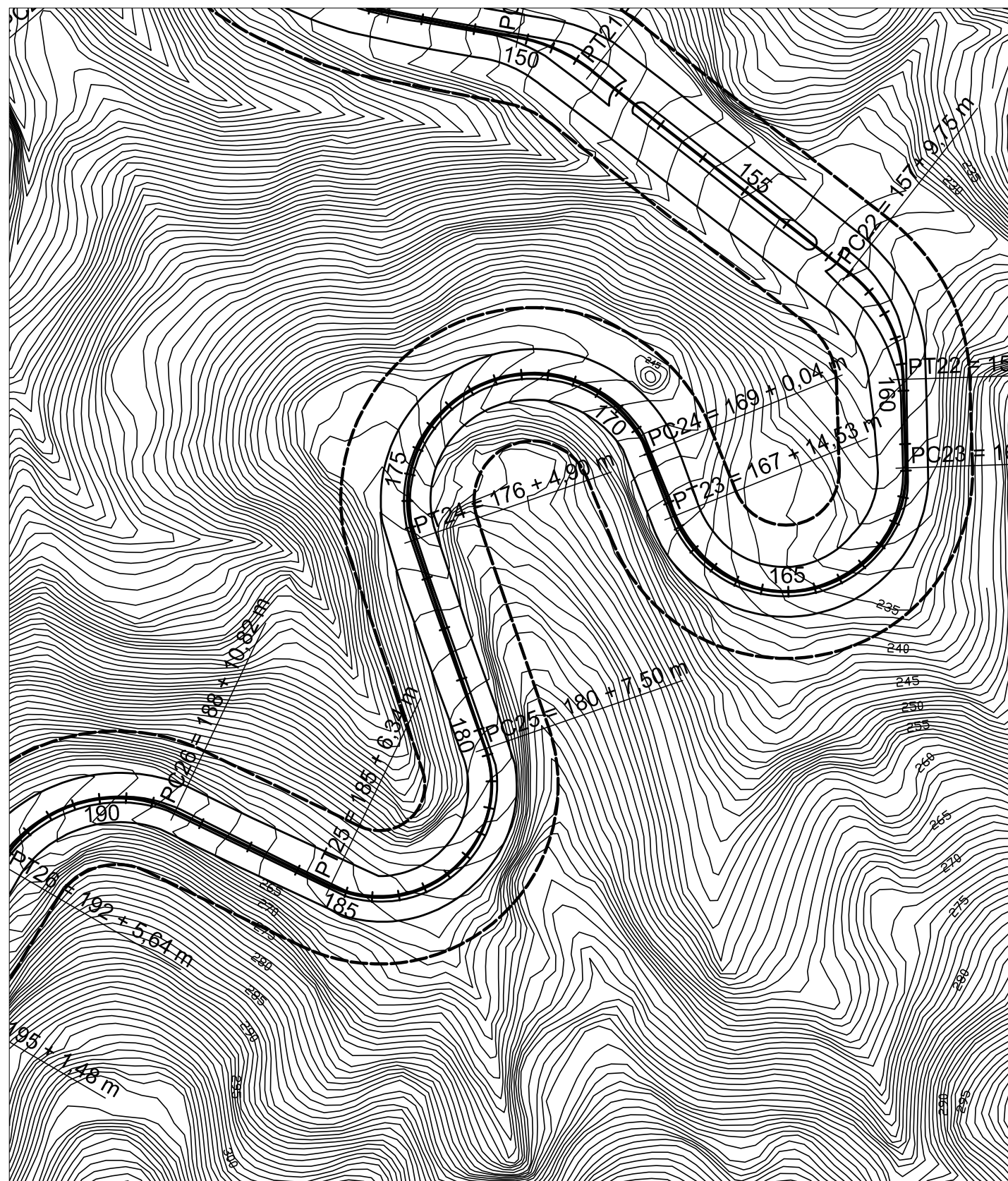
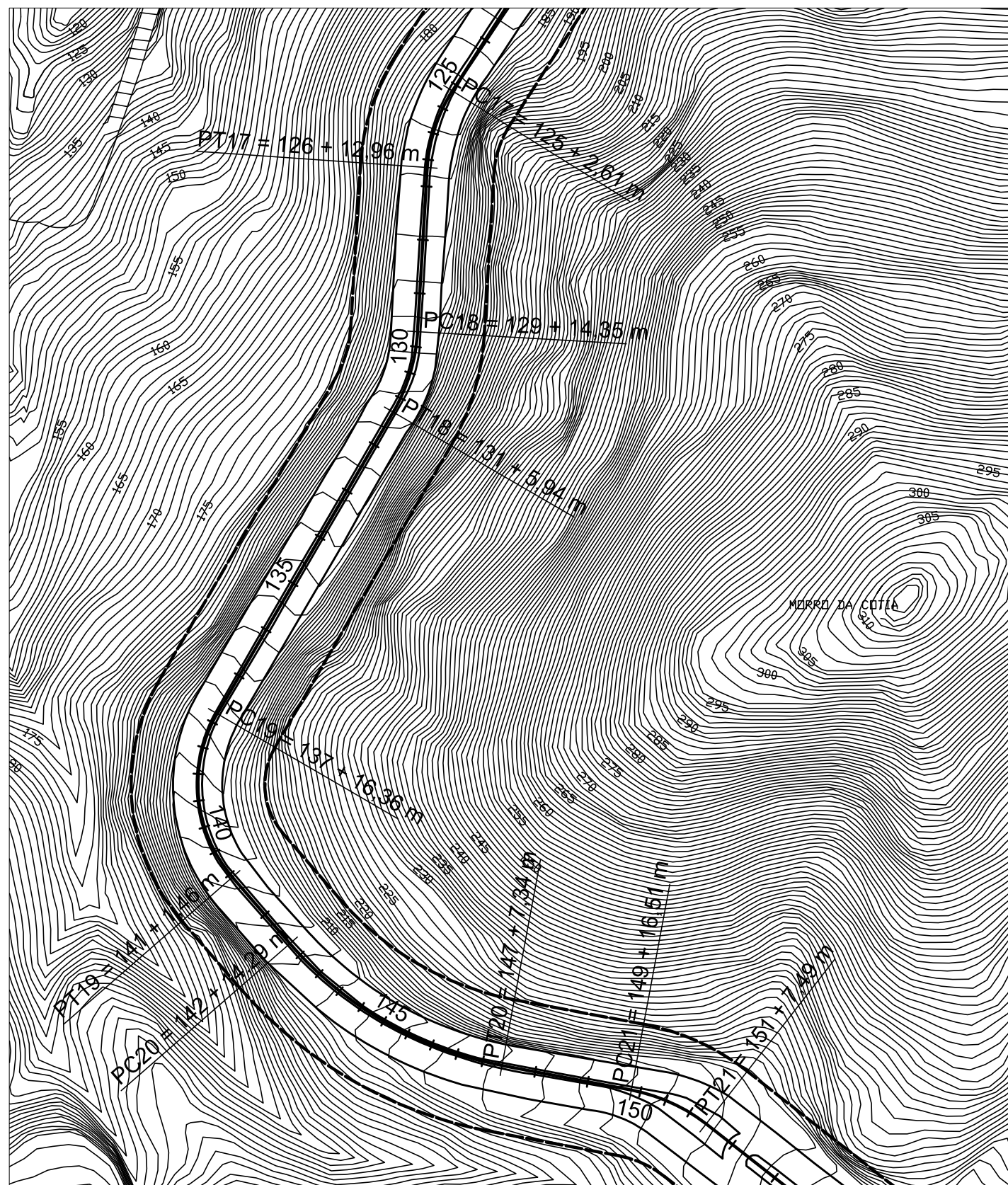




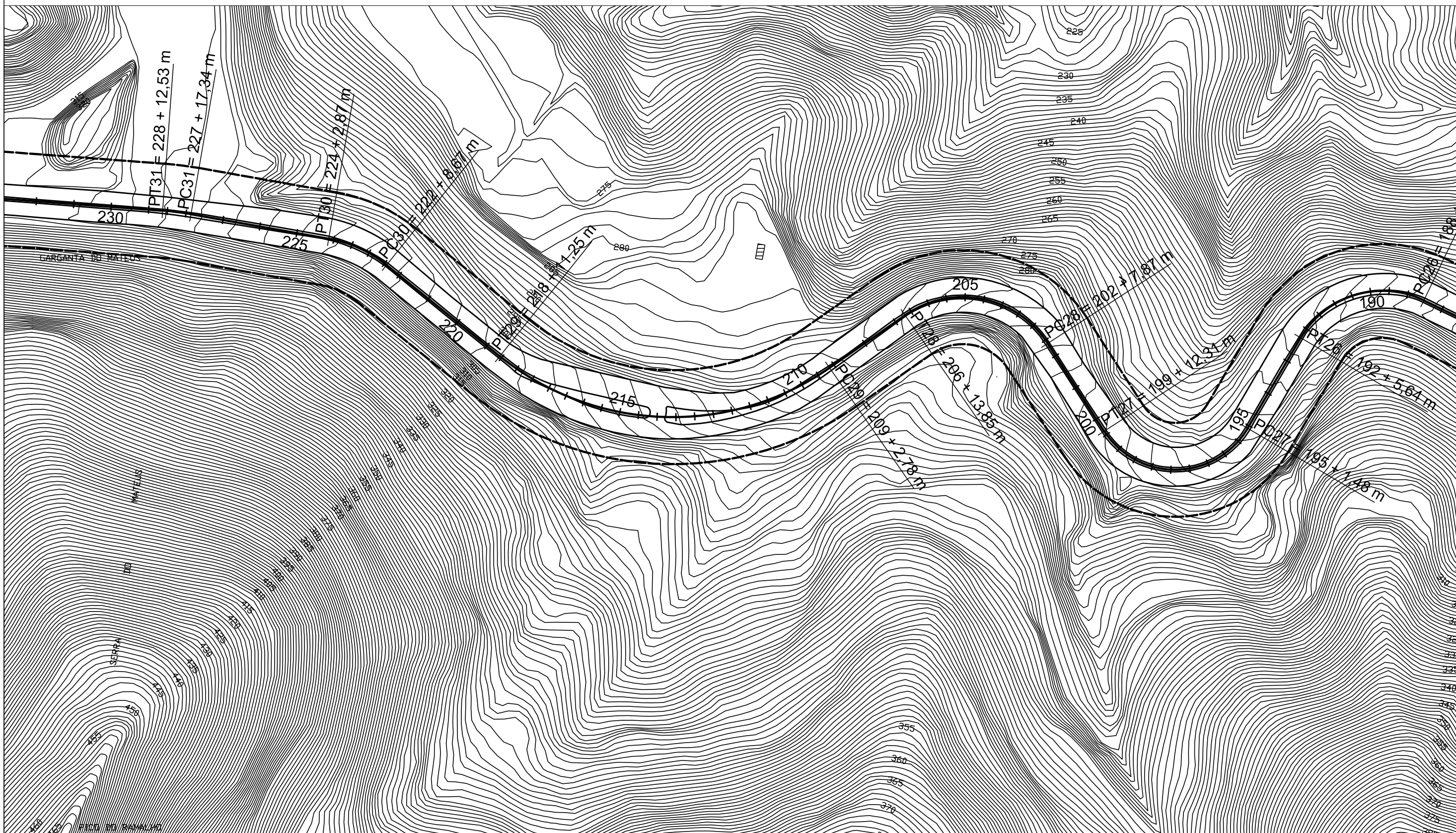
DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 02/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



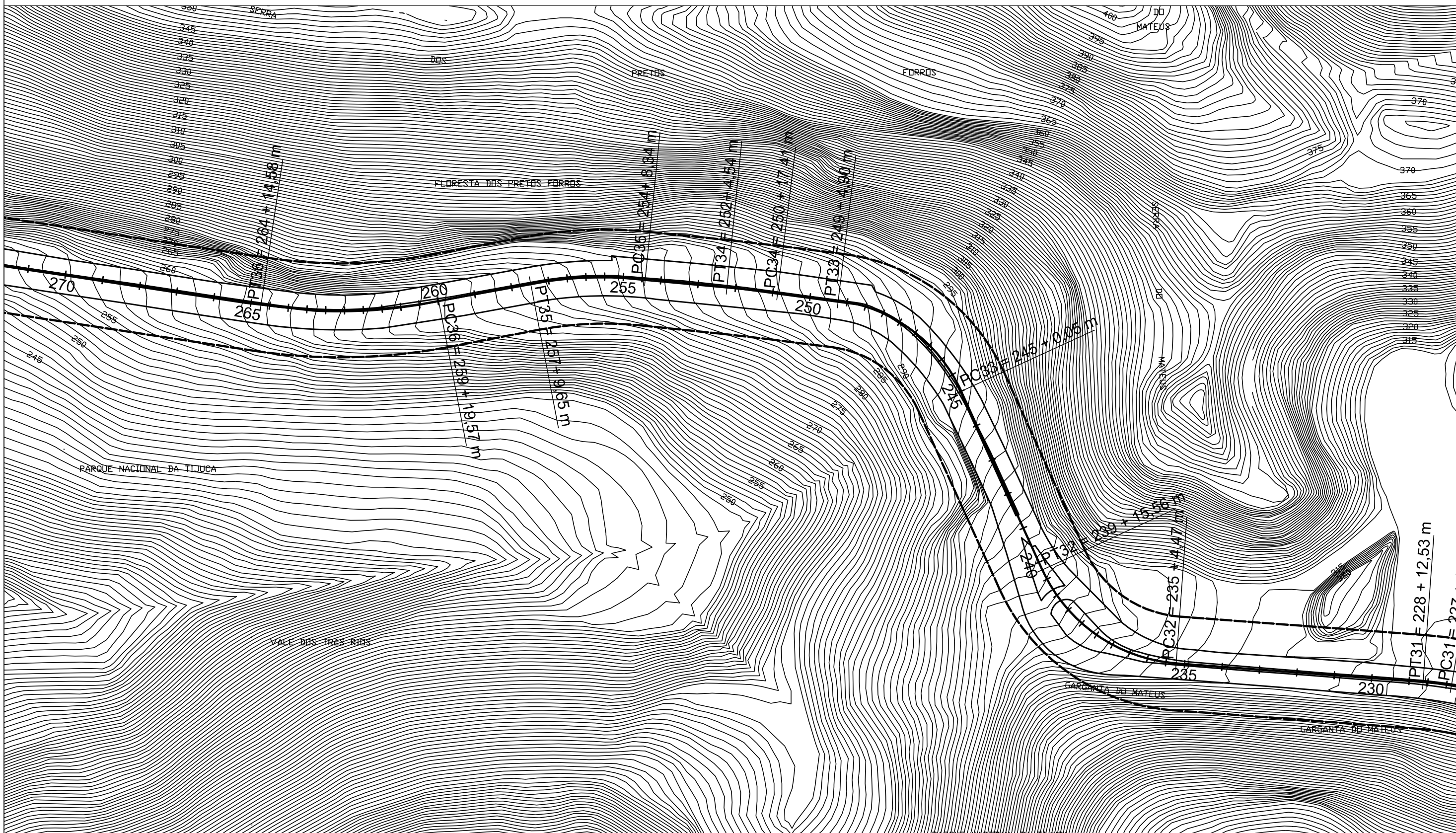
DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 03/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



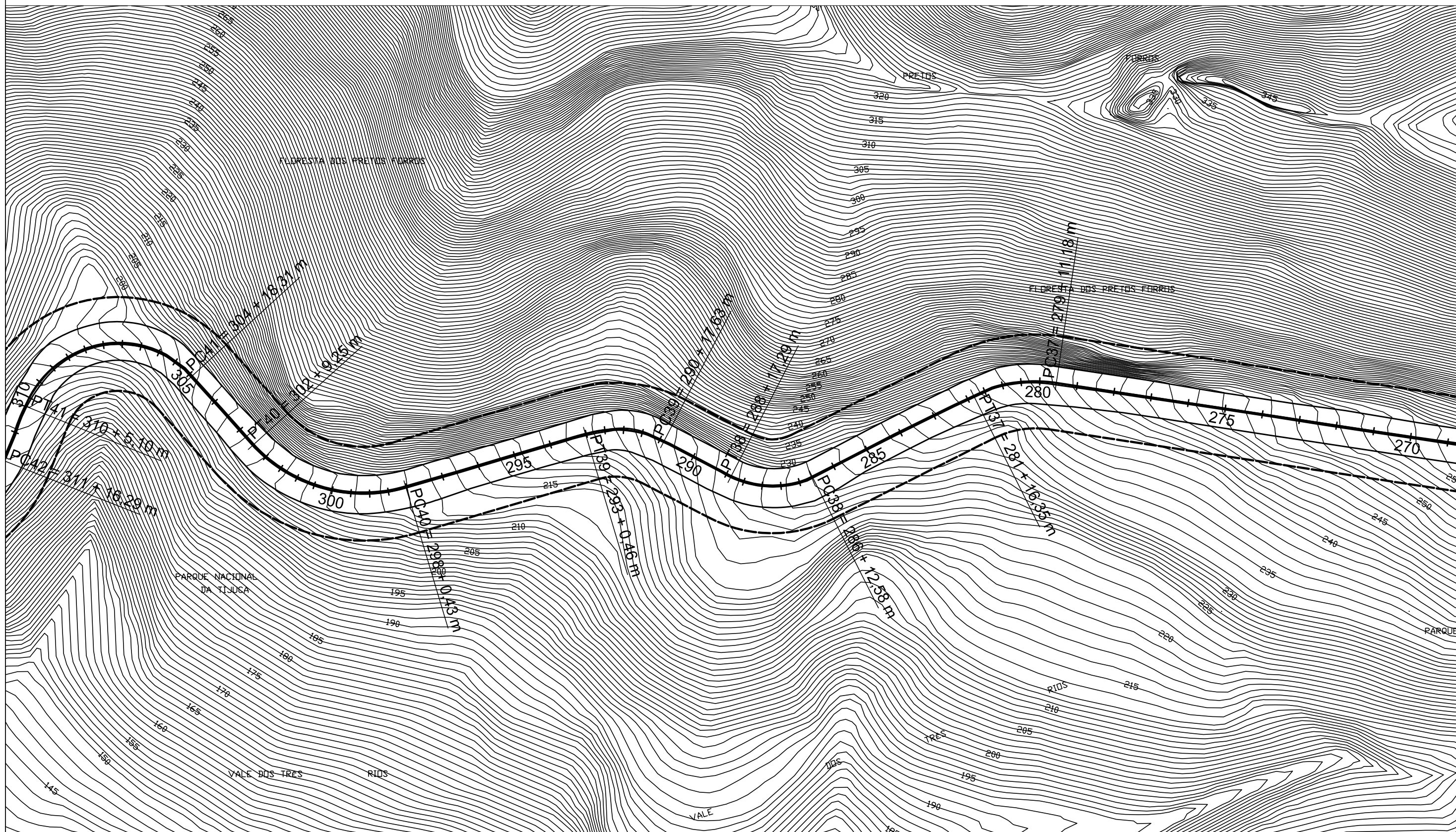
DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 04/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



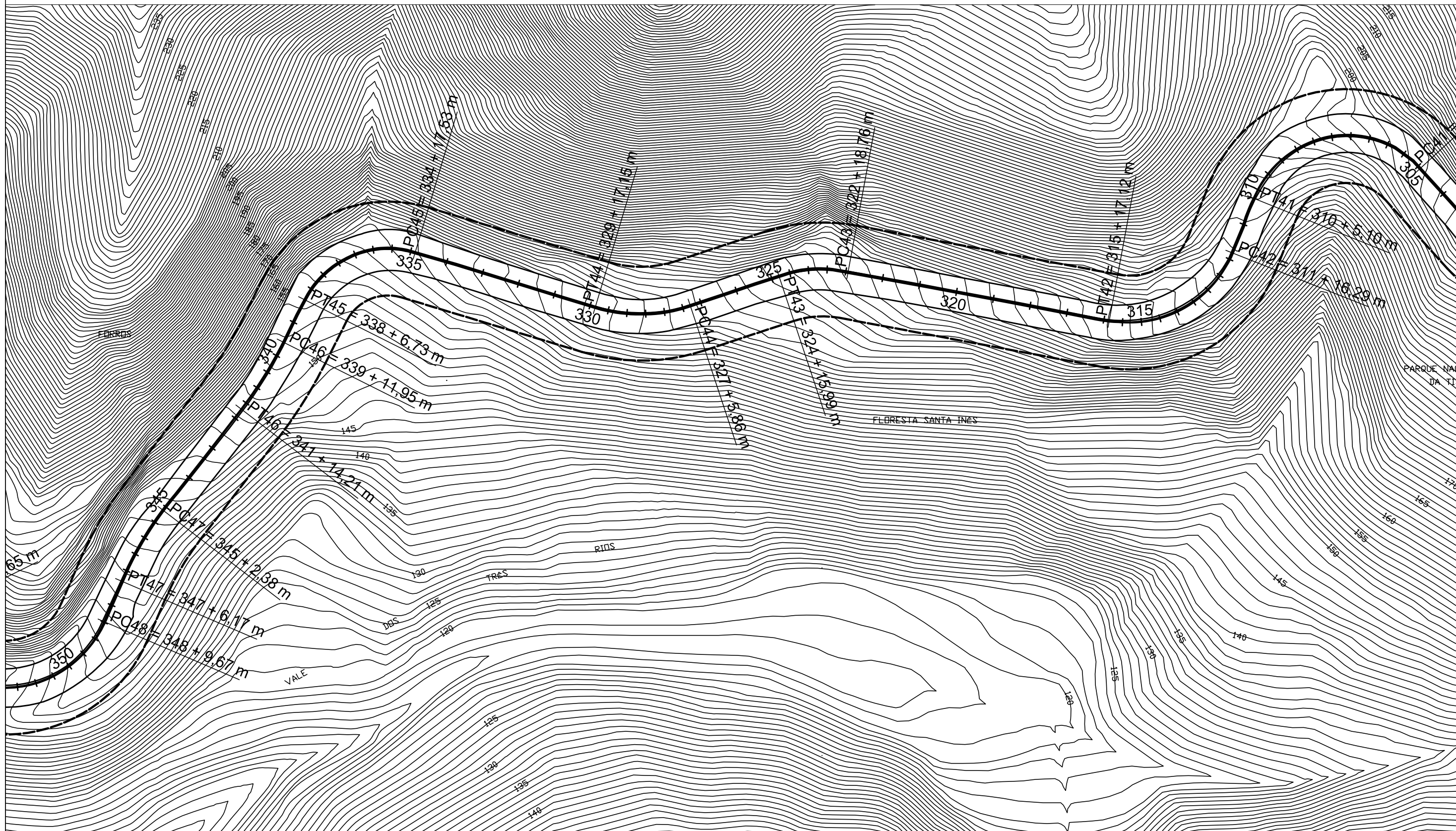
DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 05/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



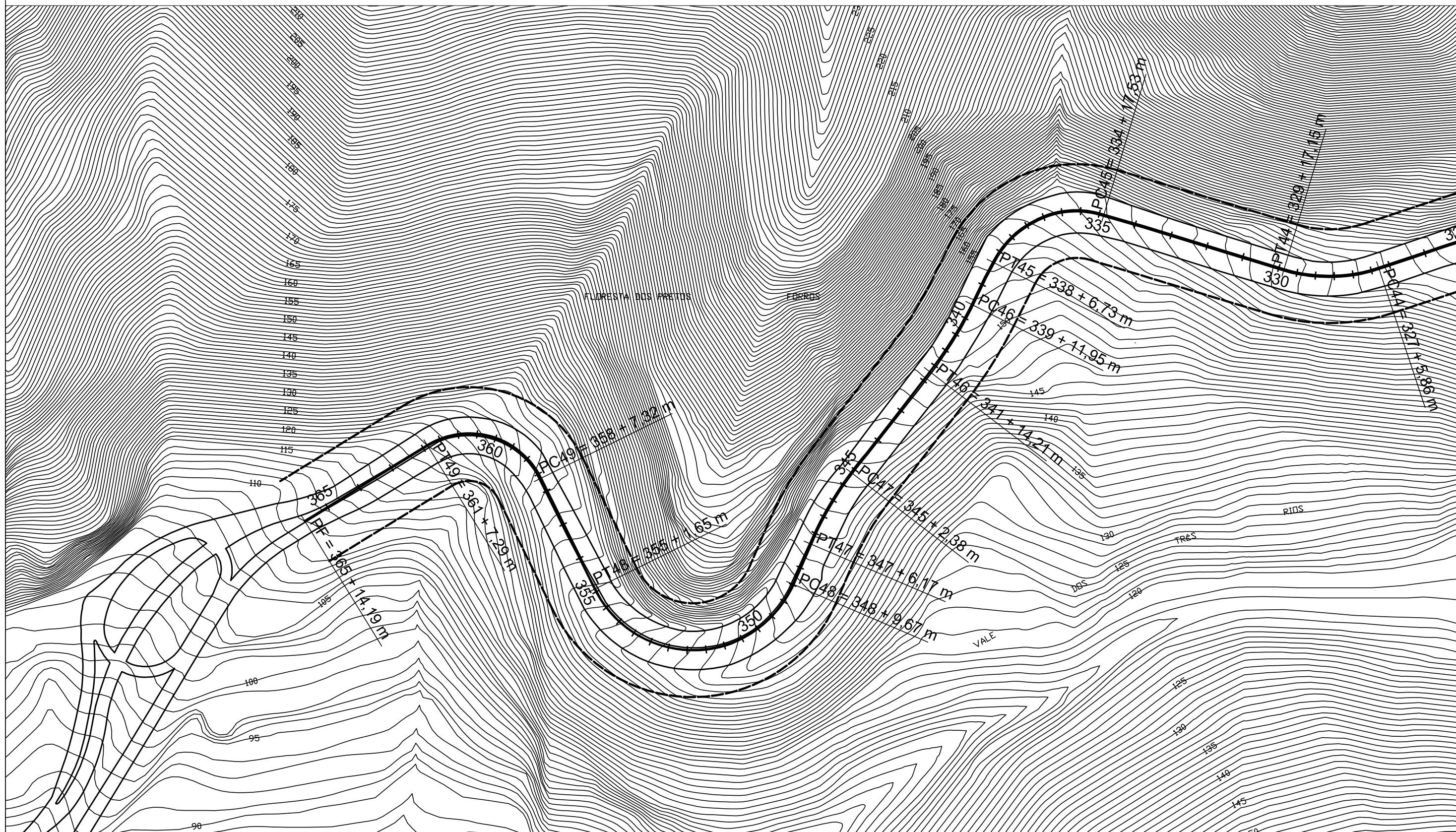
DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 06/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 07/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 08/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		



DET POLI UFRJ	PLANTA DA ESTRADA	Bruno Alexandre Brandimarte Leal	
	Avenida Menezes Cortes	Esc. 1:2000	Folha 09/09
	Autoestrada Grajaú-Jacarepaguá		