

FACULDADE CAPIXABA DA SERRA

**GIDEÃO MELO DE OLIVEIRA
INGRID DANIEL MADEIRA
LETÍCIA LIMA DE ALMEIDA
NAHIARA MACHADO DOS SANTOS**

**PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO EM RÓTULA
Estudo de caso do entroncamento da ES-010 com a ES-257**

**SERRA-ES
2015**

GIDEÃO MELO DE OLIVEIRA
INGRID DANIEL MADEIRA
LETÍCIA LIMA DE ALMEIDA
NAHIARA MACHADO DOS SANTOS

PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO EM RÓTULA
Estudo de caso no entroncamento da ES-010 com a ES-257

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Marcelo Secato Dalcumune.

SERRA-ES
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca da Faculdade Capixaba da Serra - Multivix. Serra, ES.)

O48p OLIVEIRA, Gideão Melo de.
Projeto geométrico de interseção em rótula estudo de caso no entroncamento da ES-010 com a ES-257 / Gideão Melo de Oliveira, Ingrid Daniel Madeira, Letícia Lima de Almeida, Nahiara Machado dos Santos. – Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2015.

80 fls.

Orientador: Marcelo Secato Dalcumune

Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia de Civil) – Faculdade Capixaba da Serra. 2015.

1. Construção civil. 2. Rodovias - Segurança. 3. Trânsito. I. MADEIRA, Ingrid Daniel. II. ALMEIDA, Letícia Lima de. III. SANTOS, Nahiara Machado dos. IV. DALCUMUNE, Marcelo Secato. V. Faculdade Capixaba da Serra. VI. Título.

CDD:691

GIDEÃO MELO DE OLIVEIRA
INGRID DANIEL MADEIRA
LETÍCIA LIMA DE ALMEIDA
NAHIARA MACHADO DOS SANTOS

PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO EM RÓTULA
Estudo de caso no entroncamento da ES-010 com a ES-257

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 09 de Novembro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº Marcelo Secato Dalcumune
Faculdade Capixaba da Serra
Orientador

Profº Iara Lorenzoni Bassetti
Faculdade Capixaba da Serra
Membro 1

Profº Suzana Souza da Silva Scardua
Faculdade Capixaba da Serra
Membro 2

“Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é trabalho de muitas gerações (...). Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos”.

Albert Einstein

RESUMO

Impulsionado por uma rota de altos índices em acidentes de trânsito e suas adversidades, este estudo de Engenharia busca soluções com eficiência para as necessidades de investimentos na mobilidade e segurança das rodovias viárias, principal meio de transporte do Brasil. É notório que as interseções em nível acumulam índices de acidentes elevados e observando as localidades que elas integram para inferir capacidade nas vias, seguem sendo consideradas como pontos de potencial periculosidade. Neste estudo foi realizada uma análise da implementação de uma interseção em rótula das rodovias Estaduais ES-010 e ES-257 com Barra do Riacho na cidade de Aracruz do estado do Espírito Santo, no Brasil, para inferir maior capacidade de mobilidade com o crescimento de tráfego desta rodovia. Desse modo fez-se necessário um trabalho de desenvolvimento estratégico com embasamento teórico, pesquisa de campo, coletas de dados e informações da região, caracterização funcional do trecho, avaliação dos veículos, classificação da rodovia, estudo detalhado da topografia, projeto das características geométricas com o objetivo de criar a capacidade de melhorar os gargalos que vedam a segurança e mobilidade da via.

Palavras-chaves: Interseção em rótula. Tráfego. Segurança. Estudo.

ABSTRACT

Driven by a route of high rates of traffic accidents and their adversities, this study Engineering seeks solutions efficiently to the investment needs in mobility and safety of road highways, main means of transportation in Brazil. It is clear that the intersections level accumulate high accident rates and observing the locations they integrate ability to infer the way, continue to be considered as a potential danger points. In this study we carried out a review of the implementation of an intersection in bearing the ES-010 state highway and ES-257 in Barra do Riacho in the state Aracruz city of Espirito Santo, Brazil, to infer greater capacity for mobility with the growth Traffic this highway. Thus it was necessary a strategic development work with theoretical background, field research, data collection and information of the region, functional characterization of the stretch, evaluation of vehicles, highway classification, detailed study of surveying, design of geometric characteristics with In order to create the ability to improve the bottlenecks that seal the safety and track mobility.

Keywords: Intersection kneecap. Traffic. Safety. Study.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA INTERSEÇÃO	17
FIGURA 2 - COMPARAÇÃO DE CONFLITOS	18
FIGURA 3 - INTERSEÇÃO DO TIPO GOTA.....	20
FIGURA 4 - INTERSEÇÃO CANALIZADA.....	21
FIGURA 5 - INTERSEÇÃO CANALIZADA II.....	21
FIGURA 6 - INTERSEÇÃO COM SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA.....	21
FIGURA 7 - RÓTULA	22
FIGURA 8 - TROMBETA.....	23
FIGURA 9 - DIAMANTE	23
FIGURA 10 - TREVO COMPLETO	24
FIGURA 11 - TREVO PARCIAL	24
FIGURA 12 - DIRECIONAL I.....	24
FIGURA 13 - DIRECIONAL II.....	25
FIGURA 14 - SEMIDIRECIONAL COM LAÇOS.....	25
FIGURA 15 - GIRATÓRIO.....	25
FIGURA 16 - GRÁFICO DE VERIFICAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE INTERSEÇÕES A NÍVEL	26
FIGURA 17 - SEÇÕES TIPO	35
FIGURA 18 - DESENVOLVIMENTO DA SUPERELEVAÇÃO NA CURVA DE SAÍDA DE UM SEGMENTO EM TANGENTE	36
FIGURA 19 - EXEMPLO DE IDENTIFICAÇÃO DO MARCO	62
FIGURA 20 - MALHA DIGITAL DO TERRENO.....	64
FIGURA 21 - PLANTA TOPOGRÁFICA DA INTERSEÇÃO.....	65
FIGURA 22 - ÁREA DE PROJETO	66
FIGURA 23 - PONTOS DE CONFLITOS DA INTERSEÇÃO EXISTENTE.	68
FIGURA 24 - PLANIMETRIA DO PROJETO GEOMÉTRICO	68
FIGURA 25 - PERFIL DA RÓTULA.....	69

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS	29
QUADRO 2 - Condições de tráfego para determinação da largura de pista	38
QUADRO 3 - LARGURA DAS PISTAS DE CONVERSÃO	38
QUADRO 4 - PLANO DE CONTAGEM DE TRÁFEGO	42
QUADRO 5 - CÁLCULO DOS FATORES DE CORREÇÃO SEMANAL	44
QUADRO 6 - VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL DE TRÁFEGO - VMDAT.....	46
QUADRO 7- PESO MÁXIMO POR EIXO.....	48
QUADRO 8 - CARREGAMENTO DE EIXO ADOTADO PARA O CÁLCULO DOS FVI	49
QUADRO 9 - CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS – METODOLOGIAS DA USACE E AASHTO	50
QUADRO 10 - CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO DO TRECHO NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO	51
QUADRO 11 - PROJEÇÃO DO VMDAT E DO NÚMERO N DO TRECHO NOVA ALMEIDA – VILA DO RIACHO.....	53
QUADRO 12- FATORES K, FHP, VOLUMES HORÁRIOS MÁXIMOS E HORÁRIOS DE PICO.....	54
QUADRO 13- DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE RODOVIA	56
QUADRO 14- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	57
QUADRO 15- TRÁFEGO DO SEGMENTO NOVA ALMEIDA-VILA DO RIACHO ...	58
QUADRO 16 - DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO	59
QUADRO 17- ESTUDO DE CAPACIDADE	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO	31
TABELA 2 – RAIOS MÍNIMOS PARA CURVAS EM INTERSEÇÃO.....	37
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO DA RODOVIA ES-010, NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO	47
TABELA 4 - EQUAÇÕES DOS FEC DA USACE.....	47
TABELA 5 - EQUAÇÕES DOS FEC DA AASHTO.....	48
TABELA 6 - FATOR DE EQUIVALÊNCIA EM CARROS DE PASSEIO.....	55
TABELA 7 – TABELA DOS MARCOS DE APOIO PRINCIPAL	62
TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS	65
TABELA 9 - ELEMENTOS DE LOCAÇÃO EIXO PRINCIPAL – PISTA DUPLA	70

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CO	Caminhões e Ônibus convencionais
DER/ES	Departamento de Estradas de Rodagem do Espírito Santo
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DVU	Restrição à ultrapassagem
Ec	Equivalente de Caminhões e Ônibus em Carros de Passeio
EJA	Estaleiro <i>Jurong</i> Aracruz
Fa	Fator de expansão sazonal
FA	Fator de correção anual
f_A	Ajustamento para Pontos de Acessos Existentes a mesmo Nível no Segmento
FC	Fator Carga
FD	Fator de expansão diária
FE	Fator Eixo
FEC	Fatores Equivalentes de Carga
f_{fa}	Ajustamento para Largura de Faixa de Tráfego e Largura do Acostamento
f_G	Fator de Ajustamento de Greide
FHP	Horários de pico
FM	Fator de correção mensal
FP	Fator de Pista
FR	Fator Climático Regional
FS	Fator de correção semanal

f_{up}	Ajustamento para Segmentos de Não Ultrapassagem
FV	Fator de Veículo
FVi	Fatores de Veículo Individual
f_{vp}	Fator de Ajustamento em função da presença de Veículos Comerciais
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPS	Global Positioning System
I	Taxa de crescimento geométrico médio anual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	Fator Horário de Projeto
M	Motos
MET	Manual de Estudos de Tráfego
N	Número de anos do Período de Projeto
N_i	Número de Operações do Eixo-Padrão
O	Caminhões e Onibus longos
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONSV	Organização Nacional de Segurança Viária
P	Carga por eixo
PBT	Peso bruto total
PTGS	Percentual do Tempo Gasto Seguindo
PTSF	Percent Time Spent Following
RE	Reboques
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocêntrico para las Américas
SR	Semirreboques
UCP/h	Unidade de Carros de Passeio por hora

UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USACE	United States Army Corps of Engineers
V	Velocidade Básica de Fluxo Livre
V_{24}	Volume de carros de passeio durante as 24 horas do dia
V_h	Volume de carros de passeio durante as h horas de pesquisa
VBFL	Velocidade Básica de Fluxo Livre
VFL	Velocidade do Fluxo Livre
VHP	Volumes Horários de Projetos
VMD	Volume Médio Diário
VMD_0	Volume de tráfego inicial
VMDa	Volume Médio Diário Anual
VMDAT	Volume Médio Diário Anual de Tráfego
VMD_{ci}	Somatório do volume de tráfego comercial (ônibus + veículos de carga) ocorrente no trecho até o ano “i”
VMD_{CO}	Volume Médio Diário Anual de Tráfego de coletivo
VMDd	Volume Médio Diário em um Dia de Semana
VMD_M	Volume Médio Diário Anual de Tráfego de motocicletas
VMDm	Volume Médio Diário Mensal
VMD_n	Volume de tráfego final
VMDs	Volume Médio Diário Semanal
$VMD_{SE/RE}$	Volume Médio Diário Anual de Tráfego de veículos de carga
VMD_{VP}	Volume Médio Diário Anual de Tráfego de veículos de passeio
VMV	Velocidade Média de Viagem
VP	Veículo leves

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL.....	17
 2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 INTERSEÇÃO	18
2.1.1 INTERSEÇÕES EM NÍVEL.....	20
2.1.2 INTERSEÇÕES EM NÍVEIS DIFERENTES	22
2.1.2.1 Necessidade de Interseções em Níveis Diferentes	25
2.2 ESTUDO DE TRÁFEGO	27
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS.....	27
2.2.2 VOLUME MÉDIO DIÁRIO	30
2.2.3 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N	30
2.2.3.1 GENERALIDADES	30
2.2.3.2 FATOR DE VEÍCULO.....	30
2.2.4 FLUXOGRAMAS DE TRÁFEGO.....	31
2.2.5 NÍVEL DE SERVIÇO	31
2.3 ALINHAMENTOS	33
2.3.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL	33
2.3.2 ALINHAMENTO VERTICAL.....	34
2.3.4 SUPERELEVÇÃO NOS RAMOS DE INTERSEÇÃO	35
2.3.5 SUPER LARGURA NOS RAMOS DE INTERSEÇÃO	37
2.4 METODOLOGIA.....	39
 3 ANÁLISES E RESULTADOS.....	40
3.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO	40
3.1.1 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DO TRECHO EM ESTUDO	40
3.1.1.1 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS	41
3.1.1.2 COLETA DE DADOS.....	41
3.1.1.2.1 DADOS DE TRÁFEGO PARA CORREÇÃO DA SAZONALIDADE.....	41
3.1.1.3 PESQUISAS DE CAMPO	42
3.1.1.3.1 Metodologia adotada nas contagens volumétricas e classificatórias....	43
3.1.1.3.2 FATORES DE CORREÇÃO DE SAZONALIDADE	43
3.1.1.4 DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO	45

3.1.5 FATOR DE VEÍCULO.....	47
3.1.6 PROJEÇÃO DO “VMD” E DO NÚMERO “N”	51
3.1.7 FLUXOGRAMAS DE TRÁFEGO DAS INTERSEÇÕES	53
3.1.8 DETERMINAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO TRECHO	55
3.1.8.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL	56
3.1.9 AVALIAÇÕES DA CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO.....	58
3.1.9.1 Características físicas e geométricas.....	58
3.1.9.2 Características consideradas com relação ao tráfego.....	58
3.1.9.3 Necessidade de Interseções em Níveis Diferentes	60
3.2 ESTUDO TOPOGRÁFICO	60
3.2.1 REDE DE MARCOS DE APOIO PRINCIPAL	61
3.2.2 RELAÇÃO DOS MARCOS COORDENADOS	62
3.2.3 NIVELAMENTO E CONTRA NIVELAMENTO DOS MARCOS DE APOIO PRINCIPAL E DA POLIGONAL	63
3.2.4 LEVANTAMENTO PLANIALMÉTRICO.....	63
3.2 PROJETO GEOMÉTRICO	65
3.3.1 DIRETRIZES DO PROJETO.....	65
3.3.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO	66
3.3.2.1 METODOLOGIA.....	66
3.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DA INTERSEÇÃO EXISTENTE	67
3.3.2.3 ALINHAMENTO HORIZONTAL	68
3.3.2.4 ALINHAMENTO VERTICAL.....	69
3.3.2.5 ELEMENTOS DE LOCAÇÃO	69
3.3.2.6 NOTA DE SERVIÇO.....	70
 4 CONCLUSÃO	 72
 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 73

ANEXOS

ANEXO A – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE (2012) EM VMD	76
ANEXO B – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2023 EM VMD.....	77
ANEXO C – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2012 EM UCP/h.....	78
ANEXO D – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2023 EM UCP/h.....	79
ANEXO E – NOTA DE SERVIÇO.....	80

1 INTRODUÇÃO

O conjunto homem, veículo, via e meio-ambiente está diretamente ligado aos acidentes de trânsito e suas gravidades.

De acordo com a OMS (2011), foi registrado 1,3 milhão de mortes por acidente de trânsito em 178 países. O Brasil entra no ranking mundial dos países que apresentam maior quantidade de acidentes viários, com um acréscimo de 48,7% entre 2001 e 2012, apresentando um total de 453.779 milhões de óbitos nesse período causado por acidentes de trânsito (ONSV, 2014).

Ainda segundo a Organização Nacional de Segurança Viária, o Sudeste, região mais populosa do país, lidera a estatística de óbitos no trânsito, com 16.133 vítimas fatais.

Em Aracruz, município do Espírito Santo, observa-se um ponto crítico na interseção do tipo rótula vazada, onde há o entroncamento das rodovias estaduais ES-010 e ES-257. As interseções, em qualquer tipo, representam o menor segmento de uma via, e se destacam como local que apresenta maior índice de acidentes, todavia dentre todos os outros tipos de interseção, a rótula vazada é a que geralmente apresenta o maior percentual de acidentes de trânsito.

A esse respeito, nota-se uma necessidade de estudo desse segmento, mostrando o que pode ser feito para garantir a ordem do tráfego, o nível de serviço, eficiência e segurança nessa localidade.

Dada a importância desse assunto, este trabalho visa identificar os possíveis problemas, estudar e apresentar soluções que atendam as exigências no que tange à demanda de tráfego e segurança viária.

Apesar de não obter dados consistentes de ocorrências de acidentes na interseção em estudo, estima-se que o índice de acidentes, reduza com a finalização das obras de acordo com o novo projeto proposto, resultando em um sistema operacional mais seguro e eficiente.

1.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL

A interseção foi escolhida por apresentar um tipo inadequado para a segurança viária. Há a necessidade de adequar esse ponto de interseção para as características do tráfego atual.

A interseção localiza-se no bairro Barra do Riacho, no entroncamento das rodovias estaduais ES-010 e ES-257, próximo as empresas Jurong (EJA), Fibria e Canexus, no município de Aracruz, (ver FIGURA 1).



FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA INTERSEÇÃO
Fonte: Google Maps, modificada pelos autores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As definições para elaboração de projetos de interseção, tais como tipo, larguras e números de faixas, raios horizontais e verticais, greides, foram projetadas de forma a atender o tráfego nos anos em que foram implantadas. Com o crescimento excessivo do tráfego e revisões das normas pertinentes a projetos rodoviários, algumas interseções atualmente não atendem o fluxo de tráfego e os fatores mínimos de segurança, gerando pontos de conflito de veículos, como conversões perigosas e distâncias mínimas de visibilidade não observadas. (SCHIMITZ, ANELISE, 2012).

2.1 INTERSEÇÃO

Segundo o Manual do DNIT (2010), interseção é o entroncamento, cruzamento ou a confluência de duas ou mais vias, e também o ponto de entrelaçamento, conflito divergente ou convergente das correntes de tráfego como mostra a FIGURA 2. O projeto de interseções deve garantir a segurança nas áreas em que seus fluxos de tráfego sofrem a influência de outras correntes, internas ou externas.

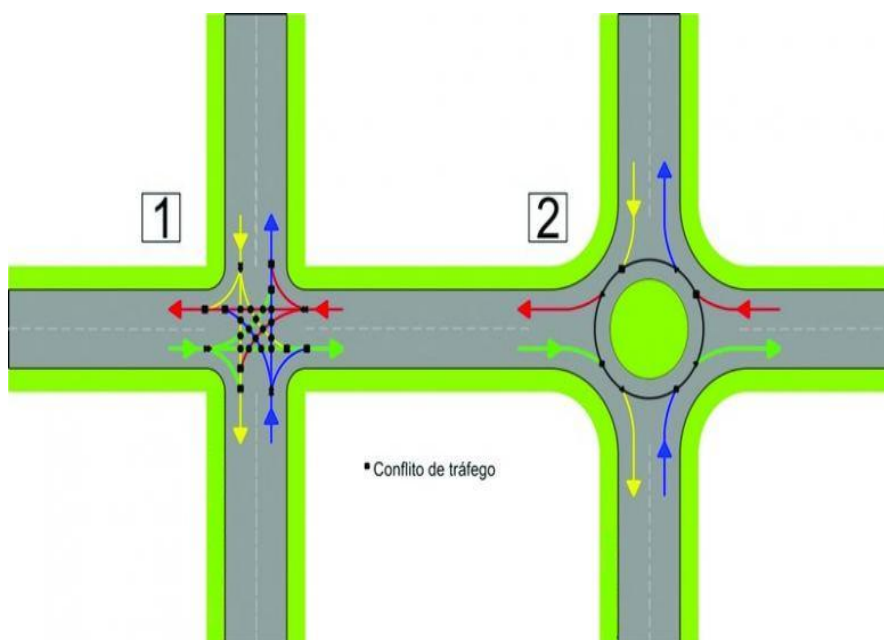


FIGURA 2 – COMPARAÇÃO DE CONFLITOS

Fonte: Trânsito em foco, 2011, modificada pelos autores.

De acordo com o Ministério de Transportes (2002) "os procedimentos disponíveis para identificação de locais que apresentam um padrão anormal de segurança viária baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária." ALBANO (2015) relata que nas interseções e travessias das rodovias Federais e Estaduais ocorrem 53% dos acidentes, sendo que as mesmas constituem apenas 4% da sua extensão total.

Apesar de toda problemática existente no tráfego brasileiro, as medidas adotadas, para minimizar os acidentes de trânsito, em sua maioria, tratam de forma rápida e superficial a segurança, utilizando apenas a implantação de sinalizações (MT,2002). De acordo com Schimitz (2012), para que a segurança viária tenha um avanço significativo, é necessário que haja não apenas reforço em sinalizações, mas restauração de muito desses pontos conflituosos.

Grande parte dos acidentes viários estão nos pontos de interseção, sendo assim há uma necessidade de desenvolver um projeto planialtimétrico de interseção elaborado de acordo com normas, conceitos, critérios e métodos estabelecidos em manuais por órgãos competentes ou institutos de pesquisas, com o objetivo de garantir a ordem do tráfego, o nível de serviço, eficiência e segurança viária. O projeto deve atender a funcionalidade da via, estar compatível com a característica do tráfego e volumes esperados, deve ser seguro para os motoristas, ser tecnicamente consistente e não agredir, ou impactar o mínimo possível, o meio ambiente (Coelho, 2012).

Existem dois grandes grupos de Interseções definidos em função dos planos em que se realizam os movimentos de cruzamento: Interseções em Nível e Interseções em Níveis Diferentes (Manual de Interseção DNIT, 2005).

2.1.1 INTERSEÇÕES EM NÍVEL

De acordo com DNIT (2005), podem ser definidas:

a) Pelo número de ramos:

- Interseção de três ramos ou “T”: Interseção em nível com três ramos. A nomeação “T” decorre de ser habitual que um dos ramos se localize no prolongamento de outro.
- Interseção de quatro ramos: interseção em nível com quatro ramos.
- Interseção de ramos múltiplos: interseção em nível com cinco ou mais ramos.

b) Em função das soluções adotadas:

- Mínima: solução sem nenhum controle especial, aplicável normalmente onde o volume horário total (dois sentidos) em termos de unidade de carros de passeio (UCP) da via principal for inferior a 300 e o da via secundária for inferior a 50.
- Gota: solução que adota uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda, como mostrado na FIGURA 3.



FIGURA 3 - INTERSEÇÃO DO TIPO GOTA
Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

- Canalizada: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos, ilustradas nas FIGURAS 4 e 5.



FIGURA 4 - INTERSEÇÃO CANALIZADA
Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

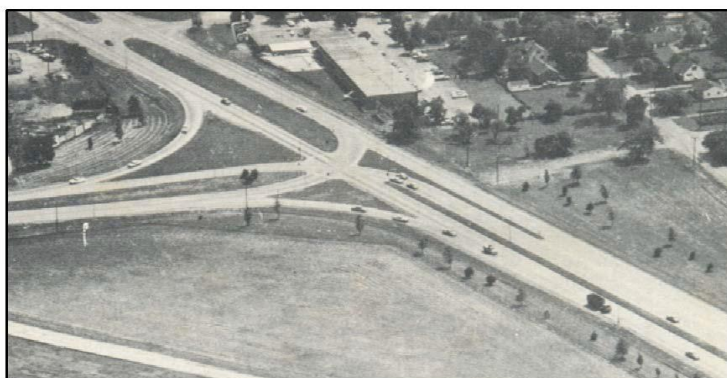


FIGURA 5 - INTERSEÇÃO CANALIZADA II
Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

c) Em função do controle de sinalização:

- Sem sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.
- Com sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo, conforme a FIGURA 6.



FIGURA 6 - INTERSEÇÃO COM SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA
Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

Para interseções com mais de quatro acessos, é vantajoso o sistema de rótulas similares apresentada na FIGURA 7, ainda que seja comum a implantação de rótulas com três ou quatro acessos (DNIT, 2006). A velocidade na interseção é diminuída naturalmente resultando assim na redução do número de pontos de conflito, e também da emissão de gases efluentes por minimizar o tempo em que os veículos ficam parados, acabando com a rápida aceleração e desaceleração, o que acontece no caso de interseções semaforizadas (Lima et al 2009).

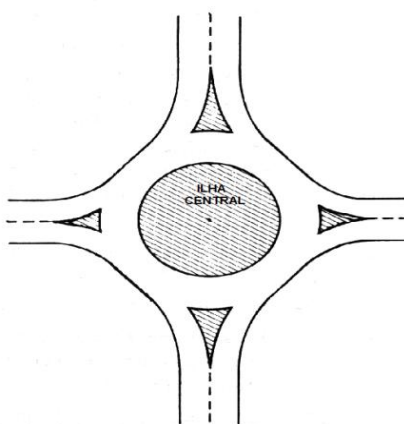


FIGURA 7 – RÓTULA
Fonte: UFRGS.

2.1.2 INTERSEÇÕES EM NÍVEIS DIFERENTES

Segundo DNIT (2005) as interseções em níveis diferentes podem ser de dois tipos gerais:

a) Cruzamento em níveis diferentes sem ramos: quando não há trocas de fluxos de tráfego entre as rodovias que se interceptam, ou seja, o cruzamento em desnível não tem ramos de conexão. As vias se cruzam em níveis diferentes por meio de estruturas de separação dos greides. Esses cruzamentos são designados por:

- Passagem Superior: quando a rodovia principal passar sobre a via secundária.
- Passagem Inferior: quando a rodovia principal passar sob a via secundária.

b) Interconexão: quando, além do cruzamento em desnível, a interseção possui ramos que conduzem os veículos de uma via à outra. Normalmente as interconexões são classificadas em sete tipos básicos:

- Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos citada na FIGURA 8. O aspecto geral do projeto faz com que seja designada por “T” ou “Y”. Quando uma das correntes de tráfego de um ramo executar giro próximo de 270° a interconexão é designada por “trombeta”.

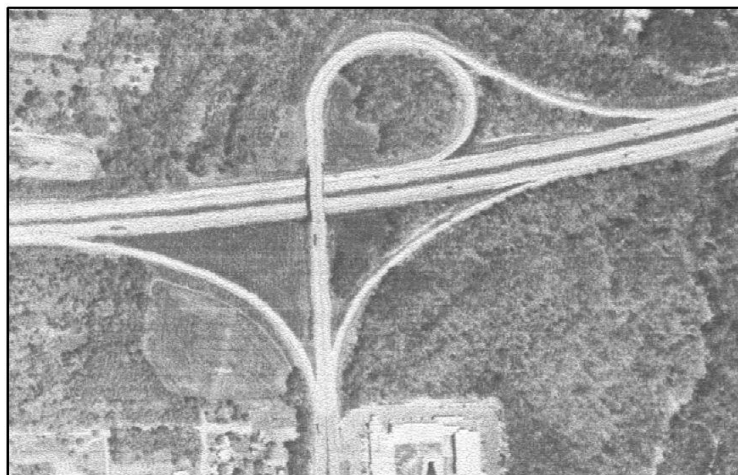


FIGURA 8 - TROMBETA

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

- Diamante: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. As conexões na via secundária são interseções em nível ilustrado na FIGURA 9.



FIGURA 9 - DIAMANTE

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

- Trevo completo: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços (loops) e à direita por conexões externas aos laços, de acordo com a FIGURA 10.



FIGURA 10 - TREVO COMPLETO

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

• Trevo parcial: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço, mostrada na FIGURA 11.

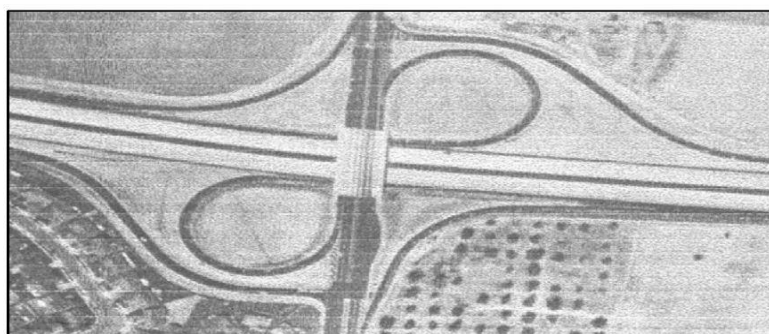


FIGURA 11 - TREVO PARCIAL

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

• Direcional: interconexão que usa ramos direcionais para os fundamentais movimentos de conversão à esquerda. Quando todos os movimentos de conversão são realizados por ramos direcionais a interconexão diz-se “totalmente direcional” de acordo com FIGURAS 12 e 13.



FIGURA 12 - DIRECIONAL I

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.



FIGURA 13 - DIRECIONAL II

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

- Semidirecional: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda, conforme a FIGURA 14.



FIGURA 14 - SEMIDIRECIONAL COM LAÇOS

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

- Giratório: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária, apresentada na FIGURA 15.



FIGURA 15 - GIRATÓRIO

Fonte: Manual de projeto de interseções-DNIT, 2005.

2.1.2.1 NECESSIDADE DE INTERSEÇÕES EM NÍVEIS DIFERENTES

De acordo com DNIT (2005), a verificação da necessidade de interseções em níveis diferentes e o dimensionamento de seus ramos estão ligados, fundamentalmente, ao volume e à característica do tráfego que circulam no ano de projeto. O ano de projeto comumente usado é o 10º ano após o término da obra. Sabendo-se disso,

deve-se projetar o tráfego adquirido nos levantamentos realizados, contendo nos dados os valores dos Volumes Horários de Projetos (VHP) e Volumes Médios Diários (VMD). Esses valores devem ser representados em fluxograma referentes à VHP E VMD e preparados para o ano de projeto.

Assim, empregou-se então a metodologia proposta pelas Normas Suecas para o Projeto Geométrico de Rodovias recomendada pelo Manual de Projeto de Interseções - Publicação IPR-718 do DNIT/2005, constante do Apêndice D - Etapa D, com a utilização do Gráfico da página 516, apresentado na FIGURA 16.

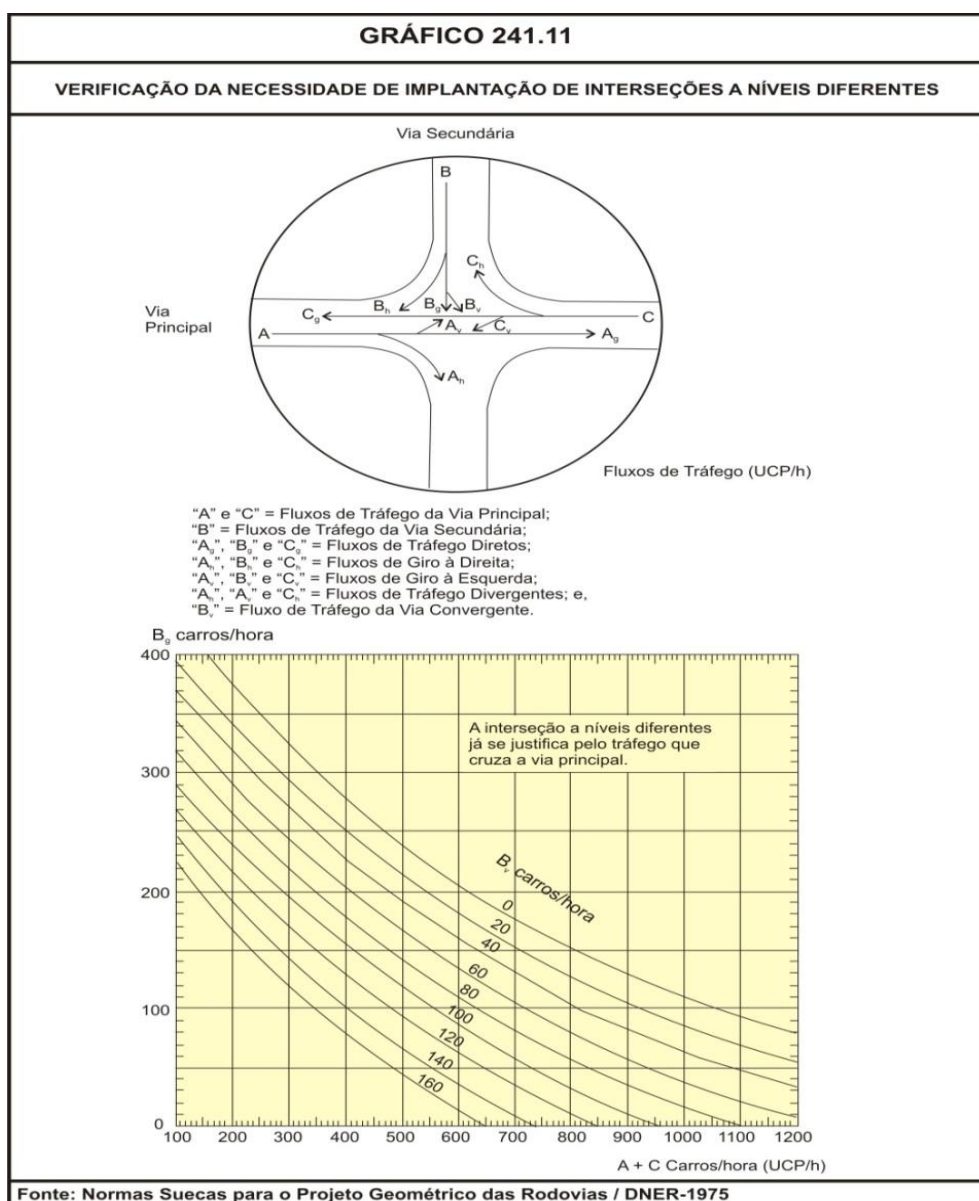


FIGURA 16 - GRÁFICO DE VERIFICAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE INTERSEÇÕES A NÍVEL
 Fonte: DNIT, 2005.

Comparando-se o volume do Fluxo Máximo de Tráfego Real que gira “à esquerda” com o limite máximo de 160 UCP/hora, estabelecido pela metodologia, ou no caso em que esse volume supere a indicação do gráfico, em função dos fluxos diretos da via principal e do fluxo da via secundária que os interceptam, justifica-se a implantação de interseção em níveis diferentes.

2.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego tem como objetivo o levantamento de dados de forma estratégica de cinco elementos que implicam diretamente no tráfego, sendo estes condutores, pedestres, veículos, vias e meio ambiente. Também se pode identificar o número de veículos que trafegam em um trecho da via, suas características, tais como velocidade, ações mútuas e pontos que apresentam maior índice de acidentes, de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006).

Ainda segundo o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), capacidade é o maior número de veículo que passam em um segmento da via, podendo ser faixa ou pista, num determinado intervalo de tempo. Já o conceito níveis de serviço está ligado diretamente à qualidade do escoamento do volume de tráfego de uma via, velocidade e tempo de percurso, segurança, facilidade de manobras, conforto e grau de eficiência do serviço que essa oferece.

2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS

O DNIT classifica os veículos da seguinte forma:

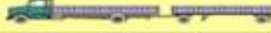
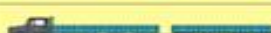
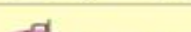
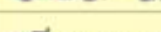
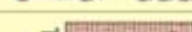
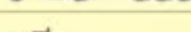
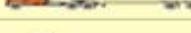
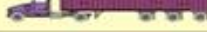
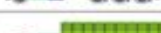
- a) Motos:** todos os tipos de motociclos (motocicletas, “Lambretas”, “Vespas” etc.)
- b) Veículos de Passeio:** automóveis diversos (pequenos, médios e grandes);
- c) Utilitários (U):** caminhonetes, furgões, “pick-ups”, “Kombi”, “Besta”, “vans” e outros veículos leves, com capacidade de carga menor que 3,0 toneladas;
- d) Ônibus (O):** coletivos urbanos, ônibus intermunicipais, o “Tribus” (ônibus com eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo

modificado); “4CB” (eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo de rodagem dupla) e os micro-ônibus;

e) Veículos de Carga: os veículos de carga foram classificados de acordo com o número, tipo e disposição dos eixos, conforme a “Classificação de Veículos pela Configuração de Eixos” proposta pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, a saber:

- **Caminhões Simples (2C):** caminhão leve/médio, composto de um eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo simples traseiro de rodagem dupla, conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o “F-4.000” da FORD, o “MB-600” da MERCEDES BENZ e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) semelhantes (AGRALE, VOLKSWAGEN, etc.);
- **Caminhão Duplo (3C / 4CD):** “3C” (caminhão pesado, composto por um eixo simples dianteiro de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo de rodagem dupla); “4CD” (caminhão pesado composto por um eixo dianteiro duplo de rodagem simples e um eixo traseiro “tandem” duplo de rodagem dupla);
- **Semi-reboques (2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S1 / 3S2 / 3S3 / 2I2 / 2I3 / 3I2 / 3I2 / 2J3 / 3J3):** veículos articulados compostos de um “cavalo mecânico” que traciona uma unidade (semi-reboque) com um eixo simples traseiro ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodagem dupla (são as denominadas “carretas”, “jamantas”, “cegonheiras”, etc.), com diversas configurações de eixo;
- **Reboques (2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3):** veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C ou 3C) que traciona um “reboque” com dois eixos, sendo um eixo simples dianteiro de rodagem simples ou dupla e um eixo simples traseiro ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodagem dupla;
- **Composição de Veículos de Carga - CVC (Bitrem-3S2S2, Rodotrem- 3S2C4 e Tritrem-3S2S2S2) :** veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 3S2) que traciona 2 (dois) “reboques”, ambos com eixo tandem duplo (Bitrem); ou uma unidade tratora (geralmente um caminhão 3S2 que traciona 2 (dois) “reboques”, o primeiro dotado de 1 (um) eixo tandem duplo e o outro de 2 (dois) eixos tandem duplos (Rodotrem); uma unidade tratora (geralmente um caminhão 3S2) que traciona 3 (três) “reboques”, todos dotados de 1(um) eixo tandem duplo (Tritrem). Estes veículos apresentam grandes dimensões e elevada capacidade de carga.

No QUADRO 1 é apresentada a “Classificação padronizada de Veículos Automotores” proposta pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, onde consta a “Configuração de Eixos dos Veículos de Carga”.

MODELO “I” - CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS			
PASSEIO		UTILITÁRIOS	  
ÔNIBUS	COLETIVO URBANO		2C 
			COLETIVO INTERMUNICIPAL
	3C - TRIBUS 		4CB 
CAMINHÃO	2C	  	
	3C	  	
REBOQUES	2C2		
	2C3		
	3C2		
	3C3		
SEMI-REBOQUES	2S1	  	
	2S2	  	
	2S3	  	
	3S2	  	
	3S3	  	
	BITREM 3S2S2		
	RODOTREM 3S2C4		
	TRITREM 3S2S2S2		
	2I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	2I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
SEMI-REBOQUES	2J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO
	3I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	3I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	3J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO
	3S1		EIXO TRASEIRO DO SEMI-REBOQUE ISOLADO
CAMINHÃO	4C		
	4CD		

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS
Fonte: DNIT, 2012, modificado pelos autores.

2.2.2 VOLUME MÉDIO DIÁRIO

De acordo com Manual de tráfego do DNIT (2006), volume médio diário é a média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via. E é computado para um período de tempo representativo. É utilizado para definir a necessidade de novas vias ou melhorar as já existentes, determinar benefícios esperados de uma obra viária, estabelecer as prioridades de investimentos, analisar taxas de acidentes, presumir as receitas dos postos de pedágio, etc.

São de uso constante os VMDa, VMDm, VMDs e o VMDd. Para todos esses casos, a unidade é veículos/dia (vpd). Sendo o VMD o de maior importância.

2.2.3 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N

2.2.3.1 GENERALIDADES

Para dimensionar a estrutura dos pavimentos e aferir os seus desgastes, faz-se necessário determinar os valores do “Número de Operações do Eixo-Padrão de 8,2t – N”, conforme a Equação 1. Entende-se como “N” o número de repetições (operações) de um eixo simples de um veículo padrão, com rodas duplas, carregado com 8,2 tf ao longo da estimada vida útil do pavimento (DNIT, 2010).

$$N_i = 365 \times \text{VMD}_{ci} \times \text{FP} \times \text{FR} \times \text{FV} \quad (1)$$

Onde:

365 = número de dias de um ano

2.2.3.2 FATOR DE VEÍCULO

O fator de veículo é determinado de acordo com a Equação 2, onde FE é o fator eixo e FC é o fator carga (equivalência em relação ao eixo padrão de 8,2 tf).

$$\text{FV} = \text{FE} \times \text{FC} \quad (2)$$

Obtém-se o fator de veículo a partir da pesagem de eixo simples, e tandem quando dois ou mais eixos fazem parte de um conjunto de suspensão, por categoria de veículo.

Pode-se avaliar a distribuição das cargas por eixo através de dados obtidos em vários postos de pesagem.

2.2.4 FLUXOGRAMAS DE TRÁFEGO

Os fluxogramas de tráfego das interseções têm a finalidade de apresentar os diferentes fluxos nelas existentes. São efetuados normalmente em veículos equivalentes por hora, convertidos em UCP/hora, em que motos, ônibus e caminhões passam a ser contados proporcionalmente em carros de passeio (AKISHINO, 2015).

2.2.5 NÍVEL DE SERVIÇO

Nível de serviço está ligado a diversas categorias de operações de uma rodovia, quando adapta à variados volumes de tráfego. É uma avaliação qualitativa das condições operacionais de um fluxo de tráfego baseada em função da velocidade, volume e capacidade da via (V/C) (DNIT, 2005).

De acordo com o Manual de Capacidade Rodoviária (HCM), os níveis de serviços são classificados em seis, do A (menos congestionado) ao F (congestionamento completo), conforme apresentado na TABELA 1.

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

Nível de serviço	Classificação
A	Fluxo livre
B	Fluxo razoavelmente livre
C	Fluxo estável
D	Fluxo próximo a instabilidade
E	Fluxo instável (limitado pela capacidade)
F	Fluxo forçado ou com interrupções

Fonte: DNIT, Manual de Estudos de Tráfego.

O Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) diz que, de acordo com as recomendações do HCM/2000, não será considerada a parcela do tráfego referente à “motos” nos Estudos de Capacidade. Os estudos de capacidade e os Níveis de Serviço objetivam principalmente a garantia da fluidez do tráfego, a elevação da

velocidade média das viagens e a redução do tempo de deslocamento, através da eliminação de pontos de estrangulamento.

Para serem elaborados, é necessário definir as características de projeto a partir do relevo, do terreno e do VMD, utilizando-se neste estudo o 10º ano (período de projeto para o cálculo), de acordo com as recomendações do Manual de Projeto Geométrico do DNIT.

Os Níveis de Serviço de rodovias de pista simples têm por capacidade-limite 1.700 UCP/h para cada sentido de tráfego (HCM/2000). A capacidade é praticamente constante para qualquer distribuição direcional de tráfego prevalecente, com um valor máximo de 3.200 UCP/h para ambos os sentidos de tráfego.

Para a aplicação dos critérios de avaliação dos Níveis de Serviço adotando-se também as recomendações do “*HCM/2000*”, o Manual de Estudos de tráfego do DNIT (2006) classifica as rodovias de pista simples da seguinte forma:

- Classe I: rodovias que necessitam de grande mobilidade de tráfego, em razão de sua importância funcional; são vias arteriais primárias ou secundárias de sistema rodoviário estadual ou federal, destinadas basicamente ao tráfego de longa distância, são necessárias altas velocidades de percurso e poucas restrições nas operações de ultrapassagem.
- Classe II: rodovias rurais de acesso, para as quais um valor elevado para a velocidade de percurso, ainda que benéfico, constitui-se em um fator secundário; são vias que atendem tanto às funções turísticas e de lazer (nas quais os usuários desfrutam da observação da paisagem e das sinuosidades do traçado encaixado no relevo), como às funções de acessibilidade à povoados lindeiros às rodovias principais, em geral, com volumes de tráfego muito inferiores ao das vias arteriais.

Os estudos desenvolvidos a partir da adaptação do *HCM/2000* procedida pelo MET (DNIT, 2006), consideram dois parâmetros de desempenho, a saber:

- Velocidade de Fluxo Livre - VFL (km/h); e,
- Restrição à Ultrapassagem.

DNIT (2006) define a Velocidade de Fluxo Livre pela velocidade média dos veículos quando o condutor tem a possibilidade de conduzir em uma determinada via na velocidade desejada, ou seja, não há restrição veicular e nem por regulamentação, e ainda apresenta baixo volume de tráfego.

A restrição à ultrapassagem reflete a liberdade de manobra e o conforto do usuário durante o tempo de viagem, e é definida através da percentagem do tempo de percurso, segundo o qual os veículos são forçados a permanecer em fila pela falta de oportunidade para ultrapassar os veículos mais lentos. Ela é traduzida como Porcentagem de Tempo Gasto Seguido ou (PTSF - Percent Time-Spent-Following), medido em percentagem (%) (DNIT, 2006).

Para as rodovias de Classe I são considerados ambos os parâmetros no estudo dos Níveis de Serviço; para as rodovias de Classe II, apenas o parâmetro relativo à restrição à ultrapassagem é levado em consideração.

2.3 ALINHAMENTOS

Os alinhamentos horizontal e vertical de um tráfego em uma interseção são situados a fim de facilitar as alterações para atender as requisições operacionais da interseção. Entretanto, a despeito das limitações, ainda assim conseguem introduzir modificações em lugares de geometria adversa, com o objetivo de garantir maior visibilidade nas suas direções e ótimas condições de operação (Manual de Projeto de Interseções DNIT, 2005).

2.3.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL

Para se consolidar a definição planialtimétrica, deverá indicar:

- Limites de faixa de domínio, tipo de cultura e nome dos proprietários, indicativo dos acessos às características lindeiras, eixo da estrada, indicação do estaqueamento e representação do relevo com suas curvas de nível (linha base = LB).
- Bordas, pontos do alinhamento (PCs, PTs, PIs, etc.).

- Raios, comprimentos, ângulos de suas curvas e quadro de curvas horizontais.
- Localização, limites de obras de artes correntes e especiais e linhas indicativas de pés de aterro, banquetas, bermas de equilíbrio, cristais dos cortes.

2.3.2 ALINHAMENTO VERTICAL

Os desenhos deverão indicar informações:

- Y(o comprimento das curvas verticais de concordância).
- Cotas das lâminas d'água nas obras de drenagem de maior porte, e cotas do lençol freático quando requeridas.
- PIVs, PCVs, PTVs (indicações de cotas) e dos acessos às propriedades lindeiras.
- $i=0,000\%$ (porcentagem de rampas).
- Flecha máxima no PIV (e).
- Em locais de seções transversais especiais as cotas da linha do greide em estacas inteiras.
- Limites das obras-de-arte corrente e especiais.

2.3.3 SEÇÃO TRANSVERSAL

Representa o alinhamento superficial transversal que compreende, por exemplo, as sarjetas, faixas de segurança, faixas de tráfego, acostamentos, canteiros, passeios, valetas e taludes. Deriva da interseção de um eixo vertical perpendicular com um plano estradal comprimido entre os limites da terraplanagem, de acordo com FIGURA 17 (Manual de Projeto de Interseções DNIT, 2005).

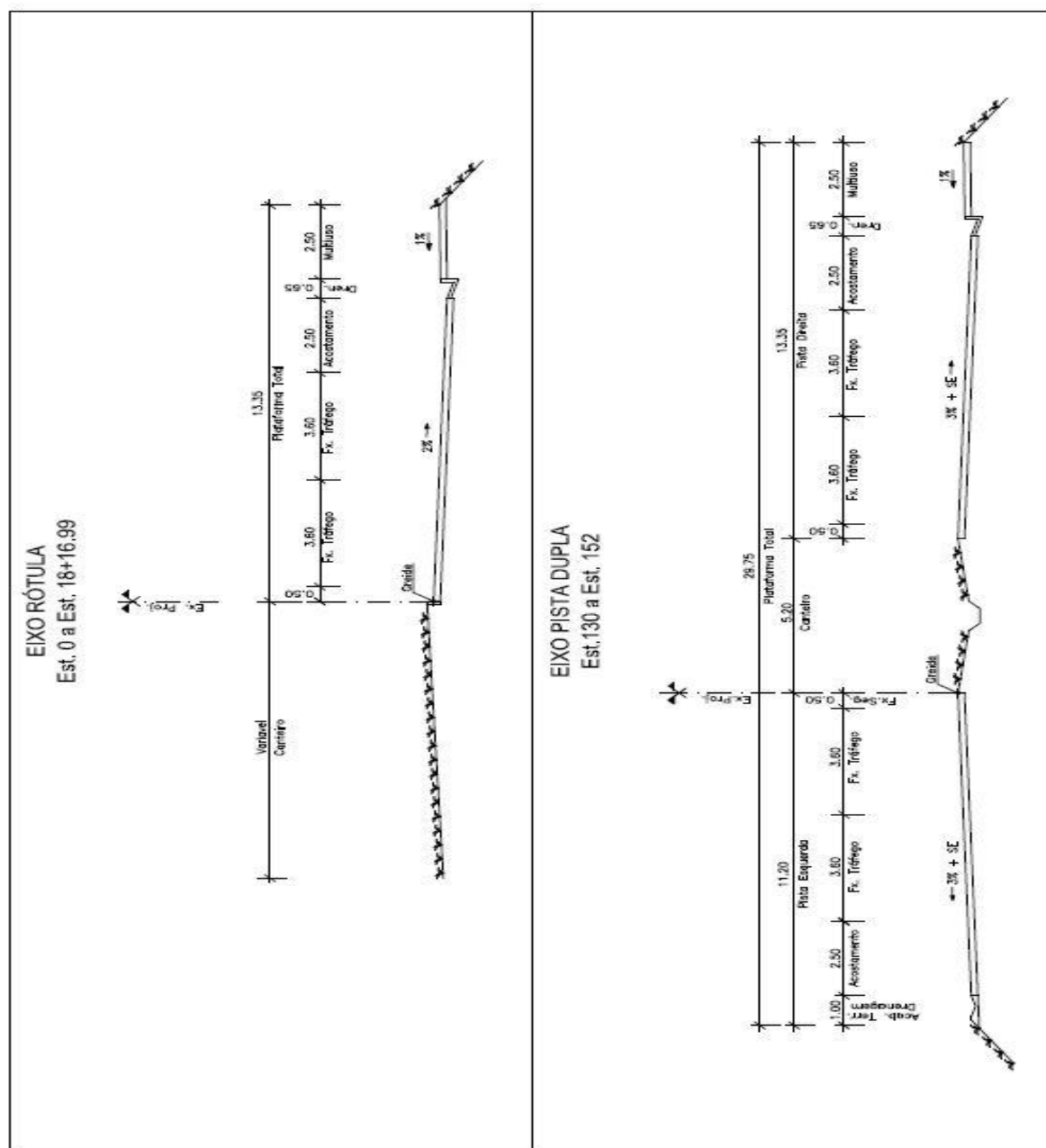


FIGURA 17 – SEÇÕES TIPO

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

2.3.4 SUPERELEVAÇÃO NOS RAMOS DE INTERSEÇÃO

As curvas oferecem seções inclinadas em relação ao plano horizontal para equilibrar a consequência da aceleração centrífuga, denominada como super elevação de acordo com a FIGURA 18. Essa é composta pela a reta com maior declividade da seção com o plano horizontal e suas curvas são representadas com o valor em porcentagem da tangente do ângulo.

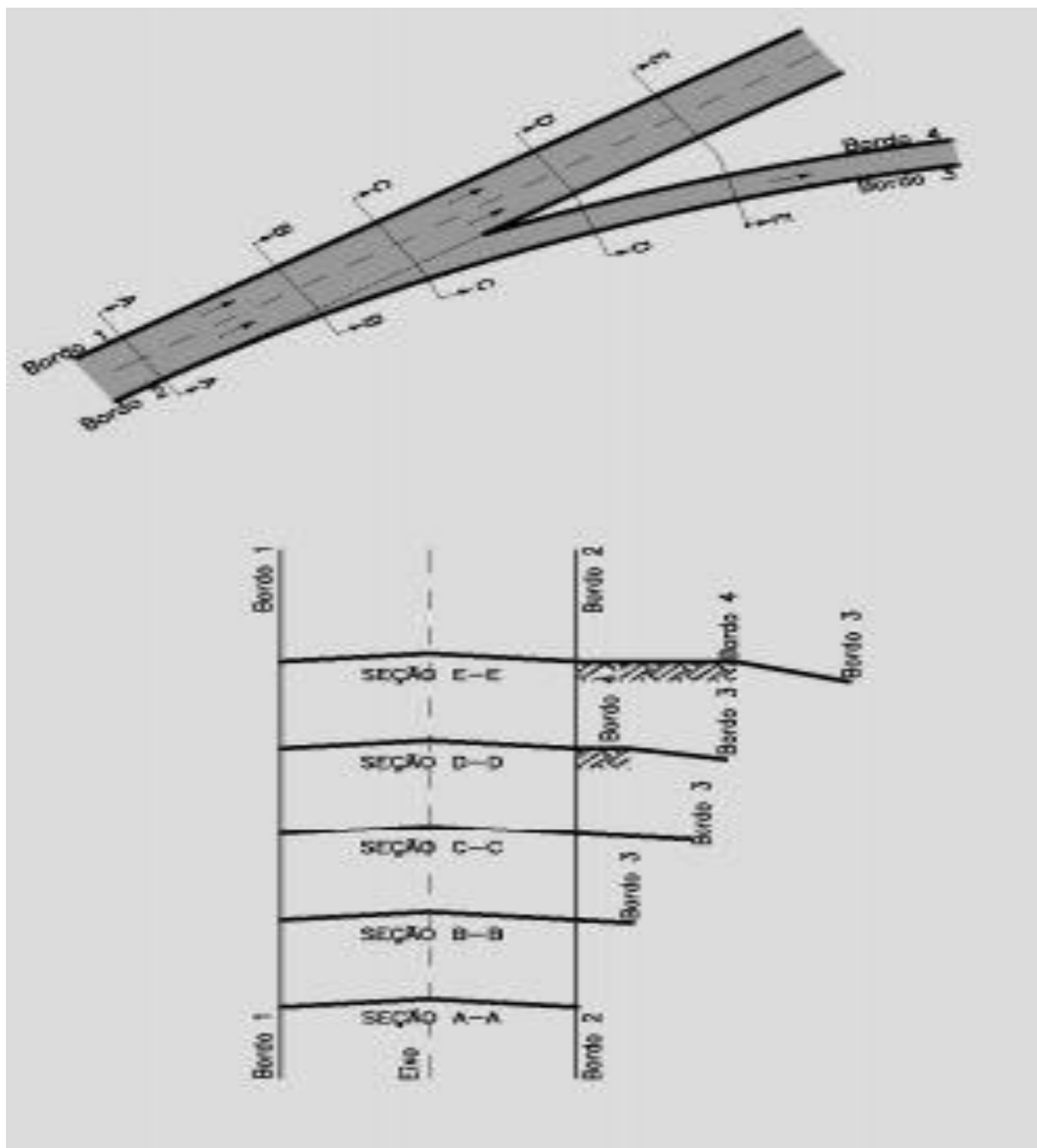


FIGURA 18 – DESENVOLVIMENTO DA SUPERELEVAÇÃO NA CURVA DE SAÍDA DE UM SEGMENTO EM TANGENTE

Fonte: Manual de Projeto de Interseções DNIT, 2005.

Curvas com raios menores do que citados na TABELA 2 demandam a consideração de superelevação apropriada. A superelevação mínima deverá ter um valor semelhante ao do trecho em tangente, ainda que quando as forças centrífugas submergidas não a demandem. O valor máximo admissível para a superelevação adota concordâncias horizontais com raios menores, é estabelecido levando em conta aspectos técnicos e econômicos.

TABELA 2 – RAIOS MÍNIMOS PARA CURVAS EM INTERSEÇÃO

Velocidade de projeto (km/h)	25	30	40	50	60	70
Coeficiente de atrito transversal – f	0,32	0,28	0,23	0,19	0,17	0,15
Superelevação (%)	0	2	4	6	8	9
Raio mínimo calculado (m)	15	24	47	79	113	161
Raio mínimo arredondado (m)	15	25	50	80	115	160

Fonte: Manual de Projeto de Interseção DNIT, 2005.

A Transição do trecho de alinhamento reto para o trecho de superelevação deve ser feita de forma gradual e suave. Os trechos de transição são feitos para evitar choques propiciados pela passagem íngreme de um trecho em tangente, com raio ilimitado e força centrífuga inexistente, para o trecho com curvatura circular com superelevação. De acordo com o raio eles podem ser exonerados (DNIT, 2010).

2.3.5 SUPER LARGURA NOS RAMOS DE INTERSEÇÃO

As larguras das faixas de rolamento de uma rodovia são determinadas a partir da classe à qual foram enquadradas. Essas são definidas a partir do somatório da largura máxima do veículo, mais distância mínima de um veículo para o outro por questões de segurança e acréscimo do afastamento mínimo entre o veículo ao bordo do pavimento. Entretanto, quando o veículo está em uma curva, por esse ser rígido, não é possível acompanhar a curvatura da pista, justifica-se aumentar a largura das faixas de rolamentos nos segmentos em curvas, conhecida como super largura, de forma a compensar tal perda dos afastamentos que tem nos segmentos em tangente e manter as condições de segurança e conforto (DNIT,1999). A super largura (S) é definida conforme a equação 3, sendo que (Lt) é a largura total em curva da pista de 2 faixas de rolamento e (Lb) é largura básica estabelecida para a pista em tangente.

$$S = Lt - Lb \quad (3)$$

O mesmo fenômeno ocorre nas interseções, ainda com maior intensidade, buscando determinar a largura de pista nas curvas de conversões e também de forma a permitir a ultrapassagem de um veículo longo à curva. Deve-se classificar os tipos e

condições de tráfego na interseção de acordo com o estudo de tráfego, conforme o QUADRO 2 (DNIT,2010).

Caso	Condição A	Condição B	Condição C
Caso I	P	CO	SR
Caso II	P – P	P – CO	CO – CO
Caso III	P – CO	CO – CO	SR – SR

QUADRO 2 - Condições de tráfego para determinação da largura de pista
Fonte: Manual de Projeto de Interseção DNIT, 2010.

Definida a condição e o caso, utiliza-se a largura de pista de acordo com o raio estipulado no QUADRO 3.

Raio do bordo interno da pista (m)	Caso I Uma faixa de trânsito sem previsão de passagem à frente			Caso II Uma faixa de trânsito com previsão para passagem de um veículo parado			Caso III Duas faixas de trânsito, com um ou dois sentidos		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	5,4	5,5	7,0	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6
25	4,8	5,0	5,8	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1
30	4,5	4,9	5,5	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6
50	4,2	4,6	5,0	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5
75	3,9	4,5	4,8	5,2	6,1	6,7	7,7	8,5	8,9
100	3,9	4,5	4,8	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7
125	3,9	4,5	4,8	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5
150	3,6	4,5	4,5	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4
Tangente	3,6	4,2	4,2	5,0	5,5	6,1	7,2	7,9	7,9
Modificação da largura em face das condições dos bordos do pavimento									
Acostamento Não estabilizado	-			-			-		
Meio-fio transponível	-			-			-		
Meio-fio intransponível Um lado.	+ 0,30 m			-			+ 0,30 m		
Dois lados.	+ 0,60 m			+ 0,30 m			+ 0,60 m		
Barreira rígida: Um lado	+ 0,60 m			+ 0,30 m			+ 0,60 m		
Dois lados	+ 1,20 m			+ 0,60 m			+ 1,20 m		
Acostamento estabilizado de um ou dois lados.	Largura da faixa para as condições B e C pode ser reduzida em tangente para 3,60 m se o acostamento for igual ou superior a 1,20 m			Subtraia a largura do acostamento. A largura não deve ser menor que a correspondente ao Caso 1.			Subtraia 0,60 m se a largura do acostamento for igual ou superior a 1,20 m.		
A = Predomínio de veículos VP, mas é dada alguma consideração para veículos CO. B = Número suficiente de veículos CO para governar o projeto, mas é dada alguma consideração para veículos SR. C = Número suficiente de veículos CO e SR para governar o projeto.									

QUADRO 3 - LARGURA DAS PISTAS DE CONVERSÃO
Fonte: Manual de Projeto de Interseção DNIT, 2010

2.4 METODOLOGIA

Para elaborar a pesquisa, primeiramente fez-se necessária a escolha do método estudo de caso, com um embasamento teórico em manuais, artigos acadêmicos e dados coletados, por meio de revisão bibliográfica. Foi necessário realizar uma contagem volumétrica classificatória, uma contagem de origem e destino e fazer o levantamento topográfico. Posteriormente, foram definidas as características geométricas baseadas no resultado do estudo de caso e o desenvolvimento do projeto geométrico que atendesse a demanda do tráfego.

3 ANÁLISES E RESULTADOS

3.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO

A empresa de Consultoria Urbana Única elaborou o estudo de tráfego, capacidade e níveis de serviço, de acordo com os termos de referência do edital do projeto em questão e demais recomendações do órgão competente, Departamento de Estradas de Rodagem do Espírito Santo - DER/ES.

No mês de julho do ano 2012, realizaram-se contagens volumétricas e classificatórias de veículos, visando identificar a demanda de tráfego e os principais padrões de deslocamento nas rodovias existentes que contribuem ao segmento em projeto. De posse dos resultados obtidos nas pesquisas de campo que traçarão os parâmetros necessários para avaliar a demanda de tráfego bem como as características técnicas que deverão ser agregadas ao trecho em estudo.

Além desses dados, também foram coletadas informações junto aos empreendimentos já instalados, assim como os que ainda serão implantados próximo ao segmento em estudo. Os dados foram o subsídio para a definição da parcela de tráfego “gerado” no trecho em estudo.

3.1.1 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DO TRECHO EM ESTUDO

Segundo o Manual de Projeto Geométrico do DNIT (2010) a malha viária possui uma hierarquia funcional, contendo vias com características e funções distintas, por isso a importância de identificá-la e classificá-la para que o projeto atenda as exigências de capacidade.

O trecho se desenvolve em região plana / ondulada, com rampas de declividade moderada, e grande parte das curvas horizontais com raios relativamente grandes. A plataforma da pista existente fora dos perímetros urbanos possui 7,00 m de largura, com faixas de bordo que variam entre 0,90 m e 1,20 m e sarjetas na região dos taludes de corte.

3.1.1.1 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

Os principais setores primário, secundário e terciário da economia, a principal atividade geradora de renda e densidade demográfica, renda “per capita”, e frota são dados que implicam direta ou indiretamente no tráfego de um trecho em estudo. É imprescindível coletar tais dados, buscando otimizar o projeto de forma a atender a demanda, de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006).

Na região abrangente ao projeto, além da exploração de reflorestamento e silvicultura, identifica-se também como tendência econômica o feijão (Aracruz é o maior produtor do Estado), gerando assim, tráfego significativo de caminhões para o transporte da produção.

Segundo o censo IBGE 2010, a população de Fundão é de 17.025 hab. e sua densidade de 60,90 hab./km². Enquanto Aracruz, possui um total de 81.832 hab., e densidade de 57,99 hab./km².

3.1.2 COLETA DE DADOS

3.1.2.1 DADOS DE TRÁFEGO PARA CORREÇÃO DA SAZONALIDADE

Para obtenção de parâmetros para ajuste e padrões de tráfego, há postos de contagem que realizam contagem com maior frequência, resultando em um banco de dados das variações sazonais dos fluxos de tráfego no decorrer do tempo.

A disposição dos postos de pesquisa deve ser determinada de maneira a abranger toda a região estudada com o intuito de obter dados e informações das principais vias que se relacionam com o trecho em estudo. No caso da rodovia estadual ES-010, onde se localiza a interseção em estudo, foram previstos 12 postos.

Também não existem dados de tráfego, consistentes, disponíveis em nenhum período para a rodovia em estudo.

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006, p.201) para ajuste dos dados e correção do efeito da sazonalidade, obtém-se o fator de expansão sazonal, mostrado na Equação 4:

$$Fa = \frac{VMDa}{VMDm} \quad (4)$$

3.1.3 PESQUISAS DE CAMPO

Para a localização dos postos em campo foi utilizada como referência a quilometragem indicada pelo site do DER-ES e pelo levantamento prévio da ÚNICA Construtores de Engenharia Urbana.

O QUADRO 4, apresenta a localização dos postos de pesquisa, assim como a duração e período em que as mesmas foram realizadas. Os dados do posto P-09, serão a base para definições e parâmetros no desenvolvimento do projeto da interseção.

QUADRO N°1 - LOCALIZAÇÃO, DATA / PERÍODO, DURAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS POSTOS DE PESQUISA DE TRÁFEGO						
RODOVA: ES-010 TRECHO: NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO SEGMENTO: km 0,00 ao km 42,60						
POSTO	RODOVA	LOCALIZAÇÃO (km)	DURAÇÃO	DATA / PERÍODO	TIPO DE PESQUISA	IDENTIFICAÇÃO
LOTE 01						
P-01	ES-010	1,20	1 dia (16 horas)	20/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ES-124 (P/ LARANJEIRAS)
P-03	ES-010	11,80	1 dia (24 horas)	19/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ RUA UM
P-04	ES-010	15,70	1 dia (16 horas)	18/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ AV. PIRAQUEAÇU
P-05	ES-010	17,50	1 dia (16 horas)	18/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ES-261 (P/ FUNDAO)
LOTE 02						
P-06	ES-010	21,80	1 dia (16 horas)	17/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ES-456 (P/ ARACRUZ)
P-07	ES-010	22,70	1 dia (16 horas)	17/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ACESSO PARA COQUEIRAL DE ARACRUZ
P-08	ES-010	30,90	1 dia (16 horas)	16/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ MUNICIPAL (P/ ARACRUZ)
LOTE 03						
P-09	ES-010	35,10	1 dia (16 horas)	13/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ES-257 (P/ ARACRUZ)
P-10	ES-010	37,10	1 dia (16 horas)	12/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ ACESSO PARA BARRA DO RIACHO
P-11	ES-010	37,90	1 dia (16 horas)	11/07/2012	(C.V.)	ENTR° ES-010 C/ CONTO RNO ARACRUZ CELULOSE
P-12	ES-010	38,10	7 dias (24 horas)	08 A 14/07/2012	(C.V.)	200m APÓS O ENTRONCAMENTO COM O CONTO RNO DA ARACRUZ CELULOSE
P-13	ES-010	42,00	1 dia (16 horas)	10/07/2012	(C.V.)	ENTR° BR-010 C/ ES-445 P/ BR-101/ES
Observações: (C.V.)= Contagem Volumétrica e Classificatória de Veículos						

QUADRO 4 - PLANO DE CONTAGEM DE TRÁFEGO

Fonte: ÚNICA Construtores de Engenharia Urbana, 2012, modificado pelos autores.

3.1.3.1 METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

As Contagens Volumétricas e Classificatórias foram realizadas por processo manual, apurando-se a movimentação dos veículos separadamente para cada sentido de tráfego, com a utilização de formulário próprio. As anotações foram efetuadas de a cada 15 minutos para a determinação do “Fator Horário de Pico – FHP” e do “Fator Horário de Projeto - K”.

3.1.3.2 FATORES DE CORREÇÃO DE SAZONALIDADE

a) Fator de Expansão Diária

Segundo DNIT(2012), fator de expansão diária é o fator que corrige os volumes obtidos no período parcial de h horas, dado como a hora de pesquisa de 16 horas, para a referência do dia de 24 horas, como expresso na Equação 5:

$$FD = \frac{V_{24}}{V_{16}} \quad (5)$$

b) Fator de Correção Semanal

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o dia da semana do mês em que estas foram realizadas, DNIT (2010), conforme mostrado no Quadro 5.

Para a obtenção/detalhamento dos dados e resultados constantes nos QUADROS 4 a 14, foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2007.

CÁLCULO DOS FATORES DE CORREÇÃO SEMANAL "FS"				
RODOVIA: ES-010				
TRECHO: NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO				
FS = VMD (Julho de 2012) / VMD (Dia da Semana)				
Domingo				
FS =	2.415	/	2.129	FS _{domingo} = 1,134
Segunda-feira				
FS =	2.415	/	2.709	FS _{segunda-feira} = 0,891
Terça-feira				
FS =	2.415	/	2.530	FS _{terça-feira} = 0,955
Quarta-feira				
FS =	2.415	/	2.380	FS _{quarta-feira} = 1,015
Quinta-feira				
FS =	2.415	/	2.349	FS _{quinta-feira} = 1,028
Sexta-feira				
FS =	2.415	/	2.606	FS _{sexta-feira} = 0,927
Sábado				
FS =	2.415	/	2.151	FS _{sábado} = 1,141
OBS: O volume mensal utilizado no cálculo do Fator Semanal (FS) é a média dos volumes de todos os dias do Posto P-12.				

QUADRO 5 - CÁLCULO DOS FATORES DE CORREÇÃO SEMANAL

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

c) Fator de Correção Mensal

Fator que corrige os volumes obtidos nas pesquisas de campo, considerando-se o mês em que estas foram realizadas (DNIT, 2012).

Devido à inexistência de dados de tráfego mensais e anuais, provenientes de uma série histórica completa e recente para rodovias, nos arquivos do DNIT e DER/ES, cabe adotar um valor para o FM comumente utilizado.

d) Fator de Correção Anual

De acordo com DNIT (2010), Fator de Correção Anual é o fator final que corrige o efeito da sazonalidade e permite o ajuste dos dados obtidos, conforme a Equação 6.

$$FA = FD \times FS \times FM \quad (6)$$

Para a correção de sazonalidade dos volumes de tráfego apurados nas pesquisas de campo, os valores dos FD e FS adotados foram obtidos dos resultados das "Contagens Volumétricas e Classificatórias" realizadas durante 7 (sete) dias, com duração de 24 horas, no posto P-12 (localizado no km 38,10 da ES-010). O cálculo foi procedido com a utilização de planilhas eletrônicas Microsoft EXCEL, para cada

sentido de tráfego, para cada dia de Contagem Volumétrica e Classificatória, para cada tipo de veículo.

Considerando o Fator de Correção Mensal, por falta absoluta de dados representativos, adotou-se para cálculos $FM = 1,000$.

3.1.4 DETERMINAÇÃO DO VOLUME MÉDIO DIÁRIO

Este segmento é caracterizado pelo grande volume de veículos de carga na composição do tráfego, chegando a 50% do VMD total em alguns postos, devido aos diversos empreendimentos já instalados as margens da rodovia ES-010. Os veículos de carga que atendem a esses empreendimentos têm como rodovia principal de circulação para escoamento a BR-101, a qual acessam através da ES-257 e da ES-445, não sendo necessário o deslocamento destes veículos nos outros segmentos da ES-010.

A parcela de tráfego “Normal” foi obtida dos resultados das Contagens Volumétricas e Classificatórias realizadas no mês de julho de 2012 no posto P-13, seção de tráfego “S-1” – Nova Almeida, considerado mais representativo para o segmento em estudo, localizado no km 42 da rodovia ES-010.

Para definição da parcela de tráfego “Gerado” foram analisados diversos estudos de impacto de circulação, além de informações referentes à movimentação de tráfego, elaborados pelos principais empreendimentos que serão implantados / ampliados nas imediações da interseção em estudo, a saber:

- Estudo de impacto de vizinhança (Estaleiro Jurong) Aracruz;
- Estudo de rotas e intervenções para adequação estrutural visando entrada de grandes equipamentos para o complexo gás químico UFN-IV em Linhares/ES;
- Terminal industrial IMETAME;
- NUTRIPETRO;
- Terminal Aquaviário de Barra do Riacho – Transpetro (Petrobrás)
- Projeto de expansão Portocel I e II; e,
- Projeto “Loteamento Loureiro”.

3.1.4.1 COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO (ANO DE 2014)

A Composição Percentual do Tráfego para o ano de 2014 está apresentada a seguir na TABELA 3.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO DA RODOVIA ES-010, NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO

Veículo	VMDAT	Percentual
Moto	452	7,66
Passeio + Utilitário	3206	54,37
Coletivo	154	2,61
Carga	2085	35,36
Total	5897	100

Fonte: Única Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.1.5 FATOR DE VEÍCULO

A fim dos resultados deste estudo, os “fatores de veículos” foram determinados pelos métodos usuais de dimensionamento de pavimentos reconhecidos pelo DNIT, a saber: Pavimentos Novos / Reconstrução: Método do USACE; e, Restauração / Reforço do Pavimento: Método do AASHTO.

- a) Os “Fatores Equivalentes de Carga” para cada tipo de eixo, foram calculados adotando-se as fórmulas preconizadas pelas metodologias da “USACE” e da “AASHTO”, de acordo com as TABELAS 4 e 5:

TABELA 4 - EQUAÇÕES DOS FEC DA USACE.

Tipo de eixo	Faixa de cargas (tf)	FEC (P em tf)
Dianteiros simples e traseiros simples	0 – 8	$FEC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FEC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem-duplo	0 – 11	$FEC = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FEC = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem-triplo	0 – 18	$FEC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FEC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fonte: DNIT, 2006, modificada pelos autores.

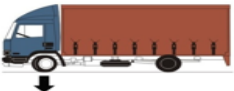
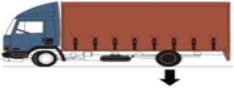
TABELA 5 - EQUAÇÕES DOS FEC DA AASHTO

Tipo de eixo	FEC (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FEC = (P/7,77)^{4,32}$
Simples de rodagem dupla	$FEC = (P/8,17)^{4,32}$
Tandem-duplo	$FEC = (P/15,08)^{4,14}$
Tandem-triplo	$FEC = (P/22,95)^{4,22}$

Fonte: DNER, 1996, modificada pelos autores.

b) Os valores dos “Fatores de Veículo Individuais - FVI” foram determinados considerando-se 100% da frota comercial carregada de acordo com as cargas máximas previstas pela Lei da Balança (Lei Federal 7.408 de 25/11/85), sem a tolerância de 7,5% (Resolução 104/99 de 21/12/1999 do CONTRAN), respeitando-se o limite máximo de 5,0% para o Peso Bruto Total – PBT, vigente quando da elaboração do projeto.

c) Os pesos máximos admitidos pela “Lei da Balança”, sem tolerância, vigente quando da elaboração do projeto, são apresentados no QUADRO 7, para cada tipo de eixo.

Tipos de Eixo	Peso Máximo (Lei da Balança)
	Eixo Simples Dianteiro de Rodagem Simples 6,00 t
	Eixo Simples Traseiro de Rodagem Dupla 10,00 t
	Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla 17,00 t
	Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla 25,50 t
	Eixo Traseiro Tandem especial “Tribus” 13,50 t

QUADRO 7- PESO MÁXIMO POR EIXO.

Fonte: DNIT, 2012.

O QUADRO 8 apresenta o “Carregamento Máximo pela Lei da Balança” adotado para os eixos-padrão, considerando-se a tolerância de 5% para o PBT.

ÚNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA URBANA																				
QUADRO Nº 93 - CARREGAMENTO DE EIXO ADOTADO PARA O CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - FVI (CARREGAMENTO MÁXIMO PERMITIDO PELA LEI DA BALANÇA)																				
Veículo tipo	1º Eixo				2º Eixo				3º Eixo				4º Eixo				5º Eixo			
	Máx.	5% PBT	7,5% PBT	Vazio	Máx.	5% PBT	7,5% PBT	Vazio	Máx.	5% PBT	7,5% PBT	Vazio	Máx.	5% PBT	7,5% PBT	Vazio	Máx.	5% PBT	7,5% PBT	Vazio
Ônibus (2C)	6.000	6.000	6.050	2.100	10.000	10.000	10.750	3.200	10.000	10.000	10.750	3.200	10.000	10.000	10.750	3.200	16.000	16.000	16.800	5.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
Tribus (3C)	6.000	6.000	6.000	2.100	13.500	13.500	14.475	3.200	13.500	13.500	14.475	3.200	13.500	13.500	14.475	3.200	19.500	19.500	20.475	5.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples			
Ônibus (40B)	6.000	6.000	6.000	1.750	6.000	6.000	6.000	1.750	17.000	17.000	18.450	8.200	17.000	17.000	18.450	8.200	29.000	29.000	30.450	11.700
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
2C	6.000	6.000	6.050	3.300	10.000	10.000	10.750	6.900	10.000	10.000	10.750	6.900	10.000	10.000	10.750	6.900	16.000	16.000	16.800	10.200
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3C	6.000	6.000	6.000	3.100	17.000	17.000	18.150	8.200	17.000	17.000	18.150	8.200	17.000	17.000	18.150	8.200	23.000	23.000	24.150	11.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples			
4CD	6.000	6.000	6.000	1.750	6.000	6.000	6.000	1.750	17.000	17.000	18.450	8.200	17.000	17.000	18.450	8.200	29.000	29.000	30.450	11.700
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Simples			
2S1	6.000	6.000	6.000	3.300	10.000	10.000	10.750	4.700	10.000	10.000	10.750	3.400	10.000	10.000	10.750	3.400	26.000	26.000	27.300	11.400
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
2S2	6.000	6.000	6.000	4.400	10.000	10.000	10.375	5.200	17.000	17.000	18.275	5.300	17.000	17.000	18.275	5.300	33.000	33.000	34.650	14.900
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
2S3	6.000	6.000	6.000	4.400	10.000	10.000	10.162	4.800	25.500	25.500	27.413	5.700	25.500	25.500	27.413	5.700	41.500	41.500	43.575	14.900
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3S1	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	18.275	7.200	10.000	10.000	10.375	3.400	10.000	10.000	10.375	3.400	33.000	33.000	34.650	15.200
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3S2	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	18.275	7.200	17.000	17.000	18.275	5.300	17.000	17.000	18.275	5.300	40.000	40.000	42.000	17.100
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3S3 (*)	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	16.500	16.500	7.200	25.500	24.750	24.750	5.700	25.500	24.750	24.750	5.700	45.000	47.250	47.250	17.500
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
2C2	6.000	6.000	6.000	3.000	10.000	10.000	10.750	4.500	10.000	10.000	10.750	2.000	10.000	10.000	10.300	2.000	36.000	36.000	37.800	11.500
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
2C3	6.000	6.000	6.000	3.000	10.000	10.000	10.125	4.500	10.000	10.000	10.750	2.000	17.000	17.000	18.275	3.100	43.000	43.000	45.150	12.600
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3C2	6.000	6.000	6.000	2.600	17.000	17.000	18.275	5.700	10.000	10.000	10.750	2.000	10.000	10.000	10.125	2.000	43.000	43.000	45.150	12.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
3C3 (*)	6.000	6.000	6.000	2.600	17.000	16.000	16.000	5.700	10.000	9.250	9.250	2.000	17.000	16.000	16.000	3.100	45.000	47.250	47.250	13.400
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
212	6.000	6.000	6.000	3.300	10.000	10.000	10.750	6.900	10.000	10.000	10.750	2.500	10.000	10.000	10.300	2.500	36.000	36.000	37.800	15.200
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
213 (*)	6.000	6.000	6.000	3.300	10.000	10.312	10.312	6.900	10.000	10.312	10.312	2.200	10.000	10.313	10.313	2.200	45.000	47.250	47.250	16.600
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
312	6.000	6.000	6.000	3.100	17.000	17.000	18.275	8.200	10.000	10.000	10.750	2.500	10.000	10.000	10.125	2.500	43.000	43.000	45.150	16.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
313 (*)	6.000	6.000	6.000	3.100	17.000	15.750	15.750	8.200	10.000	8.500	8.500	2.200	10.000	8.500	8.500	2.200	45.000	47.250	47.250	17.900
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
213	6.000	6.000	6.000	3.300	10.000	10.000	10.125	6.900	10.000	10.000	10.750	2.600	17.000	17.000	18.275	4.000	43.000	43.000	45.150	16.800
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
313 (*)	6.000	6.000	6.000	3.100	17.000	16.000	16.000	8.200	10.000	9.250	9.250	2.600	17.000	16.000	16.000	4.000	45.000	47.250	47.250	17.900
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
352/2	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	17.300	7.400	17.000	17.000	18.275	5.300	17.000	17.000	18.275	3.300	57.000	57.000	59.850	20.600
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
352/4	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	18.275	7.600	17.000	17.000	18.275	3.900	17.000	17.000	18.150	3.100	74.000	74.000	77.700	22.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
Rodotrem	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	18.275	7.600	17.000	17.000	18.275	3.900	17.000	17.000	18.150	3.100	74.000	74.000	77.700	22.300
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
352/52	6.000	6.000	6.000	4.600	17.000	17.000	18.275	7.600	17.000	17.000	18.275	4.800	17.000	17.000	18.150	3.900	74.000	74.000	77.700	23.600
	Exo Simples de Rodagem Simples				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla				Exo Simples de Rodagem Dupla			
Observações:																				
(*) Os veículos assim identificados excedem o limite máximo de 45t permitido para o PBTC e sofrem uma redistribuição das suas cargas por eixo visando a adequação ao limite permitido;																				
7.5% PBT = Carregamento Máximo permitido pela Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 5,00% do "PBT" apenas para os veículos "353", "3C3", "3J3", "333" e "3J3" que excedem o limite legal de 45t e,																				
7.5% Eixo = Carregamento Máximo permitido pela Lei da Balança, aplicando-se a tolerância de 7,50% por eixo, obedecendo-se ao limite de 5,00% do "PBT".																				

UNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA URBANA									
QUADRO Nº 94 - CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULOS INDIVIDUAIS - METODOLOGIAS DA "USACE" E "AASHTO"									
CARREGAMENTO MÁXIMO PERMITIDO PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3S3", "3C3", "333" E "3J3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 48t									
CONDIÇÃO: VEÍCULOS CARREGADOS									
CARREGAMENTO DA FROTA COMERCIAL LEI DA BALANÇA C/ TOLERÂNCIA DE 5,00% NO "PBT"									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	S1S	6.000	SFD	10.000					16.000
Trilux (2C)	S1S	6.000	ESSE	13.500					19.500
Ônibus (40B)	S1S	6.000	SFD	10.000	TD	17.000			29.000
2C	S1S	6.000	SFD	10.000					16.000
3C	S1S	6.000	TD	17.000					23.000
40D	S1S	6.000	SFD	10.000	TD	17.000			29.000
251	S1S	6.000	SFD	10.000	SFD	10.000			26.000
252	S1S	6.000	SFD	10.000	TD	17.000			33.000
253	S1S	6.000	SFD	10.000	TT	25.500			41.500
351	S1S	6.000	TD	17.000	SFD	10.000			33.000
352	S1S	6.000	TD	17.000	TD	17.000			40.000
353	S1S	6.000	TD	16.500	TT	24.750			47.250
2C2	S1S	6.000	SFD	10.000	SFD	10.000	SFD	10.000	36.000
2C3	S1S	6.000	SFD	10.000	SFD	10.000	TD	17.000	43.000
3C2	S1S	6.000	TD	17.000	SFD	10.000	SFD	10.000	43.000
3C3	S1S	6.000	TD	16.000	SFD	9.250	TD	15.000	47.250
212	S1S	6.000	SFD	10.000	SFD	10.000	SFD	10.000	36.000
213	S1S	6.000	SFD	10.312	SFD	10.312	SFD	10.313	SFD
312	S1S	6.000	TD	17.000	SFD	10.000	SFD	10.000	43.000
313	S1S	6.000	TD	15.750	SFD	8.500	SFD	8.500	SFD
213	S1S	6.000	SFD	10.000	SFD	10.000	TD	17.000	43.000
313	S1S	6.000	TD	16.000	SFD	9.250	TD	16.000	47.250
352S2	S1S	6.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000	57.000
352C4	S1S	6.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000	74.000
352S2S2	S1S	6.000	TD	17.000	TD	17.000	TD	17.000	17.000
CONDIÇÃO: VEÍCULOS VAZIOS									
CARREGAMENTO DA FROTA COMERCIAL NA CONDIÇÃO "VAZIO"									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	S1S	2.100	SFD	3.200					5.300
Trilux (2C)	S1S	2.100	ESSE	3.200					5.300
Ônibus (40B)	S1S	1.750	SFD	6.900	TD	8.200			11.700
2C	S1S	3.300	SFD	6.900	TD	8.200			10.200
3C	S1S	3.100	TD	8.200					11.300
40D	S1S	1.750	SFD	1.750	TD	8.200			11.700
251	S1S	3.300	SFD	4.700	SFD	3.400			11.400
252	S1S	4.400	SFD	5.200	TD	5.300			14.900
253	S1S	4.400	SFD	4.800	TT	5.700			14.900
351	S1S	4.800	TD	7.200	SFD	3.400			15.200
352	S1S	4.600	TD	7.200	TD	5.300			17.100
353	S1S	4.600	TD	7.200	TT	5.700			17.500
2C2	S1S	3.000	SFD	4.500	SFD	2.000	SFD	2.000	11.500
2C3	S1S	3.000	SFD	4.500	SFD	2.000	TD	3.100	12.600
3C2	S1S	2.600	TD	5.700	SFD	2.000	SFD	2.000	12.300
3C3	S1S	2.600	TD	5.700	SFD	2.000	TD	3.100	13.400
212	S1S	3.300	SFD	6.900	SFD	2.500	SFD	2.500	13.400
213	S1S	3.300	SFD	6.900	SFD	2.000	SFD	2.200	16.800
312	S1S	3.100	TD	8.200	SFD	2.500	SFD	2.500	16.300
313	S1S	3.100	TD	8.200	SFD	2.200	SFD	2.200	17.600
213	S1S	3.300	SFD	6.900	SFD	2.600	TD	4.000	16.800
313	S1S	3.100	TD	8.200	SFD	2.600	TD	4.000	17.900
352S2	S1S	4.600	TD	7.400	TD	5.300	TD	3.300	20.600
352C4	S1S	4.600	TD	7.600	TD	3.900	TD	3.100	22.300
352S2S2	S1S	4.600	TD	7.000	TD	4.800	TD	4.300	22.600
OBSERVAÇÕES:									
CONSIDERE-SE QUE OS COLÉTIOS TRAFEGAM TODO O TEMPO 300% CARREGADOS, PORTANTO, OS FATORES DE VEÍCULOS FINAIS CORRESPONDENTES PERMANECER INALTERADOS PARA TODAS AS CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO.									

CONDIÇÃO: VEÍCULOS INDIVIDUAIS - USACE									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	0,278	3,289							3,887
Trilux (2C)	0,278	2,415							2,693
Ônibus (40B)	0,278	0,278	8,549						9,105
2C	0,278	3,289							3,887
3C	0,278	8,549							8,827
40D	0,278	0,278	8,549						9,105
251	0,278	3,289	3,289						6,857
252	0,278	3,289	8,549						12,116
253	0,278	3,289	9,286						12,856
351	0,278	8,549							12,116
352	0,278	8,549	8,549						17,276
353	0,278	7,258	7,893						15,299
2C2	0,278	3,289	3,289						10,146
2C3	0,278	3,289	3,289						15,406
3C2	0,278	8,549	3,289						15,406
3C3	0,278	6,131	2,020	6,131					14,660
212	0,278	3,289	3,289						10,146
213	0,278	3,886	3,886	3,889					16,228
312	0,278	8,549	3,289	3,289					15,406
313	0,278	5,624	1,150	1,150					14,660
213	0,278	3,289	3,289						15,406
313	0,278	6,131	2,020	6,131					14,660
352S2	0,278	8,549	8,549						25,824
352C4	0,278	8,549	8,549						34,473
352S2S2	0,278	8,549	8,549						34,473
CONDIÇÃO: VEÍCULOS INDIVIDUAIS - AASHTO									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	0,004	0,022							0,026
Trilux (2C)	0,004	0,009							0,013
Ônibus (40B)	0,002	0,002	0,002	0,237					0,241
2C	0,025	0,487							0,512
3C	0,020	0,227							0,257
40D	0,002	0,002	0,237						0,241
251	0,006	0,151	0,028						0,158
252	0,060	0,196	0,092						0,288
253	0,080	0,113	0,028						0,221
351	0,096	0,151	0,028						0,275
352	0,096	0,151	0,092						0,299
353	0,096	0,151	0,028						0,274
2C2	0,017	0,087	0,003	0,003					0,111
2C3	0,017	0,087	0,003	0,008					0,116
3C2	0,010	0,067	0,000	0,003					0,083
3C3	0,010	0,067	0,000	0,008					0,088
212	0,025	0,487	0,006	0,008					0,529
213	0,025	0,487	0,005	0,005					0,527
312	0,020	0,227	0,008	0,008					0,273
313	0,020	0,227	0,005	0,005					0,271
213	0,025	0,487	0,010	0,020					0,542
313	0,020	0,227	0,010	0,020					0,296
352S2	0,096	0,162	0,092	0,010					0,324
352C4	0,096	0,162	0,018	0,008					0,312
352S2S2	0,096	0,137	0,037	0,025	0,006				0,301
CONDIÇÃO: VEÍCULOS INDIVIDUAIS - AASHTO									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	0,004	0,017							0,021
Trilux (2C)	0,004	0,002							0,005
Ônibus (40B)	0,002	0,002	0,000						0,003
2C	0,005	0,002	0,000						0,007
3C	0,019	0,080							0,099
40D	0,002	0,002	0,000						0,003
251	0,005	0,062	0,003						0,139
252	0,006	0,142	0,013						0,241
253	0,006	0,100	0,003						0,189
351	0,014	0,047	0,002						0,153
352	0,014	0,047	0,013						0,164
353	0,014	0,047	0,003						0,164
2C2	0,016	0,076	0,002	0,002					0,096
2C3	0,009	0,018	0,002	0,002					0,031
3C2	0,009	0,018	0,002	0,000					0,030
3C3	0,009	0,018	0,002	0,006					0,039
212	0,005	0,482	0,006	0,006					0,519
213	0,005	0,482	0,003	0,003					0,517
312	0,019	0,080	0,006	0,006					0,111
313	0,019	0,080	0,003	0,003					0,110
213	0,005	0,482	0,007	0,004					0,518
313	0,019	0,080	0,007	0,004					0,110
352S2	0,104	0,052	0,013	0,002					0,171
352C4	0,104	0,059	0,004	0,001					0,169
352S2S2	0,104	0,042	0,009	0,006	0,001				0,161
CONDIÇÃO: VEÍCULOS INDIVIDUAIS - AASHTO									
Veículo Tipo	1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo	4º Eixo	5º Eixo	6º Eixo	7º Eixo	8º Eixo	9º Eixo
Ônibus (2C)	1,371	1,611	1,912	2,132	2,222				3,00%
Trilux (2C)	0,482	0,578	0,673	0,769	0,860				2,83%

e) Para cada tipo de veículo considerados na contagem volumétrica, foram calculados os FVI, empregando a carga máxima e vazia para aplicação do peso nos cálculos. Para obter o FV do trecho em estudo, considerou-se esses valores de FVI e os VMDAT comercial indicado na contagem do posto P-9, em que foi adotada as Metodologias da USACE e da “AASHTO”, o que segue apresentado no QUADRO 10.

CARREGAMENTO: 100% DA FROTA COMERCIAL TRAFEGANDO NOS LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3S3", "3C3", "2I3", "3I3" E "3J3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 45t						
Veículos-tipo	VMDAT _{comercial}		FATOR DE VEÍCULO "USACE"		FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"	
	Vol.	(%)	FV _i	$VMDAT_{oi} \times FV_i / \sum VMDAT_{oi}$	FV _i	$VMDAT_{oi} \times FV_i / \sum VMDAT_{oi}$
Ônibus (2CB)	150	6,70	3,667	0,239	2,722	0,162
Tribus (3CB)	4	0,18	2,693	0,005	0,960	0,002
Ônibus (4DB)			9,105		2,297	
2C	208	9,29	3,667	0,331	2,722	0,253
3C	410	18,31	8,827	1,616	1,970	0,361
4CD			9,105		2,297	
2B1			6,857		5,116	
2B2			12,116		4,364	
2B3	151	6,74	12,855	0,867	4,282	0,289
3B1			12,116		4,364	
3B2	7	0,31	17,376	0,054	3,612	0,011
3B3	60	2,68	15,399	0,413	3,154	0,085
2C2			10,146		7,511	
2C3			15,406		6,759	
3C2			15,406		6,759	
3C3	1	0,04	14,560	0,007	4,593	0,002
2I2			10,146		7,511	
2I3			16,228		11,267	
3I2			15,406		6,759	
3I3	14	0,63	9,473	0,059	5,084	0,032
2J3			15,406		6,759	
3J3			14,560		4,593	
3B2B2	94	4,20	25,924	1,088	5,255	0,221
3B2C4	272	12,15	34,473	4,188	6,897	0,838
3B2B2B2	368	38,77	34,473	13,364	6,897	2,674
Total	2,239	100,00	*****	FV_{USACE} = 22,232	*****	FV_{AASHTO} = 4,948

QUADRO 10 - CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO DO TRECHO NOVA ALMEIDA - VILA DO RIACHO

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.1.6 PROJEÇÃO DO “VMD” E DO NÚMERO “N”

Para a Projeção do “VMD” e do Número “N”, é necessário considerar os fatores intervenientes FP, FR e FV. De acordo com o DNER (1996), o Fator Climático Regional – FR, é um coeficiente que varia de 0,2 (“ocasião em que prevalecem baixos teores de umidade”) a 5,0 (“ocasiões em que os materiais estão praticamente saturados”) – dados pela pista experimental da AASHTO. Por uma pesquisa realizada pelo DNER, normalmente adota-se o coeficiente FR=1,00 (DER/SP, 2012).

Os valores do número “N” foram obtidos a partir da aplicação da fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996 desenvolvida pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, visto na Equação 1.

A Projeção do VMD foi obtida aplicando-se a Equação 7 referente ao de crescimento geométrico, a saber:

$$VMD_n = VMD_o(1+i)^n \quad (7)$$

Para a determinação dos parâmetros, foram considerados:

- Ano de abertura da rodovia ao tráfego após a conclusão dos melhoramentos previstos: 2014;
- Período de Projeto: 10 anos; e,
- Ano final de vida útil: 2023.

Para o FP, adotou-se $FP=0,545$.

Considerando o período de projeto para o cálculo do número “N” de 10 anos, a partir do ano vigente do estudo (2014), a projeção do “VMD” e aplicando os FV obtidos, o QUADRO 11, apresenta a projeção de “N”.

CARREGAMENTO: 100% DA FROTA COMERCIAL TRAFEGANDO NOS LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PELA LEI DA BALANÇA, APLICANDO-SE A TOLERÂNCIA DE 5,00% DO "PBT" APENAS PARA OS VEÍCULOS "3S3", "3C3", "2B3", "3B3" E "3J3" QUE EXCEDEM O LIMITE LEGAL DE 45t											
Ano		Volumes de Tráfego (VMDAT)				Total	Valores do Número N				Observações
		Veículos tipo					USACE		AAASHO		
		Moto	Passeio	Coletivo	Carga		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado	
2012	-	212	1.505	95	1.501	3.313	-----	-----	-----	-----	-
2013	-	219	1.553	98	1.551	3.421	-----	-----	-----	-----	-
2014	1 %	452	3.206	154	2.085	5.897	9,90E+06	9,90E+06	2,20E+06	2,20E+06	-
2015	2 %	467	3.309	159	2.154	6.089	1,02E+07	2,01E+07	2,28E+06	4,48E+06	-
2016	3 %	481	3.415	163	2.226	6.286	1,06E+07	3,07E+07	2,35E+06	6,83E+06	-
2017	4 %	497	3.525	168	2.300	6.490	1,09E+07	4,16E+07	2,43E+06	9,26E+06	-
2018	6 %	513	3.638	173	2.377	6.701	1,13E+07	5,29E+07	2,51E+06	1,18E+07	-
2019	8 %	529	3.755	179	2.456	6.919	1,17E+07	6,45E+07	2,59E+06	1,44E+07	-
2020	7 %	546	3.875	184	2.538	7.143	1,20E+07	7,66E+07	2,68E+06	1,70E+07	-
2021	8 %	564	4.000	190	2.622	7.375	1,24E+07	8,90E+07	2,77E+06	1,98E+07	-
2022	9 %	582	4.128	195	2.710	7.615	1,28E+07	1,02E+08	2,86E+06	2,27E+07	-
2023	10 %	601	4.260	201	2.800	7.862	1,33E+07	1,15E+08	2,95E+06	2,56E+07	-
2024	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2025	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2026	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2027	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2028	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2029	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2030	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2031	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2032	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2033	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2034	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2035	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2036	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
2038	-	-	-	-	-	-	-----	-----	-----	-----	-
Composição Percentual do Tráfego: 2014					Parâmetros Adotados no Cálculo do Número de Operações do Eixo-padrão de 8,2 t - Número "N"						
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Fatores de Veículo - FV			Fator Climático		Fator de Pista		
7,66	54,37	2,61	35,36	FV _{USACE}	FV _{AAASHO}	FR	FP				
Taxas de Crescimento do Tráfego (%)				22,232	4,948	1,000	0,545				
Moto	Passeio	Coletivo	Carga	Ano Inicial para o Cálculo do Número N						2014	
3,21	3,21	3,02	3,33	Período de Projeto para o Cálculo do Número N - P (anos)						10	

QUADRO 11 - PROJEÇÃO DO VMDAT E DO NÚMERO N DO TRECHO NOVA ALMEIDA – VILA DO RIACHO

Fonte: UNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.1.7 FLUXOGRAMAS DE TRÁFEGO DAS INTERSEÇÕES

Para realizar fluxograma de tráfego para o ano de 2012 conforme Anexo C, o QUADRO 12 apresenta o valor de FHP.

		FATORES "K", "FHP", VOLUMES HORÁRIOS MÁXIMOS E HORÁRIOS DE PICO															
RODOVIA: ES-010				TRECHO: NOVA ALMEIDA - VIDA DO RIACHO													
SUBTRECHO:								SEGMENTO: km 0,00 - km 42,60									
POSTO: P-12				LOCALIZAÇÃO: km 38,10				PERÍODO DA PESQUISA: 8/7/2012				À		14/7/2012			
PROGRAMA:																	
PROJETO: MELHORAMENTOS E ADEQUAÇÃO DE CAPACIDADE																	
MOVIMENTO:		NOVA ALMEIDA						-		VILA DO RICHO						(1-3)	
Data	Dia da Semana	Pico da Manhã						Pico da Tarde						Fatores Horários Médios			
		V _{15 min.}	VH _{máx.}	VMD	"K"	"FHP"	Hora de Pico	V _{15 min.}	VH _{máx.}	VMD	"K"	"FHP"	Hora de Pico	"K"	"FHP"		
8/7/2012	Domingo	24	85	1.082	0,079	0,885	10:15 11:15	29	88	1.082	0,081	0,759	15:30 16:30	0,080	0,822		
9/7/2012	Segunda-Feira	31	102	1.348	0,076	0,823	8:45 9:45	30	96	1.348	0,071	0,800	12:30 13:30	0,074	0,812		
10/7/2012	Terça-Feira	30	99	1.325	0,075	0,825	10:30 11:30	31	105	1.325	0,079	0,847	17:00 18:00	0,077	0,836		
11/7/2012	Quarta-Feira	35	113	1.222	0,092	0,807	8:00 9:00	32	99	1.222	0,081	0,773	17:00 18:00	0,087	0,790		
12/7/2012	Quinta-Feira	25	95	1.170	0,081	0,950	8:15 9:15	35	101	1.170	0,086	0,721	16:45 17:45	0,084	0,836		
13/7/2012	Sexta-Feira	22	78	1.335	0,058	0,886	7:30 8:30	37	120	1.335	0,090	0,811	15:30 16:30	0,074	0,849		
14/7/2012	Sábado	24	84	1.144	0,073	0,875	10:15 11:15	33	96	1.144	0,084	0,727	15:45 16:45	0,079	0,801		
MOVIMENTO:		VILA DO RICHO						-		NOVA ALMEIDA						(3-1)	
Data	Dia da Semana	Pico da Manhã						Pico da Tarde						Fatores Horários			
		V _{15 min.}	VH _{máx.}	VMD	"K"	"FHP"	Hora de Pico	V _{15 min.}	VH _{máx.}	VMD	"K"	"FHP"	Hora de Pico	"K"	"FHP"		
8/7/2012	Domingo	22	80	1.048	0,076	0,909	7:45 8:45	20	68	1.048	0,065	0,850	12:45 13:45	0,071	0,880		
9/7/2012	Segunda-Feira	33	115	1.363	0,084	0,871	7:45 8:45	34	120	1.363	0,088	0,882	12:45 13:45	0,086	0,877		
10/7/2012	Terça-Feira	42	97	1.205	0,080	0,577	10:45 11:45	30	100	1.205	0,083	0,833	16:30 17:30	0,082	0,705		
11/7/2012	Quarta-Feira	31	103	1.161	0,089	0,831	7:15 8:15	29	91	1.161	0,078	0,784	16:15 17:15	0,084	0,808		
12/7/2012	Quinta-Feira	28	97	1.184	0,082	0,866	6:45 7:45	26	100	1.184	0,084	0,962	15:15 16:15	0,083	0,914		
13/7/2012	Sexta-Feira	26	86	1.271	0,068	0,827	10:15 11:15	41	109	1.271	0,086	0,665	12:15 13:15	0,077	0,746		
14/7/2012	Sábado	27	76	1.007	0,075	0,704	7:30 8:30	25	74	1.007	0,073	0,740	17:00 18:00	0,074	0,722		
MÉDIA ARITMÉTICA DOS FATORES "K" E "FHP"														0,079	0,814		

QUADRO 12- FATORES K, FHP, VOLUMES HORÁRIOS MÁXIMOS E HORÁRIOS DE PICO
Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.1.7.1 FLUXOGRAMAS ATUAIS (VOLUMES CORRIGIDOS)

Sendo assim, os “Fluxogramas de Tráfego das Interseções” foram montados em “VMD” e “UCP/h” para os anos de 2012 (ano de realização das contagens de tráfego e elaboração do projeto), 2014 (ano de abertura da rodovia após implantação das melhorias) e 2023 (fim do horizonte de projeto).

Para a conversão do “VMD” em “UCP/h” foram adotados os fatores recomendados pelo “Manual de Estudos de Tráfego” do DNIT, apresentados na TABELA 6:

TABELA 6 - FATOR DE EQUIVALÊNCIA EM CARROS DE PASSEIO

Tipo de veículo	Fator de Equivalência
VP	1
CO	1,5
SR/RE	2
M	1
B	0,5
SI	1,1

Fonte: DNIT, 2006, modificado pelos autores.

Obs.: Não foram considerados os veículos dos tipos B (bicicletas) e SI (sem-identificação).

Desta forma, a Equação 8 que permite homogeneizar o tráfego da rodovia:

$$UCP/h = K \times (VP \times VMD_{VP} + CO \times VMD_{CO} + SR/RE \times VMD_{SE/RE} + M \times VMD_M) / FHP \quad (8)$$

São apresentados, anexos, os Fluxogramas de Tráfego para os anos de 2012 e 2023 em “VMD” e “UCP/h” da interseção localizada no posto P-09 - (km 35,10 da ES-010) - Entre ES-010 e ES-257 (p/ Aracruz), Fluxograma 1 ao 4.

3.1.8 DETERMINAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO TRECHO

As características geométricas de um trecho dependem, sobretudo, do tráfego previsto para nele circular, com isso, permite o estabelecimento da classe de projeto, e o apropriado dimensionamento de seus dados. As informações geométricas necessitam partir através de informações geográficas sobre os traçados das rodovias (DNIT- UFSC 2008).

Para a determinação da classe de uma rodovia, é necessário seguir um conjunto de categorias e diretrizes, para quem constrói e por aqueles que a usam. Um dos principais fatos a se analisar na classificação, são os aspectos operacionais que estão ligados ao volume de tráfego (DNIT 2010).

Segundo DNIT (2010), a importância e a função da rodovia formam meios para o ajuste da mesma em determinada classe de projeto, sendo as estradas classificadas em: classe 0, classe I (que se subdivide em IA e IB), classe II, classe III e classe IV (que se subdivide IVA e IVB). Seguindo como critério técnico de rodovias, utiliza-se o volume de tráfego de 10 anos para rodovia após sua abertura ao tráfego VMDAT (Volume Médio Diário Anual de Tráfego).

3.1.8.1 VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL

Define-se o VMDA pela quantidade de veículos que passam em uma determinada parte de uma rodovia, em 365 dias consecutivos. É empregado para se determinar índices de acidente, estimar receitas para implantação de pedágio e determinação do volume de tráfego (DNIT, 2010).

A Determinação das Características Geométricas do Trecho em Estudo foi procedida de acordo com as “Recomendações para Determinação da Classe de Rodovias do Sistema Rodoviário Estadual”, constante das Orientações para os Projetos de Engenharia, integrantes do “Programa Rodoviário do Espírito Santo III (PRES III)”, conforme apresentado nos QUADROS 13 e 14.

- RECOMENDAÇÕES PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE RODOVIA DO SISTEMA RODOVIÁRIO ESTADUAL - DER/ES			
Classe	Região	VMDAT (10º Ano)	Nível de Serviço
Pista Dupla - Controle Total de Acessos			
0	Plana	> 12.000	-
	Ondulada	> 5.300	-
	Montanhosa	>1.900	-
Pista Dupla - Controle Parcial de Acessos			
I - A	Plana	> 12.000	-
	Ondulada	> 5.300	-
	Montanhosa	>1.900	-
Pista Simples			
I - B	Plana (Visibilidade: 80 %)	<12.000	D
	Ondulada (Visibilidade: 60%)	< 5.300	D
	Montanhosa (Visibilidade: 40%)	< 1.900	D
II	-	> 700	A - D
	-	< 1.900	A - D
III	-	> 300	A - D
	-	< 700	A - D
IV - A	-	> 50	-
	-	< 200	-
IV - B	-	< 50	-

Obs.: No "VMDAT" não está incluída a parcela referente a "motos".

QUADRO 13- DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE RODOVIA
Fonte: Normas de Projetos Rodoviários Vol.1, DAER, 1991.

- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
Classe	Características	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Pista Dupla				
0	Velocidade Diretriz	120 km/h	100 km/h	80 km/h
	Raio Mínimo	540 m	345 m	210 m
	Rampa Máxima	3,00 %	4,00 %	5,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,60 m	3,60 m	3,60 m
	Largura do Acostamento Externo	3,50 m	3,00 m	3,00 m
I - A	Velocidade Diretriz	100 km/h	80 km/h	60 km/h
	Raio Mínimo	345 m	210 m	115 m
	Rampa Máxima	3,00 %	4,50 %	6,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,60 m	3,60 m	3,60 m
	Largura do Acostamento Externo	3,00 m	2,50 m	2,50 m
Pista Simples				
I - B	Velocidade Diretriz	100 km/h	80 km/h	60 km/h
	Raio Mínimo	345 m	210 m	115 m
	Rampa Máxima	3,00 %	4,50 %	6,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,60 m	3,60 m	3,60 m
	Largura do Acostamento	3,00 m	2,50 m	2,50 m
	Largura da Faixa de Domínio	40,00 m	50,00 m	60,00 m
II	Velocidade Diretriz	100 km/h	70 km/h	50 km/h
	Raio Mínimo	375 m	170 m	80 m
	Rampa Máxima	3,00 %	5,00 %	7,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,60 m	3,50 m	3,30 m
	Largura do Acostamento	2,50 m	2,50 m	2,00 m
	Largura da Faixa de Domínio	40,00 m	40,00 m	50,00 m
III	Velocidade Diretriz	80 km/h	60 km/h	40 km/h
	Raio Mínimo	230 m	125 m	50 m
	Rampa Máxima	4,00 %	6,00 %	8,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,50 m	3,30 m	3,30 m
	Largura do Acostamento	2,50 m	2,00 m	1,50 m
	Largura da Faixa de Domínio	40,00 m	40,00 m	50,00 m
IV - A	Velocidade Diretriz	60 km/h	40 km/h	30 km/h
	Raio Mínimo	125 m	50 m	25 m
	Rampa Máxima	4,00 %	6,00 %	8,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	3,00 m	3,00 m	3,00 m
	Largura do Acostamento	1,30 m	1,30 m	0,80 m
	Largura da Faixa de Domínio	5,00 m para cada lado da linha dos "off-sets"		
IV - B	Velocidade Diretriz	60 km/h	40 km/h	30 km/h
	Raio Mínimo	125 m	50 m	25 m
	Rampa Máxima	6,00 %	8,00 %	10,00 %
	Largura da Faixa de Tráfego	2,50 m	2,50 m	2,50 m
	Largura do Acostamento	1,00 m	1,00 m	0,50 m
	Largura da Faixa de Domínio	5,00 m para cada lado da linha dos "off-sets"		

QUADRO 14- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Fonte: Normas de Projetos Rodoviários Vol.1, DAER, 1991.

De acordo com as recomendações apresentadas, a rodovia enquadra-se na “Classe I B”. A determinação das características geométricas a serem adotadas para o trecho em estudo foi procedida tomando por base o VMD estimado para o 10º ano (2023), sem considerar a parcela referente à “motos”, conforme a equação 9.

$$\bullet \text{ VMD}_{2023} = 7.262 \text{ veic./dia.} \quad (9)$$

Os elementos geométricos laterais da seção transversal futura do trecho são:

- Largura da semi-pista de rolamento: 3,60m;
- Largura do acostamento: 2,50m; e,
- Largura do dispositivo de drenagem: 0,70m.

Desta forma, a largura total de pavimento acabado da plataforma será de 13,60 m. As dimensões dos elementos componentes da Seção Transversal-tipo foram submetidas ao DER-ES para aprovação, uma vez que poderiam ser alteradas para

atender decisões de enquadramento, por razões de ordem econômica, política, ou para atendimento dos planos de desenvolvimento regional, dentre outros.

No presente caso, o trecho em estudo enquadrar-se na Classe I, devido a sua função de via principal integrante da malha viária estadual, com deslocamentos de média e longa distância, requerendo velocidade operacional compatível.

3.1.9 AVALIAÇÕES DA CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO

3.1.9.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS

Foram consideradas as seguintes características geométricas para o trecho em estudo:

- Traçado: plano;
- Velocidade Básica de Fluxo Livre: $V = 81$ km/h;
- Restrição à ultrapassagem: (DVU = 350 m): 60%;
- Largura das faixas de tráfego: 3,60 m; e,
- Largura dos acostamentos: 2,50 m.

3.1.9.2 CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS COM RELAÇÃO AO TRÁFEGO

Para os Estudos de Capacidade foram considerados os dados de tráfego apresentado no QUADRO 15.

"SEGMENTO III": km 31,50 - km 42,60									
ANOS	MOTO		PA S SEIO + UTILITÁRIOS		ÔNIBUS		CARGA		VM DA T
	VOLUME	%	VOLUME	%	VOLUME	%	VOLUME	%	
2012	***	***	1.505	48,53	95	3,06	1.501	48,40	3.101
	212	6,40	1.505	45,43	95	2,87	1.501	45,31	3.313
2014	***	***	3.206	58,88	154	2,83	2.085	38,29	5.445
	452	7,66	3.206	54,37	154	2,61	2.085	35,36	5.897
2023	***	***	4.260	58,67	201	2,77	2.800	38,56	7.262
	601	7,64	4.260	54,19	201	2,56	2.800	35,61	7.862

QUADRO 15 - TRÁFEGO DO SEGMENTO NOVA ALMEIDA-VILA DO RIACHO
Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

Os parâmetros utilizados nos cálculos realizados para a determinação dos níveis de serviço do trecho em estudo são apresentados no QUADRO 16.

DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO DO SEGMENTO III				ANO: 2023	
RODOVIA DE PISTA SIMPLES (Metodologia do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT - Publicação IPR-723)					
1- DADOS GEOMÉTRICOS			2- DADOS DE TRÁFEGO		
Valor Básico da Velocidade (km/h)	88		Volume Médio Diário Anual de Tráfego "VMDAT"		5.445
Percentual de Não Ultrapassagem (%)	60		Fator Horário de Projeto "K"		0,079
Condição do Relevo (trapado)	Plano		Fator de Pico Horário "FHP"		0,814
Coefficiente de "Rise and Fall"	*****		Volume Horário do Fluxo "V" (Tráfego Misto por hora)		430
Largura das Faixas de Tráfego (m)	3,60		Volume Horário do Fluxo Equivalente de Passeio "vp"		534
Largura Útil dos Acostamentos (m)	2,50		Distribuição Direcional (%)		50,00
Número de Acessos em Nível	7		Composição Percentual do Tráfego (%)		
Extensão do Segmento (km)	11,10	Passeio	58,80	Coletivo	2,80
Número de Acessos em Nível/km	0,63	Carga	38,40	Recreação	0,00
3- DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DE VIAGEM " VMV "					
Fator de Ajustamento de Grade "fg" (Tabela 62)					1,00
Equivalente de Caminhões e Ônibus em Carros de Passeio "Ec" (Tabela 64)					1,00
Fator de Ajustamento em função da presença de Veículos Comerciais (Ônibus + Caminhões) "fq"					1,000
Fluxo Máximo Total de Tráfego no Pico (ambos os sentidos de tráfego) "vp" (máximo de 3.200 ucp/h)					528
Maior Parcela do Fluxo Direcional no Pico (máximo de 1.700 ucp/h)					264
Velocidade Básica de Fluxo Livre "VBFL" (km/h)					88,00
Ajustamento para Largura de Faixa de Tráfego e Largura do Acostamento "fl" (Tabela 59)					0,70
Ajustamento para Pontos de Acessos Existentes a mesmo Nível no Segmento "fs" (Tabela 60)					0,42
Velocidade do Fluxo Livre "VFL" (km/h)					86,88
Ajustamento para Segmentos de Não Ultrapassagem "fu" (Tabela 66)					6,918
Velocidade Média de Viagem "VMV" (km/h)					73,00
4- DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM DE TEMPO GASTO SEGUINDO " PTG S "					
Fator de Ajustamento de Grade "fg" (Tabela 63)					1,00
Equivalente de Caminhões e Ônibus em Carros de Passeio "Ec" (Tabela 65)					1,10
Fator de Ajustamento em função da presença de Veículos Comerciais (Ônibus + Caminhões) "fq"					0,960
Fluxo Máximo Total de Tráfego no Pico (ambos os sentidos de tráfego) "vp" (máximo de 3.200 ucp/h)					550
Maior Parcela do Fluxo Direcional no Pico (máximo de 1.700 ucp/h)					275
Percentagem Básica do Tempo Gasto em Fila "BPTGS" (%)					38,30
Ajustamento para Distribuição Direcional e Percentual de Não Ultrapassagem "fu" (Tabela 67)					24,575
Percentagem do Tempo Gasto Seguindo "PTGS" (%)					62,88
5- DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO					
Nível de Serviço (Tabela 57 - Referente à Classe I do MET - Publicação IPR-723 do DNIT)					
Nível de Serviço	Percentagem de Tempo Gasto Seguindo (%)		Velocidade Média de Viagem (km/h)		
A	≤ 35		≥ 80		
B	36 < PT 8F < 60		80 < AT 8 < 80		
C	60 < PT 8F < 85		70 < AT 8 < 80		
D	85 < PT 8F < 90		60 < AT 8 < 70		
E	> 90		≤ 60		

QUADRO 16 - DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012, modificado pelos autores.

Os estudos desenvolvidos para verificação da Capacidade e Níveis de Serviço da Rodovia apontaram que a mesma operará satisfatoriamente no Nível de Serviço "C" durante todo o horizonte de projeto (2014 a 2023), para o segmento em estudo.

3.1.9.3 NECESSIDADE DE INTERSEÇÕES EM NÍVEIS DIFERENTES

A interseção em estudo foi avaliada sendo carregada para os anos de 2012 (pesquisas de tráfego), 2014 (abertura) e 2023 (10º ano), conforme apresentado no QUADRO 17.

QUADRO DE TRÁFEGO PARA ESTUDOS DE CAPACIDADE - TRECO PONTE BARRA DO SAHY - VILA DO RIACHO										
INTERSEÇÃO	ANO	FLUXOS HORÁRIOS MÁXIMOS INTERVENIENTES (UCP/h)								NÍVEIS DIFERENTES?
		A	C	Ah	Ch	(A+C) - (Ah +Ch)	Bg	GIRO À ESQUERDA		
								REAL	GRÁFICO	
P-09	2012	246	203	0	28	421	0	61	< 160	NÃO
ENTRº ES-010 C/ ES-257 (P/ARACRUZ) (KM 35,10)	2014	263	215	0	28	449	0	65	< 160	NÃO
	2023	350	286	0	28	597	0	87	< 160	NÃO

QUADRO 17- ESTUDO DE CAPACIDADE

Fonte: Manual de Projetos de Interseções, DNIT, 2005, modificado pelos autores.

De acordo com o estudo de tráfego foi constatado que não seria necessário projetar interseção em níveis diferentes, pois não foi atingido o valor de referência de 160 UCP por hora no horizonte de projeto estudado.

3.2 ESTUDO TOPOGRÁFICO

O Estudo Topográfico foi desenvolvido de acordo com as orientações do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo (DER-ES), em concordância com a IS-204 do DNER (1996), além de estar de acordo com a NBR 13133/1994 – Execução de Levantamento Topográfico. Desta forma, foram realizados os seguintes serviços:

- Implantação da rede de marcos de apoio principal, com auxílio do Sistema GPS;
- Transporte das coordenadas planas e altitude ortométrica de referência da estação planialtimétrica para os marcos de apoio principal, com auxílio do Sistema GPS;
- Nivelamento geométrico dos marcos de apoio principal e secundário;
- Levantamento planialtimétrico por meio de irradiação dos pontos.

3.2.1 REDE DE MARCOS DE APOIO PRINCIPAL

De acordo com a Única Consultores de Engenharia Urbana (2012), para a implantação dos marcos fez-se uso de 1 par de Receptores Topcon Hiper L1/L2, com 40 canais universais e um par de receptores GNSS Topcon GR-3 L1/L2, com 72 canais universais, ambos capazes de rastrear sinais de satélites GPS e Glonass.

Visando a eliminação dos erros inerentes ao sistema GNSS, foi utilizado o método relativo estático, onde foram rastreados vetores com os tempos mínimos recomendados em literatura para que fosse possível a determinação estatística das variáveis.

Com os receptores GNSS partiu-se de uma estação do IBGE/RBMC denominada CEFE e localizada em Vitória-ES. A estação foi implantada na laje do prédio administrativo do IFES, na Avenida Alberto Torres, Jucutuquara – Vitória-ES.

Ainda segundo a Única Consultores de Engenharia Urbana, o transporte seguiu a seguinte sequência: CEFE > M1 > M2 > M3 > M4 > SAT93761 > M5 > M6 > M7 > SAT96076 > M8 > M9 > SAT93757, os marcos que compõem a poligonal têm distâncias aproximadas de 5Km entre si, sendo o perímetro total de aproximadamente 50Km. A poligonal tem início no marco M1, no município de Serra próximo à ponte Nova Almeida, que corta o Rio Fundão e finaliza no marco M9 município de Aracruz, situado a aproximadamente 300m da Vila do Riacho. A sequência de marcos M10 a M104 teve transporte feito a partir dos marcos acima descrito.

Estas sequências são compostas por marcos identificado com chapas de metal com as inscrições: **“ÚNICA CONSULTORES / PROTEGIDO POR LEI”**, conforme FIGURA 19.

O processamento dos elementos obtidos em campo foi feito em meio digital utilizando-se o software TopconTools, que realiza a análise dos dados e dos pontos.

PLACA DE BRONZE OU LATÃO



FIGURA 19 - EXEMPLO DE IDENTIFICAÇÃO DO MARCO
Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.2.2 RELAÇÃO DOS MARCOS COORDENADOS

A TABELA 7 apresenta a relação dos marcos de apoio principal situados no Trecho da ES-010, no segmento onde está a interseção em estudo, juntamente com as respectivas coordenadas e altitudes já corrigidas.

- Projeção: UTM Fuso 24 S;
- Datum Horizontal: SIRGAS 2000;
- Datum Vertical: Imbituba.

TABELA 7 – TABELA DOS MARCOS DE APOIO PRINCIPAL

Nome	Coordenadas N (m)	Coordenadas E (m)	Altitude Ortométrica
M7	7805813,719	387555,798	14,1119
M73	7801921,771	386390,645	4,6896
M74	7802241,464	386525,572	3,8676
M75	7802488,752	386698,512	4,7847
M76	7802835,575	386975,543	15,1965
M77	7803190,498	387189,118	15,1229
M78	7803553,647	387283,587	9,0727
M79	7804045,285	387258,032	14,2306
M80	7804462,473	387357,967	13,9781
M81	7805074,544	387572,538	14,206
M82	7805374,363	387577,965	13,1622
M83	7806443,326	387557,331	9,8237

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.2.3 NIVELAMENTO E CONTRA NIVELAMENTO DOS MARCOS DE APOIO PRINCIPAL E DA POLIGONAL

Através de nivelamento geométrico foi realizado o transporte de altitudes para os marcos que perfazem a poligonal planialtimétrica. Os marcos de apoio e os pontos auxiliares das poligonais foram nivelados e contra nivelados com o objetivo de determinar as altitudes ortométricas de referência transportada da referência de nível, utilizando-se para este serviço nível automático.

O método utilizado é o baseado no paralelismo de planos, conhecido como Nivelamento Geométrico, cujos instrumentos empregados são nível e mira graduada. Efetua-se o contranivelamento a fim de verificar a precisão (NADAL, 2012).

A verificação do erro entre o nivelamento e o contranivelamento foi feita por pontos nivelados e por intervalos pré-determinados, compatíveis com as tolerâncias admissíveis:

- Para os pontos nivelados e contranivelados foi admitido o erro máximo de 10 mm entre as cotas obtidas;
- Para intervalos pré-determinados, o erro máximo admitido foi verificado através da Equação 10:

$$E_{\text{máx}} = 12,5 \times n^{1/2} \quad (10)$$

Onde:

$E_{\text{máx}}$: em milímetros;

n: em quilômetros.

3.2.4 LEVANTAMENTO PLANIALMÉTRICO

O levantamento planialtimétrico realizado abrangeu a área necessária para a correta elaboração do projeto, incluindo edificações, cercas, posteamento de rede elétrica e

telefônica, dispositivos de drenagem, e ainda, curvas de nível com precisão compatível, de acordo com a ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana.

Posteriormente dados coletados em campo como os citados anteriormente são processados, interpolados e editados no Software Topograph, para resultar em um arquivo compatível ao software que será utilizado para desenvolver o projeto, denominado superfície em malha digital de terrenos - MDT apresentada na FIGURA 20. Aonde uma nuvem de pontos que é triangulada a partir desses pontos, sendo que a malha digital representa em escala específica o relevo e cursos hídricos da área abrangida no levantamento topográfico de acordo com Albrecht (2009).

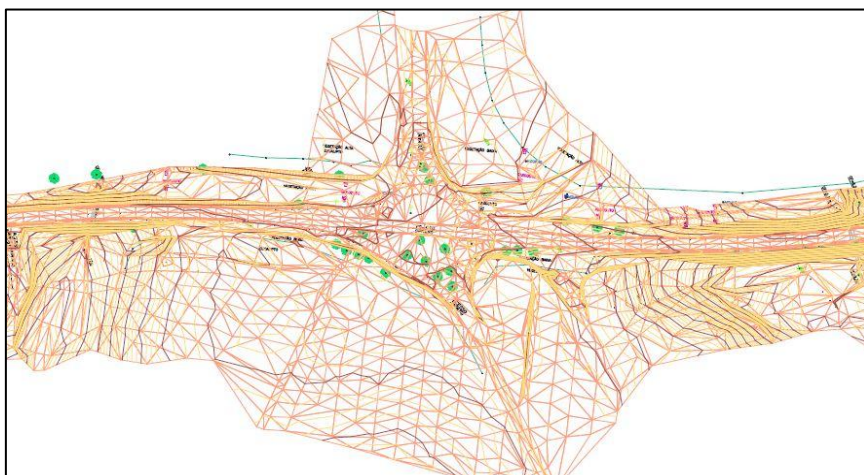


FIGURA 20 - MALHA DIGITAL DO TERRENO
Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

Vale ressaltar que a topografia é a base digital para desenvolvimento de todo projeto geométrico assim como o projeto geométrico é base para outras disciplinas pertinentes ao projeto como um todo, sendo esses: projeto de terraplanagem, drenagem, pavimentação e sinalização, entre outros.

Justifica-se a importância de um levantamento topográfico mostrado na FIGURA 21 bem realizado, detalhado e criterioso. Caso haja equívocos tanto no levantamento de dados em campo, tais como aparelho mal instalado ou falta de manutenção desses, não cadastramento de dispositivos de drenagem, limite de proprietários, placas de sinalização, ou também no processamento desses no escritório, implicará em acúmulo de erro para as demais disciplinas envolvidas no projeto, onerando consideravelmente o orçamento da execução do projeto ou até mesmo tornando-o inexecutável (ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012).

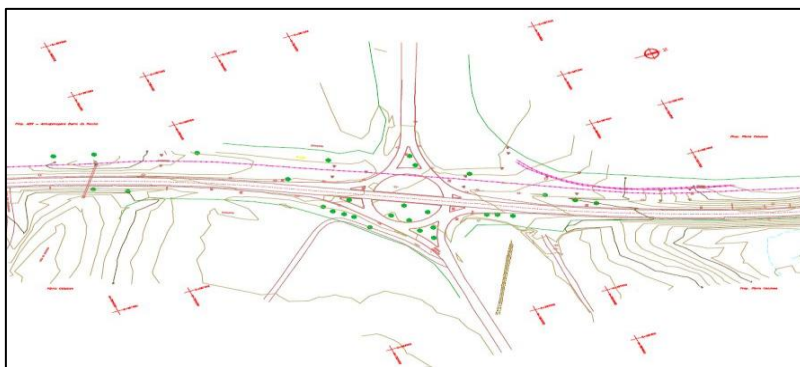


FIGURA 21 - PLANTA TOPOGRÁFICA DA INTERSEÇÃO
Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.2 PROJETO GEOMÉTRICO

3.3.1 DIRETRIZES DO PROJETO

Segundo a Única Consultores de Engenharia Urbana (2012), essa interseção está localizada em um segmento da rodovia que foi projetado em pista dupla, com velocidade diretriz de 80km/h, apesar das características dos traçados horizontal e vertical do segmento permitirem velocidade de 110km/h. Essa definição ocorreu em função da quantidade de entradas e interseções, bem como das distâncias entre elas.

Para cada pista foram consideradas duas faixas de tráfego, acostamento externo e faixa de segurança do lado interno. As pistas são divididas por canteiro central, sendo assim a plataforma terá as características básicas apresentadas na TABELA 8.

TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS BÁSICAS

Descrição	Dimensões
Pistas de rolamento (2 x 3,60m)	7,20m
Acostamentos externos	2,50m
Acabamento de terraplenagem/drenagem (lado esquerdo)	1,00m
Faixas de segurança internas	0,50m
Canteiro central	3,00m
Faixa Multiuso (lado direito)	2,50m
Drenagem (lado direito)	0,65m
Abaulamento transversal	3%
Superelevação máxima	8%

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

Sendo assim a interseção deve manter as mesmas características da rodovia projetada, para não comprometer a funcionalidade da rodovia como um todo.

3.3.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO

3.3.2.1 METODOLOGIA

O Projeto Geométrico da rodovia em que está lotada a interseção em estudo foi elaborado conforme as especificações técnicas do Termo de Referência do contrato e do Manual de Projeto Geométrico do DNIT (2010). As soluções adotadas e definições foram condicionadas aos Estudos de Tráfego, Capacidade e Níveis de Serviço, ao Termo de Referência do Contrato, ao Manual de Projetos de Interseções – DNIT (2005) e às Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – DNIT, além das orientações e solicitações da fiscalização do DER/ES.

Para elaboração do projeto, além dos dados pertinentes ao tráfego também foram utilizados os dados do levantamento topográfico da área abrangida pelo projeto, apresentada na FIGURA 22.



FIGURA 22 - ÁREA DE PROJETO

Fonte: Google Maps, modificado pelos autores.

3.3.2.2 CARACTERÍSTICAS DA INTERSEÇÃO EXISTENTE

Localizada na rodovia ES-010 no entroncamento com a ES-257, sendo em pista simples e pavimentada, com velocidade regulamentada de 60km/h e separadores físicos elevados (canteiros e ilhas canalizadoras), a interseção, que é do tipo rótula vazada, tem a função de fazer a ligação ao centro de Aracruz. Segundo o Manual de Projeto de Interseção do DNIT (2005), se caracteriza como rótula vazada quando o fluxo da rodovia principal tem prioridade e atravessa uma ilha central enquanto os demais fluxos giram no sentido anti-horário e necessitam parar e observar os dois sentidos antes de realizar a manobra.

Esse tipo de interseção, comparado aos demais tipos, apresenta maior índice de acidentes (colisões laterais), principalmente onde há intensidade no tráfego de veículos lentos que executam manobras com fluxo de conversão à esquerda, pois atravessam perpendicularmente ambos os sentidos do fluxo principal da rodovia, assim evidenciada nos pontos em vermelho na FIGURA 23.

Outro fator que aumenta o risco de acidentes são as características físicas, mesmo não tendo a visibilidade restringida, mas por se tratar de um segmento da rodovia em topografia plana onde está localizada a interseção, com ângulos e raios horizontais generosos, isso contribui significativamente para o aumento da velocidade, e por isso, esse tipo de interseção deve ser evitado. Além disso, os elementos que constituem a interseção estão fora das normas, como faixas de mudança de velocidade e larguras dessas, raios mínimos de curva, greide com pontos baixos confinados com meio fio o que resulta em acúmulo de água e acomodações curtas para a execução de manobras.



FIGURA 23 - PONTOS DE CONFLITOS DA INTERSEÇÃO EXISTENTE.
 Fonte: Google Mapas, modificado pelos autores.

3.3.2.3 ALINHAMENTO HORIZONTAL

O alinhamento horizontal foi projetado no software Auto Cad Civil 3D conforme a FIGURA 24, e deve ser desenhado na escala 1:1.000, e conter desenhos também drenagem, pavimentação e etc., para permitir uma boa compreensão de todos os serviços a serem executado DER (2012).



FIGURA 24- PLANIMETRIA DO PROJETO GEOMÉTRICO
 Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.3.2.4 ALINHAMENTO VERTICAL

O perfil foi projetado no software Auto Cad Civil 3D conforme a FIGURA 25, e deve ser apresentado na escala horizontal de 1:1000 e vertical de 1:100, e ainda deve conter informações desenhos explicativos à parte, com dados básicos usados no desenho principal e representação do Diagrama de Massas, em escala adequada DER (2012).

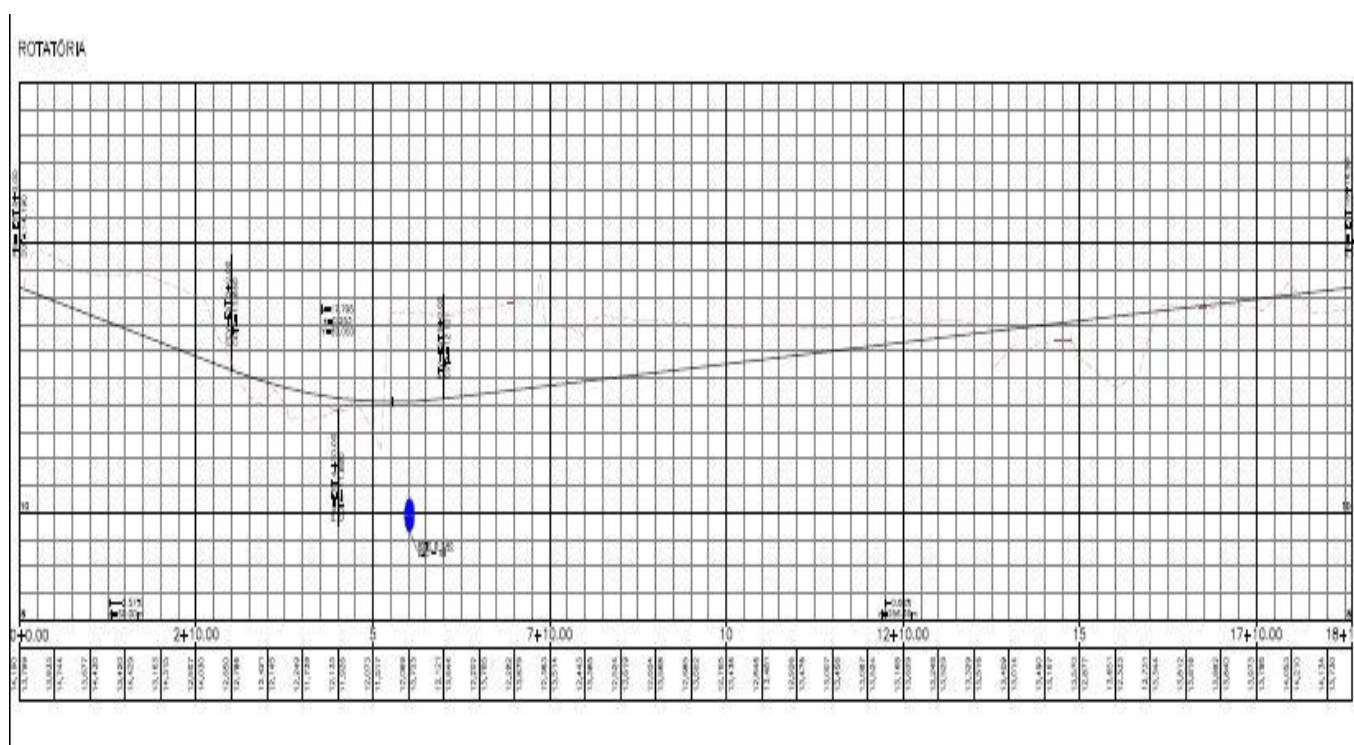


FIGURA 25 – PERFIL DA RÓTULA

Fonte: ÚNICA Consultores de Engenharia Urbana, 2012.

3.3.2.5 ELEMENTOS DE LOCAÇÃO

Com a finalização do projeto geométrico da interseção deve ser gerado um relatório contendo os elementos de locação. Que são extraídos do software Auto Cad Civil 3D como mostra a TABELA 9. Os elementos são dados imprescindíveis que o topógrafo necessita para locar os eixos de projeto em campo, devem conter coordenadas georreferenciadas, estacas, ângulos, cotas, raios e pontos notáveis, segundo a Única Consultores de Engenharia Urbana (2012).

TABELA 9 - ELEMENTOS DE LOCAÇÃO EIXO PRINCIPAL – PISTA DUPLA

Tangente			
Descrição	Estacas	Norte	Leste
Início	0 + 0.00	7802291,1936	386565,9707
Fim	4 + 18.85	780375,6819	386617,2889
Tipo	Valor	Parâmetro	Valor
Comprimento	98, 85	ÂNGULO	58,7255
Pontos Notáveis da Espiral			
Descrição	Estacas	Norte	Leste
TE:	4 + 18.85	7802375,6819	386617,2889
EPI:		7802398,476	386631,134
EC:	6 + 18.85	7802409,5551	386638,5567
Curva Espiral			
Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Comprimento	40,00	TI	26,6694
Raio	450,00	TC	13,3358
Ângulo Espiral	02° 32' 47.3247"	P	0,1481
Comprim. Corda	40,00	Ângulo Corda	57,8767
Pontos Notáveis da Curva Circular			
Descrição	Estacas	Norte	Leste
EC:	6 + 18.85	7802409,5551	386638,5567
CC:		7802159,0853	387012,4081
CE:	9 + 19.89	7802457,8108	386675,8623
Curva Circular			
Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
AC:	07° 46' 19.2366"	Tipo	Direito
Raio	450,00		
Desenvolvimento	61,04	Tangente	30,5675
Flecha	1,03	Afastamento	1,037
Comprim. Corda	60,99	Ângulo Corda	52,293

Fonte: Autores.

3.3.2.6 NOTA DE SERVIÇO

De acordo com a empresa Única, da mesma forma que o relatório de elemento de locação contém dados fundamentais para execução do projeto, a planilha de nota de serviço também é vital. Esses dados são gerados a partir da seção, e deve conter estacas, distâncias, cotas e inclinações. Para facilitar a interpretação, a leitura deve ser feita a partir do eixo de projeto, que normalmente é locado no meio da plataforma

projetada, resultando a nota de serviço em dois lados: esquerdo e direito conforme o Anexo E. Esses dados são extraídos do software Auto Cad Civil 3D.

Quanto à frequência dos intervalos gerados, as seções dependem de cada projeto ou podem ser definidas nas (IS) instruções de serviços. Tratando-se de uma rodovia ou interseção com raios e ângulos verticais e horizontais generosos e topografia plana como essa em estudo, usualmente adota-se gerar essas seções com intervalo de 20 metros em tangente, 10 metros em segmentos de curvas e ainda nos pontos notáveis. Já nas interseções que possuem elementos geométricos reduzidos quando comparado a rodovia e uma riqueza de detalhamento que devem ser executados, tais como narizes das ilhas triangulares, área de arrendimento e constantes alargamentos para permitir o giro dos veículos, utiliza-se então um intervalo menor, de 5 metros e também gera essas seções nos pontos notáveis, melhorando a representatividade do projeto.

De acordo com a Única Consultores de Engenharia Urbana (2012), a solução adotada foi interseção em nível com ilha central, do tipo rótula, pois esta é utilizada onde há intensidade de tráfego e um número significativo de conversões à esquerda.

Sendo assim projetou-se o fechamento da rotula existente obrigando o giro obrigatório na ilha central física (elevada com meio fio), com raio interno de 60m, com 12m de largura total, sendo duas faixas de 5,50m, com 1,00 de faixa de segurança em cada lado. Além do eixo da rótula, possui mais 8 eixos, identificados de "A" a "H". Os ramos "E" e "F" são exclusivos para acesso às propriedades particulares adjacentes, o que resultará em redução da velocidade, evitará o cruzamento de veículos sem controle entre os dois lados da rodovia e criará oportunidade para conversões de forma eficiente e segura, garantindo distâncias suficientes para o entrelaçamento, e ainda nos acessos foram projetadas ilhas canalizadoras também elevadas com meio fio e áreas com pinturas indicativas para a divisão de fluxos.

4 CONCLUSÃO

A atual configuração de interseção existente da rodovia ES-010 com a ES-257 não atende as mínimas condições de segurança e conforto aos usuários da via. Dessa forma elaborou-se um projeto geométrico de uma rótula para atender a demanda e exigências do tráfego local. A escolha desse tipo de interseção foi baseada nas características e comportamento do tráfego e no fator topográfico.

No decorrer do projeto identificou-se a necessidade de elevar o padrão técnico da via (duplicação) no segmento que compreende a interseção, além alterar as características básicas, como, aumento da largura das faixas de rolamento, dos raios horizontais e verticais, ajuste de greide, previsão de passeio, faixa multiuso, acostamento em ambos os lados da rodovia e dispositivos de drenagem.

Sendo assim através da interseção objeto do estudo, haverá redução, ou até mesmo a eliminação dos conflitos de tráfego com a implantação desse projeto, pois todos os elementos foram adequadamente dimensionados de forma a buscar resultados satisfatórios quanto ao conforto e a segurança viária.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKISHINO, Pedro. **Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil. Estudos de Tráfego.** [s.d.], 2015. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/eng_trafego_optativa/arquivos/NUMERO%20N14.pdf> Acessado em: 18 de setembro de 2015.

_____. Introdução de Estudos de Tráfego. **Apostila Planejamento de Transportes.** Capítulo 05, 2015. Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Planejamento%20de%20Transportes/ApostilaPlanejamentoTransportes/PlanejTranspCap05.pdf>>. Acesso em: 19 de set. de 2015.

ALBANO, JOÃO F. **Noções sobre interseções.** [s.d.], 2015. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_14-intersecoes_apresentacao.> Acessado em: 21 jun. 2015.

ALBRECHT, Carl Horst. **Modelagem Numérica de Terrenos.** Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <www.deg.poli.ufrj.br/docentes/carl/MNT_2009_Aula2.pps>. Acesso em: 30 de out. de 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 7.408, de 25 de novembro de 1985. Estabelece normas sobre pesagem de carga em veículos de transporte. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 26 de nov. 1985. Seção 1, p. 17213.

COELHO, M. D. **Análise e sugestões para projetos geométricos de rótulas modernas em vias urbanas.** Rio de Janeiro, 2012.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN (Brasil). Resolução nº 104, de 21 de dezembro de 1999. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 6 de jan. de 2000. Seção 1, p.23. Disponível em : <<http://www.denatran.gov.br/contran.htm>>Acesso em 16 out. de 2015.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL - DAER-RS. **Normas de Projetos Rodoviários.** Volume 1. Parte I: Projeto Geométrico de Rodovias, Parte II: Projeto Geométrico de Ciclovias – Porto Alegre, 1991.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO - DER/SP. **Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais**, Volume I Planejamento, projeto, construção e operação. São Paulo 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Manual de Pavimentação.** Rio de Janeiro, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego.** Rio de Janeiro, 2006.
_____. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas.** Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Manual de Implantação Básica de Rodovia.** Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Manual de Projeto de Interseções.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005.

_____. **Manual de Pavimentação.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Projeto Básico de Engenharia para Adequação e Duplicação de Rodovia na Travessia Urbana de Nova Rosalândia – TO.** Tocantins, 2010. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0597_10-23_1.pdf>. Acesso em: 01 de out. de 2015.

_____. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa Coordenação Geral de Planejamento e Programação de Investimentos. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviarias/terminologias-rodoviarias-versao-11.1.pdf>>. Acesso em: 16 agosto de 2015

_____. et. al. **Elaborar diretrizes técnicas e parâmetros operacionais para que o DNIT execute projetos de monitoramento de tráfego na Malha Rodoviária Federal.** Santa Catarina, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE **Senso demográfico de Fundação-ES.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=320220>> Acesso em 03 de out. de 2015

LIMA, E. T. **Estudo do uso de rotatórias na redução da concentração de monóxido de carbono de origem veicular,** 2009. Disponível em: <http://www.dec.uem.br/eventos/ii_simpgeu/arquivos/Trabalhos/132> Acesso em: 18 mai. 2015.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. **Manual de Procedimento para o Tratamento de locais Críticos.** Programa de redução dos acidentes de trânsito. Brasília, 2002.

NADAL, Carlos A. **Nivelamento Geométrico.** Setor de Ciências da Terra. Departamento de Geomática. Universidade Federal do Paraná, [s.d.], 2012. Disponível em: <<http://www.cartografica.ufpr.br/docs/nadal%20-%20topo%20d/Nivelamento%20geom%C3%A9trico.pdf>>. Acesso em: 18 de Outubro de 2015.

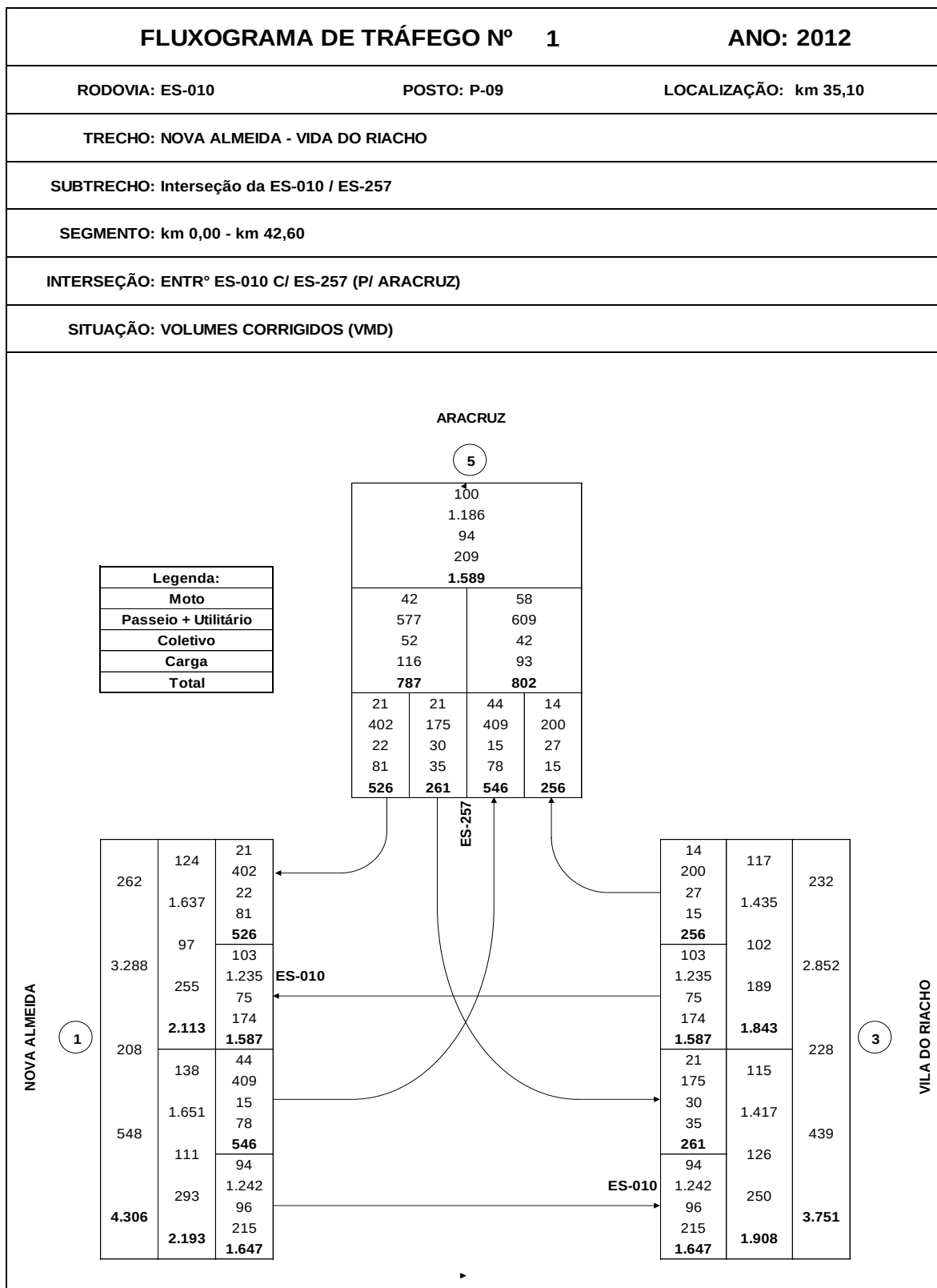
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **Década de Ação pela Segurança no Trânsito – 2011-2020.** Resolução ONU nº 2, de 2009. Proposta para o Brasil para Redução de Acidentes e Segurança Viária. São Paulo, 2011.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA - ONSV. **Retrato da Segurança Viária no Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://onsv.org.br/portaldados/downloads/retrato2014.pdf>>. Acesso em: 18 de Junho de 2015.

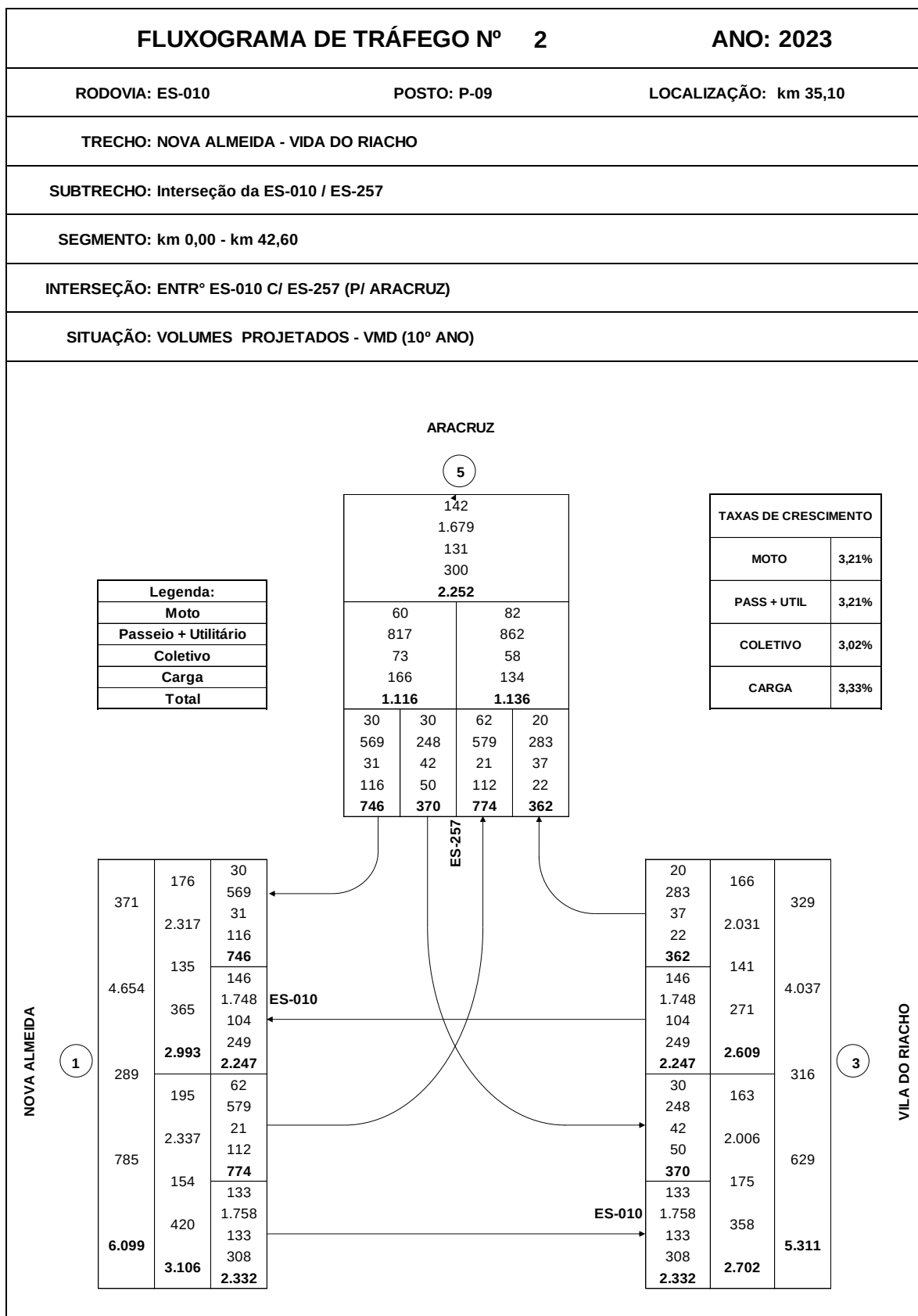
SCHIMITZ, ANELISE. **Análise qualitativa dos acidentes de transito no sistema viário itraurbano**, 2012. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/TCC-ANELISE-SHCMITZ>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

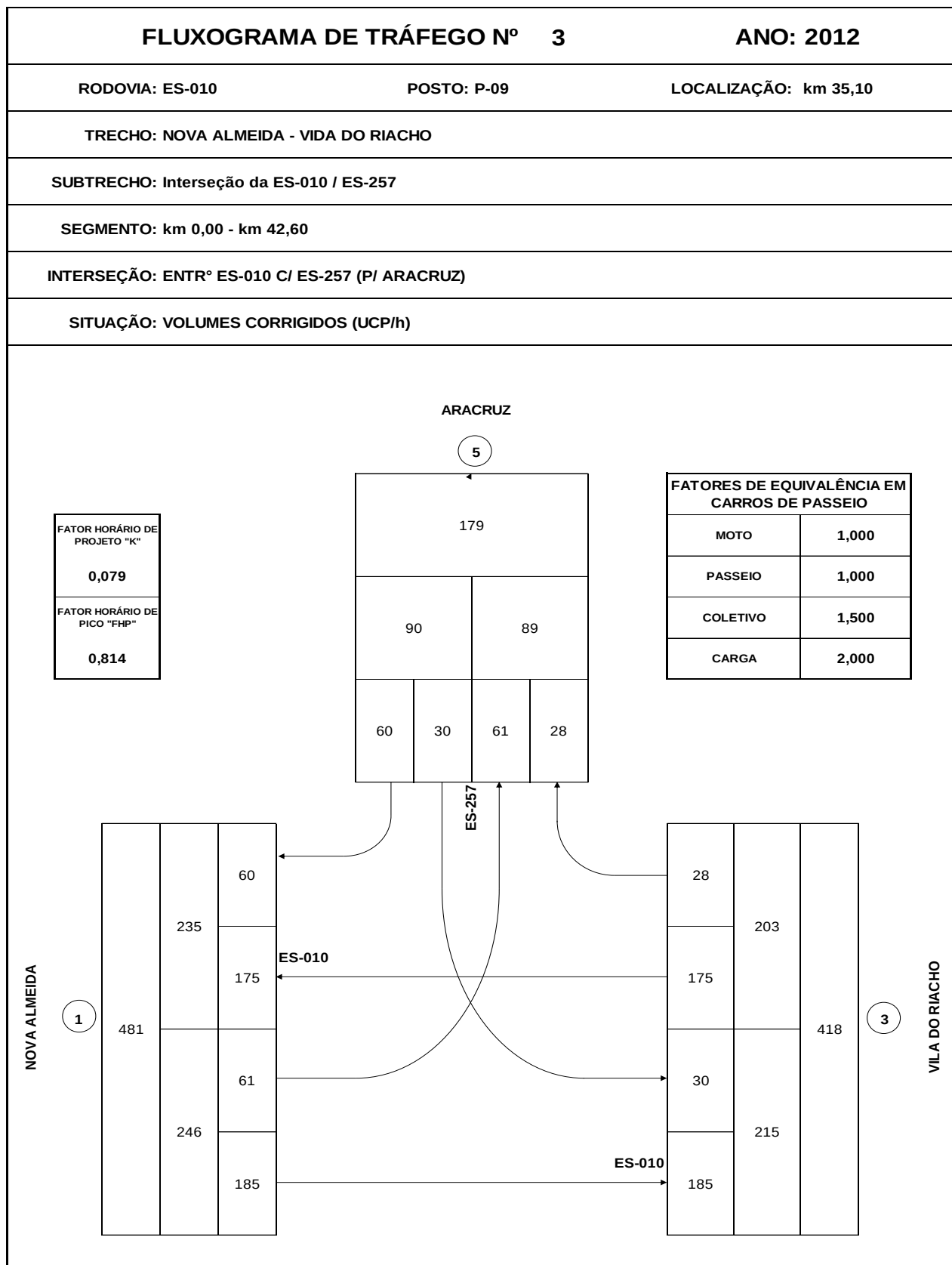
ÚNICA CONSULTORES DE ENGENHARIA URBANA. **Projeto Geométrico**. Espírito Santo, 2012.

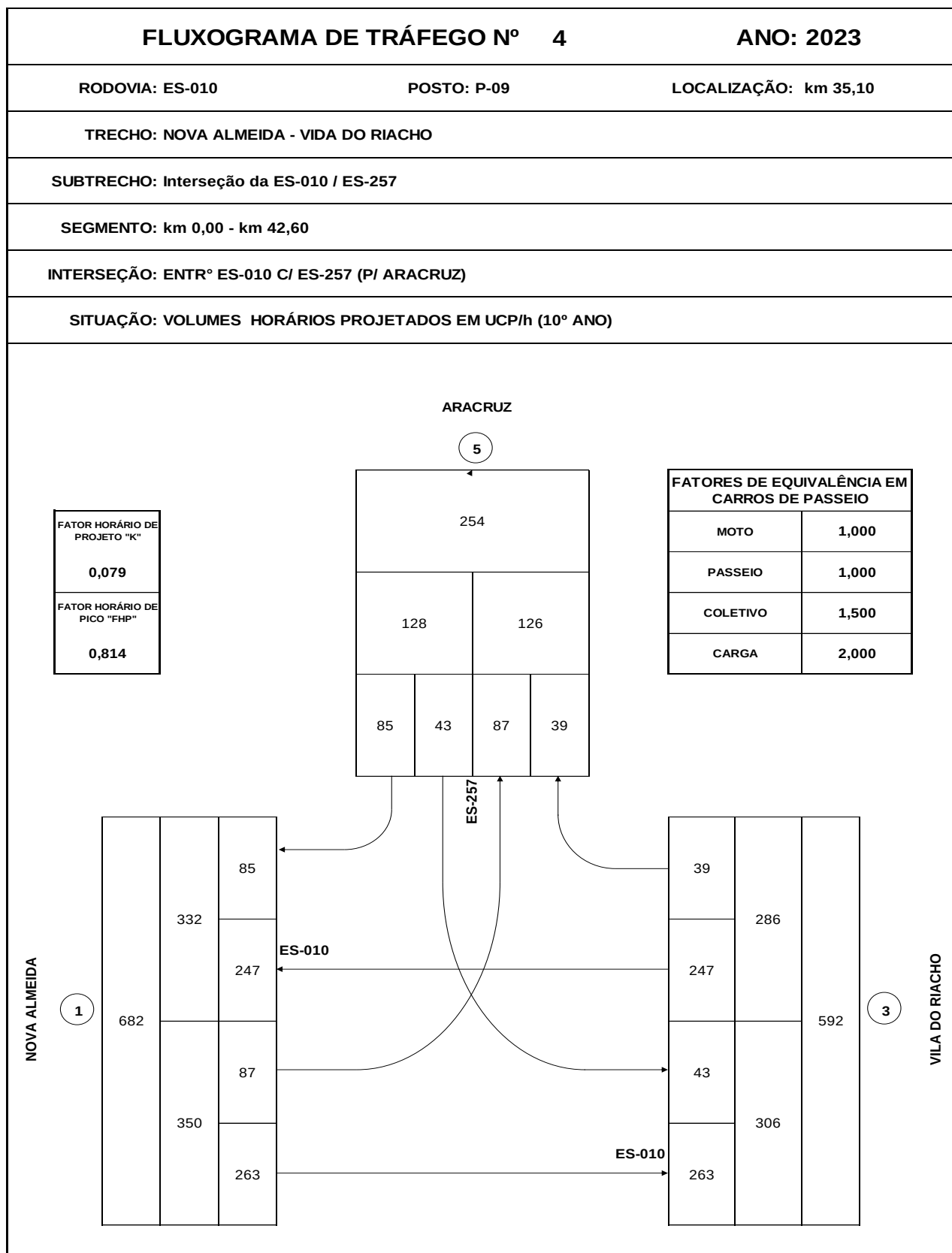
ANEXO A – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE (2012) EM VMD



ANEXO B – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2023 EM VMD



ANEXO C – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2012 EM UCP/h


ANEXO D – FLUXOGRAMA DE TRÁFEGO PARA O ANO DE 2023 EM UCP/h


ANEXO E – NOTA DE SERVIÇO

NOTA DE SERVIÇO - TERRAPLENAGEM																										
Rodovia: ES-010		Trecho: 3 - Ponte da Barra do Sahy (2ª ponte) – Vila do Riacho										Eixo: Rotatória														
Interseção: Entr. ES-257		LADO ESQUERDO										EIXO														
ESTACA	OFFSET	CANTEIRO			MEO-FIO		Projeto	Terreno	Alt.	BORDO			ACAB./DRENAGEM			MEO-FIO			PASSEIO			OFFSET				
		Afast	Cota	i%	Afast	Cota				i%	Afast	Cota	i%	Afast	Cota	i%	Afast	Cota	i%	Afast	Cota	i%	Afast	Cota	Alt	
0+0.000	-0,68	17,74	13,601	15,00	14,285	-0,30				13,650	13,799	-0,15	-12,00	13,410	-2,00									-12,00	14,622	1,21
0+5.000	-0,81	18,25	13,345	15,00	14,157	-0,30				13,522	14,844	-1,32	-12,00	13,282	-2,00									-12,00	14,655	1,37
0+10.000	-0,82	18,79	13,208	15,51	14,027	-0,30				13,393	14,744	-1,35	-12,00	13,153	-2,00									-12,00	14,547	1,39
0+15.000	-0,82	22,53	13,068	19,25	13,888	-0,30				13,265	14,557	-1,29	-12,00	13,025	-2,00									-12,00	14,447	1,42
1+0.000	-0,83	25,06	12,922	21,74	13,752	-0,30				13,137	14,430	-1,29	-12,00	12,897	-2,00									-12,00	14,325	1,43
1+5.000	-0,77	26,76	12,853	23,70	13,618	-0,30	0,10	13,688		13,008	14,405	-1,40	-12,00	12,768	-2,00	-13,00	12,738	-3,00						-14,02	14,265	1,53
1+10.000	-0,75	27,55	12,734	24,54	13,487	-0,30	0,10	13,560		12,880	14,429	-1,55	-12,00	12,640	-2,00	-13,00	12,610	-3,00						-14,09	14,241	1,63
1+15.000	-0,54	25,95	12,822	23,80	13,361	-0,30	0,10	13,432		12,752	14,430	-1,68	-12,00	12,512	-2,00	-13,00	12,482	-3,00						-14,16	14,225	1,74
2+0.000	-0,51	24,32	12,727	22,28	13,237	-0,30	0,10	13,303		12,623	14,316	-1,69	-12,00	12,383	-2,00	-13,00	12,353	-3,00						-14,18	14,130	1,78
2+5.000	-0,58	22,66	12,535	20,34	13,114	-0,30	0,10	13,175		12,495	14,177	-1,68	-12,00	12,255	-2,00	-13,00	12,225	-3,00						-14,22	14,051	1,83
2+10.000	-0,68	20,59	12,318	17,89	12,993	-0,30	0,10	13,047		12,367	14,030	-1,66	-12,00	12,127	-2,00	-13,00	12,097	-3,00						-14,25	13,977	1,88
2+15.000	-0,51	17,12	12,362	15,08	12,873	-0,30				12,238	13,483	-1,25	-12,00	11,998	-2,00									-12,00	13,947	1,95
3+0.000	-0,37	16,47	12,377	15,00	12,745	-0,30				12,110	12,787	-0,68	-12,00	11,870	-2,00									-12,00	13,630	1,76
6+0.000	0,20	25,49	12,389	24,68	12,188	-0,30				11,581	13,644	-2,06	-12,00	11,341	-2,00									-12,00	13,608	2,27
6+5.000	0,37	26,07	12,602	24,57	12,228	-0,30				11,622	13,714	-2,09	-12,00	11,382	-2,00									-12,00	13,692	2,31
6+10.000	0,49	25,74	12,761	23,78	12,271	-0,30				11,662	13,785	-2,12	-12,00	11,422	-2,00									-12,00	13,769	2,35
6+15.000	0,57	24,37	12,882	22,11	12,316	-0,30				11,702	13,846	-2,14	-12,00	11,462	-2,00									-12,00	13,756	2,29
7+0.000	0,70	21,73	13,061	18,95	12,366	-0,30	0,10	12,422		11,742	13,879	-2,14	-12,00	11,502	-2,00	-12,55	11,502	0,00	-12,65	12,042	-15,15	12,067	1,00	-16,23	13,691	1,62
7+5.000	0,76	18,03	13,174	15,00	12,418	-0,30	0,10	12,463		11,783	13,862	-2,08	-12,00	11,543	-2,00	-12,55	11,543	0,00	-12,65	12,083	-15,15	12,108	1,00	-16,07	13,491	1,38
7+10.000	0,80	18,20	13,257	15,00	12,458	-0,30	0,10	12,503		11,823	13,514	-1,69	-12,00	11,583	-2,00	-12,55	11,583	0,00	-12,65	12,123	-15,15	12,148	1,00	-16,07	13,532	1,38
7+15.000	0,81	18,24	13,307	15,00	12,498	-0,30	0,10	12,543		11,863	13,440	-1,58	-12,00	11,623	-2,00	-12,55	11,623	0,00	-12,65	12,163	-15,15	12,188	1,00	-16,04	13,518	1,33
8+0.000	0,68	17,74	13,223	15,00	12,539	-0,30	0,10	12,583		11,903	13,385	-1,48	-12,00	11,663	-2,00	-12,55	11,663	0,00	-12,65	12,203	-15,15	12,228	1,00	-16,00	13,500	1,27
8+5.000	0,58	20,36	13,146	18,05	12,570	-0,30	0,10	12,624		11,944	13,658	-1,71	-12,00	11,704	-2,00	-12,55	11,704	0,00	-12,65	12,244	-15,15	12,269	1,00	-15,89	13,384	1,12
8+10.000	0,46	24,69	13,051	22,87	12,596	-0,30	0,10	12,664		11,984	13,619	-1,64	-12,00	11,744	-2,00	-12,55	11,744	0,00	-12,65	12,284	-15,15	12,309	1,00	-15,82	13,319	1,01