



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY  
ESPÍRITO SANTO**

---

**Trecho:      Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua  
Extensão:   4,70 km**

**Contrato n.º 000166/2014**

**Projeto Executivo de Engenharia Para  
Melhorias Operacionais e Pavimentação  
de Rodovias Municipais**

**Volume 3 - Memória Justificativa**

**Projemax**  
Engenharia e Consultoria Ltda.

**Maio / 2015**





# PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY ESPÍRITO SANTO

---

Trecho: Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua  
Extensão: 4,70 km

Contrato n.º 000166/2014

## Projeto Executivo de Engenharia Para Melhorias Operacionais e Pavimentação de Rodovias Municipais

### Volume 3 - Memória Justificativa

**Contratante:** Município de Presidente Kennedy - Estado do Espírito Santo

**Contratado:** Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.

**Contrato:** 000166/2014

**Objeto:** Projetos Executivos de Engenharia Civil para Melhorias Operacionais e Pavimentação Rodovias Vicinais Municipais Localizadas nos Seguintes Trechos: Estrada Leonel - Alegria, Estrada Cancela - Santa Lúcia - ES 132, Água Pretinha/Santa Lúcia - Divisa Atílio Vivácqua, Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua, São Paulo - Água Pretinha, São Paulo - Cabral - Divisa com Itapemirim (Brejo Grande), Água Pretinha/Santa Lúcia - Cancela

**Projemax**  
Engenharia e Consultoria Ltda.

Maio / 2015



## SUMÁRIO

1.0 – Identificação da Empresa / Histórico do Contrato .....	3
2.0 – Mapa de Situação .....	9
3.0 – Estudos Realizados .....	13
3.1 – Plano Funcional .....	15
3.2 – Estudos de Traçado.....	25
3.3 – Estudos de Topográficos .....	41
3.4 – Estudos de Tráfego .....	53
3.5 – Estudos Geológicos .....	155
3.6 – Estudos Geotécnicos.....	165
3.7 – Estudos Hidrológicos.....	173
4.0 - Projetos .....	235
4.1 – Projeto de Geometria .....	237
4.2 – Projeto de Interseções e Acessos .....	251
4.3 – Projeto de Terraplenagem.....	255
4.4 – Projeto de Drenagem e OAC .....	269
4.5 – Projeto de Pavimentação .....	301
4.6 – Projeto de Sinalização .....	315
4.7 – Projeto de Obras Complementares .....	325
4.8 – Projeto de Obras de Arte Especiais .....	329
4.9 – Projeto de Desapropriação.....	333
5.0 – Quadros de Quantidades e Memória de Cálculo.....	341
5.1 – Diagrama Linear de Pavimentação (Quadro PE Qd 09).....	343
5.2 – Quantidades de Serviços (Quadro PE Qd 10) .....	347
5.3 – Resumo das Distâncias de Transportes (Quadro PE Qd 11) .....	365
5.4 – Diagrama Linear de Localização das Fontes de Materiais .....	369
6.0 – Termo de Encerramento.....	373





---

## 1.0 – IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA / HISTÓRICO DO CONTRATO

---





## 1.0 – IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA/HISTÓRICO DO CONTRATO

### 1.1 – INTRODUÇÃO

PROJEMAX Engenharia e Consultoria Ltda. apresenta, à consideração da Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy – ES (PMPK), o **Volume 3 – Memória Justificativa do Relatório Final, Trecho 05 Água Pretinha – Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua**, referente à “Elaboração de Projetos Executivos de Engenharia Civil Para Melhorias Operacionais de Rodovias Municipais”, que compõem o lote II do Edital de Concorrência 04/2014.

### 1.2 – IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Empresa: .....Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.  
CNPJ: .....35.788.793/0001-30  
Inscrição Estadual: ..... Isenta  
Inscrição Municipal (Rio de Janeiro): .....16.521-2  
Sede - Endereço: .....Av. Rio Branco, 257 / Grupo 1903 – Centro  
CEP: 20.040-009 Rio de Janeiro – RJ  
Tel / Fax: .....(21) 2533 7972 / (21) 2533 6758  
Endereço Eletrônico: .....projemax@projemax.com.br  
Tel.: .....(27) 3711 5944 / (27) 9987 9100  
Responsáveis Técnicos: .....Rodolpho Giovanni Bonelli (CREA-RJ 30.906-D)  
Eduardo Leite Gulo (CREA-SP)

### 1.3 – HISTÓRICO DO CONTRATO

Processo N.º: .....003961/2013  
Edital de Concorrência Pública: ..... Edital de Concorrência 004/2014  
Data da Concorrência: ..... 08 de abril de 2014

Objeto:..... Serviços Técnicos de Engenharia para Elaboração de Projetos Executivos de Engenharia Civil para Melhorias Operacionais e Pavimentação de Rodovias Vicinais Municipais Localizadas nos seguintes Trechos: Estrada Leonel – Alegria, Estrada Cancela – Leonel ES 162, Águas Pretinhas/Santa Lúcia – Divisa Atílio Vivacqua, Água Pretinha – Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua, São Paulo – Água Pretinha, São Paulo – Cabral – Divisa com Itapemirim (Brejo Grande), Água Pretinha/Santa Lúcia - Cancela

Prazo para Elaboração dos Serviços: .....365 Dias Corridos  
Contrato N.º: .....000166/2014  
Data de Assinatura: .....09 de Julho de 2014  
Data da Ordem de Início dos Serviços: ..... 18 de Agosto de 2014  
Valor Total do Contrato: ..... R\$ 1.988.750,17  
Saldo Contratual Financeiro..... R\$ 1.988.750,17  
Saldo Prazo Contratual.....260 Dias Corridos

## **1.4 – CONSTITUIÇÃO DO RELATÓRIO DE PROJETO**

### **1.4.1 - VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO E INFORMAÇÕES PARA LICITAÇÃO**

O volume contém a descrição sucinta e resumida das soluções propostas para a execução dos serviços e obras necessárias à construção da rodovia, dos estudos e itens de projetos executivos elaborados, inclusive a além de fornecer os elementos necessários para a licitação das obras tais como: Especificações, Plano de Execução da Obra, Cronogramas, Equipes, etc...

### **1.4.2 - VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO**

Neste volume é apresentada a documentação gráfica do Projeto de Execução, inclusive projeto tipo.

### **1.4.3 - VOLUME 2A – PROJETO DE EXECUÇÃO DE OAE**

Neste volume é apresentada a documentação gráfica do Projeto de Execução das Obras de Arte Especiais.

### **1.4.4 - VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

O volume contém a memória descritiva adotada para a elaboração dos projetos, descrevendo de forma ampla e abrangendo os estudos realizados, a metodologia adotada, os itens de projeto desenvolvidos, suas conclusões e recomendações.

### **1.4.5 - VOLUME 4 – ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO**

Neste volume são apresentadas quantidades auferidas para a elaboração do orçamento dos serviços a serem executados, com memória de cálculo das estruturas projetadas, planilha de quantidades e a planilha resumo por etapas de serviços.

#### **1.4.6 - VOLUME 3A – ESTUDOS E PROJETOS AMBIENTAIS**

Este volume consiste nos levantamentos de dados e informações que permitem uma adequada inserção das variáveis ambientais no projeto final de engenharia, a elaboração de programas e projetos para mitigar e compensar os impactos significativos das fases de execução e operação da rodovia bem como a obtenção das Licenças Ambientais necessárias.

#### **1.4.7 - VOLUME 3B– ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

Neste volume são apresentados os boletins de sondagem e os resumos de estudos do subleito e empréstimos, os ensaios e as misturas necessários à elaboração desses estudos como também, os ensaios da pedreira e areal a serem utilizados.

#### **1.4.8 - VOLUME 3C– MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS**

Neste volume é apresentada a Memória de Cálculo das Estruturas projetadas.

#### **1.4.9 - VOLUME 3D– NOTAS DE SERVIÇO E CÁLCULO DE VOLUMES**

Neste volume são apresentadas as notas de serviço referentes ao greide de terraplenagem projetado e a memória de cálculo dos volumes de terra movimentado.

#### **1.4.10 - VOLUME 3E – CADASTRO PARA DESAPROPRIAÇÃO**

Neste volume é apresentada a caracterização das áreas e benfeitorias a serem desapropriadas em função do traçado, suas localizações, delimitações em relação ao bordos do traçado da estrada existente, o cadastro individual dos proprietários.

### 1.5 – SITUAÇÃO FINANCEIRA DO CONTRATO

Item	Descrição	Obs	Valor (R\$)
A	Valor do Contrato Pi (R\$)		1.988.750,17
B	Valor Total dos Aditivos (R\$)		-
C	Valor do Contrato Pi Atualizado (R\$)	A+B	1.988.750,17
D	Total Serviços Medidos (R\$)		-
E	Saldo Contratual Pi (R\$)	C-D	1.988.750,17
F	Total Reajustes Realizados (R\$)		-
G	Total Reajustes Pagos (R\$)		-
H	Saldo Contratual (Pi+R)	C+F-D-G	1.988.750,17

Medições Realizadas					
Nº	Descrição	% Valor Global	Período	Valor (R\$)	
				Pi	Reaj.
1	Medição de Projeto	15,25%			
2	Medição de Projeto	15,25%			
3	Medição de Projeto	15,25%			
4	Medição de Projeto	15,95%			
5	Medição de Projeto	4,16%			
6	Medição de Projeto	4,55%			
7	Medição de Projeto	4,93%			
8	Medição de Projeto	4,55%			
9	Medição de Projeto	4,55%			
10	Medição de Projeto	4,55%			
11	Medição de Projeto	5,16%			
12	Medição de Projeto	5,82%			



---

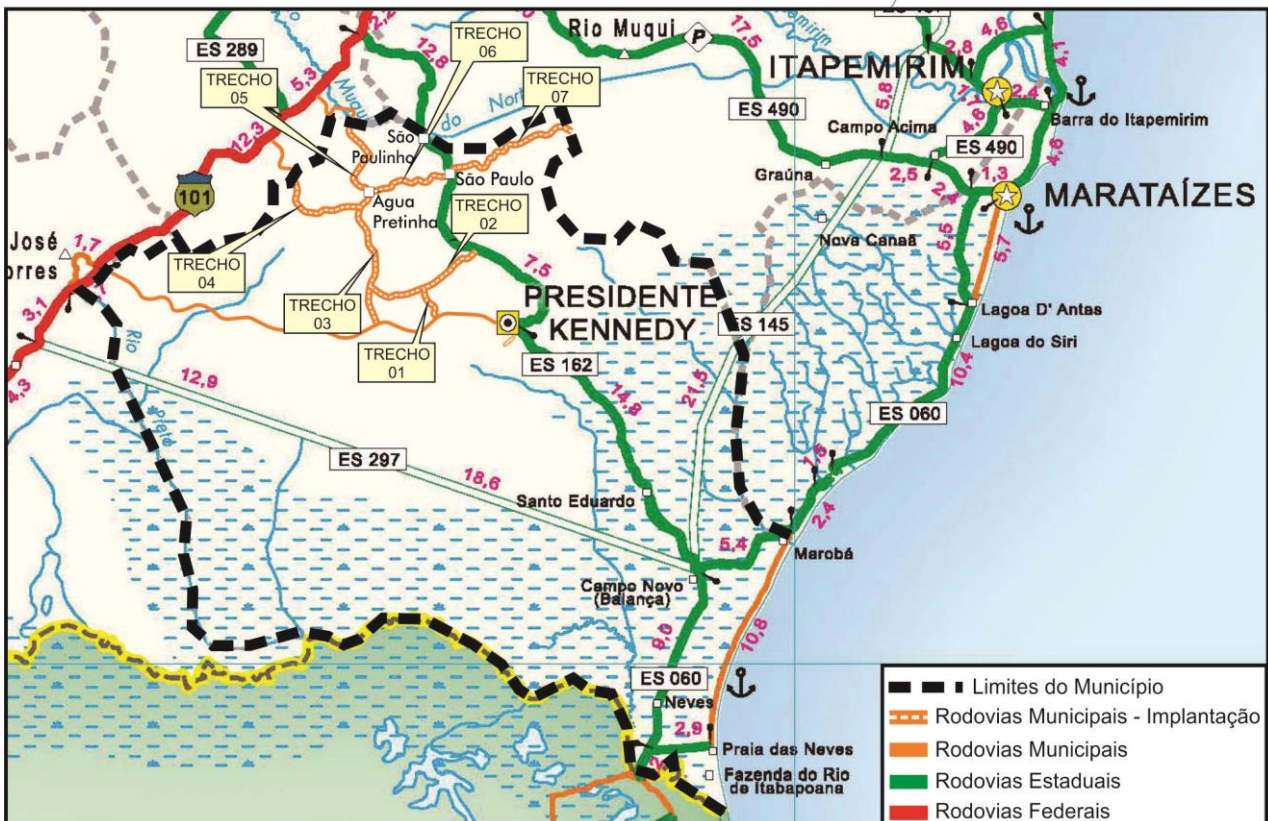
## 2.0 – MAPA DE SITUAÇÃO

---





Trecho	Descrição	Extensão (km)
01	Estrada Leonel - Alegria	1,8
02	Estrada Cancela - Leonel - ES 162	6,3
03	Água Pretinha / Santa Lúcia - Cancela	7,4
04	Água Pretinha / Santa Lúcia - Divisa Atílio Vivácqua	4,7
05	Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua	4,7
06	São Paulo - Água Pretinha	4,7
07	São Paulo - Cabral - Divisa com Itapemirim (Brejo Grande)	8,0









---

## 3.0 – ESTUDOS REALIZADOS

---





---

### ***3.1 – PLANO FUNCIONAL***

---



### **3.1 – PLANO FUNCIONAL**

#### **3.1.1 – INTRODUÇÃO**

O Plano Funcional foi elaborado objetivando definir a configuração da rodovia no que se refere às instalações, facilidades e dispositivos que compõem o ambiente rodoviário, determinados a partir da análise da expectativa do tráfego usuário, classificação funcional da rodovia bem como da verificação das condições de ocupação e uso do solo, de forma a promover a sua integração com o meio.

#### **3.1.2 – METODOLOGIA ADOTADA**

##### **3.1.2.1 – CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS**

A rodovia objeto do presente trabalho apresenta uma extensão de 4,70km, constituindo-se parte do sistema viário da Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy. A rodovia encontra-se instalada na região sul do estado nas imediações da divisa com o Estado do Rio de Janeiro.

##### **3.1.2.2 – CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL**

Os segmentos viários em termos funcionais podem ser classificados como “**vias coletoras**” que têm por função precípua a coleta do tráfego para direcionamento às vias arteriais secundárias.

##### **3.1.2.3 – CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA**

Em termos de classificação técnica, entende-se que a rodovia deva enquadrar-se segundo as características físicas correspondentes a de rodovias Classe III ondulada.

##### **3.1.2.4 – CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS**

A orografia da região onde se desenvolve o segmento em projeto se apresenta predominantemente ondulada.

##### **3.1.2.5 – DADOS CLIMÁTICOS**

Segundo Köppen, a classificação climática é tipo Aw, caracterizado por dias quentes e úmidos com chuvas no verão (de novembro a janeiro) e secas no inverno (de junho a agosto).

A precipitação média anual se situa em torno de 1.000 a 1.200 mm.

### 3.1.2.6 – DADOS EXISTENTES E COLETADOS

Foi realizado levantamento expedito das condições de traçado e geométricas da rodovia bem como a investigação para conhecimento das condições topográficas da região e também de detalhes sobre a condição de uso do solo, principalmente para o levantamento de núcleos urbanos e localidades existentes ao longo dos trechos, possibilitando o desenvolvimento de possíveis traçados, levando em consideração a segurança dos usuários e a melhor relação benefício-custo para os investimentos a serem realizados.

O conhecimento das condições gerais das rodovias permitiu concluir que a maior preocupação, em termos funcionais deve estar ligada à necessidade de:

- Adequar às condições de traçado das rodovias;
- Implantar geometria (planialtimétricas) adequada;
- Implantar dispositivos de controle operacional nas travessias urbanas.

A transposição da área urbanizada da localidade de Alegria foi um dos problemas identificados e que tiveram as possíveis soluções debatidas com mais afinco com a Fiscalização, no sentido de se padronizar e otimizar as soluções a serem implementadas.

Na visita ao trecho foram também identificados os acessos secundários existentes, interseções entre os trechos do projeto, bem como os locais de paradas de ônibus para a consequente adoção de baias e abrigos no projeto.

### 3.1.2.7 – SEGMENTAÇÃO DOS TRECHOS

Os trechos se apresentam de forma geral com características de rodovia implantada predominantemente em área rural, valendo ressaltar a ocorrência nas travessias urbanas dos elementos apresentados a seguir identificados como polos geradores de tráfego:

- Residências;
- Farmácias;
- Comércio em Geral;
- Escolas;
- Ginásio de Esportes;

- Igrejas e
- Tanques de Resfriamento de leite.

### **3.1.2.8 – ESBOÇO DO PLANO FUNCIONAL**

Partindo das premissas anteriores foram elaboradas as plantas apresentadas a seguir destacando-se os trechos com interferência urbana, onde serão implantadas as medidas adequadas à presença de tráfego local e de pedestres, discutidas com a Fiscalização.

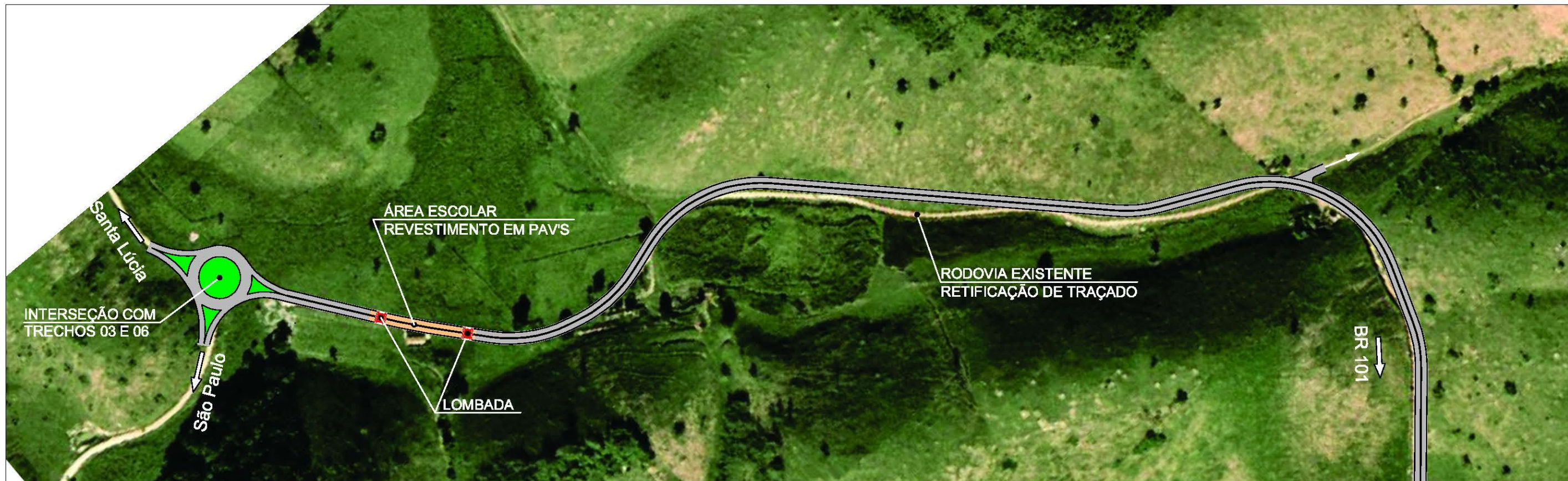
### **3.1.2.9 – CONCEPÇÃO DAS INTERSEÇÕES E PROJETOS TIPO DE ACESSOS SECUNDÁRIOS**

A interseção foi concebida segundo o “layout” tipo rótula fechada, com raio de conversão que permita a circulação de veículos articulados, comuns na região, em especial aqueles utilizados no transporte de cana e madeira.

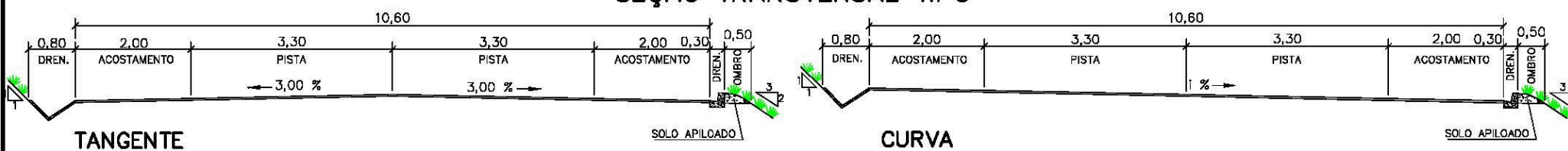
Quanto aos acessos às fazendas, foi feita uma avaliação individual quanto às condições de visibilidade e nelas serão implantadas “limpa-rodas”, melhorando as condições de acessibilidade e segurança atuais.





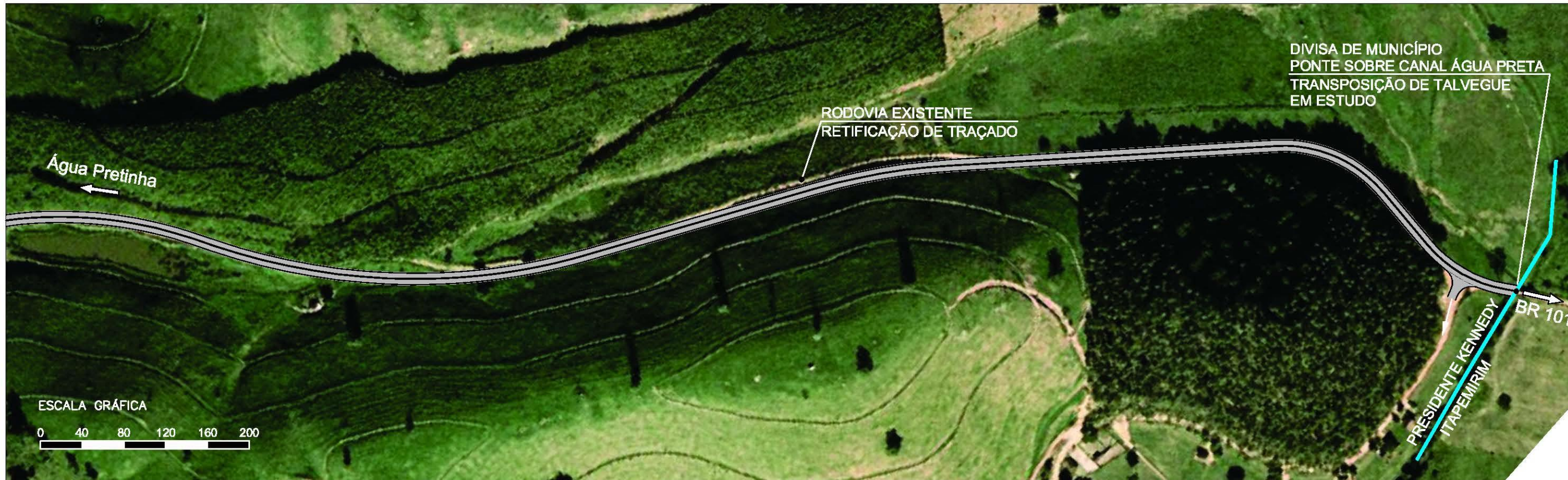


**RODOVIA  
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO**

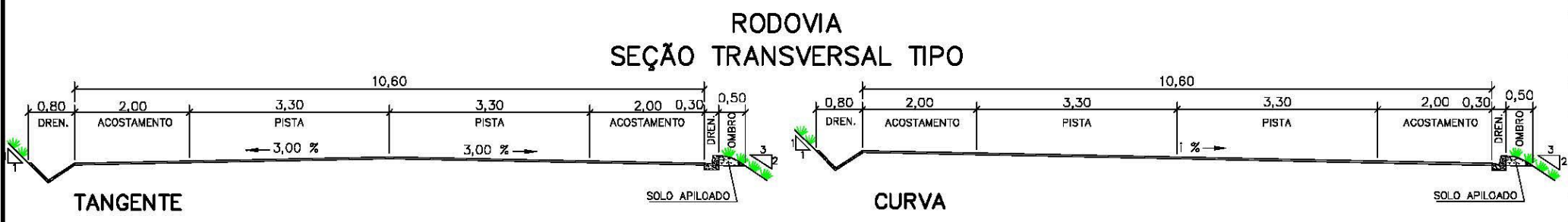


<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>	CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.		
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vinícius Extensão: 4,7 Km		Escala: 1:4.000	
<b>PLANO FUNCIONAL</b>		Data:	Folha nº 21
Visão:		PROJETISTA	PREFEITURA





PONTE S/ CANAL ÁGUA PRETA  
SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO



<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vinícius Extensão: 4,7 Km		Escala: 1:4.000	
PLANO FUNCIONAL		Data:	Folha nº 23
Visão:		PROJETISTA	PREFEITURA





---

## *3.2 – ESTUDOS DE TRAÇADO*

---



## **3.2 – ESTUDOS DE TRAÇADO**

### **3.2.1 – INTRODUÇÃO**

Os estudos de traçado desenvolvidos no projeto em tela objetivaram, inicialmente, a verificação das condições geométricas das vias existentes identificando os locais carentes de implantação de adequações operacionais.

A partir das informações levantadas e das recomendações definidas nas reuniões realizadas com a Secretaria de Obras e com a Fiscalização do projeto, foram definidos os locais objeto de retificação geométrica, tentando sempre, manter o traçado original.

Ditos locais, em princípio, restringem-se a retificações de curvas e variantes contornando perímetros urbanos.

### **3.2.2 – PROCEDIMENTO ADOTADO**

Tomou-se como premissas básicas para a definição do traçado, fatores relativos a manutenção do traçado atual dos trechos, mitigação de impactos ambientais, topografia da região e a minimização dos movimentos de terras e das áreas sujeitas a desapropriações.

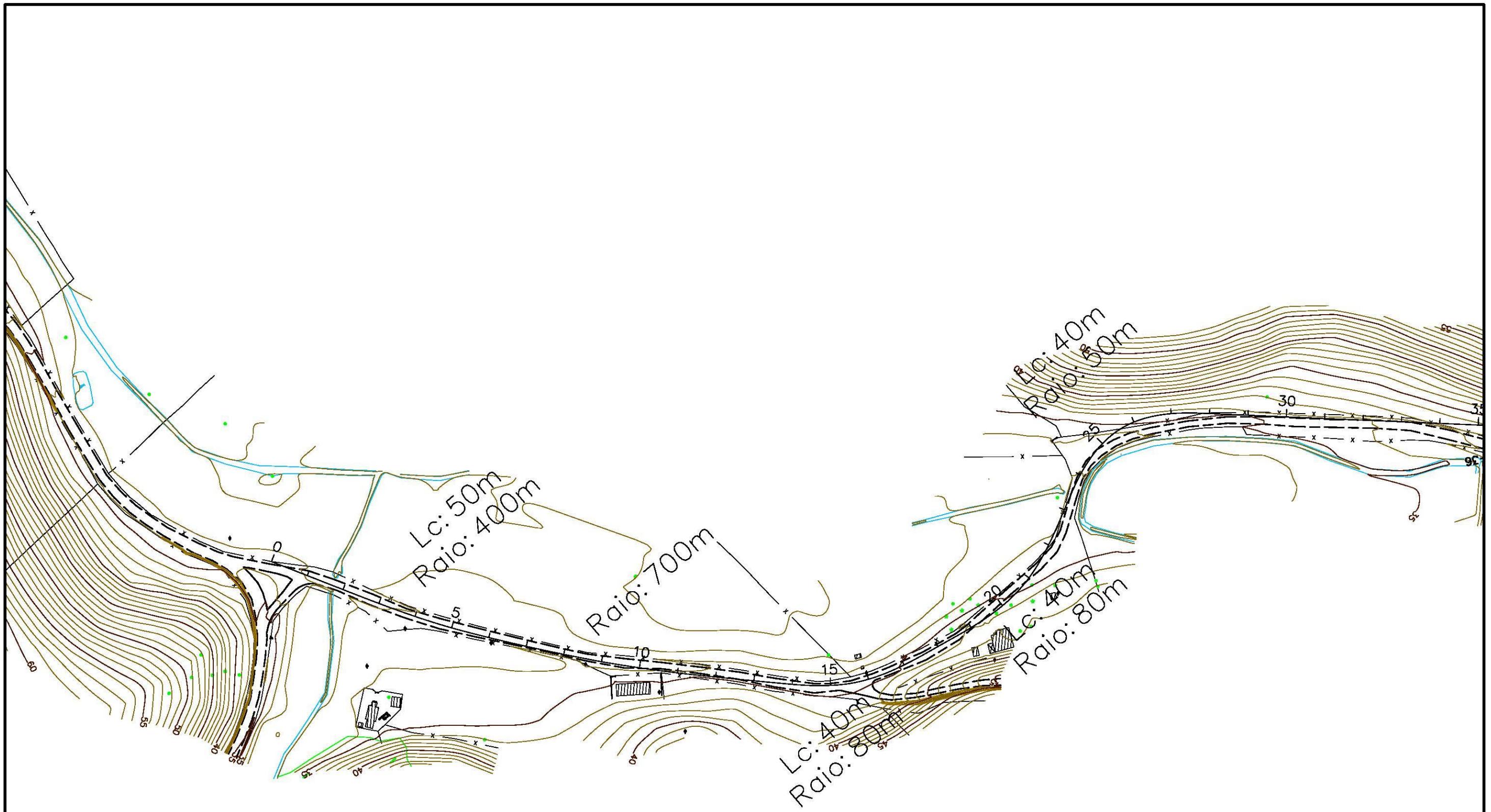
Em termos geométricos, planialtimétrico, os estudos de traçado foram desenvolvidos para atender a classificação da rodovia estabelecida no S.R.E. definida como Classe III Ondulada.

### **3.2.3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

A seguir são apresentados os eixos dos trechos previamente definidos, no qual foram embasados os projetos geométricos.

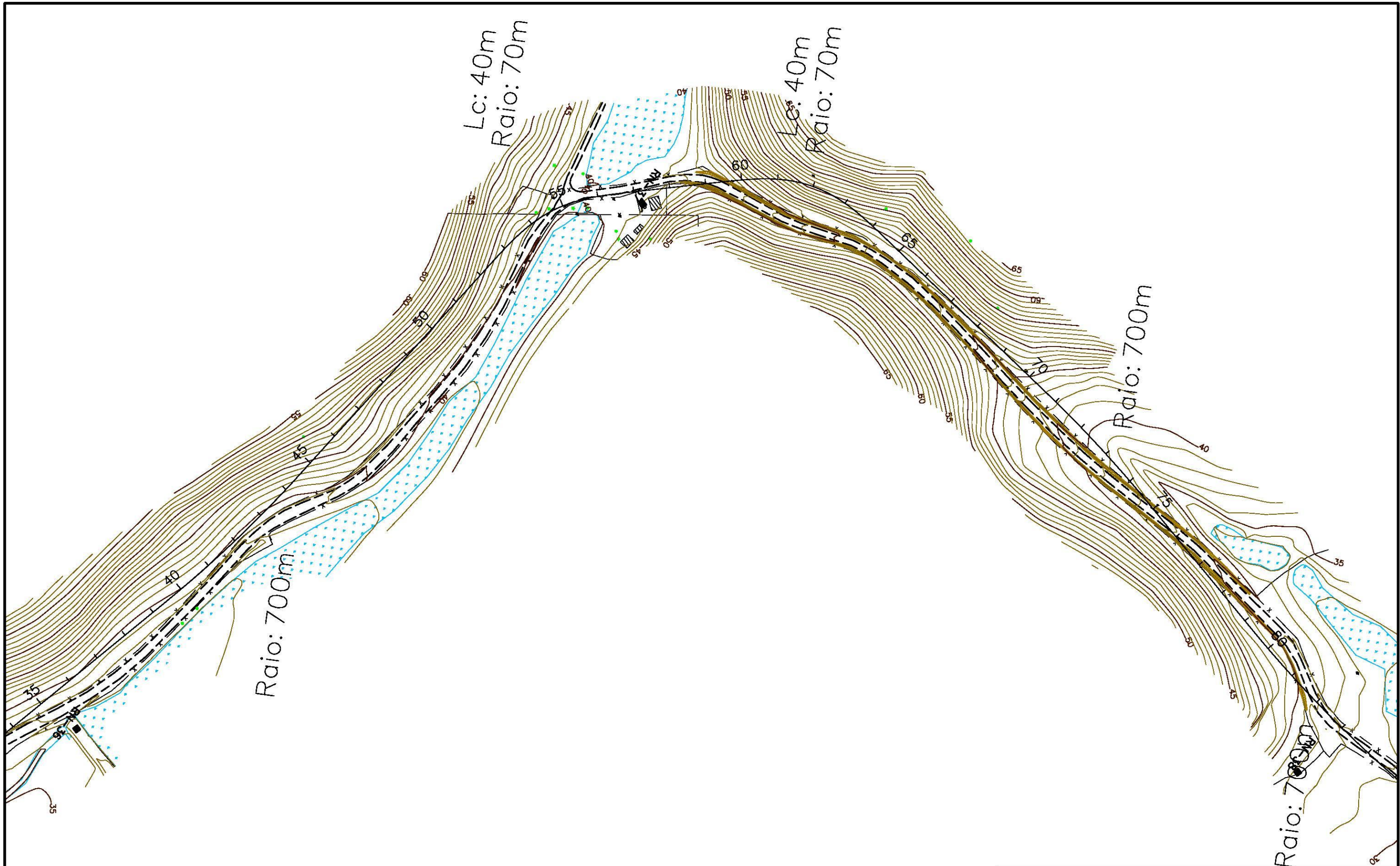


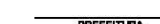




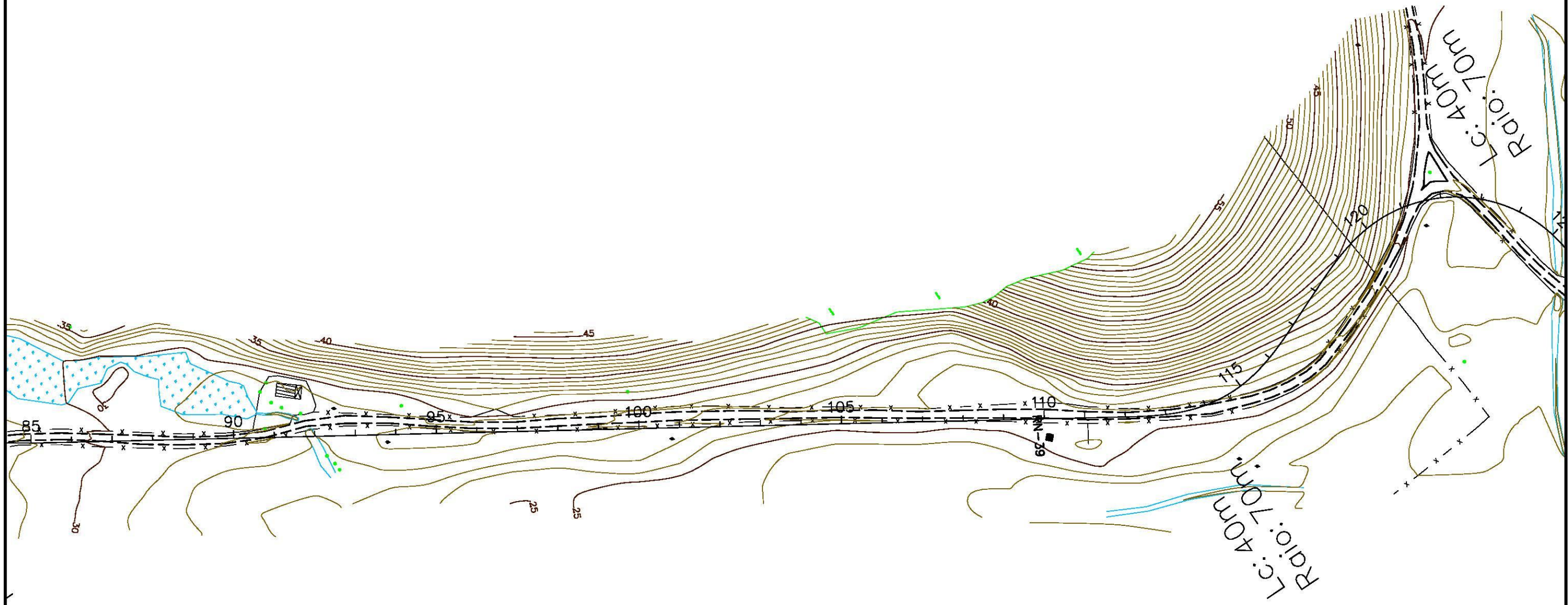
<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
 <b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoas Extensão: 4,7 Km			Escala: 1:2.000
Estudo de Traçado			Data: _____ Folha nº 29
Visto: _____ Projeta		_____ PREFEITURA	





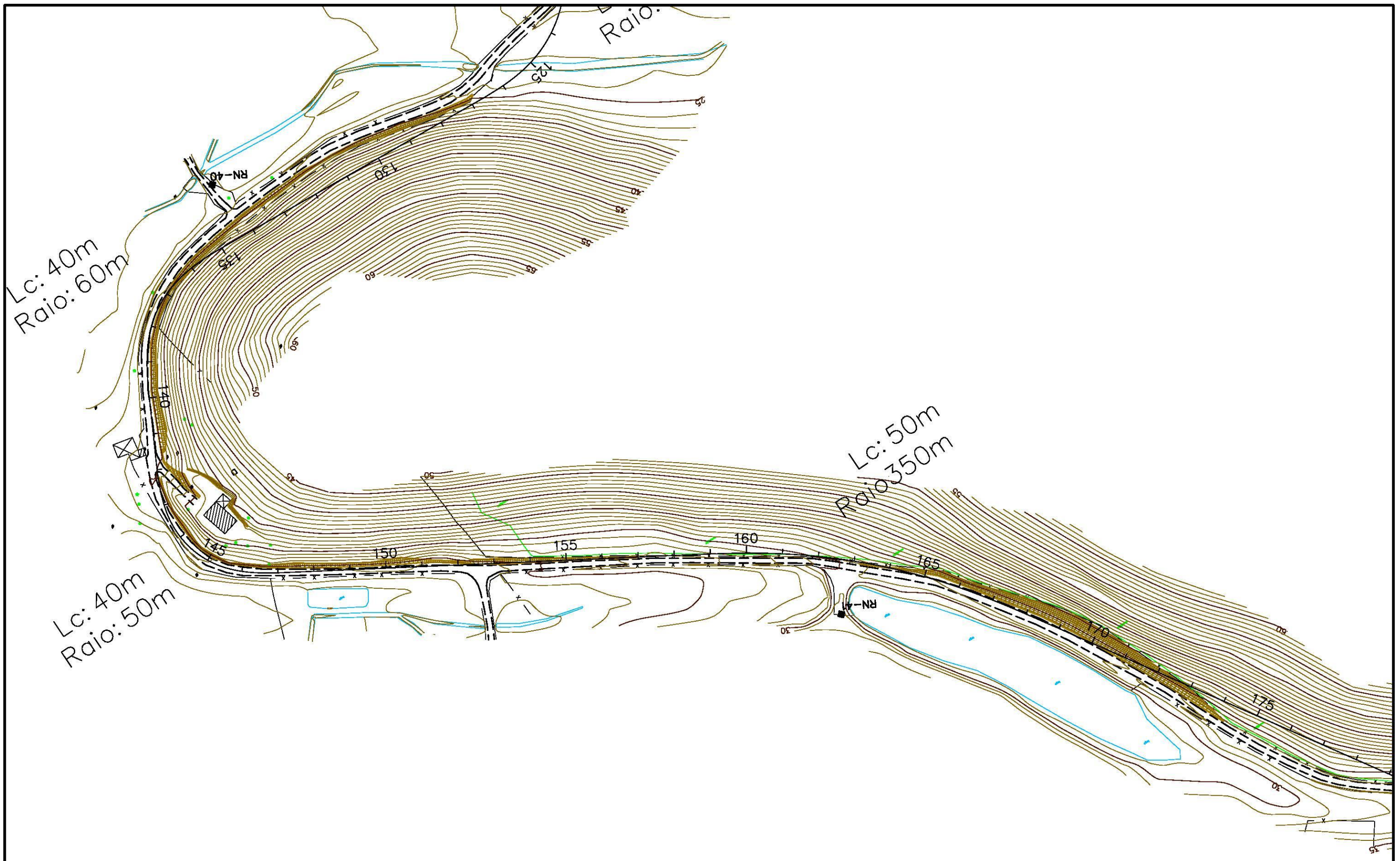
<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoça Estensão: 4,7 Km			Escala: 1:2.000
Estudo de Traçado			Data: _____ Folha nº 31
Visão:		 	





<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoque Extensão: 4,7 Km			Escala: 1:2.000
Estudo de Traçado			Data: _____ Folha nº 33
Visto: _____ Projeta		_____ PREFEITURA	

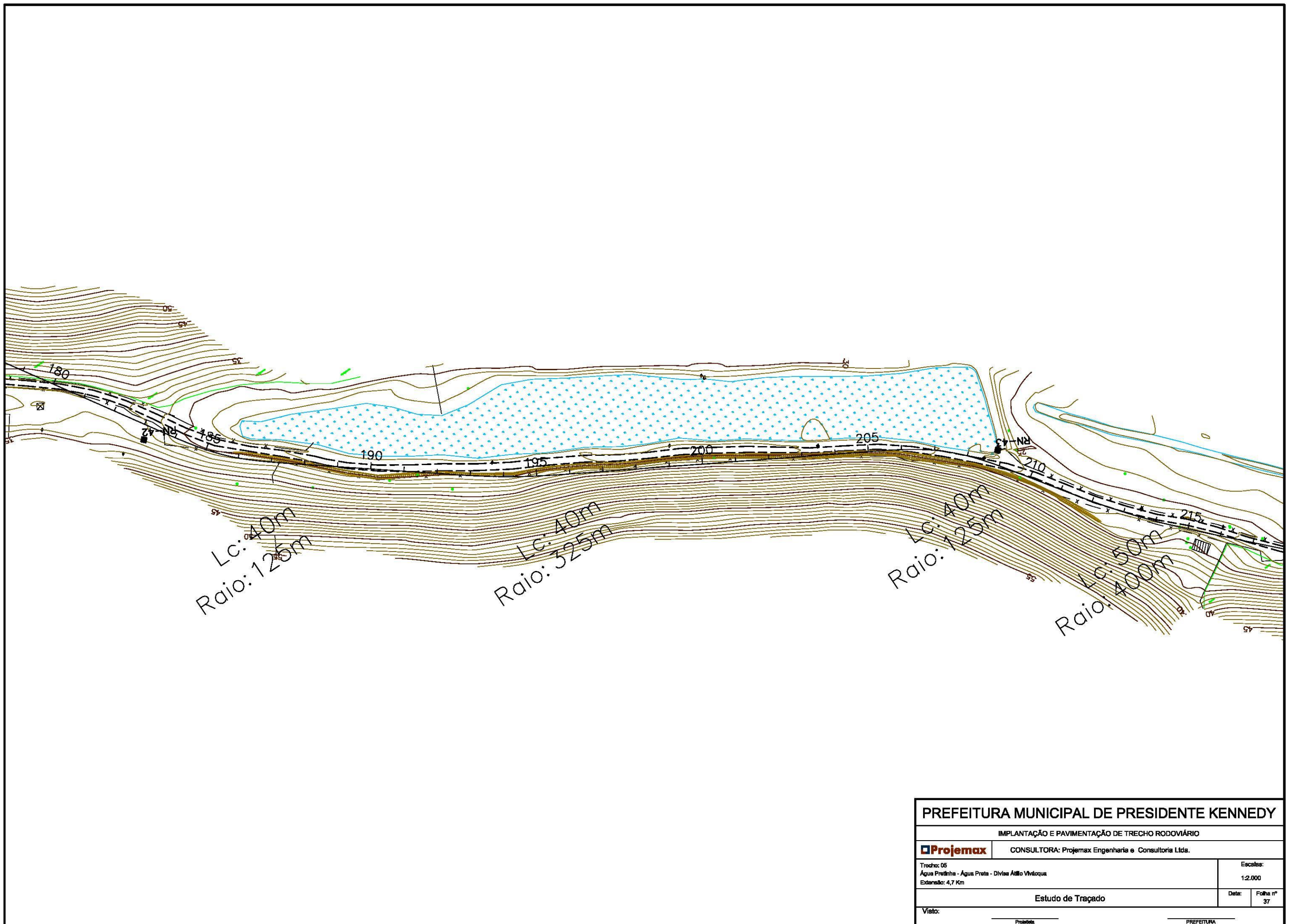





<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoas Extensão: 4,7 Km			Escala: 1:2.000
Estudo de Traçado			Data: Folha nº 35
Visto:		PREFEITURA	

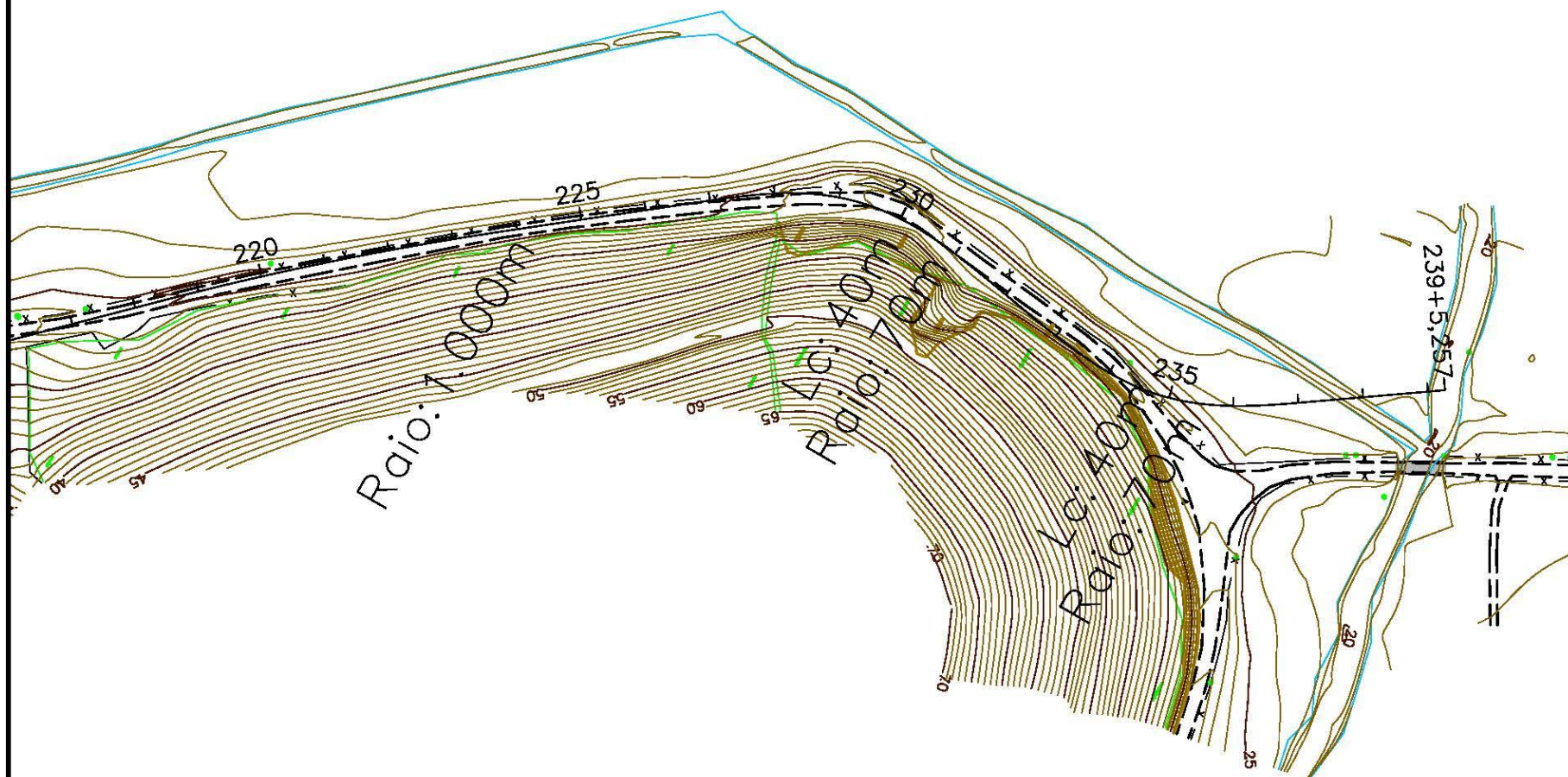






<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
 <b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Troço: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoque Extensão: 4,7 Km		Escala: 1:2.000	
Estudo de Traçado		Data:	Folha nº 37
Visto:		PREFEITURA	





<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>		CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Alto Vivecoque Extensão: 4,7 Km			Escala: 1:2.000
Estudo de Traçado			Data: _____ Folha nº 39
Visão:		PREFEITURA	





---

### *3.3 – ESTUDOS DE TOPOGRÁFICOS*

---



### **3.3 – ESTUDOS DE TOPOGRÁFICOS**

#### **3.3.1 – INTRODUÇÃO**

Após definidas as diretrizes a serem seguidas nos projetos a serem desenvolvidos, foram iniciados os serviços de campo referentes aos Estudos Topográficos.

Os trabalhos englobam também o nivelamento/contranivelamento das estacas e o levantamento das seções transversais do terreno natural.

No desenvolvimento dos estudos estão sendo respeitadas as recomendações contidas na Instrução de Serviço IS-205 das Diretrizes Básicas / 2006 para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT.

O trabalho em elaboração envolve as seguintes atividades:

- Implantação e Georreferenciamento dos Marcos de Controle Planimétricos – Base de Apoio Topográfico;
- Implantação da Poligonal de Apoio Planimétrica;
- Implantação de Marcos de Controle Altimétrico – RRNN;
- Implantação de Rede de Apoio Altimétrica – Rede de RRNN;
- Levantamento de Seções Transversais;
- Batimetria;
- Levantamentos Planialtimétricos Cadastrais / Faixa de Domínio; e,
- Levantamento de Obras de Arte Correntes.

#### **3.3.2 – METODOLOGIA ADOTADA**

##### **3.3.2.1 – IMPLANTAÇÃO E GEOREFERENCIAMENTO DOS MARCOS DE CONTROLE PLANIMÉTRICO - BASE DE APOIO TOPOGRÁFICO**

Ao longo dos trechos objeto dos estudos foram implantados marcos, que serviram de orientação e controle planimétrico aos trabalhos topográficos, podendo também servirem como de controle altimétrico, pois encontram-se nivelados e contranivelados geometricamente.

Estes marcos são constituídos por blocos de concreto simples e dispostos, entre si, cerca de 5 quilômetros, visando minimizar a influência da curvatura terrestre no ajuste de suas coordenadas planas.

Tomou-se como partida para o georeferenciamento desses marcos os pares SV15 – SV16; SV17 – SV18. Os vértices de origem estão posicionados através de coordenadas UTM, e seus vértices locados através do Sistema de Posicionamento Global (GPS), com constelação NAVSTAR (Navigation System With am Ranging), utilizando-se, leitura de dupla frequência (L1+L2) na definição das coordenadas, obedecendo-se a tolerância de fechamento linear de 1/50.000.

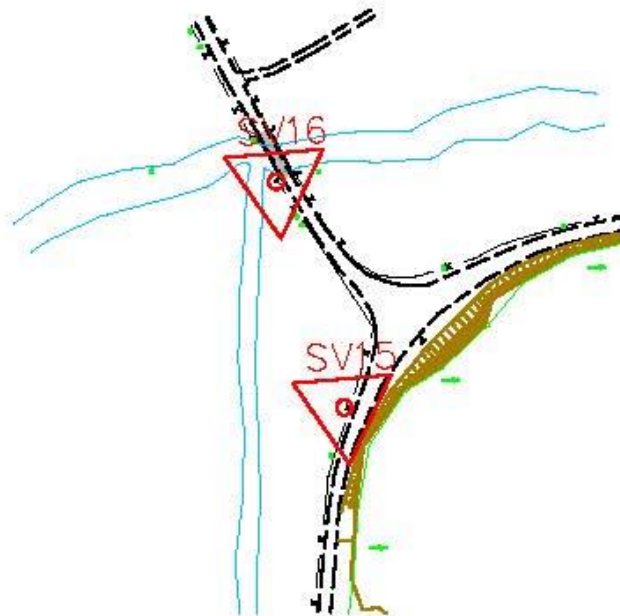
As coordenadas geográficas transformadas para planoretangulares UTM dos marcos de origem e referência SV15 – SV16; SV17 – SV18, foram obtidas através do rastreamento de satélites, coletadas por meio de equipamentos receptores geodésicos de dupla frequência por processo diferencial estático, tendo como Datum Horizontal o elipsóide SIRGA2000/MC-39.

### **3.3.3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

A seguir são apresentadas as monografias dos marcos bem como as plantas com as localizações dos Vértices da Poligonal de Apoio para o Trecho Água Pretinha – Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua.



## MONOGRAFIA MARCOS SV15 / SV16



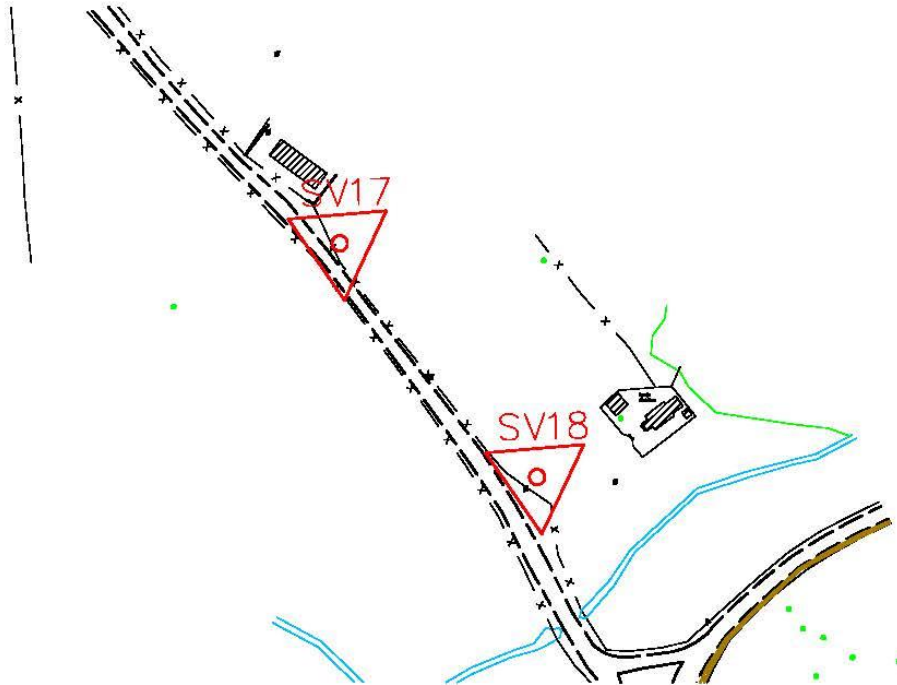
**SV15**

**SV16**



VÉRTICES	COORDENADAS	
	UTM - SIRGAS 2000	
	NORTE	ESTE
SV16	7.674.680,768	279.167,900
SV15	7.6746851,044	279.146,722

### MONOGRAFIA MARCOS SV17 / SV18



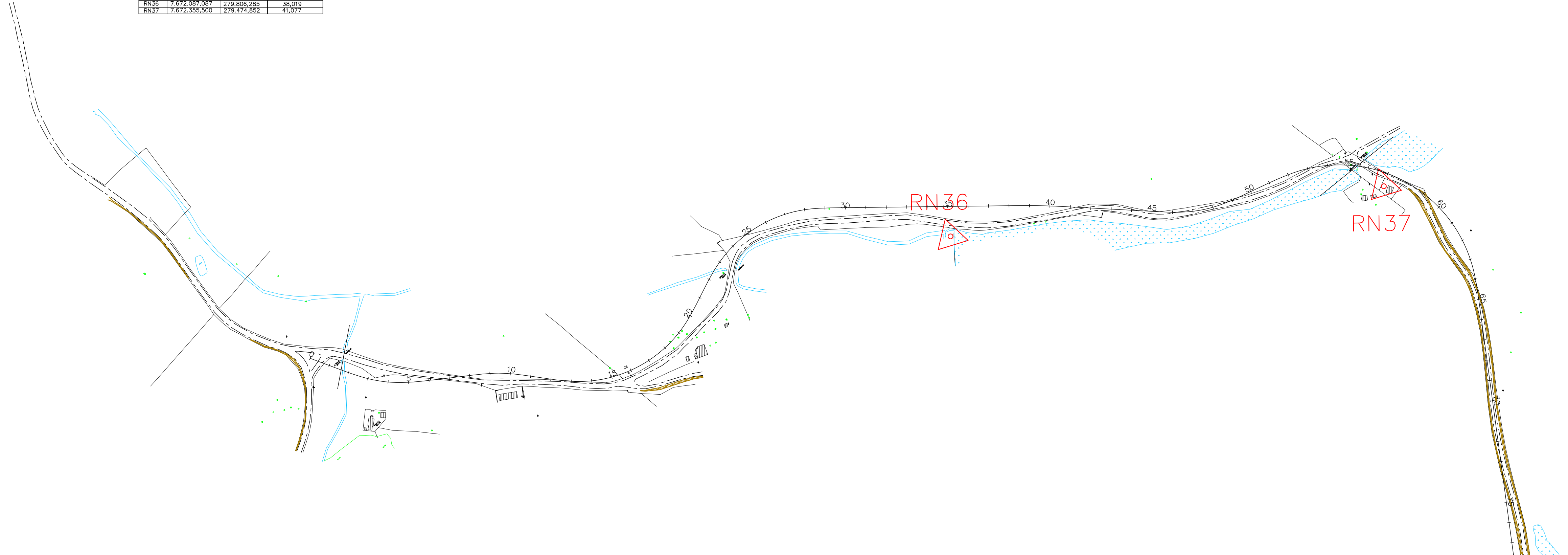
**SV17**

**SV18**



VÉRTICES	COORDENADAS	
	UTM - SIRGAS 2000	
	NORTE	ESTE
SV17	7.671.862,754	280.233,207
SV18	7.671.790,311	280.294,427

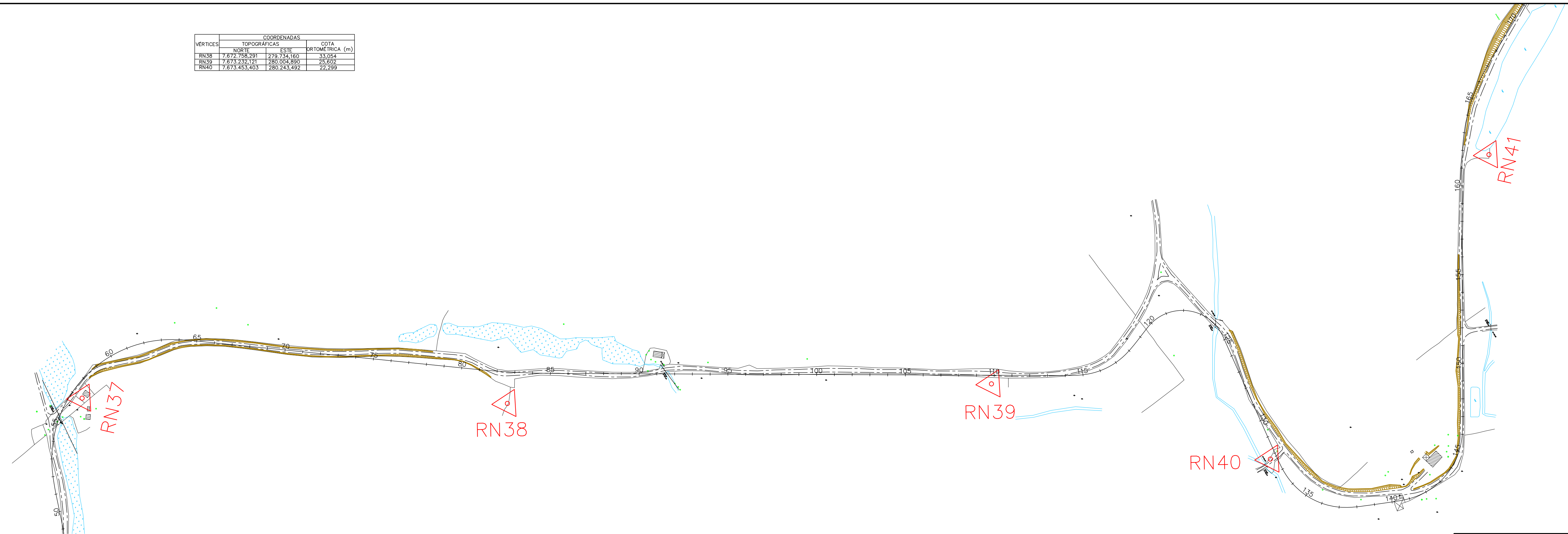
VÉRTICES	COORDENADAS		
	TOPOGRÁFICAS		COTA
	NORTE	ESTE	ORTOMÉTRICA (m)
RN36	7.672.087,087	279.806,285	38,019
RN37	7.672.355,500	279.474,852	41,077



<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b>	CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.		
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Dãsa Atílio Vivecoque Extensão: 4,7 Km	Escalas: 1:2.500		Data: 4/7
Localização dos Vértices da Poligonal de Apoio			Folha nº 47
Visto: _____ Projeto: _____ PREFEITURA			



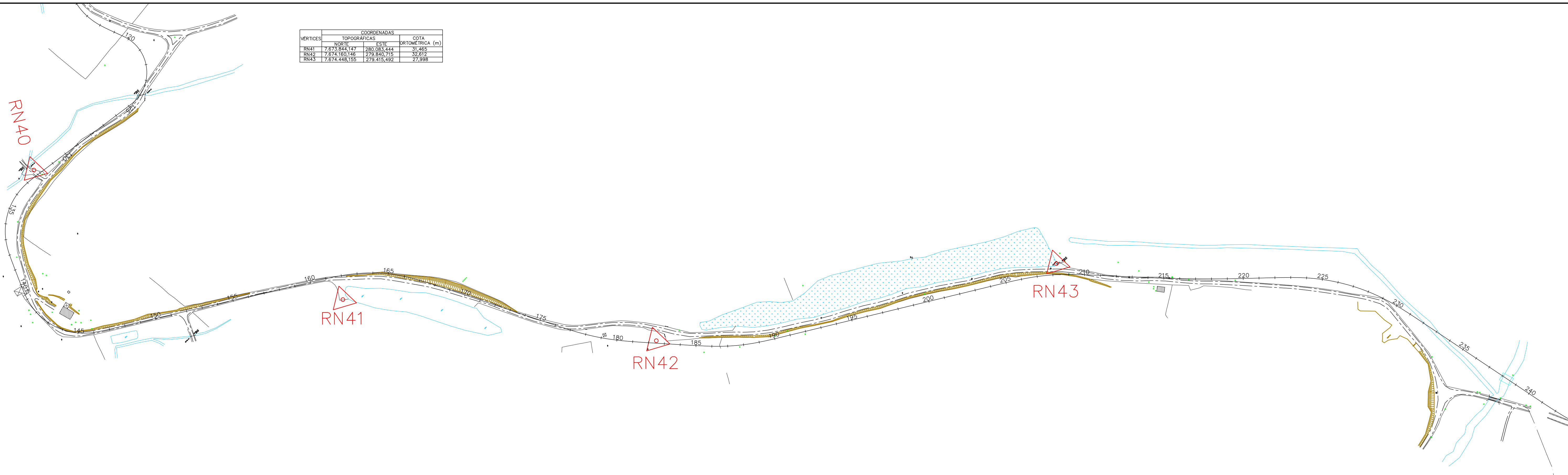
VÉRTICES	COORDENADAS		
	TOPOGRÁFICAS		COTA
	NORTE	ESTE	ORTOMÉTRICA (m)
RN38	7.672.758,291	279.734,160	33,054
RN39	7.673.232,121	280.004,890	25,602
RN40	7.673.453,403	280.243,492	22,299



<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY</b>			
IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO			
<b>Projemax</b> CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.		Escala:	
Trecho: 05 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atalaia Vitoriosa Extensão: 4,7 Km		1:2.500	
Localização dos Vértices da Poligonal de Apolo		Data:	Folha nº
Visão:			49



VÉRTICES	COORDENADAS		COTA ORTOMÉTRICA (m)
	NORTE	ESTE	
RN41	7.673.844,147	280.083,444	31,465
RN42	7.674.160,146	279.840,715	32,612
RN43	7.674.448,155	279.415,492	27,998



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY**

IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO

**Projemax** CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.

Trecho: 05  
 Água Pretinha - Água Preta - Divisa Água Várzea  
 Extensão: 4,7 Km

Escala: 1:2.500

Localização dos Vértices da Poligonal de Apolo

Visão: Projeto Prefeitura

Data: Folha nº 51







---

### *3.4 – ESTUDOS DE TRÁFEGO*

---



### 3.4 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

#### 3.4.1 – INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a descrição dos procedimentos adotados para fins de obtenção dos parâmetros de tráfego necessários à elaboração dos projetos executivos de engenharia para implantação/pavimentação de sete rodovias municipais localizadas no município de Presidente Kennedy, no Estado do Espírito Santo, com os objetivos de:

- (i) determinar a classe de projeto a ser adotada;
- (ii) determinar o número N - Equivalente de Operações do Eixo Padrão, necessário para a definição do projeto de pavimentação;
- (iii) verificar a capacidade de tráfego ao longo dos trechos, durante o período de vida útil do projeto; e
- (iv) fornecer os subsídios necessários à definição das soluções a serem adotadas nas principais interseções nos trechos em questão.

O estudo de tráfego envolveu os seguintes itens:

- Socioeconômica da Região;
- Sistema Viário e Trechos em Estudo;
- Coleta e Análise dos Dados de Tráfego Existentes;
- Pesquisas Complementares de Tráfego;
  - Contagens Volumétricas Classificadoras;
  - Pesquisa de Origem e Destino;
  - Pesquisas de tempo de Viagem
- Definição do VMD Atual;
- Alocação do Tráfego;
- Projeção do Tráfego;
- Estudo de Capacidade;
- Determinação do Número “N”

### 3.4.2 – SOCIOECONOMIA DA REGIÃO

Presidente Kennedy, município localizado no extremo sul do estado do Espírito Santo, com uma altitude de 55 metros, população estimada em 2010 pelo IBGE em 10.315 habitantes, com uma área de 586,52 km<sup>2</sup>, é uma das cidades menos populosas do Espírito Santo, porém com o maior PIB per capita do país (R\$ 387.136,99), em grande parte por causa das explorações em alto mar da chamada camada pré-sal no Oceano Atlântico pela Petrobrás e outras empresas. No entanto, continua sendo um município com muita pobreza e desigualdade, com índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,657.

O município é atualmente um dos que mais se beneficiam com os royalties provenientes da Indústria do Petróleo que está se instalando no município e no estado. Presidente Kennedy possui também o maior mangue do Brasil, onde catadores de caranguejos tiram seu ganha-pão.

Presidente Kennedy futuramente tem grandes chances de se tornar a nova capital brasileira do petróleo, por ter grande produção em alto-mar, estão instaladas grandes empresas na área do petróleo, minério e portos como a Petrobras, Chevron(Texaco), Shell, Samarco e a Vale.

Os investimentos no pré-sal estão incluídos nos US\$ 8,5 bilhões previstos pela Petrobras para os projetos em andamento no Município, em planejamento e em fase de licitação. As descobertas na camada de pré-sal foram anunciadas no ano passado. A estatal não informou o volume da descoberta em Jubarte, que pertence a Presidente Kennedy mas somente um dos reservatórios anunciados em 2007, tem quantidade estimada em até 8 bilhões de barris. Presidente Kennedy possui a maior reserva de petróleo marítima do Espírito Santo, com cerca de 1,9 bilhões de barris. Atualmente, a Petrobras produz 220 mil barris por dia, no campo de Jubarte.

Além da exploração de petróleo, Pres. Kennedy receberá outro investimento de vulto, relativo à construção do Terminal Portuário, por onde serão embarcadas cargas de rochas ornamentais, a ser implantado pela empresa Ferrous Ressources do Brasil, que prevê um investimento no município de US\$ 2,7 bilhões (dois bilhões e setecentos milhões de dólares podendo chegar a 11 bilhões de reais, construindo o complexo industrial e um gigante porto com usinas de pelotização na área de 12 milhões de metros quadrados assim impulsionando de vez o crescimento e desenvolvimento de Presidente Kennedy, trazendo novos frutos, novos projetos, novas indústrias e estruturando o município para o futuro.

O Porto Central será construído entre as praias de Marobá e das Neves, em parceria com o Porto de Roterdã. O projeto de porto-indústria, um dos maiores previstos para o Estado, é desenvolvido pela empresa Terminal Portuário de Kennedy (TPK). O grupo está finalizando a compra dos terrenos. A retroárea do porto será de 10 milhões de metros quadrados.

A seguir são apresentados os dados sobre a evolução da população de presidente Kennedy, do Estado do Espírito Santo e do Brasil, verificando-se taxas de crescimento entre 1991 e 2010, no valor de 0,5%aa para o município em estudo, de 1,6%aa para o Espírito Santo e de 1,4%aa para o país como um todo. Com relação ao período 2000 – 2010, houve uma pequena redução na diferença do crescimento entre o município e o estado e o país, pois Pres. Kennedy teve um crescimento de 0,8%aa, o Espírito Santo 1,3% aa e o Brasil, 1,2% aa.

**QUADRO 3.4.1**  
**EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE DO MUNICÍPIO, DO ESTADO E DO PAÍS**

<b>Anos</b>	<b>Pres. Kennedy</b>	<b>Espírito Santo</b>	<b>Brasil</b>
2010	10.314	3.514.952	190.755.799
2007	10.307	3.351.669	183.987.291
2000	9.555	3.097.232	169.799.170
1996	9.546	2.790.206	156.032.944
1991	9.433	2.600.618	146.825.475

Fonte: IBGE

O quadro abaixo apresenta a evolução do produto interno bruto (PIB) para o período 1999/2011, observando-se uma taxa de crescimento elevadíssima, de 43,5%aa. Entre 2010 e 2011, houve uma elevação de 150%, totalmente fora dos padrões normais, devido ao aumento dos investimentos que estão sendo realizados na região e a produção de petróleo.

**QUADRO 3.4.2**  
**EVOLUÇÃO DO PIB – PRES. KENNEDY**

Anos	PIB (R\$)	Anos	PIB (R\$)
2011	4.015.772	2004	192.080
2010	1.607.473	2003	317.481
2009	779.589	2002	85.418
2008	1.051.604	2001	51.254
2007	604.791	2000	73.601
2006	219.805	1999	52.574
2005	291.935		

Fonte: IBGE

A tabela abaixo apresenta a distribuição do valor adicionado, por setor da economia, verificando-se que a quase totalidade dos recursos são provenientes do setor industrial, conforme já citado anteriormente.

**QUADRO 3.4.3**  
**VALOR ADICIONADO POR SETOR – PRESIDENTE KENNEDY**

Setores	2011		2010	
	Valor Adicionado		Valor Adicionado	
	R\$	%	R\$	%
agropecuário	32.546	0,8%	33.825	2,1%
industrial	3.891.288	96,9%	1.497.229	93,1%
serviços	88.609	2,2%	73.462	4,6%
impostos	3.330	0,1%	2.957	0,2%
<b>Total</b>	<b>4.015.773</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.607.473</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: IBGE

A evolução da frota, entre 2009 e 2013 correspondeu a 5,8%aa, sendo 4,6%aa dos autos, 1,3%aa dos ônibus, 6%aa dos caminhões e 6,7%aa de motos.

**QUADRO 3.4.4**  
**EVOLUÇÃO DA FROTA - PRESIDENTE KENNEDY**

Evolução da frota					
	2013	2012	2011	2010	2009
autos	2.704	2.508	2.383	2.361	2.260
ônibus	39	37	39	40	37
caminhões	301	261	262	252	238
motos	2.609	2.467	2.312	2.149	2.013
outros	65	58	48	50	9
<b>Total</b>	<b>5.718</b>	<b>5.331</b>	<b>5.044</b>	<b>4.852</b>	<b>4.557</b>

Fonte: IBGE

Com relação ao setor agropecuário, o quadro abaixo apresenta os principais produtos da região, com predominância, em relação à área de produção e quantidade, em toneladas, da cana-de-açúcar, embora, em termos de valor de produção o que gerou mais recursos, foi a produção de abacaxi, com área bem mais reduzida que a cana.

Estima-se que a melhoria das condições das rodovias possibilite um incremento na produção agrícola da região, devido à redução de frete e maior facilidade na compra de insumos e na venda da produção, acarretando um tráfego a ser gerado nas áreas de influência das rodovias do programa rodoviário.

**QUADRO 3.4.5**  
**DADOS DE PRODUÇÃO – PRES. KENNEDY**

Produtos	Pres. Kennedy - 2012			
	Área (ha)	Quantidade (t)	vl prod R\$ mil	Rendimento kg/ha
<b>lav. Permanente</b>				
maracujá	30	660	885	22.000
banana (cacho)	40	400	328	10.000
café	450	518	2.170	1.151
coco (frutos)	55	1.320	660	24.000
<b>lav. Temporária</b>				
abacaxi	500	11.000	12.034	22.000
cana-de-açúcar	2.300	115.000	6.325	50.000
milho	140	462	278	3.300
bovinos (cabeças)	8.166	57.161		
leite vaca (mil litros)		13.802	11.732	

Fonte: IBGE

Com os dados acima estimou-se o percentual de cada produto em relação à produção total do município, o que foi transposto para o cálculo da produção nas respectivas áreas de influência de cada trecho do programa, obtendo-se os percentuais abaixo discriminados:



**QUADRO 3.4.6**  
**PRODUTO EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL - PRESIDENTE KENNEDY - 2012**

<b>Produtos</b>	<b>%</b>
<b>lav. Permanente</b>	
café	0,77
coco (frutos)	0,09
<b>lav. Temporária</b>	
abacaxi	0,86
cana-de-açúcar	3,94
milho	0,24
<b>bovinos (cabeças)</b>	<b>13,99</b>
leite vaca (mil litros)	
<b>Total</b>	<b>19,9</b>

**3.4.3 – SISTEMA VIÁRIO E TRECHOS EM ESTUDO;**

O acesso à Presidente Kennedy é feito pela ES.162, no km 418 da BR.101/ES, podendo também ser feito pela RJ.224.

A BR.101/ES está sendo operada pela Concessionária Eco101, prevendo-se sua duplicação para os próximos anos, o que melhorará substancialmente o acesso à cidade de Presidente Kennedy.

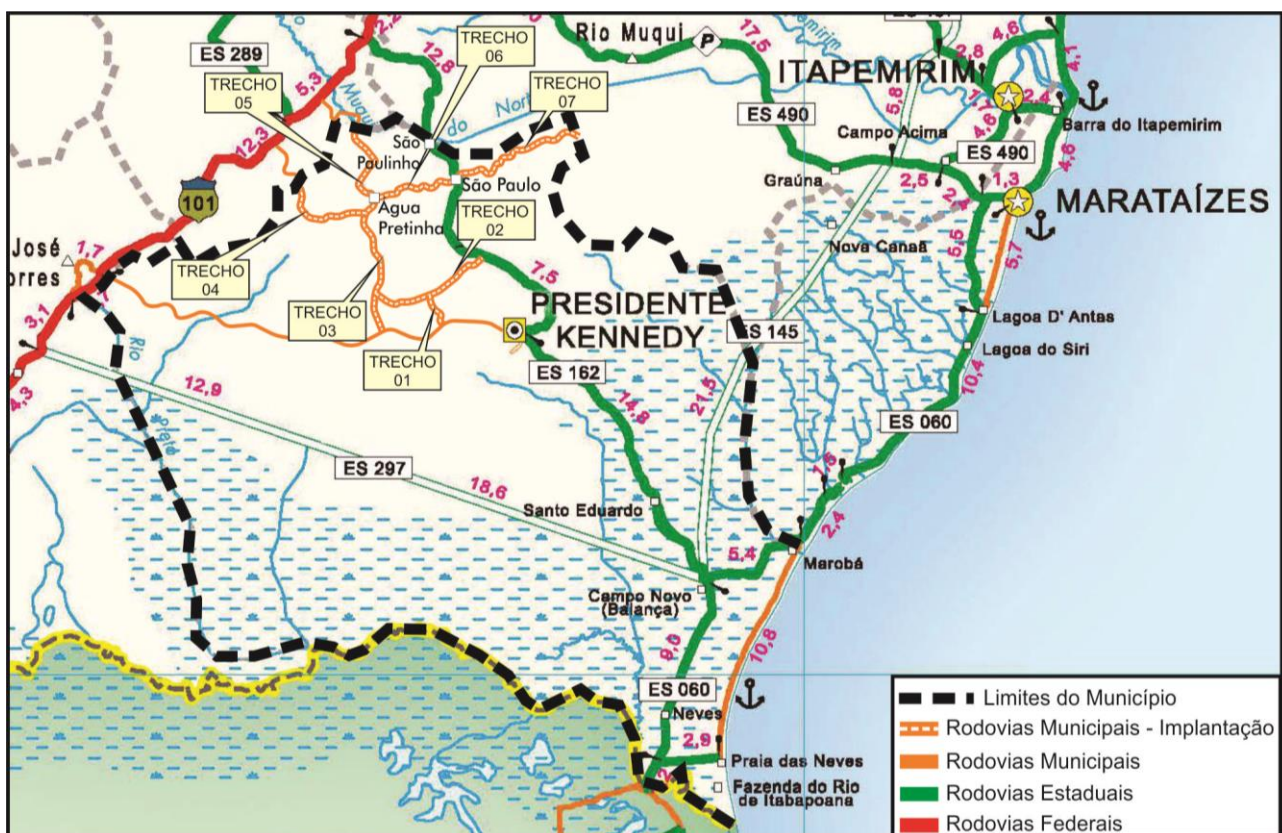
A rodovia estadual ES.162, pavimentada, em bom estado facilita também o acesso ao município, sendo que, com a implantação/pavimentação das rodovias municipais constantes do presente programa de melhoramentos rodoviários, Presidente Kennedy terá condições de receber todo o tráfego a ser gerado pelos empreendimentos que ocorrerão ao longo dos próximos anos.

Os trechos em estudo são apresentados a seguir:

**QUADRO 3.4.7**  
**TRECHOS EM ESTUDO**

Trecho	Trecho	Extensão (Km)
1	Estrada Leonel - Alegria	1,80
2	Estrada Cancela – Leonel – ES - 162	6,30
3	Água Pretinha / Santa Lúcia - Cancela	7,40
4	Água Pretinha / Santa Lúcia – Divisa Atílio Vivacqua	4,70
5	<b>Água Pretinha - Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua</b>	<b>4,70</b>
6	São Paulo – Água Pretinha	4,70
7	São Paulo – Cabral – Divisa Itapemirim (Brejo Grande)	8,00

**FIGURA 3.4.1**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS TRECHOS EM ESTUDO**



### **3.4.4 – COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DE TRÁFEGO EXISTENTES**

Para o presente estudo foram pesquisados dados de tráfego junto ao DER/ES, tendo sido constatada a inexistência de informações relativas aos trechos em estudo.

Foram obtidos dados de tráfego da BR.101, nas proximidades de Presidente Kennedy.

### **3.4.5 – PESQUISAS COMPLEMENTARES DE TRÁFEGO**

Em complementação aos dados existentes, foram realizadas contagens volumétricas classificatórias, além de um posto de origem/destino e de pesquisas de tempo de viagem, para verificação de possíveis desvios de tráfego da rede de interesse, conforme apresentado no Plano de Contagens de Tráfego.

#### **3.4.5.1 – CONTAGENS VOLUMÉTRICAS CLASSIFICATÓRIAS;**

Os postos de contagens volumétricas classificatórias, com suas localizações e períodos de contagens, foram os seguintes:

Uma análise da rede de tráfego em estudo permitiu verificar as necessidades de obtenção de dados de volume de tráfego e de caracterização das viagens ao longo da referida rede.

Desta forma, foram feitas contagens volumétricas classificatórias em cinco postos, dois principais e três complementares, além de um posto de pesquisa de origem e destino (O/D), conforme abaixo discriminado:

Desta forma, foram previstos cinco postos de contagem volumétrica, sendo os dois primeiros, já previstos no edital de licitação e os demais, complementares, considerados de interesse do projeto, conforme apresentado abaixo:

- Posto P.1 (CVD) – Localizado no entroncamento dos trechos 03, 05 e 06;
- Posto P.2 (CVD) - Localizado no entroncamento dos trechos 02 e 03;
- Posto P.3 (CV) - Localizado no trecho 04;
- Posto P.4 (CV) - Localizado no trecho 01;
- Posto P.5 (CV) - Localizado no trecho 07.

Os dados obtidos nas contagens volumétricas são apresentados no Anexo A.

### **3.4.5.2 – PESQUISA DE ORIGEM E DESTINO;**

Foi implantado, conforme edital, um posto de pesquisa de origem/destino (O/D), localizado na rodovia ES.162, entre as localidades de Leonel e São Paulo.

Foram realizadas contagens volumétricas no posto de origem/destino, a fim de permitir as expansões das matrizes de O/D resultantes das pesquisas efetuadas.

### **PERÍODO DAS PESQUISAS**

As contagens volumétricas classificatórias referentes aos postos 1 e 2 foram realizadas nos sete dias da semana, durante 24 hs/dia, obtendo-se, portanto, o volume de tráfego total da semana pesquisada, enquanto os postos 3, 4 e 5, considerados de apoio, tiveram a duração de um dia, durante 16 hs/dia, de 06:00 às 22:00 horas, adotando-se fatores de expansão horária e diária obtidos dos postos 1 e 2, para obtenção do volume médio diário anual de tráfego. Por falta de dados considerou-se o fator de expansão mensal igual a 1,0.

As pesquisas de O/D foram executadas no posto único, durante doze dias, no período entre 06:00 e 18:00 hs, totalizando 12 horas/dia. Foram realizadas, 3.244 entrevistas, bem acima do previsto, que era no mínimo 50 entrevistas ao longo desse período.

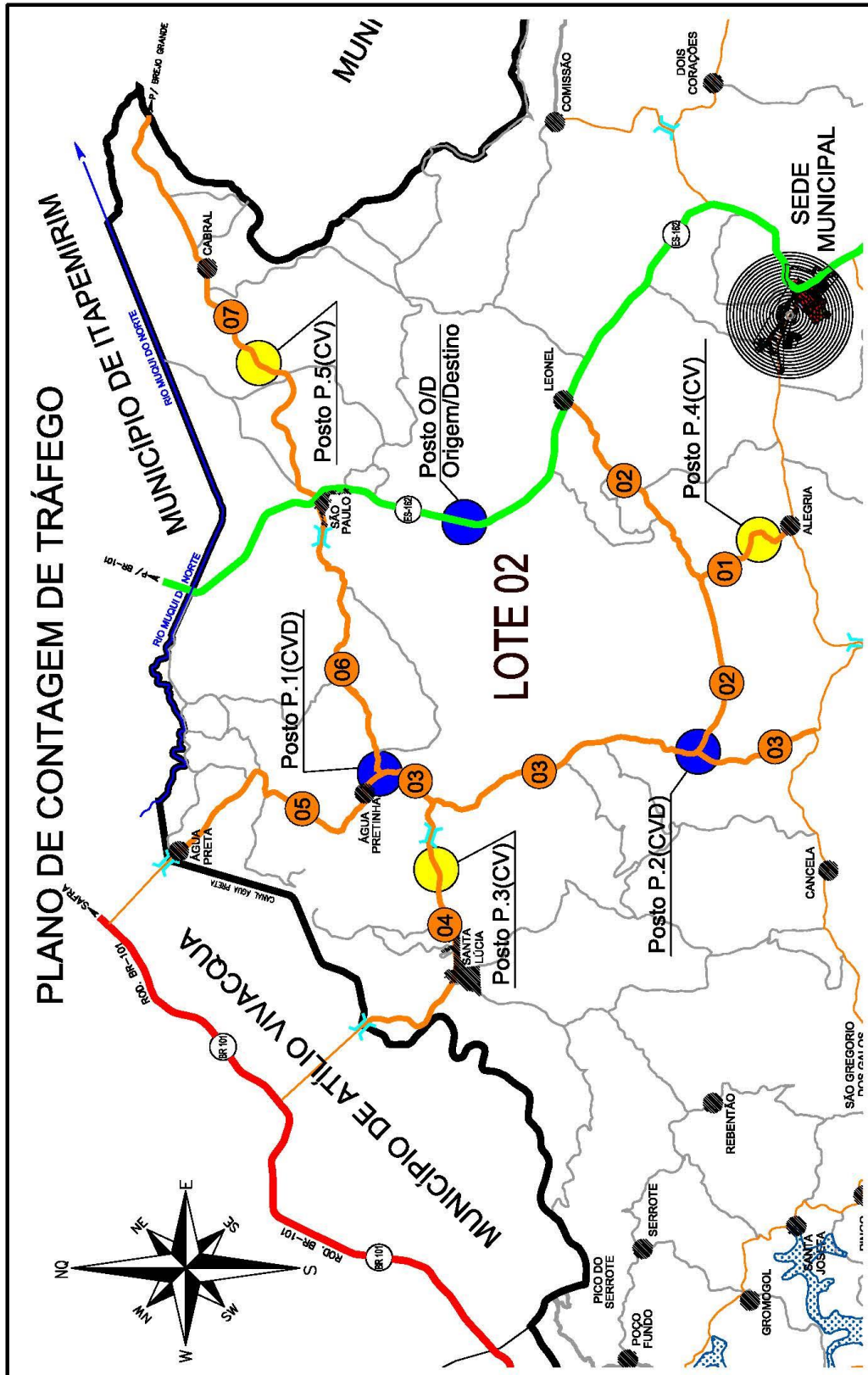
Os dados das pesquisas de origem/destino estão apresentados em meio digital.

### **3.4.5.3 – PESQUISAS DE TEMPO DE VIAGEM E DE CARACTERÍSTICAS DA REDE**

Para cada link selecionado, foram obtidas as informações relativas a extensão, seção geométrica, tipo e condições do pavimento e pesquisados os tempos de viagem, por meio do método de veículo teste.

O mapa a seguir apresenta os locais das pesquisas efetuadas.

**FIGURA 3.4.2**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS PESQUISAS EFETUADAS**



#### **3.4.5.4 – DEFINIÇÃO DO VMD ATUAL**

Para fins de estabelecimento dos VMDs atuais ao longo dos sete trechos, foram seguidos os seguintes critérios:

##### **TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA**

Foram adotados os dados do posto de contagem PCV 4, devidamente corrigidos, em função das variações horárias e diárias, obtidas das contagens efetuadas nos postos 1 e 2, cuja duração foi de 24 horas/dia durante os sete dias da semana. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

##### **TRECHO 2: ESTRADA CANCELA – LEONEL – ES - 162**

Foram adotados os dados parciais do posto de contagem PCV 2, de 7 dias, 24 horas, com os movimentos de interesse. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

##### **TRECHO 3: ÁGUA PRETINHA / SANTA LÚCIA - CANCELA**

Foram adotados os dados parciais do posto de contagem PCV 2, de 7 dias, 24 horas, com os movimentos de interesse. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

##### **TRECHO 4: ÁGUA PRETINHA / SANTA LÚCIA – DIVISA ATÍLIO VIVACQUA**

Foram adotados os dados do posto de contagem PCV 3, devidamente corrigidos, em função das variações horárias e diárias, obtidas das contagens efetuadas nos postos 1 e 2, cuja duração foi de 24 horas/dia durante os sete dias da semana. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

##### **TRECHO 5: ÁGUA PRETINHA - ÁGUA PRETA – DIVISA ATÍLIO VIVACQUA**

Foram adotados os dados parciais do posto de contagem PCV 1, de 7 dias, 24 horas, com os movimentos de interesse. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

##### **TRECHO 6: SÃO PAULO – ÁGUA PRETINHA**

Foram adotados os dados parciais do posto de contagem PCV 1, de 7 dias, 24 horas, com os movimentos de interesse. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

### **TRECHO 7: SÃO PAULO – CABRAL – DIVISA ITAPEMIRIM (BREJO GRANDE)**

Foram adotados os dados do posto de contagem PCV 5, devidamente corrigidos, em função das variações horárias e diárias, obtidas das contagens efetuadas nos postos 1 e 2, cuja duração foi de 24 horas/dia durante os sete dias da semana. Por falta de dados não foi considerada a variação mensal ao longo do ano.

Os dados básicos e os resultados obtidos para a determinação dos índices de correção em relação às contagens de campo são apresentados a seguir.

ANEXO A

TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA

LEVANTAMENTO CADASTRAL DE VEICULOS - CONTAGEM CLASSIFICATORIA E VOLUMETRICA																					
RODOVIA	ALEGRIA - ESTRADA LEONEL														DATA	20/08/2014					
LOCAL	Posto P.4 - Trecho 1														OPERADOR						
SENTIDO	Ambos														PAGINA						
PERIODO	VEICULOS LEVES		ONIBUS			CAMINHÕES															TOTALS
	PASSEIO	CAMIONETES	2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S2		
00:00 - 01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:00 - 02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04:00 - 05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05:00 - 06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06:00 - 07:00	5	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07:00 - 08:00	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00 - 09:00	0	1	1	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09:00 - 10:00	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 11:00	6	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11:00 - 12:00	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 13:00	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:00 - 14:00	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14:00 - 15:00	3	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15:00 - 16:00	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16:00 - 17:00	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17:00 - 18:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:00 - 19:00	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19:00 - 20:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20:00 - 21:00	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:00 - 22:00	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00 - 23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00 - 24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALS</b>	<b>62</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	

TRECHO 2: ESTRADA CANCELA – LEONEL – ES - 162

LEVANTAMENTO CADASTRAL DE VEICULOS - CONTAGEM CLASSIFICATORIA E VOLUMETRICA																					
RODOVIA	LEONEL - CANCELAS / STA. LUCIA														DATA	MÉDIA 7 DIAS					
LOCAL	POSTO P.2 - trecho 2														OPERADOR						
SENTIDO	Ambos														PAGINA						
PERIODO	VEICULOS LEVES		ONIBUS			CAMINHÕES															TOTALS
	PASSEIO	CAMIONETES	2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S2		
00:00 - 01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:00 - 02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04:00 - 05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05:00 - 06:00	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06:00 - 07:00	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07:00 - 08:00	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00 - 09:00	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09:00 - 10:00	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10:00 - 11:00	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11:00 - 12:00	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 13:00	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:00 - 14:00	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14:00 - 15:00	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15:00 - 16:00	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16:00 - 17:00	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17:00 - 18:00	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:00 - 19:00	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19:00 - 20:00	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20:00 - 21:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:00 - 22:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00 - 23:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00 - 24:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALS</b>	<b>76</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>112</b>	







### TRECHO 7: SÃO PAULO – CABRAL – DIVISA ITAPEMIRIM (BREJO GRANDE)

LEVANTAMENTO CADASTRAL DE VEICULOS - CONTAGEM CLASSIFICATORIA E VOLUMETRICA																				
RODOVIA	S.PAULO- CABRAL - BREJO GRANDE													DATA		20/08/2014				
LOCAL	Posto P.S - Trecho 7													OPERADOR						
SENTIDO	Ambos													PAGINA						
PERIODO	VEICULOS LEVES		ONIBUS			CAMINHÕES														TOTALS
	PASSEIO	AMBONETS	2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S2	
00:00 - 01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	15	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00 - 08:00	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
08:00 - 09:00	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
09:00 - 10:00	10	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
10:00 - 11:00	5	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
11:00 - 12:00	10	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
12:00 - 13:00	25	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
13:00 - 14:00	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14:00 - 15:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 16:00	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16:00 - 17:00	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17:00 - 18:00	10	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
18:00 - 19:00	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19:00 - 20:00	12	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
20:00 - 21:00	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21:00 - 22:00	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
22:00 - 23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>	151	39	26	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226

a) **VARIAÇÃO MENSAL**

Por falta de dados, considerou-se o fator de correção mensal igual a 1,0.

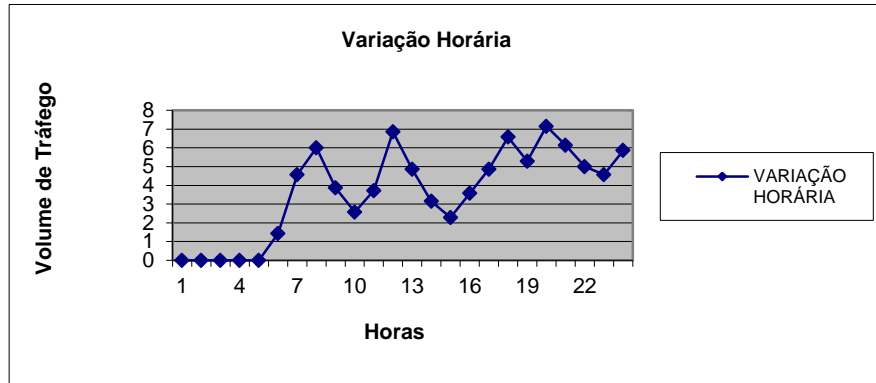
b) **VARIAÇÃO HORÁRIA**

A seguir são apresentados os dados referentes às variações horárias nos postos de contagem PCV 1 e PCV 2, de 24 horas por dia, conforme citado acima, que serviram de base para verificação dos índices de correção para os demais postos do presente estudo, de 16 horas/dia.

**QUADRO 3.4.8**  
**VARIAÇÃO HORÁRIA – POSTO PCV 1**

<b>PERÍODO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>TOTAL</b>
0:00 - 1:00	0	12:00 - 13:00	5
1:00 - 2:00	0	13:00 - 14:00	3
2:00 - 3:00	0	14:00 - 15:00	2
3:00 - 4:00	0	15:00 - 16:00	4
4:00 - 5:00	0	16:00 - 17:00	5
5:00 - 6:00	1	17:00 - 18:00	7
6:00 - 7:00	5	18:00 - 19:00	5
7:00 - 8:00	6	19:00 - 20:00	7
8:00 - 9:00	4	20:00 - 21:00	6
9:00 - 10:00	3	21:00 - 22:00	5
10:00 - 11:00	4	22:00 - 23:00	5
11:00 - 12:00	7	23:00 - 24:00	6
<b>TOTAL</b>		<b>88</b>	

**FIGURA 3.4.3**  
**GRÁFICO DA VARIAÇÃO HORÁRIA – POSTO PCV 1**



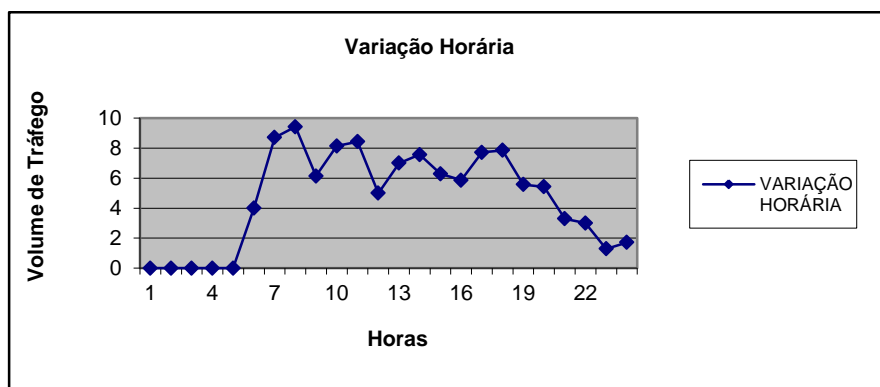
**QUADRO 3.4.9**  
**CORREÇÃO DA VARIAÇÃO HORÁRIA – DADOS POSTO PCV 1**

Período	Volume Horário
6 - 22	76
0 - 24	88
<b>correção</b>	<b>0,87</b>

**QUADRO 3.4.10**  
**VARIAÇÃO HORÁRIA – POSTO PCV 2**

PERÍODO	TOTAL	PERÍODO	TOTAL
0:00 - 1:00	0	12:00 - 13:00	7
1:00 - 2:00	0	13:00 - 14:00	8
2:00 - 3:00	0	14:00 - 15:00	6
3:00 - 4:00	0	15:00 - 16:00	6
4:00 - 5:00	0	16:00 - 17:00	8
5:00 - 6:00	4	17:00 - 18:00	8
6:00 - 7:00	9	18:00 - 19:00	6
7:00 - 8:00	9	19:00 - 20:00	5
8:00 - 9:00	6	20:00 - 21:00	3
9:00 - 10:00	8	21:00 - 22:00	3
10:00 - 11:00	8	22:00 - 23:00	1
11:00 - 12:00	5	23:00 - 24:00	2
<b>TOTAL</b>		<b>112</b>	

**FIGURA 3.4.4**  
**GRÁFICO DA VARIAÇÃO HORÁRIA – POSTO PCV 2**



**QUADRO 3.4.11**  
**CORREÇÃO DA VARIAÇÃO HORÁRIA – DADOS POSTO PCV 2**

Período	Volume Horário
6 - 22	105
0 - 24	112
<b>correção</b>	<b>0,94</b>

O índice de correção da variação horária para os postos PCV 1 e PCV 2 foi obtido com os dados do posto citado anteriormente, verificando-se qual o percentual do tráfego no período entre as 6 e 22 horas, em relação ao volume total das 24 horas, obtendo-se o coeficiente de 0,903.

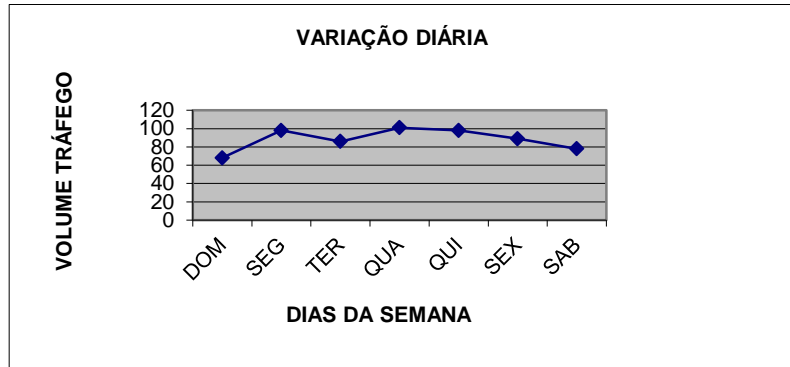
c) **VARIAÇÃO DIÁRIA**

Da mesma forma que no caso do item anterior, a variação diária foi obtida, verificando-se o percentual de cada dia da semana em relação à média semanal, obtendo-se o índice de 1,031.

**QUADRO 3.4.12**  
**VARIAÇÃO DIÁRIA – DADOS POSTO PCV 1**

Dom	68	0,770
Seg	98	1,110
Ter	86	0,974
<b>Qua</b>	<b>101</b>	<b>1,144</b>
Qui	98	1,110
Sex	89	1,008
Sab	78	0,883
<b>Média</b>	<b>88</b>	<b>1,000</b>

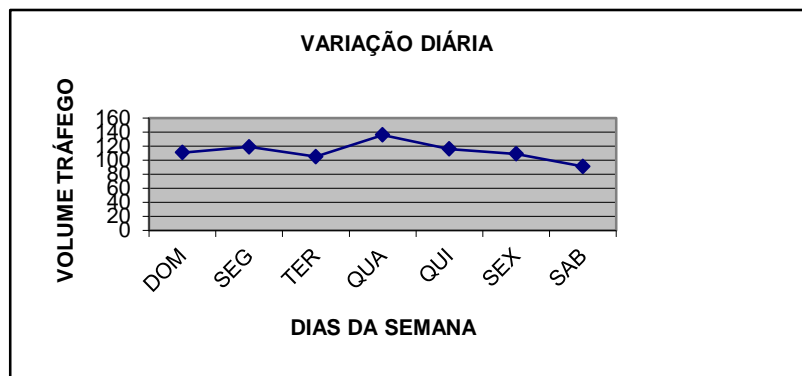
**FIGURA 3.4.5**  
**GRÁFICO DA VARIAÇÃO DIÁRIA – DADOS POSTO PCV 1**



**QUADRO 3.4.13**  
**VARIAÇÃO DIÁRIA – DADOS POSTO PCV 2**

Dom	111	0,987
Seg	119	1,058
Ter	105	0,934
<b>Qua</b>	<b>136</b>	<b>1,210</b>
Qui	116	1,032
Sex	109	0,970
Sab	91	0,809
<b>Média</b>	<b>112</b>	<b>1,000</b>

**FIGURA 3.4.6**  
**GRÁFICO DA VARIAÇÃO DIÁRIA – DADOS POSTO PCV 2**





d) **FATOR DE CORREÇÃO TOTAL**

O quadro abaixo fornece os fatores de correção total, de acordo com os valores obtidos anteriormente:

**QUADRO 3.4.14**  
**FATOR DE CORREÇÃO TOTAL**

Trecho	FCH	FCD	FCM	FCT
1	0,902	1,177	1,000	1,061
2	1,000	1,000	1,000	1,000
3	1,000	1,000	1,000	1,000
4	0,902	1,177	1,000	1,061
5	1,000	1,000	1,000	1,000
6	1,000	1,000	1,000	1,000
7	0,902	1,177	1,000	1,061

Os quadros a seguir apresentam as planilhas referentes às contagens efetuadas e suas correções, com a aplicação dos fatores de correção, acima especificados, obtendo-se os volumes médios diários de tráfego para o ano de 2014, por tipo de veículo e composição percentual, para o trecho em estudo.

**QUADRO 3.4.15**  
**VMD 2014 – CONTAGEM**

T	Trecho	Ext. (Km)	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
1	Estrada Leonel - Alegria	1,80	76	14	15	105
2	Estrada Cancela – Leonel – ES - 162	6,30	95	8	10	112
3	Água Pretinha / Santa Lúcia - Cancela	7,40	94	8	9	112
4	Água Pretinha / Santa Lúcia – Divisa Atílio Vivacqua	4,70	98	27	14	139
5	Água Pretinha - Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua	4,70	65	17	6	88
6	São Paulo – Água Pretinha	4,70	76	15	7	98
7	São Paulo – Cabral – Divisa Itapemirim (Brejo Grande)	8,00	190	26	10	226

**QUADRO 3.4.16**  
**VMD 2014 – CORRIGIDO**

Trecho		Ext. (Km)	Autos	Ônibus	Cami-nhões	Total
1	Estrada Leonel - Alegria	1,80	72	13	14	99
2	Estrada Cancela – Leonel – ES - 162	6,30	95	8	10	112
3	Água Pretinha / Santa Lúcia - Cancela	7,40	94	8	9	112
4	Água Pretinha / Santa Lúcia – Divisa Atílio Vivacqua	4,70	92	25	13	131
5	Água Pretinha - Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua	4,70	65	17	6	88
6	São Paulo – Água Pretinha	4,70	76	15	7	98
7	São Paulo – Cabral – Divisa Itapemirim (Brejo Grande)	8,00	179	25	9	213

### 3.4.6 – PROJEÇÃO DO TRÁFEGO

#### 3.4.6.1 – TAXAS DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO

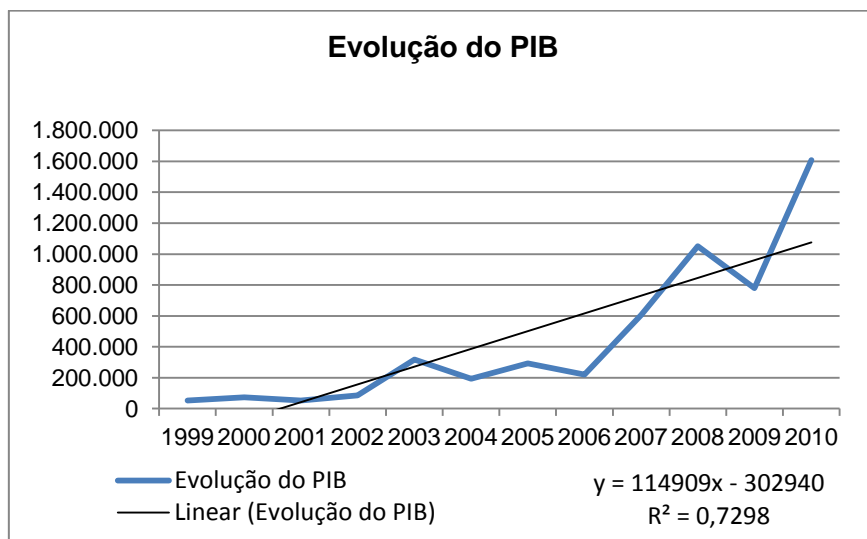
As taxas de crescimento do tráfego, válidas para os sete trechos em estudo, foram estimadas em função do crescimento de variáveis socioeconômicas do município de Presidente Kennedy, constante da área de influência direta das vias em estudo, usualmente adotadas em estudos similares, comprovadamente correlacionadas ao crescimento do tráfego, por tipo de veículo. Foram então utilizadas as taxas de crescimento da renda per-capita para os autos, da população para os ônibus e da renda total para os veículos de carga, conforme detalhado a seguir.

Para a projeção do PIB (Produto Interno Bruto) foi adotado o crescimento linear, cujas fórmulas obtidas são apresentadas junto aos gráficos, observando-se que a série histórica obteve um alto de grau de correlação, medido pelo  $R^2$ .

**QUADRO 3.4.17**  
**PIB – PRESIDENTE KENNEDY**

Ano	PIB	Ano	PIB	Ano	PIB
1999	52.574	2010	1.607.473	2021	2.339.963
2000	73.601	2011	1.190.874	2022	2.454.871
2001	51.254	2012	1.305.783	2023	2.569.780
2002	85.418	2013	1.420.692	2024	2.684.689
2003	317.481	2014	1.535.601	2025	2.799.598
2004	192.080	2015	1.650.510	2026	2.914.507
2005	291.935	2016	1.765.419	2027	3.029.416
2006	219.805	2017	1.880.327	2028	3.144.324
2007	604.791	2018	1.995.236	2029	3.259.233
2008	1.051.604	2019	2.110.145		
2009	779.589	2020	2.225.054		

**FIGURA 3.4.7**  
**GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DO PIB**



As taxas de crescimento obtidas para o período 2014 – 2031 de cada variável socioeconômica de interesse do estudo, para o município de Presidente Kennedy são apresentadas abaixo:

**QUADRO 3.4.18**  
**TAXAS DE CRESCIMENTO SOCIOECONÔMICO – PRESIDENTE KENNEDY**

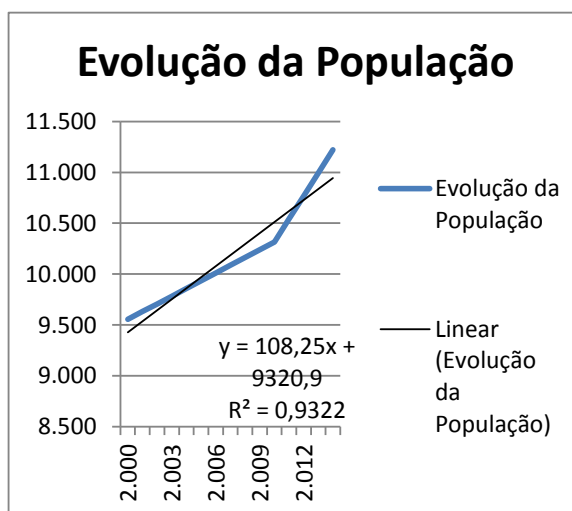
Presidente Kennedy											
Pop. 2014 - hab	Área km <sup>2</sup>	2010						frota (2013)			
		agrop. %	indústria %	serviços %	impostos %	PIB R\$ mil	PIB (R\$) per capita	autos	ônibus	caminhões	
10.314	583,9	2,1	93,1	4,6	0,2	1.607.473	155,854	2.704	39	301	

**QUADRO 3.4.19**  
**POPULAÇÃO – PRESIDENTE KENNEDY**

Presidente Kennedy					
Ano	População	Ano	População	Ano	População
2000	9.555	2010	10.314	2020	11.594
2001	9.631	2011	10.541	2021	11.703
2002	9.707	2012	10.768	2022	11.811
2003	9.783	2013	10.995	2023	11.919
2004	9.859	2014	11.221	2024	12.027
2005	9.935	2015	11.053	2025	12.136
2006	10.010	2016	11.161	2026	12.244
2007	10.086	2017	11.270	2027	12.352
2008	10.162	2018	11.378	2028	12.460
2009	10.238	2019	11.486	2029	12.569

I = 2,1% aa

**FIGURA 3.4.8**  
**GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO – PRESIDENTE KENNEDY**

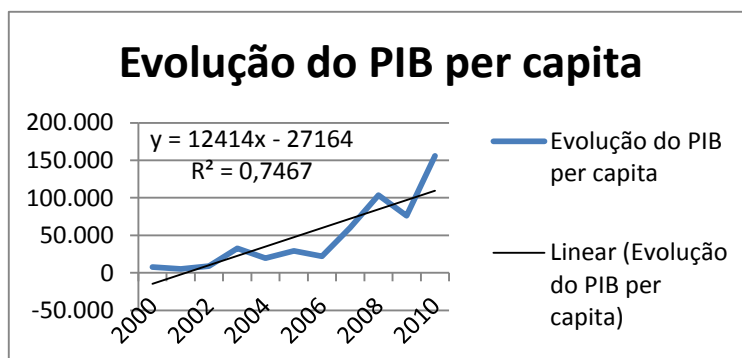


**QUADRO 3.4.20**  
**PIB PER CAPTA – PRESIDENTE KENNEDY**

Ano	PIB pc.	Ano	PIB pc.	Ano	PIB pc.
2000	7.703	2010	155.854	2020	191.910
2001	5.322	2011	112.975	2021	199.954
2002	8.800	2012	121.265	2022	207.850
2003	32.453	2013	129.213	2023	215.603
2004	19.483	2014	136.851	2024	223.217
2005	29.386	2015	149.327	2025	230.694
2006	21.958	2016	158.174	2026	238.040
2007	59.962	2017	166.851	2027	245.256
2008	103.482	2018	175.363	2028	252.348
2009	76.146	2019	183.714	2029	259.317

I = 4,5% aa

**FIGURA 3.4.9**  
**GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DO PIB PER CAPTA – PRESIDENTE KENNEDY**



As taxas de crescimento resultantes, portanto, foram as seguintes, para autos, ônibus e caminhões:

**QUADRO 3.4.21**  
**TAXAS DE CRESCIMENTO ADOTADAS**

Autos	4,50%
Ônibus	2,10%
Caminhões	4,30%

### 3.4.6.2 – PROJEÇÃO DO TRÁFEGO NORMAL

Para a projeção do tráfego futuro foram analisadas as parcelas referentes ao tráfego normal, ao tráfego desviado e ao tráfego gerado pelos melhoramentos da via, em especial à sua pavimentação, sendo consideradas as parcelas oriundas da redução do custo operacional e do aumento da produção agropecuária, conforme apresentação feita a seguir.

Os Quadros a seguir apresentam a projeção da parcela de tráfego normal para o período entre 2014 e 2031, para os trechos em estudo.

**QUADRO 3.4.22**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 1**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	72	13	14	99
2015	75	13	15	103
2016	78	14	15	107
2017	82	14	16	112
2018	85	14	17	116
2019	89	15	17	121
2020	93	15	18	126
2021	97	15	19	132
2022	102	16	20	137
2023	106	16	21	143
2024	111	16	22	149
2025	116	17	22	155
2026	121	17	23	162
2027	127	17	24	169
2028	133	18	25	176
2029	139	18	27	183
2030	145	18	28	191
2031	151	19	29	199

**QUADRO 3.4.23**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 2**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	95	8	10	112
2015	99	8	10	117
2016	103	8	11	122
2017	108	9	11	128
2018	113	9	11	133
2019	118	9	12	139
2020	123	9	13	145
2021	129	9	13	151
2022	134	10	14	158
2023	141	10	14	165
2024	147	10	15	172
2025	153	10	15	179
2026	160	10	16	187
2027	168	11	17	195
2028	175	11	18	204
2029	183	11	18	212
2030	191	11	19	222
2031	200	12	20	231

**QUADRO 3.4.24**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 3**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	94	8	9	112
2015	99	9	9	117
2016	103	9	10	122
2017	108	9	10	127
2018	113	9	11	132
2019	118	9	11	138
2020	123	10	12	144
2021	129	10	12	150
2022	134	10	13	157
2023	140	10	13	164
2024	147	10	14	171
2025	153	11	14	178
2026	160	11	15	186
2027	167	11	16	194
2028	175	11	16	202
2029	183	12	17	211
2030	191	12	18	220
2031	200	12	18	230

**QUADRO 3.4.25**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 4**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	92	25	13	131
2015	97	26	14	136
2016	101	27	14	142
2017	105	27	15	147
2018	110	28	16	153
2019	115	28	16	160
2020	120	29	17	166
2021	126	29	18	173
2022	131	30	18	180
2023	137	31	19	187
2024	143	31	20	195
2025	150	32	21	203
2026	157	33	22	211
2027	164	33	23	220
2028	171	34	24	229
2029	179	35	25	238
2030	187	35	26	248
2031	195	36	27	258

**QUADRO 3.4.26**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 5**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	65	17	6	88
2015	68	18	6	92
2016	71	18	7	96
2017	74	18	7	99
2018	78	19	7	103
2019	81	19	8	108
2020	85	19	8	112
2021	88	20	8	117
2022	92	20	9	121
2023	97	21	9	126
2024	101	21	9	131
2025	105	22	10	137
2026	110	22	10	142
2027	115	22	11	148
2028	120	23	11	154
2029	126	23	12	161
2030	131	24	12	167
2031	137	24	13	174



**QUADRO 3.4.27**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 6**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	76	15	7	98
2015	80	15	7	102
2016	83	15	8	107
2017	87	16	8	111
2018	91	16	8	116
2019	95	16	9	120
2020	100	17	9	125
2021	104	17	9	131
2022	109	18	10	136
2023	114	18	10	142
2024	119	18	11	148
2025	124	19	11	154
2026	130	19	12	160
2027	135	19	12	167
2028	142	20	13	174
2029	148	20	13	181
2030	155	21	14	189
2031	162	21	14	197

**QUADRO 3.4.28**  
**PROJEÇÃO DA PARCELA DE TRÁFEGO NORMAL – TRECHO 7**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014	179	25	9	213
2015	187	25	10	222
2016	196	26	10	231
2017	204	26	11	241
2018	214	27	11	251
2019	223	27	12	262
2020	233	28	12	273
2021	244	28	13	285
2022	255	29	13	297
2023	266	30	14	309
2024	278	30	14	323
2025	291	31	15	336
2026	304	31	16	351
2027	317	32	16	366
2028	332	33	17	381
2029	347	33	18	398
2030	362	34	18	415
2031	378	35	19	433

### 3.4.6.3 – PROJEÇÃO DO TRÁFEGO DESVIADO

Pela análise da rede da área em estudo verificou-se a possibilidade de haver desvio de parcela do tráfego atual que percorre as rodovias ES-162, BR-101/ES/RJ e RJ-224, passando por S. João Itabapoana, considerando que a pavimentação dos vários trechos do Programa, trará novos corredores que competirão com as rodovias acima citadas, por acarretar menores tempos de viagem e custos operacionais para determinados pares de origem/destino.

Para a verificação do possível desvio de tráfego para os novos corredores, foi montado um posto de pesquisa de origem e destino, na ES-162, conforme já citado em itens anteriores, tendo sido feitas contagens volumétricas de tráfego, no mesmo local do posto de origem/destino, para permitir a expansão da amostra da matriz de O/D pesquisada.

A fim de elaborar o estudo foi adotado o seguinte zoneamento de tráfego:

**QUADRO 3.4.29**  
**ZONAS DE TRÁFEGO**

1	Safra	(Cach. Itapemirim, Marataízes, Vitória, etc.)
2	Atilio Vivacqua	
3	Mimoso do Sul	( Muqui, Jerônimo Monteiro, etc)
4	Apiacá	
5	S. Francisco Itabapoana	(S. João da Barra, etc)
6	Campos	(S. Fidelis, Rio de Jnaieor, etc)
7	Pres. Kennedy	(S. João da Barra, etc.)

As matrizes de O/D obtidas, por dia da pesquisa, realizada em agosto de 2014, são apresentadas a seguir no Anexo B:

**ANEXO B**

dia 27/08		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					6	2	108	116	
2							7	7	
3							4	4	
4								0	
5							1	1	
6							1	1	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	0	6	2	121	129	

dia 27/08		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							4	4	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	0	0	0	4	4	

dia 27/08		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					4	1	31	36	
2							4	4	
3							3	3	
4							1	1	
5						1		1	
6							2	2	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	0	4	2	41	47	

dia 28/08		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1	1	4	6	187	199	
2							5	5	
3						1	2	3	
4							5	5	
5								0	
6							3	3	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	1	1	4	7	202	215	

dia 28/08		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							8	8	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	8	8	

dia 28/08		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					9	2	34	45	
2							1	1	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	9	2	35	46	

dia 29/08		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					7	3	154	164	
2							4	4	
3							6	6	
4							1	1	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	7	3	165	175	

dia 29/08		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							19	19	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	19	19	

dia 29/08		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					3	2	49	54	
2							2	2	
3								0	
4								0	
5								0	
6							1	1	
7								0	
Total	0	0	0	0	3	2	52	57	

dia 30/08		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1		9	3	93	106	
2							8	8	
3								0	
4							3	3	
5								0	
6							2	2	
7								0	
Total	0	0	1	0	9	3	106	119	

dia 30/08		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							8	8	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	8	8	

dia 30/08		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1						2	12	14	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	2	12	14	

dia 31/08		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					5	4	103	112	
2							6	6	
3				1			6	7	
4								0	
5							1	1	
6							1	1	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	1	5	4	117	127	

dia 31/08		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							13	13	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	0	0	0	13	13	

dia 31/08		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					2		16	18	
2								0	
3					1			1	
4								0	
5								0	
6							2	2	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	0	0	3	0	18	21	

dia 01/09		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			2		6	2	222	232	
2							16	16	
3							4	4	
4							2	2	
5							1	1	
6							2	2	
7								0	
<b>Total</b>	0	0	2	0	6	2	247	257	

dia 01/09		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							25	25	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	25	25	

dia 01/09		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			2		5	1	47	55	
2					1		7	8	
3							1	1	
4								0	
5							2	2	
6							3	3	
7								0	
Total	0	0	2	0	6	1	60	69	

dia 02/09		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1		7	3	198	209	
2							8	8	
3							9	9	
4							1	1	
5							1	1	
6							4	4	
7								0	
Total	0	0	1	0	7	3	221	232	

dia 02/09		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							14	14	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	14	14	

dia 02/09		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					7	4	57	68	
2						1	2	3	
3					1		1	2	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	8	5	60	73	

dia 03/09		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1		1		1	11	2	143	158	
2							39	39	
3							7	7	
4							2	2	
5								0	
6							1	1	
7								0	
Total	0	1	0	1	11	2	192	207	

dia 03/09		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							9	9	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	9	9	

dia 03/09		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					3	3	24	30	
2							2	2	
3								0	
4							1	1	
5								0	
6							1	1	
7								0	
Total	0	0	0	0	3	3	28	34	



dia 04/09		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1	1	8	1	138	149	
2							7	7	
3							4	4	
4							3	3	
5							2	2	
6								0	
7								0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>154</b>	<b>165</b>	

dia 04/09		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							5	5	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	

dia 04/09		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1		9	1	19	30	
2								0	
3							2	2	
4								0	
5							1	1	
6								0	
7								0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	

dia 05/09		autos					sexta		
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1	2	10	8	180	201	
2							4	4	
3							7	7	
4							1	1	
5								0	
6							4	4	
7								0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>196</b>	<b>217</b>	

dia 05/09		ônibus						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1							16	16
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
Total	0	0	0	0	0	0	16	16

dia 05/09		caminhões						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1			1		1	4	25	31
2							1	1
3								0
4								0
5								0
6							1	1
7								0
Total	0	0	1	0	1	4	27	33

dia 06/09		autos				sábado		
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1		1	4		13	4	175	197
2							12	12
3					1		8	9
4								0
5							2	2
6							5	5
7								0
Total	0	1	4	0	14	4	202	225

dia 06/09		ônibus						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1							15	15
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
Total	0	0	0	0	0	0	15	15

dia 06/09		caminhões						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1						1	22	23
2								0
3								0
4								0
5								0
6							3	3
7								0
Total	0	0	0	0	0	1	25	26

dia 07/09		autos					domingo		
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1		2	1	5	6	8	177	199	
2							16	16	
3							6	6	
4							3	3	
5							2	2	
6							3	3	
7								0	
Total	0	2	1	5	6	8	207	229	

dia 07/09		ônibus						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1							10	10
2								0
3								0
4							2	2
5								0
6								0
7								0
Total	0	0	0	0	0	0	12	12

dia 07/09		caminhões						
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total
1					1		8	9
2								0
3								0
4								0
5								0
6							2	2
7								0
Total	0	0	0	0	1	0	10	11

MÉDIA		autos							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1			1	1	8	4	157	170	
2							11	11	
3							5	5	
4							2	2	
5							1	1	
6							2	2	
7								0	
Total	0	0	1	1	8	4	178	191	

MÉDIA		ônibus							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1							12	12	
2								0	
3								0	
4								0	
5								0	
6								0	
7								0	
Total	0	0	0	0	0	0	12	12	

MÉDIA		caminhões							
ZT	1	2	3	4	5	6	7	Total	
1					4	2	29	34	
2							2	2	
3							1	1	
4								0	
5								0	
6							1	1	
7								0	
Total	0	0	0	0	4	2	32	38	

## DADOS DA REDE DE INTERESSE

A fim de verificar possíveis desvios de tráfego da rota atual, pela ES-162, para zonas de tráfego indicadas anteriormente, foram pesquisados os dados de interesse, como extensão, tipo de pavimento, condições atuais do pavimento e tempo de viagem dos seguintes links, considerados como segmentos com possibilidade de alternativas de rotas com origem/destino ao longo do trecho em estudo :

São apresentados abaixo, os resultados obtidos na referida pesquisa:

**QUADRO 3.4.30**  
**DADOS DA REDE DE INTERESSE**

Links	RODOVIA	TRECHO		EXTENSÃO (km)	PAVIMENTO		VEL. MÉDIA (Km/h)	TEMPO VIAGEM (min)	Seção Geom. (m)	
		INÍCIO	FIM		TIPO	SITUAÇÃO			Pista	Acostam.
L.1	T1	Alegria	Estrada Leonel	1,80	revest.prim.	ruim	36	3	7	-
L.2	T2 (parte)	Leonel	Cancelas/Sta Lúcia	2,70	revest.prim.	ruim	38	4	6	-
L.3	T3 (parte)	Cancelas	Sta Lúcia/Água Pretinha	5,40	revest.prim.	ruim	41	8	6	-
L.4	T4	Div. A. Vivacqua	Sta Lúcia-Água Pretinha	4,70	revest.prim.	ruim	32	9	7	-
L.5	T5	Água Preta	Água Pretinha	4,70	revest.prim.	ruim	41	7	7	-
L.6	T6	Água Pretinha	S.Paulo	4,70	revest.prim.	ruim	36	8	7	-
L.7	T7	S.Paulo	Cabral-Div.Itap.(B.Grande)	8,00	revest.prim.	ruim	40	12	6	-
L.8	ES.162	BR.101	Sede P. Kennedy	20,00	asfalto	regular	60	20	7	-
L.9	(*)	BR.101	Sede P. Kennedy	17,80	revest.prim.	ruim	41	27	6	-
L.10	BR.101	entrada link 9	entrada link 8	7,00	asfalto	bom	68	6	7,2	2,5
L.10A	BR.101	Entr.ES 289	entrada link 8	5,00	asfalto	bom	69	4	7,2	2,5
L.10B	BR.101	Entr.ES 289	entrada link 12	1,00	asfalto	bom	67	1	7,2	2,5
L.10C	BR.101	entrada link 9	Entr.ES 289	2,00	asfalto	bom	67	2	7,2	2,5
L.10D	BR.101	entrada link 8	entrada link 12	4,00	asfalto	bom	69	4	7,2	2,5
L.11		Alegria	Sede P. Kennedy	2,2	revest.prim.	ruim	33	4	6	-
L.12		BR.101	Água Preta	1,7	asfalto	regular	51	2	7	2
L.13	ES.162/060	Sede P. Kennedy	Div. ES/RJ	23,00	asfalto	regular	50	28	7	-
L.14	RJ.224/198	Div. ES/RJ	S.F. Itabapoana	36,00	asfalto	regular	48	45	7	-
L.15	RJ.224	S.F. Itabapoana	Entr. BR.101 (Travessão)	25,00	asfalto	regular	60	25	7	-
L.16	BR.101	Entr. ES.162	Div. ES/RJ	40,00	asfalto	bom	69	35	7,2	2,5
L.17	BR.101	Div. ES/RJ	Entr. RJ.224	47,00	asfalto	bom	68	42	7,2	2,5
L.18	BR.101	entrada link 9	Div. ES/RJ	33,00	asfalto	bom	66	30	7,2	2,5
(*)	via Sta Lúcia - Alegria									

Os quadros a seguir apresentam os dados de cada link na situação atual e na situação com projeto, ou seja, com a pavimentação dos trechos das vias em estudo.

**QUADRO 3.4.31**  
**SITUAÇÃO ATUAL**

links	ext. km	TV min.	veloc. km/h
1	1,8	3	36
2	2,7	4	38
3	5,4	8	41
4	4,7	9	31
5	4,7	7	40
6	4,7	8	35
7	8	12	40
8	20	20	60
9	17,8	27	40
10	7	6	70
10A	5	4	68
10B	1	1	67
10C	2	2	67
10D	4	4	69
11	2,2	4	33
12	1,7	2	51
13	23	28	49
14	36	45	48
15	25	25	60
16	40	35	69
17	47	42	67
18	33	30	66

**QUADRO 3.4.32**  
**SITUAÇÃO COM PROJETO**

links	ext. km	TV min.	veloc. km/h
1	1,8	3	37
2	2,7	4	39
3	5,4	8	42
4	4,7	8	35
5	4,7	7	41
6	4,7	8	38
7	8	11	42
8	20	20	60
9	17,8	25	42
10	7	6	70
10A	5	4	68
10B	1	1	67
10C	2	2	67
10D	4	4	69
11	2,2	3	50
12	1,7	2	51
13	23	28	49
14	36	45	48
15	25	25	60
16	40	35	69
17	47	42	67
18	33	30	66

A tabela a seguir, apresenta os dados dos caminhos alternativos, entre as zonas de tráfego estabelecidas, com resultados alcançados para tempo de viagem.

**QUADRO 3.4.33**  
**CAMINHOS ALTERNATIVOS, ENTRE AS ZONAS DE TRÁFEGO ESTABELECIDAS**

ZT.1 > ZT.7 : Cach. Itapemirim - Pres. Kennedy											
		situação atual via ES.162			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
1/7	8		20	1/7	10D/12/5	3/2/1/11	32	1/7	10D/12/5	3/2/1/11	24
			ext.				ext.				ext.
1/7	8		20,0	1/7	10D/12/5	3/2/1/11	22,5	1/7	10D/12/5	3/2/1/11	22,50
ZT.2 > ZT.7 : Atilio Vivacqua - Pres. Kennedy											
		situação atual via ES.162			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
2/7	10A/8		24	2/7	10B/12/	5/3/2/1/11	29	2/7	10B/12/	5/3/2/1/11	21
			ext.				ext.				ext.
2/7	10A/8		25,00	2/7	10B/12/	5/3/2/1/11	19,50	2/7	10B/12/	5/3/2/1/11	19,50
ZT.3 > ZT.7 : Mimoso - Pres. Kennedy											
		situação atual via ES.162			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
3/7	10/8		26	3/7	9		27	3/7	9		18
			ext.				ext.				ext.
3/7	10/8		27,00	3/7	9		17,80	3/7	9		17,80
ZT.4 > ZT.7 : Apiacá - Pres. Kennedy											
		situação atual via ES.162			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
4/7	10/8		26	4/7	9		27	4/7	9		18
			ext.				ext.				ext.
4/7	10/8		27,00	4/7	9		17,80	4/7	9		17,80
ZT.5 > ZT.7 : S. francisco - Pres. Kennedy											
		situação atual via BR.101			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
5/7	8/16/17		97	5/7	13/14/15		98	5/7	9/18/17		90
			ext.				ext.				ext.
5/7	8/16/17		107,00	5/7	13/14/15		84,00	5/7	9/18/17		97,80
ZT.6 > ZT.7 : Campos - Pres. Kennedy											
		situação atual via BR.101			vias internas				vias internas (c/ proj.)		
O/D		links	TV	caminhos			TV	O/D	caminhos		TV
6/7	8/16/17		97	6/7	13/14/15		98	6/7	9/18/17		90
			ext.				ext.				ext.
6/7	8/16/17		107,00	6/7	13/14/15		84,00	6/7	9/18/17		97,80



A seguir são apresentadas as matrizes triangulares de O/D para autos, ônibus e caminhões, para o posto de O/D.

**QUADRO 3.4.34**  
**MATRIZ APRESENTANDO OS RESULTADOS DAS PESQUISAS EFETUADAS NOS 12 DIAS DE OPERAÇÃO DO POSTO DE O/D**

VALORES ABSOLUTOS - 2014 - média 12 dias pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1			1	1	8	4	157	170
2							11	11
3							5	5
4							2	2
5							1	1
6							2	2
7								0
TOTAL	0	0	1	1	8	4	178	191

**QUADRO 3.4.35**  
**MATRIZ APRESENTANDO OS PERCENTUAIS DE CADA PAR DE O/D EM RELAÇÃO AO TOTAL PESQUISADO**

O/D autos VALORES PERCENTUAIS pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1			0,005	0,004	0,040	0,020	0,820	0,89
2							0,058	0,058
3							0,028	0,03
4							0,009	0,01
5							0,004	0,00
6							0,011	0,01
7								0,00
TOTAL	0,000	0,000	0,005	0,004	0,040	0,020	0,930	1,00

A partir do volume de tráfego obtido para os autos nas contagens efetuadas no POD, multiplicou-se este valor pelos percentuais indicados no quadro anterior, obtendo-se a projeção do VMD de autos para cada par de origem/destino.

**QUADRO 3.4.36**  
**PROJEÇÃO DO VMD DE AUTOS PARA CADA PAR DE ORIGEM/DESTINO**

projeção o/d 2014								
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1			8	7	63	31	1276	1385
2							90	90
3							43	43
4							14	14
5							7	7
6							18	18
7								0
TOTAL	0	0	8	7	63	31	1447	1.556

Os mesmos critérios descritos anteriormente para o caso dos autos, foram utilizados para os ônibus e caminhões, resultando nos quadros a seguir apresentados:

**QUADRO 3.4.37**  
**PROJEÇÃO DO VMD DE ÔNIBUS PARA CADA PAR DE ORIGEM/DESTINO**

VALORES ABSOLUTOS - 2014 - média 12 dias								
pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1							12	12
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	12	12

O/D caminhão								
VALORES PERCENTUAIS								
pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1							1,000	1,00
2								0,00
3								0,00
4								0,00
5								0,00
6								0,00
7								0,00
TOTAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,00

VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1							102	102
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	102	102

**QUADRO 3.4.38**  
**PROJEÇÃO DO VMD DE CAMINHÕES PARA CADA PAR DE ORIGEM/DESTINO**

VALORES ABSOLUTOS - 2014 - média 12 dias pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1					4	2	29	34
2							2	2
3							1	1
4							0	0
5							0	0
6							1	1
7								0
TOTAL	0	0	0	0	4	2	32	38

O/D caminhões VALORES PERCENTUAIS pesquisa O/D								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1					0,098	0,047	0,764	0,91
2							0,042	0,04
3							0,016	0,02
4								0,00
5								0,00
6							0,033	0,03
7								0,00
TOTAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	0,047	0,856	1,00

projeção o/d 2014								
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	222	14	28	0	0	0	0	264
2	12	0	0	0	0	0	0	12
3	5	0	0	0	0	0	0	5
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0	0	0	0	0	0	10
7	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	248	14	28	0	0	0	0	290

A seguir são apresentadas as matrizes de tempo de viagem entre cada par de origem e destino, obtidas com os dados de pesquisa da rede de interesse, dos pares em que foram observados possíveis desvios de tráfego, para a rota em estudo.

**QUADRO 3.4.39**  
**MATRIZES DE TEMPO DE VIAGEM ENTRE CADA PAR DE ORIGEM E DESTINO**

O/D	Tempo de Viagem - com projeto min						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-						30
2		-					27
3			-				25
4				-			25
5					-		97
6						-	97
7							-

**QUADRO 3.4.40**  
**MATRIZES DE TEMPO DE VIAGEM ENTRE CADA PAR DE ORIGEM E DESTINO**

O/D	Tempo de Viagem - situação atual via ES162 e BR.101 min						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-						20
2		-					24
3			-				26
4				-			26
5					-		97
6						-	97
7							-

Apresenta-se a seguir a fórmula adotada para caracterizar os percentuais de desvios de tráfego, em função das diferenças entre os tempos de viagem por cada rota alternativa.

**QUADRO 3.4.41**

**FÓRMULA ADOTADA PARA CARACTERIZAR OS PERCENTUAIS DE DESVIOS DE TRÁFEGO**

função probabilística LOGIT	
$P_i = e^{-Y(TV_i - TV_{min})} / S_j e^{-Y(TV_j - TV_{min})}$	
e =	2,71828
Y =	-0,4
TV <sub>i</sub> =	tempo viagem alt. A
TV min =	tempo de viagem mínimo
TV <sub>j</sub> =	tempo viagem de cada um dos caminhos

Com a utilização da fórmula acima foi determinada a distribuição percentual de cada par de origem/destino que desviará sua rota para o trecho em estudo.

**QUADRO 3.4.42**

**DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SITUAÇÃO ATUAL – SITUAÇÃO COM PROJETO**

O/D	Tempo de Viagem						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-						0,02
2		-					0,25
3			-				0,56
4				-			0,56
5					-		0,46
6						-	0,46
7							-

A seguir são apresentados os resultados obtidos, definindo os volumes de tráfego que permanecerão utilizando a rota atual e os que passarão para novas rotas, considerando as melhorias simultâneas para as vias em estudo.

**QUADRO 3.4.43**  
**ALOCAÇÃO DE ROTAS - AUTOS**

Situação atual								
Autos				projeção o/d 2014				
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	8			7	63	31	1276	1385
2							90	90
3							43	43
4							14	14
5							7	7
6							18	18
7							0	0
TOTAL	0	0	8	7	63	31	1447	1556

alocação rota atual - 2014 com projeto								
				projeção o/d 2014				
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	8			7	63	31	1251	1360
2							68	68
3							19	19
4							6	6
5							4	4
6							10	10
7							0	0
TOTAL	0	0	8	7	63	31	1357	1.466

alocação via novas rotas - 2014 com projeto								
				projeção o/d 2014				
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1							25	25
2							22	22
3							24	24
4							8	8
5							3	3
6							8	8
7							0	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	90	90

**QUADRO 3.4.44**  
**ALOCAÇÃO DE ROTAS - ÔNIBUS**

Situação atual								
ônibus				projeção o/d 2014				
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	102							102
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	102	102

alocação rota atual - 2014 com projeto								
projeção o/d 2014								
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	100							100
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	100	100

alocação via novas rotas - 2014 com projeto								
projeção o/d 2014								
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	2							2
2								0
3								0
4								0
5								0
6								0
7								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	2	2

**QUADRO 3.4.45**  
**ALOCAÇÃO DE ROTAS - CAMINHÕES**

**Situação atual**

	caminhões				projeção o/d 2014			
VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	28	25	51					103
2		4						4
3		4						4
4		0						0
5					22			22
6					25			25
7							0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>106</b>	<b>158</b>

**alocação rota atual - 2014 com projeto**

projeção o/d 2014

VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	28	25	50					102
2		3						3
3		2						2
4		0						0
5					12			12
6					13			13
7							0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>80</b>	<b>132</b>

**alocação via novas rotas - 2014 com projeto**

projeção o/d 2014

VALORES ABSOLUTOS								
ZT	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	0	0	1					1
2		1						1
3		2						2
4		0						0
5					10			10
6					11			11
7								
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>26</b>



A seguir são apresentadas as projeções de tráfego desviado para os sete trechos do Programa:

**QUADRO 3.4.46**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DESVIADO – TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	22	2	24	48
2018	23	2	25	50
2019	24	2	26	52
2020	25	2	27	54
2021	26	2	28	57
2022	27	2	30	59
2023	28	2	31	62
2024	30	2	32	64
2025	31	2	34	67
2026	32	3	35	70
2027	34	3	37	73
2028	35	3	38	76
2029	37	3	40	80
2030	39	3	42	83
2031	40	3	43	87

**QUADRO 3.4.47**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DESVIADO – TRECHO 2: LEONEL – CANCELA/STA. LÚCIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	13	2	11	26
2018	13	2	12	27
2019	14	2	12	28
2020	14	2	13	29
2021	15	2	13	31
2022	16	2	14	32
2023	16	2	15	33
2024	17	2	15	35
2025	18	2	16	36
2026	19	3	16	38
2027	20	3	17	39
2028	20	3	18	41
2029	21	3	19	43
2030	22	3	19	45
2031	23	3	20	46

**QUADRO 3.4.48**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DESVIADO – TRECHO 3: CANCELTA - STA. LÚCIA/ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	22	2	24	48
2018	23	2	25	50
2019	24	2	26	52
2020	25	2	27	54
2021	26	2	28	57
2022	27	2	30	59
2023	28	2	31	62
2024	30	2	32	64
2025	31	2	34	67
2026	32	3	35	70
2027	34	3	37	73
2028	35	3	38	76
2029	37	3	40	80
2030	39	3	42	83
2031	40	3	43	87

**QUADRO 3.4.49**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DESVIADO – TRECHO 4: ATÍLIO VIVÁCQUA –  
SANTA LÚCIA – ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	49	0	27	76
2018	51	0	28	79
2019	54	0	29	83
2020	56	0	30	86
2021	58	0	32	90
2022	61	0	33	94
2023	64	0	34	98
2024	67	0	36	103
2025	70	0	38	107
2026	73	0	39	112
2027	76	0	41	117
2028	80	0	43	122
2029	83	0	44	128
2030	87	0	46	133
2031	91	0	48	139

**QUADRO 3.4.50**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DESVIADO – TRECHO 5: ÁGUA PRETINHA - ÁGUA PRETA – DIVISA**  
**ATÍLIO VIVACQUA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	AMINHÔE	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	81	2	5	88
2018	84	2	5	92
2019	88	2	6	96
2020	92	2	6	100
2021	96	2	6	104
2022	100	2	6	109
2023	105	2	7	114
2024	110	2	7	119
2025	115	2	7	124
2026	120	3	7	130
2027	125	3	8	136
2028	131	3	8	142
2029	137	3	8	148
2030	143	3	9	154
2031	149	3	9	161

Para os trechos 6 e 7 não foram detectados movimentos de desvio para essas vias.

#### 3.4.6.4 – PROJEÇÃO DO TRÁFEGO GERADO

##### TRÁFEGO GERADO POR REDUÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS

Para a definição do tráfego a ser gerado pela pavimentação das vias do Programa foram verificados os custos de operação dos usuários, considerando a diferença de custo entre a situação sem projeto, situação atual em revestimento primário em estado ruim e a situação com projeto, considerando o trecho pavimentado, em bom estado, conforme a expectativa da implantação do presente programa. Os custos foram obtidos do Manual do Programa RED (Roads Economic Decision Model), do Banco Mundial, a partir do modelo VOC (Vehicle Operational Costs) utilizado no Programa HDM-4 (Highway Development and Management). O RED é uma versão simplificada do HDM-4, exigindo menos detalhes dos dados de entrada do que o programa HDM.

O quadro abaixo apresenta os valores médios do IRI (índice de rugosidade internacional) para cada tipo de pavimento e condições da rodovia, conforme dados obtidos na pesquisa de campo efetuada pela consultora.

**QUADRO 3.4.51**  
**VALORES MÉDIOS DO IRI (ÍNDICE DE RUGOSIDADE INTERNACIONAL)**

Road Condition Classes Roughness (IRI)						
Road Type		Road Condition Class				
		Very Good	Good	Fair	Poor	Very Poor
X	Paved	2,0	3,0	4,0	8,0	12,0
Y	Gravel	7,0	10,0	13,0	17,0	22,0
Z	Earth	10,0	13,0	16,0	20,0	25,0

O quadro a seguir apresenta os custos para situação sem projeto e com projeto, para cada tipo de veículo e a respectiva redução, já considerando as intervenções nas rodovias do Programa. A fim de prever uma projeção mais conservadora, considerou-se para o tráfego a ser gerado, 50% da redução do custo operacional entre as situações sem e com projeto. Desta forma, prevê-se que o tráfego gerado, em relação ao tráfego normal, será de 31% para os autos, 19% para os ônibus e 45% para os caminhões.

**QUADRO 3.4.52**  
**CUSTOS PARA SITUAÇÃO SEM PROJETO E COM PROJETO**

Tráfego gerado							
Programa RED							
US\$/km							
	terreno	pavimento	estado	IRI	autos	ônibus	caminhões
T1	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T2	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T3	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T4	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T5	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T6	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
T7	ondulado	revest. Prir	ruim	17	0,19	0,25	0,55
c/proj.	ondulado	asfalto	bom	3	0,12	0,18	0,29
redução					1,62	1,39	1,90
tráf. gerado					0,31	0,19	0,45

Conforme metodologia exposta acima, a projeção do tráfego gerado, para os sete trechos chegou aos seguintes valores de volume médio diário de tráfego (VMD):

**QUADRO 3.4.53**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	25	3	7	35
2018	27	3	8	37
2019	28	3	8	39
2020	29	3	8	40
2021	30	3	9	42
2022	32	3	9	44
2023	33	3	9	46
2024	35	3	10	48
2025	36	3	10	50
2026	38	3	11	52
2027	40	3	11	54
2028	41	3	12	56
2029	43	4	12	59
2030	45	4	13	61
2031	47	4	13	64

**QUADRO 3.4.54**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 2: ESTRADA LEONEL – CANCELTA/STA. LÚCIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	34	2	5	40
2018	35	2	5	42
2019	37	2	5	44
2020	38	2	6	46
2021	40	2	6	48
2022	42	2	6	50
2023	44	2	6	52
2024	46	2	7	54
2025	48	2	7	57
2026	50	2	7	59
2027	52	2	8	62
2028	55	2	8	65
2029	57	2	8	68
2030	60	2	9	70
2031	62	2	9	74

**QUADRO 3.4.55**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 3: CANCELA – STA LÚCIA/ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	34	2	5	40
2018	35	2	5	42
2019	37	2	5	44
2020	38	2	5	45
2021	40	2	5	47
2022	42	2	6	50
2023	44	2	6	52
2024	46	2	6	54
2025	48	2	6	56
2026	50	2	7	59
2027	52	2	7	61
2028	55	2	7	64
2029	57	2	8	67
2030	60	2	8	70
2031	62	2	8	73

**QUADRO 3.4.56**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 4: ATÍLIO VIVÁCQUA – STA. LÚCIA – ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	33	5	7	45
2018	34	5	7	47
2019	36	5	7	49
2020	38	6	8	51
2021	39	6	8	53
2022	41	6	8	55
2023	43	6	9	57
2024	45	6	9	60
2025	47	6	9	62
2026	49	6	10	65
2027	51	6	10	68
2028	53	7	11	71
2029	56	7	11	74
2030	58	7	12	77
2031	61	7	12	80

**QUADRO 3.4.57**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 5: ÁGUA PRETINHA - ÁGUA PRETA – DIVISA ATÍLIO VIVACQUA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	23	4	3	30
2018	24	4	3	31
2019	25	4	3	32
2020	26	4	4	34
2021	28	4	4	35
2022	29	4	4	37
2023	30	4	4	38
2024	31	4	4	40
2025	33	4	4	42
2026	34	4	5	43
2027	36	4	5	45
2028	38	4	5	47
2029	39	5	5	49
2030	41	5	5	51
2031	43	5	6	53

**QUADRO 3.4.58**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 6: ÁGUA PRETINHA – S. PAULO**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	27	3	4	34
2018	28	3	4	35
2019	30	3	4	37
2020	31	3	4	38
2021	32	3	4	40
2022	34	3	4	42
2023	35	3	5	44
2024	37	4	5	45
2025	39	4	5	47
2026	40	4	5	49
2027	42	4	5	52
2028	44	4	6	54
2029	46	4	6	56
2030	48	4	6	58
2031	50	4	6	61

**QUADRO 3.4.59**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (CUSTO OPERACIONAL)**  
**TRECHO 7: SÃO PAULO – CABRAL – DIVISA ITAPEMIRIM (BREJO GRANDE)**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017	64	5	5	74
2018	67	5	5	77
2019	70	5	5	80
2020	73	5	5	84
2021	76	6	6	87
2022	79	6	6	91
2023	83	6	6	95
2024	87	6	6	99
2025	91	6	7	103
2026	95	6	7	108
2027	99	6	7	113
2028	103	6	8	117
2029	108	7	8	123
2030	113	7	8	128
2031	118	7	9	134

**TRÁFEGO GERADO POR AUMENTO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

A fim de verificar o tráfego a ser gerado pela melhoria das vias do Programa, o que possibilitará um aumento na produção agropecuária na área de influência de cada rodovia, devido a um acréscimo na taxa de crescimento nos primeiros anos e na produtividade de cada produto.

Considerou-se a área de influência, de modo geral, como sendo de 6 km, 3 km para cada lado da via, sendo selecionadas as principais culturas produzidas na região, quais sejam, café, coco, abacaxi, cana de açúcar, milho, além da criação de gado.

Os resultados, em termos de volume de caminhões gerados pelo aumento da produção são apresentados a seguir:



**QUADRO 3.4.60**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014			0	
2015			0	
2016			0	
2017			1	1
2018			1	1
2019			1	1
2020			1	1
2021			1	1
2022			1	1
2023			2	2
2024			2	2
2025			2	2
2026			2	2
2027			2	2
2028			2	2
2029			2	2
2030			3	3
2031			3	3

**QUADRO 3.4.61**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 2: ESTRADA LEONEL – CANCELTA/STA. LÚCIA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			2	2
2018			2	2
2019			3	3
2020			4	4
2021			5	5
2022			5	5
2023			6	6
2024			6	6
2025			7	7
2026			7	7
2027			7	7
2028			8	8
2029			9	9
2030			9	9
2031			10	10

**QUADRO 3.4.62**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 3: CANCELA - STA. LÚCIA/ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			3	3
2018			4	4
2019			5	5
2020			6	6
2021			8	8
2022			8	8
2023			9	9
2024			10	10
2025			10	10
2026			11	11
2027			12	12
2028			13	13
2029			13	13
2030			14	14
2031			15	15

**QUADRO 3.4.63**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 4: DIV. ATÍLIO VIVÁCQUA – STA. LÚCIA – ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			1	1
2018			2	2
2019			2	2
2020			3	3
2021			4	4
2022			4	4
2023			4	4
2024			5	5
2025			5	5
2026			5	5
2027			6	6
2028			6	6
2029			6	6
2030			7	7
2031			7	7

**QUADRO 3.4.64**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 5: ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			1	1
2018			2	2
2019			2	2
2020			3	3
2021			4	4
2022			4	4
2023			4	4
2024			5	5
2025			5	5
2026			5	5
2027			6	6
2028			6	6
2029			6	6
2030			7	7
2031			7	7

**QUADRO 3.4.65**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 6: ÁGUA PRETINHA – S. PAULO**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			1	1
2018			2	2
2019			2	2
2020			3	3
2021			4	4
2022			4	4
2023			4	4
2024			5	5
2025			5	5
2026			5	5
2027			6	6
2028			6	6
2029			6	6
2030			7	7
2031			7	7

**QUADRO 3.4.66**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO GERADO (PRODUÇÃO)**  
**TRECHO 7: SÃO PAULO – CABRAL – DIVISA ITAPEMIRIM (BREJO GRANDE)**

ANO	AUTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	TOTAL
2014				
2015				
2016				
2017			2	2
2018			3	3
2019			3	3
2020			4	4
2021			5	5
2022			6	6
2023			6	6
2024			6	6
2025			7	7
2026			7	7
2027			8	8
2028			8	8
2029			9	9
2030			10	10
2031			10	10

**TRÁFEGO GERADO PELA DEMANDA DO PORTO CENTRAL**

Foram incluídos no presente estudo, os volumes médios diários de tráfego estimados pela administração do Porto Central, localizado em Presidente Kennedy, conforme carta da empresa Porto Central Complexo Industrial Portuário S.A. endereçada à Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy, datada de 30 de outubro de 2014, cujos dados foram acordados entre a fiscalização dos contratos referentes aos projetos de engenharia e as respectivas consultoras projetistas.

Conforme definido pela Administração do porto, os veículos, somente caminhões, utilizarão apenas os trechos dos lotes 3 e 4, sendo os volumes, por ano apresentados nos quadros abaixo:

**QUADRO 3.4.67**  
**TRÁFEGO GERADO PELA DEMANDA DO PORTO CENTRAL**  
**TRECHO 3: CANCELA - STA. LÚCIA/ÁGUA PRETINHA**

Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014				
2015			1	1
2016			4	4
2017			4	4
2018			5	5
2019			1	1
2020			2	2
2021			2	2
2022			1	1
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				

**QUADRO 3.4.68**  
**TRÁFEGO GERADO PELA DEMANDA DO PORTO CENTRAL**  
**TRECHO 4: DIV. ATÍLIO VIVÁCQUA – STA. LÚCIA – ÁGUA PRETINHA**

Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014				
2015			1	1
2016			4	4
2017			4	4
2018			5	5
2019			1	1
2020			2	2
2021			2	2
2022			1	1
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				

### 3.4.6.5 – PROJEÇÃO DO TRÁFEGO TOTAL

A seguir são apresentados os quadros com o tráfego total, soma das parcelas do tráfego normal, tráfego desviado e tráfego gerado para cada subtrecho.

**QUADRO 3.4.69**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 1: ESTRADA LEONEL - ALEGRIA**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	91	15	35	141
2015	95	15	37	147
2016	99	16	38	153
2017	129	19	48	196
2018	135	19	50	204
2019	141	20	52	213
2020	147	20	55	222
2021	154	21	57	232
2022	161	21	60	242
2023	168	21	63	252
2024	176	22	65	263
2025	184	22	68	274
2026	192	23	71	286
2027	200	23	74	298
2028	209	24	77	311
2029	219	24	81	324
2030	229	25	84	338
2031	239	25	88	352

**QUADRO 3.4.70**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 2: LEONEL – CANCELA/STA. LÚCIA**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	106	10	20	135
2015	110	10	20	141
2016	115	11	21	147
2017	154	12	29	196
2018	161	13	31	205
2019	168	13	33	214
2020	176	13	35	224
2021	184	14	37	235
2022	192	14	39	245
2023	201	14	41	256
2024	210	14	43	267
2025	219	15	45	279
2026	229	15	47	291
2027	239	15	49	304
2028	250	16	51	317
2029	262	16	54	331
2030	273	16	56	346
2031	286	17	59	361



**QUADRO 3.4.71**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 3: CANCELA – STA. LÚCIA/ÁGUA PRETINHA**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	114	10	30	154
2015	119	11	31	161
2016	124	11	33	168
2017	163	13	42	218
2018	171	13	44	228
2019	178	13	47	239
2020	186	14	50	250
2021	195	14	54	262
2022	203	14	56	274
2023	213	15	59	286
2024	222	15	62	299
2025	232	15	65	312
2026	243	15	68	326
2027	253	16	71	340
2028	265	16	74	355
2029	277	16	78	371
2030	289	17	81	387
2031	302	17	85	405

**QUADRO 3.4.72**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 4: DIV. ATÍLIO VIVÁCQUA – STA. LÚCIA – ÁGUA PRETINHA**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	135	25	37	198
2015	141	26	38	206
2016	148	27	40	214
2017	187	32	50	270
2018	196	33	52	281
2019	205	34	55	293
2020	214	34	58	306
2021	223	35	61	320
2022	233	36	64	333
2023	244	37	67	347
2024	255	37	70	362
2025	266	38	73	377
2026	278	39	76	393
2027	291	40	80	410
2028	304	41	83	428
2029	318	42	87	446
2030	332	42	91	465
2031	347	43	95	485

**QUADRO 3.4.73**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 5: ÁGUA PRETINHA - ÁGUA PRETA – DIVISA ATÍLIO VIVACQUA**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	136	19	11	165
2015	142	20	11	172
2016	148	20	12	180
2017	178	24	17	218
2018	186	24	18	228
2019	194	25	19	238
2020	203	25	20	249
2021	212	26	22	260
2022	222	27	23	271
2023	232	27	24	283
2024	242	28	25	295
2025	253	28	26	307
2026	264	29	27	321
2027	276	29	29	334
2028	289	30	30	349
2029	302	31	32	364
2030	315	31	33	380
2031	330	32	35	396

**QUADRO 3.4.74**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 6: ÁGUA PRETINHA – S. PAULO**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	76	15	7	98
2015	80	15	7	102
2016	83	15	8	107
2017	114	19	13	146
2018	120	19	14	153
2019	125	20	15	160
2020	131	20	16	167
2021	136	21	17	174
2022	143	21	18	182
2023	149	21	19	189
2024	156	22	20	198
2025	163	22	21	206
2026	170	23	22	215
2027	178	23	23	224
2028	186	24	24	234
2029	194	24	25	244
2030	203	25	27	254
2031	212	25	28	265

**QUADRO 3.4.75**  
**PROJEÇÃO DE TRÁFEGO TOTAL - VMD**  
**TRECHO 7: SÃO PAULO – CABRAL – DIVISA ITAPEMIRIM (BREJO GRANDE)**

Projeção do Tráfego Total - VMD				
Anos	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
2014	179	25	9	213
2015	187	25	10	222
2016	196	26	10	231
2017	268	31	17	317
2018	280	32	19	331
2019	293	32	20	345
2020	306	33	22	361
2021	320	34	24	377
2022	334	35	25	393
2023	349	35	26	410
2024	365	36	27	428
2025	381	37	29	447
2026	398	38	30	466
2027	416	38	32	486
2028	435	39	33	507
2029	455	40	35	529
2030	475	41	36	552
2031	496	42	38	576

### 3.4.7 – ESTUDOS DE CAPACIDADE

Os estudos de capacidade foram desenvolvidos de acordo com a metodologia preconizada pelo Highway Capacity Manual, do HRB, edição de 2000, para rodovias com pista simples, com duas faixas de tráfego.

Analisou-se a capacidade e determinou-se o nível de serviço ao longo do trecho em estudo, para os anos de 2017 (ano de abertura), 2026 (ano de projeto).

O Resumo do Estudo de Capacidade é apresentado a seguir:

**QUADRO 3.4.76**  
**RESUMO DO ESTUDO DE CAPACIDADE**

Trecho	Anos	NS	V/C	Veloc. (km/h)	PTSF (%)
T.1– Estrada Leonel - Alegria	2017	A	0,01	93,9	25,5
	2026	A	0,02	93,0	26,9
T.2- Leonel – Cancelas/Sta. Lúcia	2017	A	0,01	93,7	22,7
	2026	A	0,02	93,2	23,9
T.3- Cancelas – Sta. Lucia/A. Pretinha	2017	A	0,01	94,4	24,2
	2026	A	0,02	93,6	25,6
T.4- Div. A. Vivacqua – Sta.Lúcia-A. Pretinha	2017	A	0,02	95,4	26,2
	2026	A	0,03	94,1	28,3
T.5- A. Preta – A. Pretinha	2017	A	0,01	97,3	23,7
	2026	A	0,02	96,7	24,9
T.6- A. Pretinha – S. Paulo	2017	A	0,01	96,9	23,4
	2026	A	0,01	96,4	24,4
T.7 – S.Paulo – Cabral-Div. Itap. (B.Grande)	2017	A	0,02	96,1	27,8
	2026	A	0,04	94,9	30,4

As planilhas com os dados obtidos para a análise de capacidade são apresentadas a seguir:

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 1
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Alegria - Estrada Leonel
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
Shoulder width	1,3 m	Terrain	Level
Lane width	3.0m		Rolling
Lane width	3.0m	Two-way hourly volume	18 veh/h
Shoulder width	1,3m	Directional split	57/43
Segment length	L 1.8 km	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	34.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	90%
		Access points / km	1 / Km
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.662
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			45 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			26 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 3,8 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	95.5 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			1.1 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			93.9 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.786
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			35 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			20
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			3.0%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			22.5
Percent time-Spent-Following, PTSF(%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			25.5%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS(Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.01
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			10 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km T_{60}}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km T_{15}} \cdot PHF$			32 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$			0.1 veh-h
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 1
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Alegria - Estrada Leonel
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 1,3 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.0m	Two-way hourly volume	27 veh/h
	Lane width 3.0m	Directional split	57/43
	Shoulder width 1,3m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	34.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	90%
		Acess points / km	1 / Km
Segment length L	1.8 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.662	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		68 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		39 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 3,8 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	95.5 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		1.7 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		93.0 km/h	
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.786	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		52 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		30	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		4.5%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		22.5	
Percent time-Spent-Following, PTSF(%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		26.9%	
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS(Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.02	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V$		14 veh-km	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km T_{60}}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km T_{15}} \cdot PHF$		49 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$		0.2 veh-h	
<b>Notes</b>			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			



Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 2
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Estrada Leonel - Cancelas/S. Lúcia
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 1,3 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.0m	Two-way hourly volume	16 veh/h
	Lane width 3.0m	Directional split	50/50
	Shoulder width 1,3m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	21.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	75%
		Acess points / km	2 / Km
Segment length L	6.3 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, fg (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, Et (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, Er (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, fhv fhv =	1		0.76
	$1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)$		
Two-way flow rate, <sup>1</sup> Vp (pc/h) vp =	v		35 pc/h
	PHF . fg . Fhv		
Vp highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			18 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, Sfm km/h		Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, Vf veh/h		Adj. for lane width and shoulder width, f <sub>LS</sub> (Exhibit 20-5) -	3,8 km
Free-Flow Speed, FFS km/h		Adj. for access points, f <sub>A</sub> (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
FFS = S <sub>FM</sub> + 0.0125 Vf		Free-flow speed, FFS	94.9 km/h
	F <sub>HV</sub>	FFS = BFFS - f <sub>LS</sub> . f <sub>A</sub>	
Adj. for no-passing zones, f <sub>np</sub> (km/h) (Exhibit 20-11)			0.7 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) ATS = FFS-0.0125 V <sub>p</sub> -f <sub>np</sub>			93.7 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, fg (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, E <sub>T</sub> (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, E <sub>R</sub> (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, fhv fhv =	1		0.856
	$1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)$		
Two-way flow rate, <sup>1</sup> Vp (pc/h) vp =	v		29 pc/h
	PHF . fg . F <sub>HV</sub>		
Vp highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			15
Base percent time-spent-following, BPTSF (%)			2.5%
BPTSF = 100(1-e <sup>-0.000879v<sub>p</sub></sup> )			
Adj. for directional distribution and no passing-zone, f <sub>d/np</sub> (%) (Exhibit 20-12)			20.2
Percent time-Spent-Following, PTSF(%) PTSF=BPTSF+f <sub>d/np</sub>			22.7%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS(Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, v/c v/c =	v <sub>p</sub>		0.01
	3200		
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, Vkm <sub>15</sub> (veh-km)			30 veh-km
Vkm T <sub>15</sub> = 0.25L <sub>T</sub> V			
	PHF		
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, Vkm <sub>60</sub> (veh-km) Vkm T <sub>60</sub>			101 veh-km
Peak 15 min total travel time, TT <sub>15</sub> (veh-h) TT <sub>15</sub> = VKm T <sub>15</sub>			0.3 veh-h
	ATS		
Notes			
1-ft vp>3200 pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split vp >1700 pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 2
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Estrada Leonel - Cancelas/S.Lúcia
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
Shoulder width	1,3 m	Terrain	Level
Lane width	3.0m		Rolling
Lane width	3.0m	Two-way hourly volume	24 veh/h
Shoulder width	1,3m	Directional split	50/50
Segment length	L 6.3 km	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	21.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	75%
		Access points / km	2 / Km
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.76
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			52 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			26 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 3,8 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	94.9 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			1.1 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			93.2 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.856
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			43 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			22
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			3.7%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			20.2
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			23.9%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.02
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			44 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km60}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km15} \cdot PHF$			151 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$			0.5 veh-h
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 3
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Cancelas/S.Lúcia - A. Pretinha
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 1,5 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	19 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	51/49
	Shoulder width 1,5 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	25.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	85%
		Acess points / km	2 / Km
Segment length L	7.4 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.727	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		43 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		22 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 2,8 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	95.9 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		1.0 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		94.4 km/h	
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.833	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		35 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		18	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		3.0%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		21.2	
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		24.2%	
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.01	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$		41 veh-km	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km60}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km15} \cdot 4$		141 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$		0.4 veh-h	
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 3
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Cancelas/S.Lúcia - A. Pretinha
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 1,5 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	28 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	51/49
	Shoulder width 1,5 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	25.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	85%
		Acess points / km	2 / Km
Segment length L	7.4 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.727
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			64 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			33 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$ km/h		Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$ veh/h		Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 2,8 km
Free-Flow Speed, FFS km/h		Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	95.9 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			1.5 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			93.6 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.833
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			51 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			26
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			4.4%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			21.2
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			25.6%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.02
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			61 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km60}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km15} \cdot PHF$			207 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$			0.7 veh-h
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 4
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Div. A. Vivacqua - S. Lúcia
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
<b>Input Data</b>			
		Class I highway	Class II highway
Shoulder width	2.0 m	Terrain	Level
Lane width	3.3 m		Rolling
Lane width	3.3 m	Two-way hourly volume	28 veh/h
Shoulder width	2.0 m	Directional split	53/47
Segment length	L 4.7 km	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	30.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	95%
		Access points / km	2 / Km
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.69
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			67 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			36 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$ km/h		Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$ veh/h		Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5) - 0.7	km/h
Free-Flow Speed, FFS km/h		Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			1.8 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			95.4 km/h
<b>Percent time-Spent-Following</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.806
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			53 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			28
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			4.6%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			21.6
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			26.2%
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.02
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $Vkm_{15}$ (veh-km) $Vkm_{15} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			39 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $Vkm_{60}$ (veh-km) $Vkm_{60} = Vkm_{15} \cdot PHF$			132 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = Vkm_{15} \cdot ATS$			0.4 veh-h
<b>Notes</b>			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 4
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	Div. A. Vivacqua - S. Lúcia
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
Shoulder width	2.0 m	Terrain	Level
Lane width	3.3 m	Two-way hourly volume	41 veh/h
Lane width	3.3 m	Directional split	53/47
Shoulder width	2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	30.0%
Segment length	L 4.7 km	% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	95%
		Access points / km	2 / Km
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.69
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			99 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			52 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			2.6 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			94.1 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.806
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			78 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			41
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			6.6%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			21.6
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			28.3%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.03
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			57 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km T_{60}}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km T_{15}} \cdot PHF$			193 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$			0.6 veh-h
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 5
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	A. Preta - A. Pretinha
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 2.0 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	17 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	53/47
	Shoulder width 2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	30.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	70%
		Acess points / km	1/ Km
Segment length L	4.7 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.69
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			41 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			22 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$ km/h		Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$ veh/h		Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS km/h		Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			0.8 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			97.3 km/h
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.806
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			32 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			17
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			2.8%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			20.9
Percent time-Spent-Following, PTSF(%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			23.7%
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS(Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.01
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$			23 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km T_{60}}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km T_{15}} \cdot PHF$			80 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$			0.2 veh-h
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 5
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	A. Preta - A. Pretinha
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 2.0 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	25 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	53/47
	Shoulder width 2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	30.0%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	70%
		Acess points / km	1/ Km
Segment length L	4.7 km		
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.69	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		60 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		32 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		1.2 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		96.7 km/h	
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.806	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		47 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		25	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		4.0%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		20.9	
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		24.9%	
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.02	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$		35 veh-km	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km60}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km15} \cdot PHF$		117 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$		0.4 veh-h	
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			



Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 6
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	A. Pretinha - S. Paulo
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 2.0 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	13 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	52/48
	Shoulder width 2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	21%
	Segment length L 4.7 km	% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	95%
		Access points / km	2/ Km
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.76	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		28 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		15 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$ km/h		Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$ veh/h		Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS km/h		Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		0.7 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		96.9 km/h	
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.856	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		23 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		12	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		2.0%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		21.4	
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		23.4%	
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.01	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km15}$ (veh-km) $V_{km T_{15}} = 0.25 L_T \cdot V$		18 veh-km	
		PHF	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km T_{60}}$ (veh-km) $V_{km T_{60}} = V_{km T_{15}} \cdot PHF$		61 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km T_{15}} \cdot ATS$		0.2 veh-h	
<b>Notes</b>			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 6
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	A. Pretinha - S. Paulo
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
Input Data			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 2.0 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	19 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	52/48
	Shoulder width 2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	21%
	Segment length L 4.7 km	% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	95%
		Access points / km	2/ Km
Average Travel Speed			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.76	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		41 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		21 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	1.3 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		1.1 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		96.4 km/h	
Percent time-Spent-Following			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.856	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		34 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		18	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		2.9%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		21.4	
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		24.4%	
Level of Service and Other Performance Measures			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.01	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{15}}$ (veh-km) $V_{km_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$		26 veh-km	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{60}}$ (veh-km) $V_{km_{60}} = V_{km_{15}} \cdot PHF$		89 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km_{15}} \cdot ATS$		0.3 veh-h	
Notes			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 7
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	S. Paulo - Cabral
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2017
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
<b>Input Data</b>			
		Class I highway	Class II highway
Shoulder width	2.0 m	Terrain	Level
Lane width	3.3 m	Two-way hourly volume	38 veh/h
Lane width	3.3 m	Directional split	59/41
Shoulder width	2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	15%
Segment length	L 8.0 km	% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	75%
		Access points / km	1/ Km
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)			0,71
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)			2,5
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)			1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$			0.816
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$			77 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			45 pc/h
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)			1.6 km/h
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$			96.1 km/h
<b>Percent time-Spent-Following</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)			0,77
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)			1.8
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)			1.0
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$			0.893
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$			65 pc/h
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)			38
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$			5.6%
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)			22.3
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$			27.8%
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)			A
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$			0.02
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{15}}$ (veh-km) $V_{km_{15}} = 0.25 L_T \cdot V$			89 veh-km
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{60}}$ (veh-km) $V_{km_{60}} = V_{km_{15}} \cdot PHF$			304 veh-km
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km_{15}} \cdot ATS$			0.9 veh-h
<b>Notes</b>			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

Two - way Two-Lane Highway Segment Worksheet			
General Information		Site Information	
Analyst	Projemax	Highway	Trecho 7
Agency or Company	Pres. Kennedy	From / To	S. Paulo - Cabral
Date Performed	03.11.14	Jurisdiction	ES
Analysis Time Period		Analysis Year	2026
Operational (LQS) (x)	Design (VP)	Planning (LQS)	Planning (VP)
<b>Input Data</b>			
		Class I highway	Class II highway
	Shoulder width 2.0 m	Terrain Level	Rolling
	Lane width 3.3 m	Two-way hourly volume	56 veh/h
	Lane width 3.3 m	Directional split	59/41
	Shoulder width 2.0 m	Peak-hour factor, PHF	0,85
		% Trucks and buses, Pt	15%
		% Recreational vehicles, Pa	0%
		% No-passing zone	75%
		Acess points / km	1/ Km
Segment length L	8.0 km		
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-7)		0,71	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_t$ (Exhibit 20-9)		2,5	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_r$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_t(E_t-1)+P_r(E_r-1)}$		0.816	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{hv}}$		114 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		67 pc/h	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{fm}$	km/h	Base free-flow speed, BFFS	100 km/h
Observed volume, $V_f$	veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	- 0.7 km
Free-Flow Speed, FFS	km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	0.7 km/h
$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{F_{HV}}$		Free-flow speed, FFS	98.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LS} \cdot f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		2.3 km/h	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125 V_p \cdot f_{np}$		94.9 km/h	
<b>Percent time-Spent-Following</b>			
Grade adjustment factor, $f_g$ (Exhibit 20-8)		0,77	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.8	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{hv}$ $f_{hv} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)}$		0.893	
Two-way flow rate, $^1 V_p$ (pc/h) $v_p = \frac{v}{PHF \cdot f_g \cdot F_{HV}}$		96 pc/h	
$V_p$ highest directional split proportion <sup>2</sup> ( pc/h)		57	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		8.1%	
Adj. for directional distribution and no passing-zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		22.3	
Percent time-Spent-Following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		30.4%	
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of Service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		A	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{V_p}{3200}$		0.04	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{15}}$ (veh-km) $V_{km_{15}} = 0.25 L_T \cdot V \cdot PHF$		132 veh-km	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{km_{60}}$ (veh-km) $V_{km_{60}} = V_{km_{15}} \cdot PHF$		448 veh-km	
Peak 15 min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = V_{km_{15}} \cdot ATS$		1.4 veh-h	
<b>Notes</b>			
1-ft $v_p > 3200$ pc/h, terminate analysis - the LOS .....			
2-ft highest directional split $v_p > 1700$ pc/h, terminate analysis.			

### 3.4.8 – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

O número “N” de operações do eixo padrão, durante o período de vida útil do projeto foi calculado de acordo com a equação seguinte:

$$N = \sum \text{VMDc} \times \text{Fv} \times 365$$

onde:

N = número de operações do eixo padrão;

$\sum \text{VMDc}$  = volume médio diário de tráfego de veículos comerciais, na faixa mais carregada;

Fv = fator médio de veículos.

Cálculo do VMDc

Os volumes médios diários de veículos comerciais ao longo do trecho analisado foram obtidos dos quadros relativos às projeções de tráfego, somando-se os valores das colunas ônibus + caminhões, considerando um fator de pista de 0,5.

### CÁLCULO DO FV

O Quadro 3.4.77 apresentado a seguir, demonstra os cálculos efetuados para a determinação dos fatores de veículos individuais para cada tipo de veículo, definidos pelas metodologias da AASHTO e do Corpo de Engenheiros – USA a partir dos dados definidos na Lei da Balança, considerando 20% de veículos vazios, percentual adotado em estudos similares.

As fórmulas adotadas para o cálculos dos FVs foram as indicadas pelo DNIT, no Manual de Pavimentos Asfálticos, conforme apresentado no Quadro 3.4.77.

**QUADRO 3.4.77**  
**CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO (FV)**

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULOS (FV)

veículos	USACE		AASHTO		VAZIOS		20% VAZIOS	
	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO
<b>2C</b>								
eixo simples dianteiro	6 T	0,2779	0,3273	3,1 T	0,0196	0,0189		
eixo simples rodov. Duplo	10 T	3,2895	2,3944	4,5 T	0,0223	0,0760		
	<b>16 T</b>	<b>3,5674</b>	<b>2,7218</b>	<b>7,6 T</b>	<b>0,0419</b>	<b>0,0949</b>	<b>2,8623</b>	<b>2,1964</b>
<b>3C</b>								
eixo simples dianteiro	6 T	0,2779	0,3273	3,1 T	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2 T	0,0898	0,0252		
	<b>23 T</b>	<b>8,8267</b>	<b>1,9697</b>	<b>9,3 T</b>	<b>0,1093</b>	<b>0,0441</b>	<b>7,0832</b>	<b>1,5846</b>
<b>2S2</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1 T	0,0196	0,0189		
eixo simples rod. Dupla	10 T	3,2895	2,3944	4,5 T	0,0223	0,0760		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2 T	0,0898	0,0252		
	<b>33 T</b>	<b>12,1162</b>	<b>4,3642</b>	<b>18,6 T</b>	<b>0,1316</b>	<b>0,1202</b>	<b>9,7193</b>	<b>3,5154</b>
<b>2S3</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1 T	0,0196	0,0189		
eixo simples rod. Dupla	10 T	3,2895	2,3944	4,5 T	0,0223	0,0760		
eixo tandem triplo	25,5 T	9,2998	1,8468	7,5 T	0,0693	0,0106		
	<b>41,5 T</b>	<b>12,8672</b>	<b>4,5685</b>	<b>15,1 T</b>	<b>0,1112</b>	<b>0,1055</b>	<b>10,3160</b>	<b>3,6759</b>
<b>3S3</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1 T	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2 T	0,0898	0,0252		
eixo tandem triplo	25,5 T	9,2998	1,8468	7,5 T	0,0693	0,0106		
	<b>48,5 T</b>	<b>18,1265</b>	<b>3,8165</b>	<b>16,8 T</b>	<b>0,1787</b>	<b>0,0547</b>	<b>14,5369</b>	<b>3,0641</b>
<b>7 eixos (3D4)</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
	<b>51,0 T</b>	<b>25,9243</b>	<b>5,2545</b>	<b>21,7</b>	<b>0,2889</b>	<b>0,0946</b>	<b>20,7972</b>	<b>4,2225</b>
<b>8 eixos</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
	<b>74 T</b>	<b>34,4731</b>	<b>6,8969</b>	<b>27,9</b>	<b>0,3787</b>	<b>0,1198</b>	<b>27,6542</b>	<b>5,5415</b>
<b>9 eixos (3T6)</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
	<b>74 T</b>	<b>34,4731</b>	<b>6,8969</b>	<b>27,9</b>	<b>0,3787</b>	<b>0,1198</b>	<b>27,6542</b>	<b>5,5415</b>
<b>11 eixos</b>								
eixo simples	6 T	0,2779	0,3273	3,1	0,0196	0,0189		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
eixo tandem duplo	17 T	8,5488	1,6424	6,2	0,0898	0,0252		
	<b>91 T</b>	<b>43,0219</b>	<b>8,5393</b>	<b>34,1</b>	<b>0,4684</b>	<b>0,1450</b>	<b>34,5112</b>	<b>6,8604</b>

**QUADRO 3.4.78**  
**MANUAL DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**  
**TABELA 3.9 – FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE**

Tipo de Eixo	Faixa de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro Simples e Traseiro Simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^4 \times P^{4,0175}$
	> = 8	$FC = 1,8320 \times 10^6 \times P^{6,2542}$
Tandem Duplo	0 - 11	$FC = 1,592 \times 10^4 \times P^{3,472}$
	> = 11	$FC = 1,528 \times 10^6 \times P^{5,484}$
Tandem Triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^5 \times P^{3,3549}$
	> = 18	$FC = 1,3229 \times 10^7 \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

**QUADRO 3.4.79**  
**FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO TABELA 3.10 – (DNER-PRO 159/85)**

Tipo de Eixo	Equações (P em tf)
Simples de Rodagem Simples	$FC = (P/7,77)^{4,32}$
Simples de Rodagem Dupla	$FC = (P/8,17)^{4,32}$
Tandem Duplo (rodagem dupla)	$FC = (P/15,08)^{4,14}$
Tandem Triplo (rodagem dupla)	$FC = (P/22,05)^{4,22}$

### FATOR DE VEÍCULOS

Os quadros a seguir, apresentam os resultados dos fatores de veículos, já considerando a composição de tráfego pesado e os respectivos volumes diários de tráfego.

A título de análise de sensibilidade foi feito um comparativo entre a composição dos veículos pesados que passam atualmente nas vias em estudo e uma composição presumida considerando a utilização futura de veículos maiores, com 5 e 6 eixos, que deverão fazer parte do VMD a partir dos novos investimentos nas sete vias do estudo.

**QUADRO 3.4.80**  
**COMPOSIÇÃO ATUAL DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 1					trecho 2					trecho 3				
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE	
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.
2C	0,759	2,1964	1,6662	2,8623	2,1714	0,992	2,1964	2,1788	2,8623	2,8394	0,984	2,1964	2,1604	2,8623	2,8154
3C	0,138	1,5846	0,2186	7,0832	0,9770	0,008	1,5846	0,0127	7,0832	0,0567	0,008	1,5846	0,0130	7,0832	0,0581
4C	0,034	3,5154	0,1212	9,7193	0,3351		3,5154	0,0000	9,7193	0,0000	0,008	3,5154	0,0288	9,7193	0,0797
5C	0,069	3,6759	0,2535	10,3160	0,7114		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000
6C	0,000	3,0641	0,0000	14,5369	0,0000		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000
7C	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000
8C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
9C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
>9C	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000
FV	1,000		2,2595		4,1950	1,00		2,1915		2,8960	1,00		2,2022		2,9531
FV x 365			824,7273		1531,1668			799,897		1057,0570			803,7991		1077,8749

**QUADRO 3.4.81**  
**COMPOSIÇÃO ATUAL DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 4					trecho 5				
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE	
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.
2C	1,000	2,1964	2,1964	2,8623	2,8623	0,975	2,1964	2,1425	2,8623	2,7920
3C	0,000	1,5846	0,0000	7,0832	0,0000	0,018	1,5846	0,0292	7,0832	0,1304
4C		3,5154	0,0000	9,7193	0,0000	0,006	3,5154	0,0216	9,7193	0,0596
5C		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000
6C		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000
7C		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000
8C		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
9C		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
>9C		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000
FV	1,00		2,1964		2,8623	1,00		2,1932		2,9820
FV x 365			801,6834		1044,7318			800,527		1088,4420

**QUADRO 3.4.82**  
**COMPOSIÇÃO ATUAL DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 6					trecho 7				
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE	
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.
2C	0,987	2,1964	2,1677	2,8623	2,8249	1,000	2,1964	2,1964	2,8623	2,8623
3C		1,5846	0,0000	7,0832	0,0000		1,5846	0,0000	7,0832	0,0000
4C	0,013	3,5154	0,0460	9,7193	0,1270		3,5154	0,0000	9,7193	0,0000
5C		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000		3,6759	0,0000	10,3160	0,0000
6C		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000		3,0641	0,0000	14,5369	0,0000
7C		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000		4,2225	0,0000	20,7972	0,0000
8C		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
9C		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000		5,5415	0,0000	27,6542	0,0000
>9C		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000		6,8604	0,0000	34,5112	0,0000
FV	1,00		2,2136		2,9519	1,00		2,1964		2,8623
FV x 365			807,9765		1077,4482			801,6834		1044,7318



**QUADRO 3.4.83**  
**COMPOSIÇÃO PRESUMIDA DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 1					trecho 2					trecho 3					
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE		
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.	
2C	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	
3C	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	
4C	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	
5C	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	
6C	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	
7C	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	
8C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
9C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
>9C	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	
	FV	1,000		2,1943		4,6087	1,00		2,1943		4,6087	1,00		2,1943		4,6087
	FV x 365			800,9217		1682,1925			800,9217		1682,1925			800,9217		1682,1925

**QUADRO 3.4.84**  
**COMPOSIÇÃO PRESUMIDA DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 4					trecho 5					
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE		
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.	
2C	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	
3C	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	
4C	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	
5C	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	
6C	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	
7C	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	
8C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
9C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
>9C	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	
	FV	1,00		2,1943		4,6087	1,00		2,1943		4,6087
	FV x 365			800,9217		1682,1925			800,9217		1682,1925

**QUADRO 3.4.85**  
**COMPOSIÇÃO PRESUMIDA DO TRÁFEGO PESADO**

CONFIGURAÇÃO	trecho 6					trecho 7					
	Compos. %	AASHTO		USACE		Compos. %	AASHTO		USACE		
		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.		Fv.	%xFv.	Fv.	%xFv.	
2C	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	0,700	2,1964	1,5375	2,8623	2,0036	
3C	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	0,200	1,5846	0,3169	7,0832	1,4166	
4C	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	0,020	3,5154	0,0703	9,7193	0,1944	
5C	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	0,040	3,6759	0,1470	10,3160	0,4126	
6C	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	0,040	3,0641	0,1226	14,5369	0,5815	
7C	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	0,000	4,2225	0,0000	20,7972	0,0000	
8C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
9C	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	0,000	5,5415	0,0000	27,6542	0,0000	
>9C	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	0,000	6,8604	0,0000	34,5112	0,0000	
	FV	1,00		2,1943		4,6087	1,00		2,1943		4,6087
	FV x 365			800,9217		1682,1925			800,9217		1682,1925

A seguir são apresentados os quadros contendo os volumes médios diários de tráfego e os respectivos valores de número “N”, para o período de vida útil do projeto, para os métodos da USACE e da AASHTO.

**QUADRO 3.4.86**  
**COMPOSIÇÃO ATUAL DO TRÁFEGO PESADO**

NÚMERO N - AASHTO										
ANO	ANOS	trecho 1			trecho 2			trecho 3		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumulado
2017	1	33	2,8	2,8	21	1,7	1,7	27	2,2	2,2
2018	2	35	2,9	5,6	22	1,7	3,4	29	2,3	4,5
2019	3	36	3,0	8,6	23	1,8	5,2	30	2,4	6,9
2020	4	37	3,1	11,7	24	1,9	7,2	32	2,6	9,5
2021	5	39	3,2	14,9	25	2,0	9,2	34	2,7	12,2
2022	6	40	3,3	18,2	26	2,1	11,3	35	2,8	15,1
2023	7	42	3,5	21,7	27	2,2	13,5	37	3,0	18,0
2024	8	44	3,6	25,3	29	2,3	15,8	38	3,1	21,1
2025	9	45	3,7	29,0	30	2,4	18,2	40	3,2	24,3
2026	10	47	3,9	<b>32,9</b>	31	2,5	<b>20,6</b>	42	3,3	<b>27,6</b>

NÚMERO N - AASHTO							
ANO	ANOS	trecho 4			trecho 5		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	41	3,3	3,3	20	1,6	1,6
2018	2	43	3,4	6,7	21	1,7	3,3
2019	3	44	3,6	10,3	22	1,8	5,1
2020	4	46	3,7	14,0	23	1,8	6,9
2021	5	48	3,9	17,8	24	1,9	8,8
2022	6	50	4,0	21,8	25	2,0	10,8
2023	7	52	4,1	26,0	25	2,0	12,8
2024	8	54	4,3	30,3	26	2,1	14,9
2025	9	56	4,5	34,7	27	2,2	17,1
2026	10	58	4,6	<b>39,3</b>	28	2,3	<b>19,3</b>

NÚMERO N - AASHTO							
ANO	ANOS	trecho 6			trecho 7		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	16	1,3	1,3	24	1,9	1,9
2018	2	17	1,3	2,6	25	2,0	4,0
2019	3	17	1,4	4,0	26	2,1	6,1
2020	4	18	1,5	5,5	28	2,2	8,3
2021	5	19	1,5	7,0	29	2,3	10,6
2022	6	20	1,6	8,6	30	2,4	13,0
2023	7	20	1,6	10,2	31	2,5	15,4
2024	8	21	1,7	11,9	32	2,5	18,0
2025	9	22	1,8	13,7	33	2,6	20,6
2026	10	22	1,8	<b>15,5</b>	34	2,7	<b>23,3</b>

**QUADRO 3.4.87**  
**COMPOSIÇÃO PRESUMIDA DO TRÁFEGO PESADO**

NÚMERO N - AASHTO										
ANO	ANOS	trecho 1			trecho 2			trecho 3		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumulado
2017	1	33	2,7	2,7	21	1,7	1,7	27	2,2	2,2
2018	2	35	2,8	5,4	22	1,7	3,4	29	2,3	4,5
2019	3	36	2,9	8,3	23	1,8	5,2	30	2,4	6,9
2020	4	37	3,0	11,3	24	1,9	7,2	32	2,6	9,5
2021	5	39	3,1	14,5	25	2,0	9,2	34	2,7	12,2
2022	6	40	3,2	17,7	26	2,1	11,3	35	2,8	15,0
2023	7	42	3,4	21,1	27	2,2	13,5	37	2,9	18,0
2024	8	44	3,5	24,5	29	2,3	15,8	38	3,1	21,0
2025	9	45	3,6	28,2	30	2,4	18,2	40	3,2	24,2
2026	10	47	3,8	31,9	31	2,5	20,7	42	3,3	27,5

NÚMERO N - AASHTO							
ANO	ANOS	trecho 4			trecho 5		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	41	3,3	3,3	20	1,6	1,6
2018	2	43	3,4	6,7	21	1,7	3,3
2019	3	44	3,6	10,3	22	1,8	5,1
2020	4	46	3,7	14,0	23	1,8	6,9
2021	5	48	3,9	17,8	24	1,9	8,8
2022	6	50	4,0	21,8	25	2,0	10,8
2023	7	52	4,1	26,0	25	2,0	12,8
2024	8	54	4,3	30,3	26	2,1	14,9
2025	9	56	4,4	34,7	27	2,2	17,1
2026	10	58	4,6	39,3	28	2,3	19,3

NÚMERO N - AASHTO							
ANO	ANOS	trecho 6			trecho 7		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	16	1,3	1,3	24	1,9	1,9
2018	2	17	1,3	2,6	25	2,0	4,0
2019	3	17	1,4	4,0	26	2,1	6,1
2020	4	18	1,4	5,4	28	2,2	8,3
2021	5	19	1,5	6,9	29	2,3	10,6
2022	6	20	1,6	8,5	30	2,4	13,0
2023	7	20	1,6	10,1	31	2,5	15,4
2024	8	21	1,7	11,8	32	2,5	18,0
2025	9	22	1,7	13,6	33	2,6	20,6
2026	10	22	1,8	15,3	34	2,7	23,3

**QUADRO 3.4.884**  
**COM COMPOSIÇÃO ATUAL DO TRÁFEGO PESADO**

NÚMERO "N" - USACE										
ANO	ANOS	trecho 1			trecho 2			trecho 3		
		VMDC	nº N ano	nº N acumula	VMDC	nº N ano	nº N acumula	VMDC	nº N ano	nº N acumulado
2017	1	33	5,1	5,1	21	2,2	2,2	27	2,9	2,9
2018	2	35	5,3	10,4	22	2,3	4,5	29	3,1	6,0
2019	3	36	5,5	15,9	23	2,4	6,9	30	3,3	9,3
2020	4	37	5,7	21,7	24	2,5	9,5	32	3,5	12,8
2021	5	39	6,0	27,6	25	2,7	12,2	34	3,6	16,4
2022	6	40	6,2	33,8	26	2,8	14,9	35	3,8	20,2
2023	7	42	6,4	40,2	27	2,9	17,8	37	4,0	24,2
2024	8	44	6,7	46,9	29	3,0	20,9	38	4,1	28,3
2025	9	45	6,9	53,8	30	3,1	24,0	40	4,3	32,6
2026	10	47	7,2	<b>61,0</b>	31	3,3	<b>27,3</b>	42	4,5	<b>37,1</b>
2027	11	49	7,5	68,5	32	3,4	30,7	43	4,7	41,7
2028	12	51	7,7	76,2	33	3,5	34,2	45	4,9	46,6
2029	13	53	8,0	84,3	35	3,7	37,9	47	5,1	51,7
2030	14	55	8,4	92,6	36	3,8	41,7	49	5,3	57,0
2031	15	57	8,7	<b>101,3</b>	38	4,0	<b>45,7</b>	51	5,5	<b>62,5</b>

NÚMERO N - USACE							
ANO	ANOS	trecho 4			trecho 5		
		VMDC	nº N ano	nº N acumula	VMDC	nº N ano	nº N acumula
2017	1	41	4,3	4,3	20	2,2	2,2
2018	2	43	4,5	8,8	21	2,3	4,5
2019	3	44	4,6	13,4	22	2,4	6,9
2020	4	46	4,8	18,2	23	2,5	9,4
2021	5	48	5,0	23,3	24	2,6	12,0
2022	6	50	5,2	28,5	25	2,7	14,6
2023	7	52	5,4	33,9	25	2,8	17,4
2024	8	54	5,6	39,5	26	2,9	20,3
2025	9	56	5,8	45,3	27	3,0	23,2
2026	10	58	6,0	<b>51,3</b>	28	3,1	<b>26,3</b>
2027	11	60	6,2	57,5	29	3,2	29,4
2028	12	62	6,5	64,0	30	3,3	32,7
2029	13	64	6,7	70,7	31	3,4	36,1
2030	14	67	6,9	77,6	32	3,5	39,6
2031	15	69	7,2	<b>84,8</b>	33	3,6	<b>43,2</b>

NÚMERO N - USACE							
ANO	ANOS	trecho 6			trecho 7		
		VMDC	nº N ano	nº N acumula	VMDC	nº N ano	nº N acumula
2017	1	16	1,7	1,7	24	2,5	2,5
2018	2	17	1,8	3,5	25	2,6	5,2
2019	3	17	1,9	5,4	26	2,8	7,9
2020	4	18	1,9	7,3	28	2,9	10,8
2021	5	19	2,0	9,3	29	3,0	13,8
2022	6	20	2,1	11,5	30	3,1	16,9
2023	7	20	2,2	13,6	31	3,2	20,1
2024	8	21	2,3	15,9	32	3,3	23,4
2025	9	22	2,3	18,2	33	3,4	26,8
2026	10	22	2,4	<b>20,6</b>	34	3,5	<b>30,4</b>
2027	11	23	2,5	23,1	35	3,7	34,0
2028	12	24	2,6	25,7	36	3,8	37,8
2029	13	25	2,7	28,4	37	3,9	41,7
2030	14	26	2,8	31,2	39	4,0	45,7
2031	15	27	2,9	<b>34,1</b>	40	4,2	<b>49,9</b>

**QUADRO 3.4.89**  
**COM COMPOSIÇÃO PRESUMIDA DO TRÁFEGO PESADO**

NÚMERO "N" - USACE										
ANO	ANOS	trecho 1			trecho 2			trecho 3		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumulado
2016	1	33	5,6	5,6	21	3,5	3,5	27	4,6	4,6
2017	2	35	5,8	11,4	22	3,7	7,2	29	4,8	9,4
2018	3	36	6,1	17,5	23	3,9	11,0	30	5,1	14,5
2019	4	37	6,3	23,8	24	4,1	15,1	32	5,4	19,9
2020	5	39	6,6	30,4	25	4,3	19,3	34	5,7	25,6
2021	6	40	6,8	37,2	26	4,4	23,8	35	5,9	31,5
2022	7	42	7,1	44,2	27	4,6	28,4	37	6,2	37,7
2023	8	44	7,3	51,5	29	4,8	33,2	38	6,4	44,1
2024	9	45	7,6	59,2	30	5,0	38,2	40	6,7	50,9
2025	10	47	7,9	<b>67,0</b>	31	5,2	<b>43,4</b>	42	7,0	<b>57,9</b>
2026	11	49	8,2	75,2	32	5,4	48,8	43	7,3	65,2
2027	12	51	8,5	83,8	33	5,6	54,5	45	7,6	72,8
2028	13	53	8,8	92,6	35	5,9	60,3	47	7,9	80,7
2029	14	55	9,2	101,8	36	6,1	66,4	49	8,3	88,9
2030	15	57	9,5	<b>111,3</b>	38	6,4	<b>72,8</b>	51	8,6	<b>97,6</b>

NÚMERO N - USACE							
ANO	ANOS	trecho 4			trecho 5		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	41	6,9	6,9	20	3,4	3,4
2018	2	43	7,2	14,1	21	3,5	6,9
2019	3	44	7,5	21,6	22	3,7	10,6
2020	4	46	7,8	29,4	23	3,8	14,5
2021	5	48	8,1	37,5	24	4,0	18,5
2022	6	50	8,4	45,8	25	4,1	22,6
2023	7	52	8,7	54,5	25	4,3	26,9
2024	8	54	9,0	63,5	26	4,4	31,3
2025	9	56	9,3	72,9	27	4,6	35,9
2026	10	58	9,7	<b>82,6</b>	28	4,7	<b>40,6</b>
2027	11	60	10,0	92,6	29	4,9	45,5
2028	12	62	10,4	103,0	30	5,1	50,6
2029	13	64	10,8	113,8	31	5,2	55,8
2030	14	67	11,2	125,0	32	5,4	61,2
2031	15	69	11,6	<b>136,6</b>	33	5,6	<b>66,8</b>

NÚMERO N - USACE							
ANO	ANOS	trecho 6			trecho 7		
		VMDc	nº N ano	nº N acumula	VMDc	nº N ano	nº N acumula
2017	1	16	2,7	2,7	24	4,1	4,1
2018	2	17	2,8	5,5	25	4,3	8,3
2019	3	17	2,9	8,4	26	4,4	12,8
2020	4	18	3,0	11,4	28	4,6	17,4
2021	5	19	3,2	14,6	29	4,8	22,2
2022	6	20	3,3	17,9	30	5,0	27,2
2023	7	20	3,4	21,3	31	5,2	32,4
2024	8	21	3,5	24,8	32	5,3	37,7
2025	9	22	3,6	28,5	33	5,5	43,2
2026	10	22	3,8	<b>32,2</b>	34	5,7	<b>48,9</b>
2027	11	23	3,9	36,1	35	5,9	54,8
2028	12	24	4,0	40,2	36	6,1	60,9
2029	13	25	4,2	44,4	37	6,3	67,1
2030	14	26	4,3	48,7	39	6,5	73,6
2031	15	27	4,5	<b>53,2</b>	40	6,7	<b>80,4</b>

Os quadros apresentados a seguir mostram o resumo dos resultados obtidos para os números “N” dos sete trechos, incluindo uma análise de sensibilidade considerando uma composição presumida do tráfego pesado, incorporando parcelas de caminhões mais pesados que os atuais, verificados nos postos de contagem de tráfego.

Verificou-se que, pelo método da AASHTO não houve variação, sendo que, pelo método USACE, foram observadas algumas mudanças significativas, apenas ao considerar o período de 15 anos.

**QUADRO 3.4.90**  
**NÚMERO “N” RESUMO**

Número "N" - Resumo										
trecho	com composição atual do tráfego pesado					com composição presumida do tráfego pesado				
	AASHTO		USACE			AASHTO		USACE		
	N1	N10	N1	N10	N15	N1	N10	N1	N10	N15
1. Alegria - Estrada Leonel	2,8 x 10 <sup>4</sup>	3,3 x 10 <sup>5</sup>	5,1 x 10 <sup>4</sup>	6,1 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	3,2 x 10 <sup>5</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	6,7 x 10 <sup>5</sup>	1,1 x 10 <sup>6</sup>
2. Leonel - Cancelas/Sta Lúcia	1,7 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>5</sup>	4,6 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	3,5 x 10 <sup>4</sup>	4,3 x 10 <sup>5</sup>	7,3 x 10 <sup>5</sup>
3. Cancelas - Sta Lúcia/A.;Pretinha	2,2 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>5</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>5</sup>	6,3 x 10 <sup>5</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>5</sup>	4,6 x 10 <sup>4</sup>	5,8 x 10 <sup>5</sup>	9,8 x 10 <sup>5</sup>
4. Div. A.Vivacqua - Sta.Lúcia-A.Pretinha	3,3 x 10 <sup>4</sup>	3,9 x 10 <sup>5</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>	5,1 x 10 <sup>5</sup>	8,5 x 10 <sup>5</sup>	3,3 x 10 <sup>4</sup>	3,9 x 10 <sup>5</sup>	6,9 x 10 <sup>4</sup>	8,3 x 10 <sup>5</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>
5. A.Preta - A. Pretinha	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	2,6 x 10 <sup>5</sup>	4,3 x 10 <sup>5</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	3,4 x 10 <sup>4</sup>	4,1 x 10 <sup>5</sup>	6,7 x 10 <sup>5</sup>
6. A. Pretinha - S. Paulo	1,3 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	3,4 x 10 <sup>5</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	3,2 x 10 <sup>5</sup>	5,3 x 10 <sup>5</sup>
7. S.Paulo-Cabral-Div.Itap. (B. Grande)	1,9 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>5</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>5</sup>	5,0 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>5</sup>	4,1 x 10 <sup>4</sup>	4,9 x 10 <sup>5</sup>	8,0 x 10 <sup>5</sup>



---

## *3.5 – ESTUDOS GEOLÓGICOS*

---





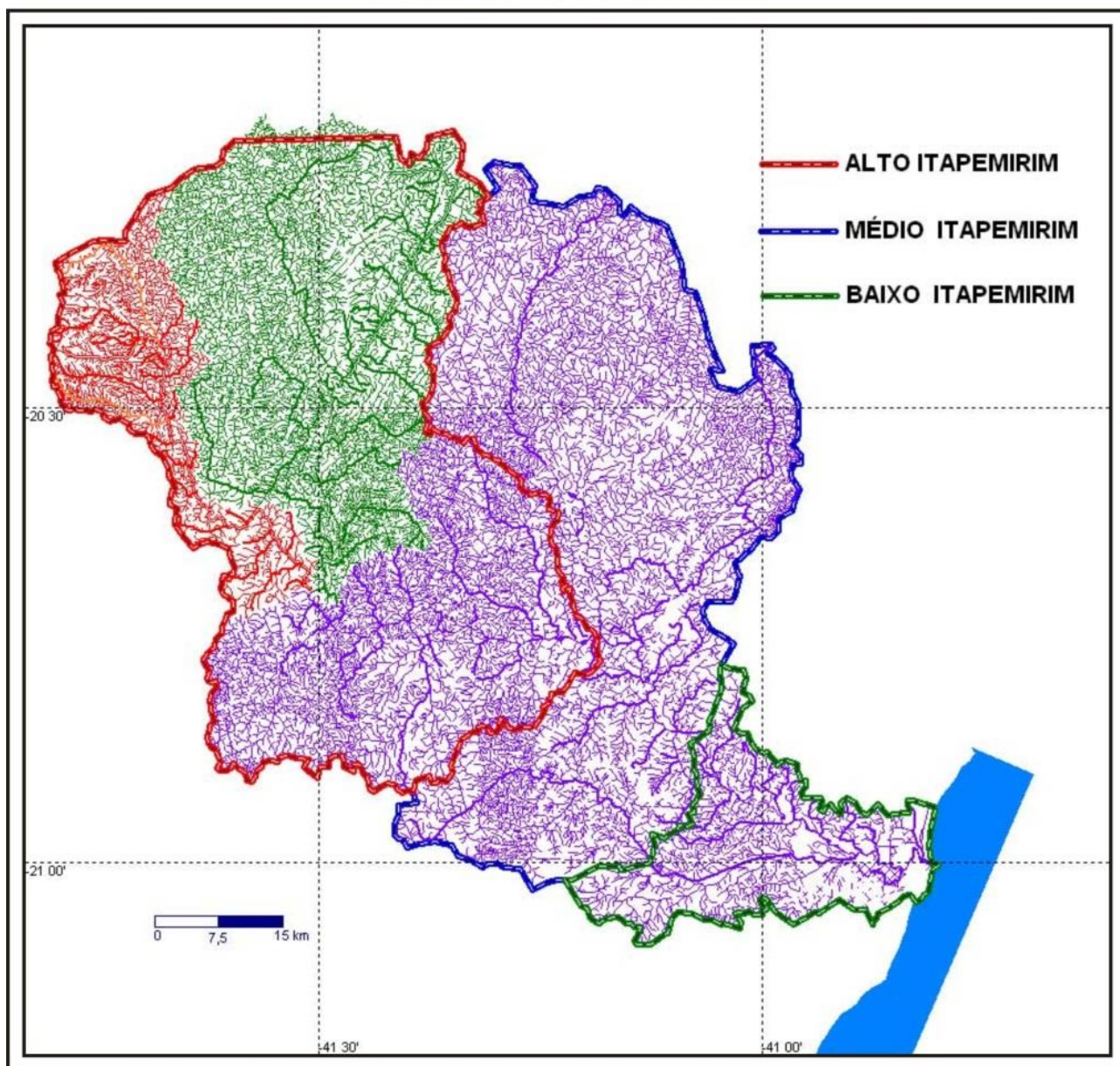
### **3.5 – ESTUDOS GEOLÓGICOS**

#### **3.5.1 – HIDROGRAFIA**

A hidrografia da região se configura por uma rede de drenagem predominantemente dendrítica, com a presença de rede treliça. O trecho 05 está localizado na Bacia do Rio Itapemirim, constituinte da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste.

A Região Hidrográfica do Rio Itapemirim tem como rio principal o Rio Itapemirim, com vazão média de 94.709 l/s e extensão de 135,44 km a partir da confluência de dois rios, o Braço Norte Esquerdo, com 83,28 km e o Braço Norte Direito, com 70,95 km. Sua foz se localiza no município de Itapemirim e seus principais afluentes são os Rios Castelo, Muqui do Norte, Braço Norte Direito, Fruteiras, Pardo, São João de Viçosa, Caxixe, Prata, Alegre, Pardinho, Monte Alverne, Pedra Roxa e Pedregulho. Ocupa uma área de aproximadamente 5.919,5 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Alegre, Atilio Vivacqua, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Conceição do Castelo, Ibitirama, Jerônimo Monteiro, Marataízes, Muniz Freire, e Venda Nova do Imigrante em sua totalidade, além de abranger parcialmente os municípios de Ibatiba, Iúna, Irupí, Muqui, Itapemirim, Marataízes, Presidente Kennedy e Vargem Alta.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM



Fonte: IEMA/CERH

### 3.5.2 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICA

#### 3.5.2.1 – INTRODUÇÃO

O estudo da Geomorfologia (forma do relevo) de uma região produz dados capazes de subsidiar uma correta abordagem, do ponto de vista ambiental e econômico, às intervenções antrópicas em uma dada região ou território. A análise e consequente caracterização dos componentes ambientais, dentre eles os condicionantes geológicos, são de grande valia para a gestão pública, pois sustentam os processos decisórios em diversos níveis e atividades.

Na engenharia rodoviária, particularmente no estado do Espírito Santo, que possui relevo bastante acidentado, os estudos geomorfológicos são costumeiramente utilizados para a determinação de melhores traçados, com minorados impactos físicos e ambientais, e possibilitando maior economia na implantação de empreendimentos dessa natureza.

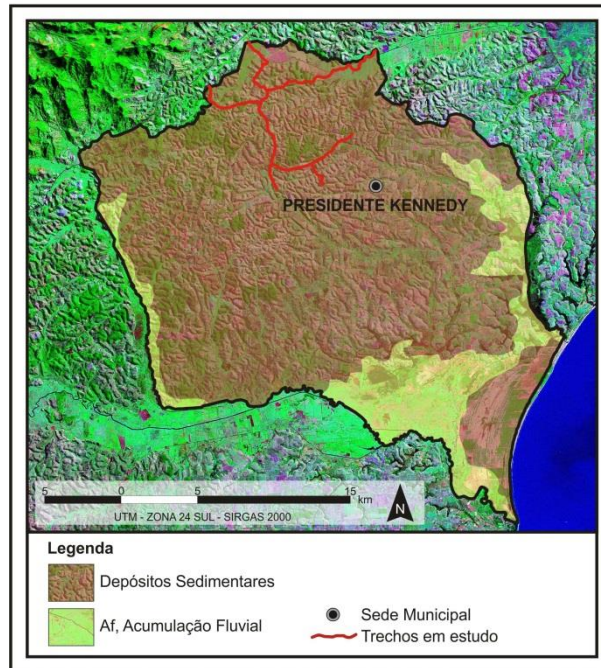
### **3.5.2.2 – ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo abrange, em nível mais geral, aos limites do município de Presidente Kennedy, localizado ao sul do estado do Espírito Santo, com área total de 583,933 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). O clima da região é tropical litorâneo úmido e edafoclimaticamente considerado tropical egatérmico, quase mesotérmico e sub úmido do tipo seco, a temperatura média anual é aproximadamente 23° C, no verão aproximadamente 25°C, estação muito quente, e no inverno aproximadamente 20° C, temperatura amena. Embora a quantidade de chuvas varie muito, há predominância de um volume de 900 a 1.000 mm anual. O maior volume ocorre entre os meses de novembro a janeiro (INCAPER, 2011).

### **3.5.2.3 – MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO**

Segundo a classificação geomorfológica proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) a região é enquadrada no Domínio Geomorfológico Depósitos Sedimentares. Esse domínio é constituído pelas áreas de acumulação representadas pelas planícies e terraços de baixa declividade e, eventualmente, depressões modeladas sobre depósitos de sedimentos horizontais a sub-horizontais de ambientes fluviais, marinhos, fluviomarinhos, lagunares e/ou eólicos, dispostos na zona costeira ou no interior do continente. Os depósitos sedimentares caracterizam-se pela ocorrência de sedimentos arenosos e argiloarenosos com níveis de cascalho, basicamente do grupo da Formação Barreiras e dos ambientes costeiros, depositados durante o período Cenozóico.

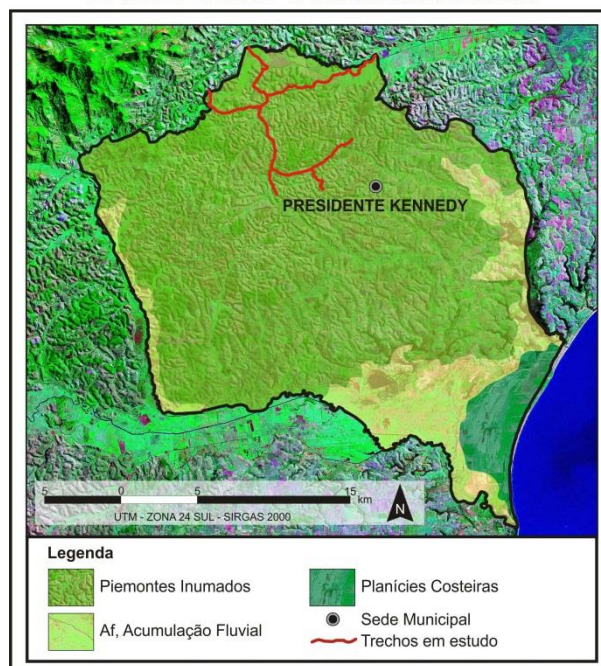
PRESIDENTE KENNEDY - MORFOESTRUTURAS



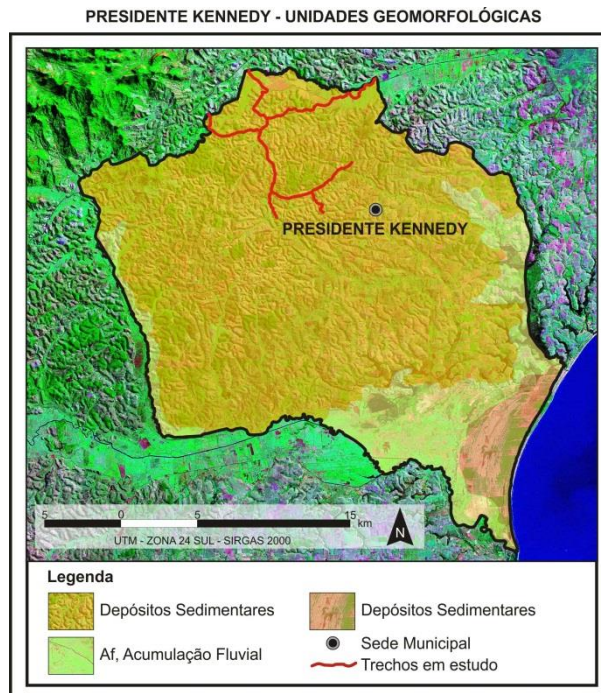
Fonte: UFES e CGeo-IJSN

Num segundo nível de classificação hierárquica de relevo podemos encontrar, no território Kennediense, três Regiões Geomorfológicas distintas: Acumulação Fluvial, Planícies Costeiras e Piemontes Inumados. Esta última, constituída pela Unidade Geomorfológica Tabuleiros Costeiros, é de especial interesse por abranger a área onde estão locados os trechos rodoviários em tela.

PRESIDENTE KENNEDY - REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS



Fonte: UFES e CGeo-IJSN



Fonte: UFES e CGGeo-IJSN

Estes terrenos constituem-se de sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras depositados sobre o embasamento muito alterado, fato que dificulta muitas vezes a diferenciação dos dois materiais. Os sedimentos apresentam espessura variada e disposição subhorizontal, com mergulho para leste, em direção ao Oceano Atlântico, são constituídos de areias e argilas variegadas com eventuais linhas de pedra.

#### 3.5.2.4 – UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS E FORMAS DE RELEVO PREDOMINANTES

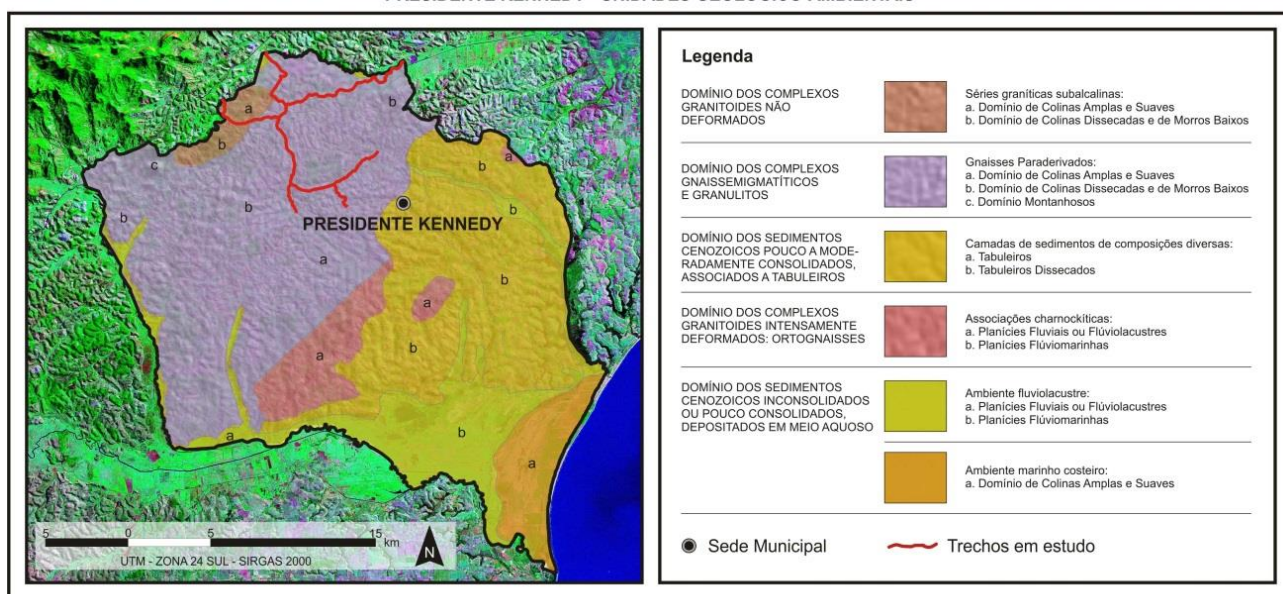
Segundo a classificação CPRM/IBGE (2010), os trechos em estudos se localizam, em sua maior parte no Domínio dos Complexos Gnaiss migmatíticos e Granulitos, com predomínio de gnaisses paraderivados, podendo conter porções migmatíticas. As formas de relevo encontradas variam entre o Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e de Morros Baixos e Domínios Montanhosos.

Estes terrenos geram manto de alteração de espessura variável, com ocorrências localizadas de blocos de rochas preservados, estes últimos apresentam anisotropia mecânica média a alta o que favorece ao deslocamento de lascas e quedas de blocos, em especial nas porções expostas de rocha sã. A suscetibilidade a processos erosivos e movimentos naturais de massa é considerada de média a alta. Originam solos com elevado teor de argila, pouco permeáveis, muito porosos, moderadamente plásticos e de boa capacidade de compactação.

Também são encontrados terrenos de classificação referente ao Domínio dos Complexos Granitoides não Deformados, que alteram-se de forma heterogênea deixando blocos e matacões em meio ao solo, podendo desestabilizar obras se estas forem parcialmente apoiadas sobre eles e podem movimentar-se em taludes de corte. Originam solos argilo siltico-arenosos, pobres em nutrientes e ricos em alumínio, de boa qualidade física (porosos – retém bem a água e nutrientes). Quando pouco evoluídos, se desestabilizam com facilidade em taludes de corte. Nos solos com pedogênese incipiente são aproveitáveis como saibro e os solos mais evoluídos mostram boa capacidade de compactação. As formas de relevo encontradas se assemelham as descritas anteriormente.

Por último, constata-se a existência de trechos com terrenos do Domínio dos Sedimentos Cenozoicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso. Apresentam baixo grau de coerência e baixa resistência ao corte e à penetração, o que implica em facilidade de remoção por maquinário de corte. Por outro lado, exibe baixa capacidade de suporte, o que condiciona o aparecimento de trincas e abatimentos. Constitui-se de ambiente fluviolacustre com predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa. Exibem configuração morfolitoestrutural favorável à existência de sistema de drenagem de baixa energia, com afloramento do lençol freático ou com ocorrência do mesmo a baixas profundidades, o que implica em terrenos problemáticos à execução de obras que envolvam escavação. São áreas sujeitas a rápido alagamento.

PRESIDENTE KENNEDY - UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS

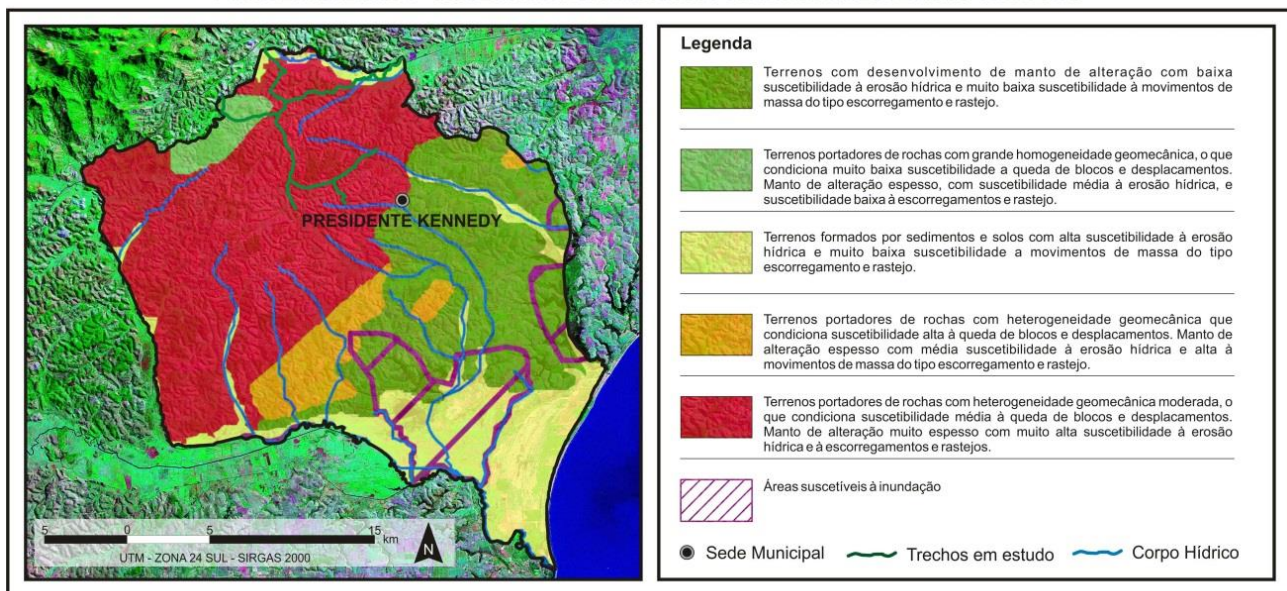


Fonte: CPRM

### 3.5.2.5 – SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS CONDICIONANTES DE RISCO GEOLÓGICO

Segundo dados do CPRM/IBGE (2010) a área compreendida pelos trechos em tela apresenta alta suscetibilidade a processos condicionantes de risco geológico. A região apresenta terrenos portadores de rochas com heterogeneidade geomecânica moderada, o que condiciona suscetibilidade média à queda de blocos e deslocamentos em trecho que apresentem afloramentos rochosos expostos. O manto de alteração, em geral muito espesso, possui alta suscetibilidade à erosão hídrica, a escorregamentos e aos movimentos de rastejo.

PRESIDENTE KENNEDY - SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS CONDICIONANTES DE RISCO GEOLÓGICO



Fonte: CPRM







---

### ***3.6 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS***

---



## 3.6 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 3.6.1 – INTRODUÇÃO

Para desenvolvimento dos Estudos Geotécnicos os procedimentos obedeceram ao prescrito na IS-206, segundo preconizado nos Termos de Referência, conforme item 7.3 – Estudos Geológicos e Geotécnicos, tanto no que diz respeito às sondagens do subleito e ocorrências de materiais, quanto no que se refere aos ensaios dos materiais prospectados, a menos da energia utilizada nos ensaios de compactação, para os quais utilizou-se aquela referente ao Proctor Intermediário (26 golpes por camada) para o subleito. Esta alteração foi feita em função de resultados de estudos recentes que têm demonstrado a melhoria das características de deformabilidade elástica de solos finos em função do aumento da energia de compactação.

### 3.6.2 – ESTUDO DO SUBLEITO

Objetivando conhecer os materiais constituintes do subleito da via, foram coletadas amostras ao longo da diretriz, mediante a execução de sondagens a pá e picareta e trado, dispostas de tal forma que proporcionassem sua necessária caracterização com vistas ao atendimento do nível de detalhamento exigido pelo Projeto de Engenharia. Os poços de sondagem foram locados com base no projeto geométrico vertical, excluindo-se segmentos nos quais foram projetados aterros, que consistem principalmente de baixadas e travessias de talwegues. Assim sendo, a locação dos furos de sondagem e a determinação de sua profundidade foram feitas de forma a caracterizar convenientemente os cortes até a profundidade mínima de 1,0m abaixo do pavimento acabado.

No segmento relativo ao Trecho 05, foram perfurados 22 poços de sondagem, com espaçamento médio de aproximadamente 216m. Foram obtidas 39 amostras, que foram submetidas aos ensaios pertinentes, em profundidades que atingiram um máximo de 5,50m, correspondendo a valores entre 1,00m a 1,30m abaixo do greide projetado. Os resultados obtidos determinaram a seguinte distribuição em termos de grupos de classificação TRB:

- Solos A-7-5 – 7 amostras (18%)
- Solos A-7-6 – 32 amostras (82%)

Os resultados demonstram a existência exclusiva de solos argilosos, que representam 100% das amostras coletadas. No que se refere aos valores de ISC, os mesmos variaram de 10,9% a 19,7%,

com média de aproximadamente 15%, demonstrando assim que predominam solos com elevado suporte, considerando-se tratar-se de solos finos.

Não foi constatada ocorrência de rocha em nenhuma das sondagens executadas.

### **3.6.3 – SONDAGEM DE RECONHECIMENTO (SPT)**

Foram realizadas 02 sondagens para o trecho, visando o reconhecimento dos solos em corte e capacidade para aterros, conforme perfis apresentados no Volume 3B.

### **3.6.4 – OCORRÊNCIAS DE MATERIAL PARA TERRAPLENAGEM**

Tendo em vista que os volumes de material provenientes da escavação dos cortes projetados são suficientes para execução dos aterros, não foi necessário indicar empréstimos para execução da terraplenagem.

### **3.6.5 - OCORRÊNCIAS DE MATERIAL PARA PAVIMENTAÇÃO**

Para utilização nas camadas de sub-base e base é indicada a Jazida São Bento, em regime de exploração comercial, que dista 21,23km do canteiro de obras programado, com acesso por estrada não pavimentada.

As características geotécnicas do material proveniente desta ocorrência atendem convenientemente às exigências normativas para a camada de sub-base. Com relação à utilização na camada de base, constatou-se valores por demais elevados para o Índice de Plasticidade (IP) e para o Limite de Liquidez (LL), com valores mínimos estatísticos em nove amostras de 17,1 % e 52,4%, respectivamente, enquanto que os exigidos por norma são de no máximo 6% para o IP e 25% para o LL. Tendo em vista os resultados obtidos, procedeu-se à avaliação do Equivalente de Areia (EA), que por norma deve ser superior a 30% quando forem ultrapassados os limites de IP e LL. O valor mínimo estatístico do EA determinado para nove amostras foi de apenas 8,5%, inviabilizando a utilização do material “in natura” para execução da camada de base.

Assim sendo, optou-se inicialmente por avaliar misturas do tipo solo-areia. Os resultados demonstraram que a curva granulométrica resultante apresenta significativa descontinuidade, não se enquadrando em nenhuma das faixas de norma, podendo prejudicar a estabilidade do material

compactado. Desta forma, alterou-se a avaliação para misturas do tipo solo-brita, concluindo-se, em função dos resultados dos ensaios, pela mistura das seguintes proporções:

- 30% de Brita 2
- 10% de Brita 0
- 30% de Pó de Pedra
- 30% de Solo (Jazida São Bento)

A análise estatística das características geotécnicas da mistura indicada é apresentada no final do capítulo. Por determinação da Fiscalização, esta mistura deverá ser executada na pista de rolamento. Assim sendo, as distâncias de transporte dos materiais foram determinadas de suas origens à pista.

### 3.6.6 – ENSAIOS REALIZADOS

Os ensaios laboratoriais foram executados em todas as amostras coletadas, e consistiram dos seguintes:

- Granulometria por peneiramento;
- Limites de Liquidez e Plasticidade;
- Compactação nas energias do Proctor Intermediário (subleito e sub-base) e Modificado (base);
- Índice Suporte Califórnia (ISC);
- Expansão; e,
- Equivalente de Areia para o material destinado à execução da base.

### 3.6.7 – PEDREIRA

A ocorrência indicada para execução das obras é a Pedreira Ultramar, em exploração comercial, localizada às margens da rodovia BR-101, distando 17,73km (4,83km não pavimentados) do canteiro de obras programado para o segmento. Esta ocorrência apresentou nos ensaios efetuados os valores constantes do quadro inserido a seguir.

Características do Material da Pedreira Ultramar			
Abrasão Los Angeles		Adesividade	Índice de Forma
Faixa	Desgaste (%)		
B	49,6	Satisfatória com 0,5% de Dope	0,67

### 3.6.8 - AREAL

Para obtenção de areia necessária à execução das obras é indicado o Areal Dois Irmãos, localizado próximo à BR-101, distando 39,83km (10,33km não pavimentados) do canteiro de obras programado para o segmento. Esta ocorrência apresentou nos ensaios efetuados os valores constantes do quadro inserido a seguir.

Características do Material de Areal Dois Irmãos							Equivalente de Areia	Impureza Orgânica
% Passando								
# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	#200		
100	95,1	64,0	29,9	12,0	2,40	0,60	90,6%	Ausência

### 3.6.9 – ESTUDO DO TERRENO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS

Os furos de sondagens SP12, SP13 e SP14 permitiram definir o perfil geotécnico da área de influência dos aterros de aproximação da ponte projetada, caracterizando três aspectos preponderantes que foram analisados:

- A limitação da capacidade de carga do solo superficial para as pressões solicitantes dos novos aterros de aproximação, que poderia até, numa análise muito apurada, conduzir a uma segurança à ruptura limite, mas não suficientemente confiável;
- Em decorrência, a expectativa de recalque dos aterros por adensamento do solo de fundação (se não for tratado ou removido) também fez demover a ideia de não se fazer intervenção mais profunda neste solo;
- Por último, qualquer tentativa de solução sem intervenção para substituição do solo mole deixaria as fundações da obra de arte (estacas da ponte) sob um estado de instabilidade devido à possível manifestação do Efeito Tschebotarioff, resultante do adensamento do solo mole transferindo empuxos horizontais diferenciais para as estacas.

Ainda assim, foram sugeridos ensaios geotécnicos especiais de campo e de laboratório para confirmação das condições precárias do solo de fundação apontadas nas sondagens a percussão com ensaios SPT:

- Ensaios de Piezocone (CPTU), que ratificam a baixa resistência das camadas mais superficiais, através das grandezas das Resistências de Ponta;
- Ensaios de Vane de Campo também revelam resistências de coesão em níveis alternados muito baixas para amostras amolgadas, desencorajando a confiabilidade em se trabalhar com segurança limites para fins de ruptura;

- Ensaios de Adensamento revelam resultados díspares de Índices de Compressão e de Descompressão, mostrando que há situações extremas que ratificam a precariedade dos bolsões mais moles do solo argiloso local.

De qualquer modo, a precária resistência à ruptura do solo superficial de fundação, ratificada pelos ensaios de campo, a despeito de existirem lentes mais resistentes junto à superfície, não ensejam solução de melhoria sem intervenção com troca de solo.

Em vista do exposto, optou-se, na solução de fundação dos aterros de aproximação, pela remoção do solo mole compressível mais superficial (até 3,50m de profundidade), compatível com procedimentos mecanizados tradicionais, especificando-se:

- Para o reaterro inicial, de reenchimento da cava de troca, foi especificado o lançamento de rachão até se atingir um nível pouco acima do nível água. Este procedimento possibilitará não só o trabalho em condições adversas de aterro parcialmente submerso, no fundo da cava, como também provocará, com o lançamento das pedras, a estabilização final de algum núcleo de solo mole remanescente, abaixo do fundo da cava, devido à ruptura provocada destes núcleos pela ação do lançamento do rachão;
- Para reaterro final da cava será aplicada bica corrida, que se constitui em solo granular pedregulhoso de excelente comportamento estrutural, para cimentação da cava de troca, com eficiente resultado na troca do solo de fundação.

A solução serve para neutralizar e eliminar riscos tanto de ruptura do aterro de aproximação, quanto de recalque por adensamento do solo de fundação, trocado por material de baixíssima compressibilidade e ainda deixando de oferecer riscos à manifestação do Efeito Tschebotarioff.

### **3.6.10 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

No Volume 3B – Estudos Geotécnicos são apresentados os resumos de estudos dos ensaios efetuados, os boletins de sondagem e as análises estatísticas pertinentes para o subleito e jazida para pavimentação, além dos ensaios de areal e pedreira.







---

### ***3.7 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS***

---



## 3.7 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 3.7.1 – INTRODUÇÃO

Os estudos hidrológicos foram elaborados com o objetivo de determinar o regime pluviométrico da região, definir as curvas de chuvas e calcular as vazões contribuintes, de forma a permitir a caracterização e o dimensionamento dos dispositivos de drenagem que se fazem necessários.

### 3.7.2 – METODOLOGIA ADOTADA

Os estudos foram desenvolvidos de acordo com a IS 203 – Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos do Manual de Diretrizes Básicas de Estudos e Projetos Rodoviários – Publicação IPR 726/2006, levando-se em consideração as metodologias preconizadas no “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem”, publicação IPR – 715/2005 e normas vigentes para serviços dessa natureza.

As atividades desenvolvidas até o momento foram as seguintes:

- Coleta de Dados Pluviométricos;
- Caracterização da região do projeto;
- Análise e processamento dos dados coletados;
- Caracterização pluviométrica da região do projeto.

### 3.7.3 – CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DO PROJETO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o clima da região do Projeto está localizado na Zona Climática Tropical Brasil Central Quente Úmido caracterizada por ter verão chuvoso, com precipitações máximas registradas entre novembro e janeiro, e por ter inverno seco. O relevo dos locais de projeto é bastante regular, constituído de superfície ondulada. A altitude do município oscila do nível do mar a 270 metros.

A hidrografia configura uma rede de drenagem predominantemente dendrítica, com a presença de rede treliça. O Trecho 05 está localizado na Bacia do Rio Itapemirim, constituinte da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste.

As principais características climáticas da região são:

Temperatura média anual: .....	26° C
Temperatura máxima média anual: .....	31° C a 34° C
Temperatura mínima média anual: .....	12° C a 18° C
Precipitação total (média anual):.....	1000 a 1200 mm
Número total de dias de chuva (média anual):.....	90 dias
Trimestre mais chuvoso:.....	Nov/Dez/Jan
Trimestre mais seco:.....	Jun/Jul/Ago
Umidade relativa anual:.....	80%
Insolação total anual (média anual): .....	2000 a 2200 h/ano

Quanto à cobertura vegetal e ao uso do solo, cabe referência que o revestimento vegetal era originalmente constituído por Floresta Estacional Semidecidual, encontrado no Domínio Mata Atlântica, que se apresentam hoje, em face à ocupação antrópica, substituídas por pastagens e áreas cultivadas, como culturas de subsistência e café, ocorrendo pequenas manchas esparsas da remanescente vegetação original.

### 3.7.4 – CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO DO PROJETO

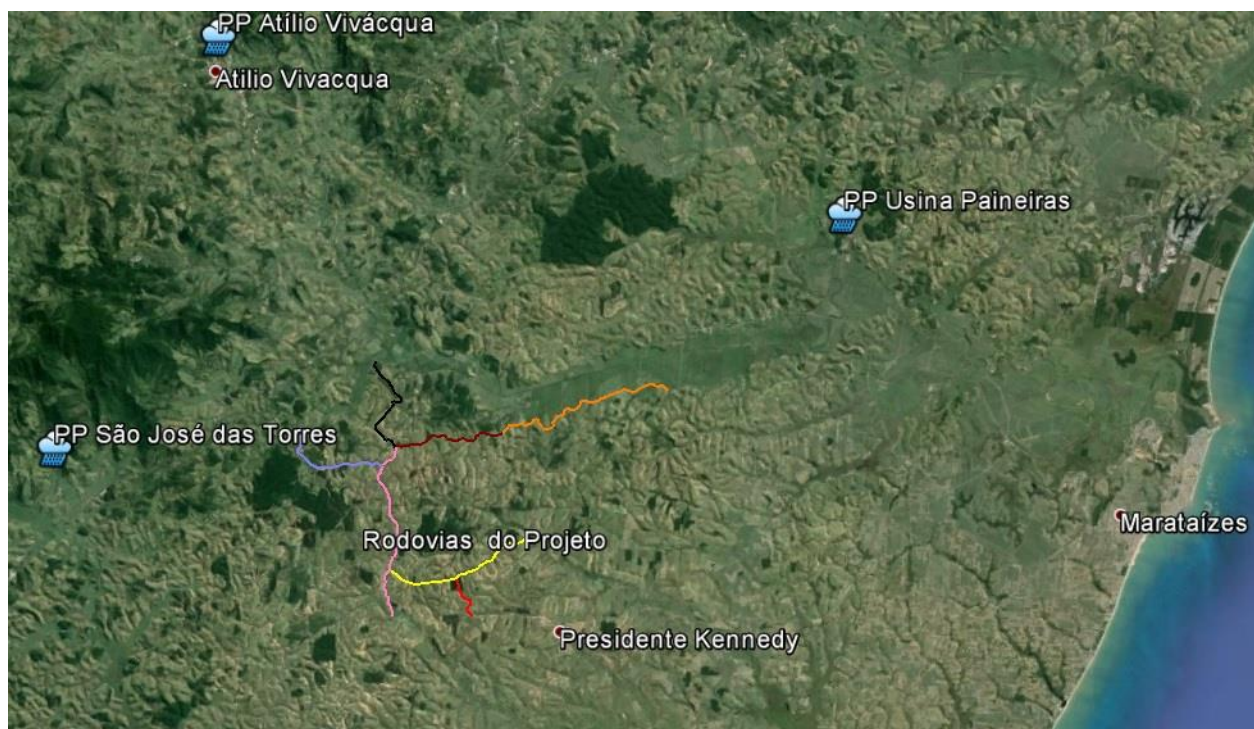
Muito embora o município possua Estação Automática da INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) denominada “Presidente Kennedy A-622”, Código OMM 86853, Registro 15 UTC, com início de registro de dados a partir de 18/06/2008, não foi possível utilizá-la para a caracterização do regime pluviométrico da região, devido à pequena série histórica que possui. Assim sendo, efetuou-se a pesquisa ao banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Para o trecho em questão foram analisados os dados de chuvas de três postos pluviométricos:

**Quadro 3.7.1**  
**Estações Pluviométricas Analisadas**

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Sub-bacia</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Alt</b>	<b>Período</b>
2041000	Atílio Vivacqua	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)	CPRM	-20°54'46"	-41°11'42"	76	1969-2013
2141017	São José das Torres	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)	CPRM	-21°03'45"	41°14'28"	120	1969-2013
2040006	Usina Paineiras	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)	CPRM	-20°57'10"	- 40°57'12"	40	1947-2013

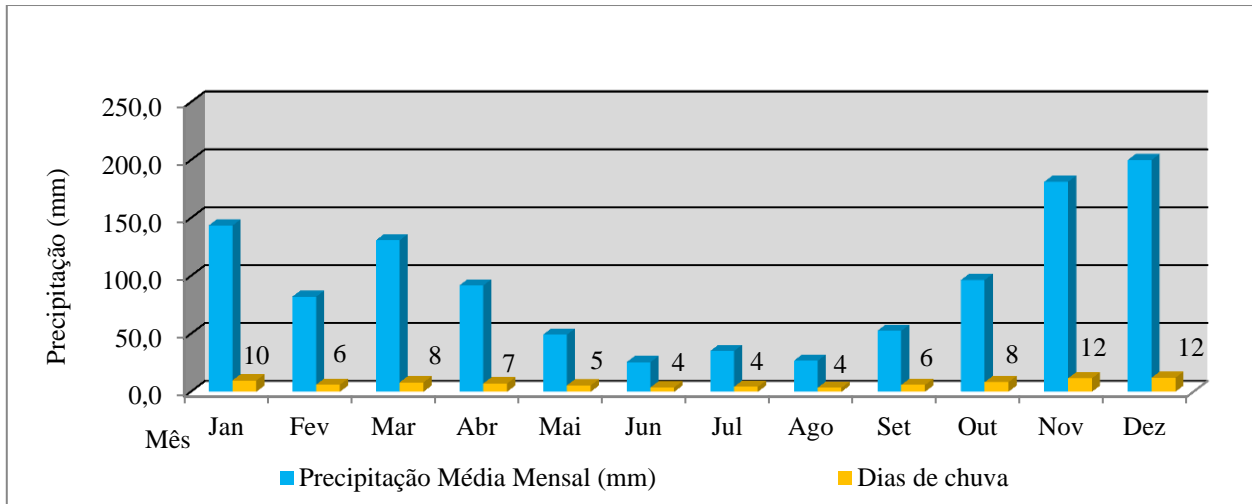
Os postos pluviométricos estão dispostos de acordo com a figura a seguir. A Estação Atilio Vivacqua dista aproximadamente 16,0 km da rodovia, a estação São José das Torres está cerca de 12,0 km do local de projeto e a Estação Usina Paineiras localiza-se a 15,0km do trecho ora estudados.

**Figura 3.7.1**  
**Localização das Estações Pluviométricas**

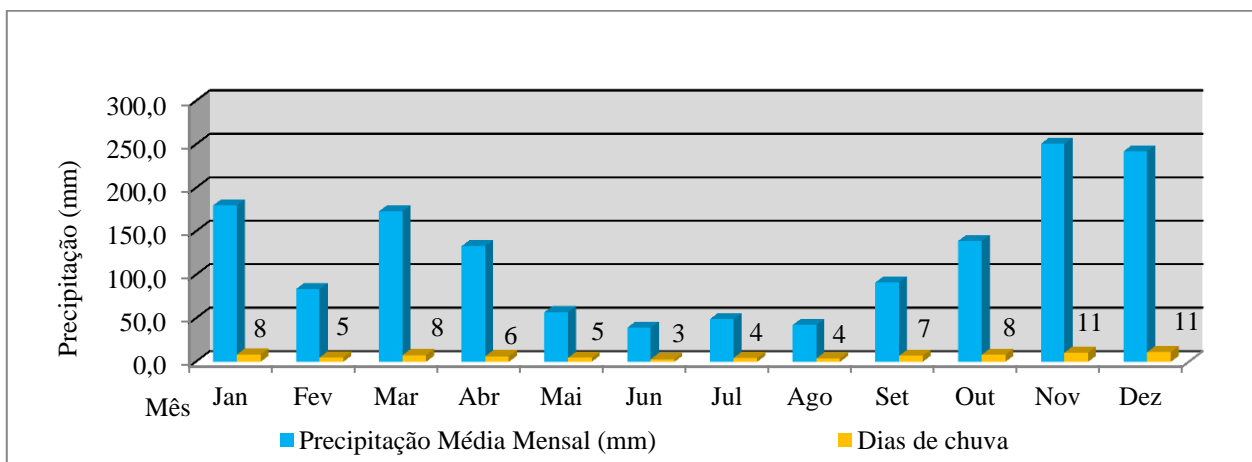


A precipitação média e os dias de chuva mensais de cada um dos postos são apresentados nos histogramas seguintes.

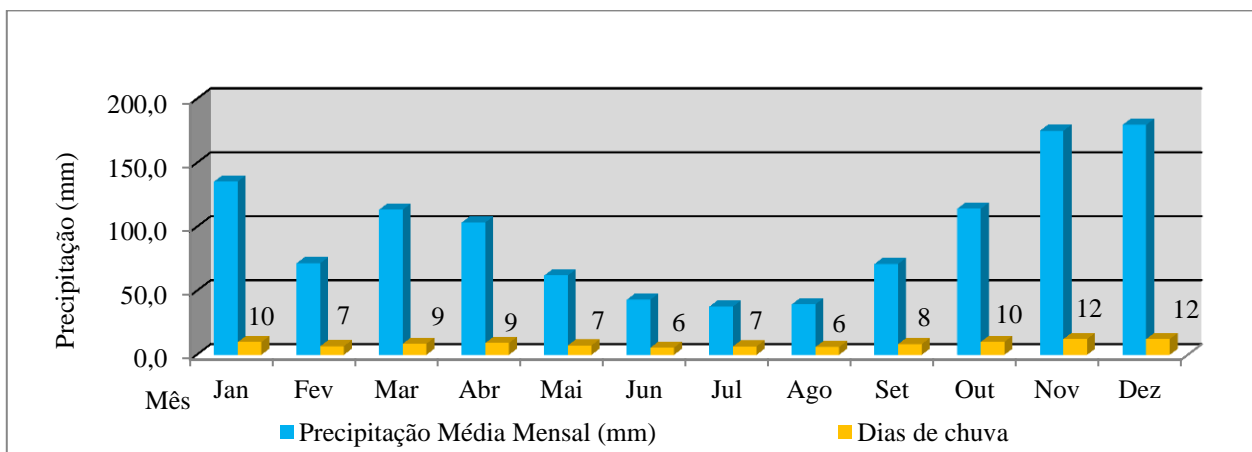
**Figura 3.7.2**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal e Nº de Dias de Chuva - Estação 2041000**



**Figura 3.7.3**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal e Nº de Dias de Chuva - Estação 2141017**



**Figura 3.7.4**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal e Nº de Dias de Chuva - Estação 2040006**



As estações 2041000, 2141017 e 2040006 apresentam série histórica longa e consistente, além disso, as precipitações médias mensais e os dias de chuva são constantes, sem grandes discrepâncias. Considerando estes fatores, optou-se por realizar o estudo dos três postos apresentados e utilizar somente o posto que mostrar um resultado crítico para a execução do projeto de drenagem, ou seja, aquele que apresentar a maior intensidade de chuva para o dimensionamento da drenagem rodoviária e das obras de arte especiais (OAEs), caso houver. O posto pluviométrico código 2041000 (Atílio Vivacqua) possui 63 anos de dados consistentes, o posto pluviométrico código 2141017 (São José das Torres) tem 39 anos de dados consistentes e o posto pluviométrico código 2040006 (Usina Paineiras) possui 49 anos de dados consistentes. Os dados dos postos pluviométricos utilizados são apresentados a seguir:

**Quadro 3.7.2**  
**Dados da Estação Atílio Vivacqua- código 2041000**

Código	2041000
Nome	Atílio Vivacqua
Bacia	Atlântico, Trecho Leste (5)
Sub-bacia	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)
Estado	Espírito Santo
Município	Atílio Vivacqua
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-20°54'46"
Longitude	-41°11'42"
Altitude (m)	76

**Quadro 3.7.3**  
**Dados da Estação São José das Torres – código 2141017**

Código	2141017
Nome	São José das Torres
Bacia	Atlântico, Trecho Leste (5)
Sub-bacia	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)
Estado	Espírito Santo
Município	Mimoso do Sul
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-21°03'45"
Longitude	-41°14'28"
Altitude (m)	120

**Quadro 3.7.4**  
**Dados da Estação Usina Paineiras- 2040006**

Código	2040006
Nome	Usina Paineiras
Bacia	Atlântico, Trecho Leste (5)
Sub-bacia	Rios Itapemirim, Itabapoana e (57)
Estado	Espírito Santo
Município	Itapemirim
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-20°57'10"
Longitude	-40°57'12"
Altitude (m)	40

O estudo estatístico elaborado a partir dos dados consistidos das estações de Atílio Vivacqua (código 2041000), São José das Torres (código 2141017) e Usina Paineiras (código 2040006) possibilitaram a consolidação da série histórica dos postos em estudo e dos histogramas apresentados adiante. Observa-se que a maior precipitação da série histórica está destacada.



**Quadro 3.7.5**  
**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto Atilio Vivacqua- Código 2041000**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	258,7	46,8	121,2	173,3	93,2	0,0	23,3	14,4	43,8	46,8	245,8	420,2
1946	64,8	17,8	260,2	64,0	17,6	12,4	0,0	26,6	74,0	86,8	243,6	157,0
1947	168,6	67,4	112,4	26,0	30,2	9,2	57,0	55,8	45,8	174,0	122,8	190,6
1948	46,2	268,2	70,4	78,0	118,2	29,0	21,8	26,6	19,4	61,6	128,2	264,8
1949	219,8	172,0	62,2	62,8	0,0	37,6	30,2	0,0	0,0	157,6	138,4	218,0
1950	175,2	9,0	329,4	104,0	38,8	42,2	8,7	47,0	92,2	78,2	419,8	328,3
1951	109,2	15,2	73,7	3,1	6,2	13,8	4,0	11,4	0,1	9,8	11,9	33,4
1952	208,2	169,5	20,2	56,2	2,7	27,7	89,1	97,2	74,6	62,1	141,0	177,2
1953	28,3	188,5	125,0	88,7	50,6	0,0	2,2	26,0	44,6	72,8	185,9	251,4
1954	72,2	17,2	114,2	105,2	67,3	35,6	40,6	16,3	25,5	74,2	72,9	163,0
1955	111,3	16,7	23,4	172,6	53,9	20,3	26,3	5,2	14,2	44,0	242,9	123,1
1956	19,5	20,9	207,0	109,8	81,3	32,7	15,3	45,9	23,4	59,6	232,5	234,6
1957	67,8	124,2	105,7	115,8	186,3	55,7	0,0	6,0	90,7	97,2	246,8	289,4
1958	61,2	89,7	153,2	191,6	93,7	54,2	44,0	0,0	70,3	134,2	202,8	165,1
1959	86,2	9,2	268,1	191,0	30,1	12,0	0,0	15,0	28,7	58,2	253,6	228,0
1960	231,6	37,7	413,3	38,3	33,0	32,2	55,0	37,5	70,0	37,0	141,4	71,6
1961	220,4	150,5	82,2	93,2	81,5	56,4	41,4	0,0	19,8	27,0	113,2	157,5
1962	218,2	123,0	36,0	12,0	85,0	19,0	46,5	0,0	82,0	106,6	182,8	289,7
1963	45,0	56,0	13,0	65,3	14,0	16,0	23,0	26,0	0,0	62,0	135,3	139,5
1965	260,3	164,8	289,0	64,0	138,2	58,0	132,0	8,0	60,9	295,0	154,0	152,0
1966	171,0	16,0	0,0	119,2	65,0	8,0	18,0	6,0	30,0	110,4	283,8	117,4
1967	208,2	158,4	171,8	71,2	91,6	27,2	16,2	0,0	6,4	36,0	98,5	214,0
1969	134,4	69,0	115,8	178,8	23,6	159,6	23,4	21,8	1,5	149,8	228,2	352,0
1970	125,8	40,6	90,4	87,4	0,0	22,0	128,0	35,8	64,2	143,2	273,6	41,8
1971	122,4	43,4	70,6	89,8	19,2	82,8	22,4	78,6	132,0	172,2	296,0	196,2
1972	60,8	112,6	126,3	46,6	63,2	18,3	94,8	32,4	143,2	76,7	127,8	136,7
1973	65,8	74,9	222,9	98,5	44,0	13,7	0,0	43,3	25,7	191,3	135,6	188,6
1974	341,6	25,8	25,0	81,0	25,8	7,0	6,6	2,4	58,6	68,0	86,0	143,0
1975	189,6	34,3	67,5	105,8	61,8	50,0	56,7	2,5	123,1	152,3	192,3	149,1
1976	12,6	21,0	138,2	36,5	51,2	0,0	93,5	49,0	96,6	139,0	185,1	322,1

**Quadro 3.7.5**  
**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto Atílio Vivacqua- Código 2041000**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1977	60,3	0,0	56,8	64,5	20,0	4,0	0,0	0,0	85,3	137,0	230,6	230,2
1978	56,4	106,4	7,1	108,0	75,4	25,1	99,4	19,8	46,0	151,8	219,2	125,0
1979	343,0	161,6	110,2	110,8	67,4	10,6	19,2	24,0	14,0	66,6	190,4	128,3
1980	169,7	146,5	55,5	289,8	91,8	3,4	22,1	45,4	15,2	28,1	94,8	145,6
1981	71,9	33,9	105,3	68,6	61,1	33,9	34,7	28,8	13,0	94,5	238,2	70,4
1982	169,0	24,0	338,2	70,9	13,0	17,8	157,4	116,2	66,3	57,5	88,7	120,1
1983	219,3	27,2	154,6	184,1	113,5	19,5	45,8	5,1	88,6	205,3	169,8	289,2
1984	150,3	56,5	121,8	140,2	6,4	13,9	13,2	62,6	54,1	200,8	211,8	428,8
1985	444,6	35,2	160,9	22,8	49,4	0,0	49,9	18,0	96,0	61,7	248,2	108,4
1986	135,3	55,6	16,6	38,0	28,8	7,8	26,0	75,9	38,0	29,0	115,9	191,7
1987	197,1	25,9	151,5	67,6	97,7	25,2	6,8	0,0	56,6	61,9	213,9	148,6
1988	64,5	212,2	163,3	102,6	58,9	26,7	12,2	3,8	21,5	158,2	106,4	163,1
1990	1,2	92,2	11,7	91,8	48,1	2,2	23,4	26,9	46,6	109,2	108,8	226,5
1991	269,6	77,6	280,8	24,2	24,6	23,6	66,0	60,3	102,5	37,6	215,7	176,7
1992	156,3	97,3	75,1	117,7	24,2	6,0	160,8	47,2	90,8	66,1	226,0	152,0
1993	270,9	18,0	78,8	173,5	37,2	38,8	0,0	12,0	33,5	59,3	102,3	269,5
1994	230,1	8,2	<b>496,4</b>	148,1	73,0	30,7	33,9	0,0	9,6	100,2	88,8	36,3
1995	140,9	63,8	94,2	47,7	38,0	2,3	16,8	66,8	55,4	145,3	222,6	275,5
1996	116,9	103,6	52,2	6,5	37,4	20,7	2,7	4,6	94,8	102,4	247,4	107,5
1997	176,1	17,3	103,8	25,6	10,6	37,9	8,6	11,3	53,7	129,7	197,7	217,1
1998	73,5	106,7	108,5	68,0	26,9	4,5	11,5	57,2	46,8	121,5	246,1	136,0
1999	51,5	31,2	125,0	111,8	18,0	69,9	12,4	11,9	21,4	112,5	232,4	141,7
2000	149,3	50,2	111,6	127,0	2,0	2,6	9,9	27,4	96,6	12,9	105,6	184,8
2001	40,1	17,6	62,3	58,0	48,0	10,7	8,4	12,5	68,3	84,2	238,3	184,2
2002	72,2	198,4	45,9	16,5	62,2	44,2	55,3	20,9	78,0	100,0	100,7	358,8
2003	338,4	21,8	49,1	139,6	32,5	0,0	23,1	28,2	34,6\$	43,8	115,1	300,8
2004	134,4	181,3	140,9	65,9	20,9	46,5	32,7	61,2	16,1	51,2	96,6	341,1
2005	159,3	232,9	379,9	46,6	130,3	45,0	33,9	6,2	86,3	29,9	265,1	273,1
2006	16,2	105,5	140,6	157,6	19,0	11,6	7,6	11,3	38,7	97,5	278,0	241,3
2007	139,0	113,8	3,2	83,9	24,6	8,7	0,0	15,3	41,2	69,1	89,3	285,0
2008	115,7	245,2	80,0	123,9	17,4	14,3	6,1	15,6	70,5	47,7	366,7	230,8
2009	195,0	45,6	232,2	113,2	14,9	36,7	18,3	49,4	33,0	248,9	66,8	156,8
2010	8,1	93,0	217,4	37,4	44,8	10,8	79,6	3,7	25,5	73,0	163,7	249,5

**Quadro 3.7.6**

**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto São José das Torres - Código 2141017**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1969	90,0	49,4	196,9	279,3	23,8	262,6	41,7	72,3	35,6	260,3	333,6	240,6
1970	186,9	31,6	106,2	149,0	12,4	23,8	239,4	56,9	73,4	251,1	492,7	73,0
1972	50,4	96,0	126,0	64,0	53,8	10,9	73,8	72,2	221,9	64,5	190,5	263,6
1973	380,4	53,5	83,4	39,2	53,6	17,9	13,7	79,3	77,0	278,2	251,0	285,6
1974	238,1	92,1	58,4	184,8	73,4	31,9	4,6	0,0	63,1	153,3	104,2	239,5
1975	329,2	128,2	143,7	59,4	102,2	101,4	48,1	10,7	196,0	334,7	412,7	140,3
1976	24,4	89,8	234,1	3,0	137,8	3,2	134,3	44,3	199,7	234,3	209,5	405,7
1977	89,9	0,0	83,6	192,2	28,8	29,5	0,2	3,4	110,1	159,7	358,5	253,4
1978	122,8	151,5	36,9	52,4	115,2	73,8	115,2	22,2	57,5	146,0	306,2	297,7
1979	617,2	192,8	100,7	131,3	45,0	12,8	83,7	39,8	23,6	81,0	242,9	216,2
1980	228,0	191,5	41,9	321,6	101,4	12,0	29,2	62,8	45,5	66,0	108,0	253,2
1981	225,0	71,1	177,8	221,7	112,2	16,8	44,0	52,8	21,2	131,8	335,6	96,7
1982	99,7	0,0	1093,1	185,4	56,2	8,1	1,6	134,8	53,9	60,0	62,7	164,3
1983	243,2	6,3	157,3	393,0	1,1	16,2	95,7	12,4	176,9	332,8	171,8	355,3
1985	488,2	56,2	348,4	1,8	84,9	0,3	5,2	0,0	136,9	127,8	223,2	171,0
1986	209,0	71,8	48,1	72,2	37,4	3,2	42,9	112,6	83,8	50,2	83,5	155,0
1987	152,5	80,7	254,7	94,8	89,8	32,7	30,5	16,8	163,0	129,9	262,7	167,5
1988	22,7	92,6	220,8	166,9	87,6	68,8	42,9	31,1	54,4	236,8	217,6	68,4
1989	166,4	93,6	214,7	103,2	114,2	96,4	0,0	40,8	45,6	113,8	328,6	130,8
1990	16,2	78,8	45,8	191,0	30,8	41,8	90,6	50,6	63,0	252,4	166,3	267,9
1991	173,6	197,0	349,2	50,4	27,8	69,2	113,7	97,0	108,2	79,0	146,6	72,0
1992	196,2	26,2	77,6	139,2	62,5	37,6	198,8	76,4	254,8	118,0	180,2	171,2
1993	206,2	11,2	129,5	189,5	62,3	90,5	16,6	35,2	39,0	85,2	175,6	248,1
1995	57,6	100,6	41,1	123,8	41,4	0,0	32,2	119,7	74,1	142,1	136,3	245,4
1996	71,9	29,3	119,7	11,2	30,8	26,4	19,4	17,9	129,0	115,0	335,2	352,7
1997	145,8	23,8	105,0	67,6	65,8	20,6	0,0	0,0	54,8	62,0	213,9	268,7
1998	102,7	134,2	118,1	110,3	46,1	23,7	20,4	83,0	152,9	175,5	332,9	225,6
1999	59,2	21,0	231,0	175,5	13,9	122,7	38,4	25,7	53,5	153,1	415,3	277,1
2000	316,2	99,5	136,1	75,2	14,6	18,4	23,5	60,5	112,0	63,0	202,7	234,0

**Quadro 3.7.6**  
**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto São José das Torres - Código 2141017**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2001	133,9	43,4	27,5	82,7	85,4	39,0	33,3	9,7	121,9	110,3	304,0	255,9
2002	56,4	166,9	17,4	31,5	131,6	39,9	55,5	10,5	120,1	115,3	220,5	418,2
2003	508,7	70,7	167,1	71,1	69,1	0,0	37,7	33,0	67,8	70,5	197,5	419,2
2004	237,0	173,1	100,5	175,4	101,4	44,3	86,9	68,1	9,0	58,0	156,0	368,0
2006	12,0	40,1	242,5	208,9	0,0	50,4	14,2	25,6	157,6	202,3	535,7	214,6
2007	355,2	96,3	0,7	160,8	22,3	12,0	10,4	40,0	46,9	56,2	213,6	203,2
2008	158,0	325,3	126,5	210,3	31,5	26,1	9,5	2,9	69,3	25,7	<b>755,9</b>	418,2
2009	168,4	59,8	327,2	158,0	17,0	11,3	6,0	15,7	10,2	63,1	123,7	284,0
2010	10,3	9,0	201,8	112,2	28,2	15,5	32,3	1,0	39,0	98,4	104,7	342,9
2011	74,1	10,2	455,1	132,5	17,9	16,4	34,4	16,0	41,2	165,5	172,4	179,3

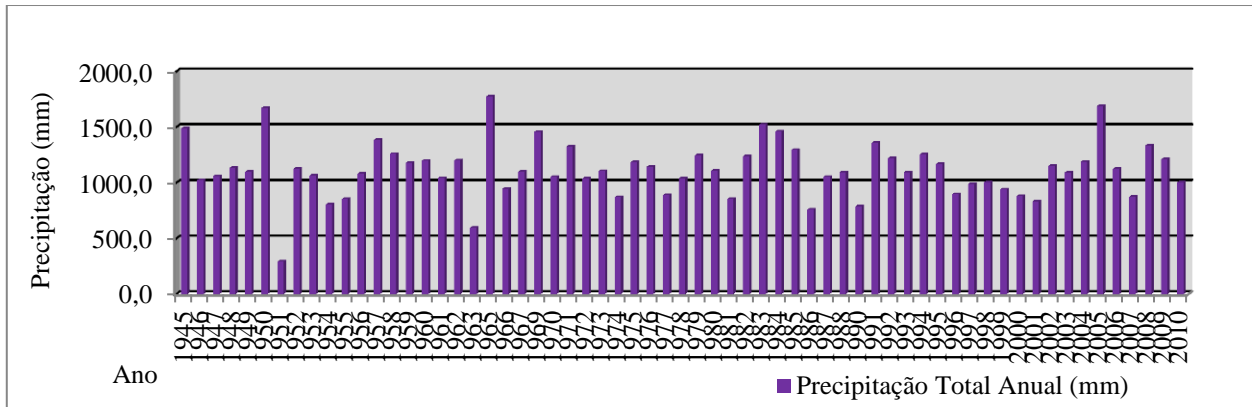
**Quadro 3.7.7**  
**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto Usina Paineiras - Código 2040006**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	137,8	105,3	59,4	150,6	134,6	92,5	100,3	0,2	3,0	13,4	91,6	126,6
1962	283,8	124,5	38,4	22,4	136,7	11,8	87,0	7,8	117,4	124,8	61,2	220,3
1963	5,4	28,5	21,8	28,4	12,2	34,7	11,3	48,8	0,0	42,2	139,0	197,2
1964	222,5	154,0	212,8	209,0	35,0	116,5	170,6	95,7	5,2	122,4	158,0	330,3
1965	218,2	81,2	153,1	57,9	36,9	61,8	55,7	10,4	67,6	131,6	112,1	26,7
1966	97,9	9,2	6,2	181,5	96,8	20,6	48,2	28,8	47,9	116,5	258,4	73,2
1967	219,7	44,6	171,7	225,5	154,9	34,9	62,5	32,2	59,7	52,0	118,4	299,8
1968	165,3	311,1	137,3	36,9	20,5	33,8	51,6	79,5	157,2	200,6	124,5	85,5
1969	91,9	48,1	140,5	118,3	9,5	209,7	22,0	25,4	34,8	200,8	213,5	260,0
1970	76,3	50,0	64,6	65,4	17,2	17,0	17,7	44,1	64,0	176,8	278,3	28,3
1971	47,0	26,1	35,9	56,4	16,1	84,4	38,2	113,5	213,8	160,6	<b>498,6</b>	250,4
1972	59,3	50,2	29,0	52,2	89,0	25,9	11,3	79,8	177,2	66,2	128,2	161,0
1973	40,4	18,1	286,0	140,5	38,6	26,8	4,0	33,9	44,2	102,4	133,5	98,4
1974	100,2	18,2	39,9	78,3	43,7	23,7	7,1	3,9	24,8	177,1	80,2	174,2
1975	188,5	127,9	106,3	83,8	162,7	70,5	41,2	2,8	106,4	211,8	244,1	58,7
1976	0,0	37,1	133,4	11,4	89,6	9,4	13,7	63,1	80,0	200,4	121,9	380,4
1977	49,3	6,8	6,5	208,0	38,8	25,0	4,4	8,4	98,7	170,2	186,7	247,2
1978	59,4	117,7	90,0	73,2	73,4	57,9	14,6	27,1	64,8	122,8	178,0	197,6
1979	371,4	185,3	116,7	47,2	55,4	44,9	53,9	19,4	23,0	47,0	179,2	150,7
1980	161,1	127,2	44,7	298,1	25,6	6,2	14,6	78,2	32,6	57,0	149,6	189,2
1981	57,6	56,0	97,0	86,9	101,4	14,0	38,4	52,2	36,2	147,5	221,2	60,0
1982	192,5	24,4	223,1	67,5	58,8	28,3	21,7	101,2	44,0	63,1	86,6	122,8
1983	324,4	55,3	193,7	152,6	32,2	15,6	39,0	17,4	159,2	215,1	150,5	264,1
1984	143,6	159,9	161,9	268,4	8,8	19,4	11,6	106,2	60,5	85,9	184,8	330,8
1985	292,2	31,2	51,8	42,6	91,4	0,0	59,6	34,4	105,2	108,1	144,7	139,2
1986	184,0	60,8	33,5	46,0	56,1	35,8	83,8	94,2	55,5	64,6	84,2	211,8
1987	82,8	20,6	226,2	118,2	81,8	35,1	22,6	1,1	133,8	93,1	183,5	173,4
1988	100,3	96,6	97,6	91,8	77,1	93,4	40,6	12,7	128,1	111,7	134,3	202,1
1990	5,6	72,4	2,0	38,0	46,9	3,8	20,8	34,5	51,5	64,8	64,3	185,9
1991	163,9	64,7	292,8	57,7	46,0	67,3	14,8	39,8	109,0	44,9	160,3	98,3

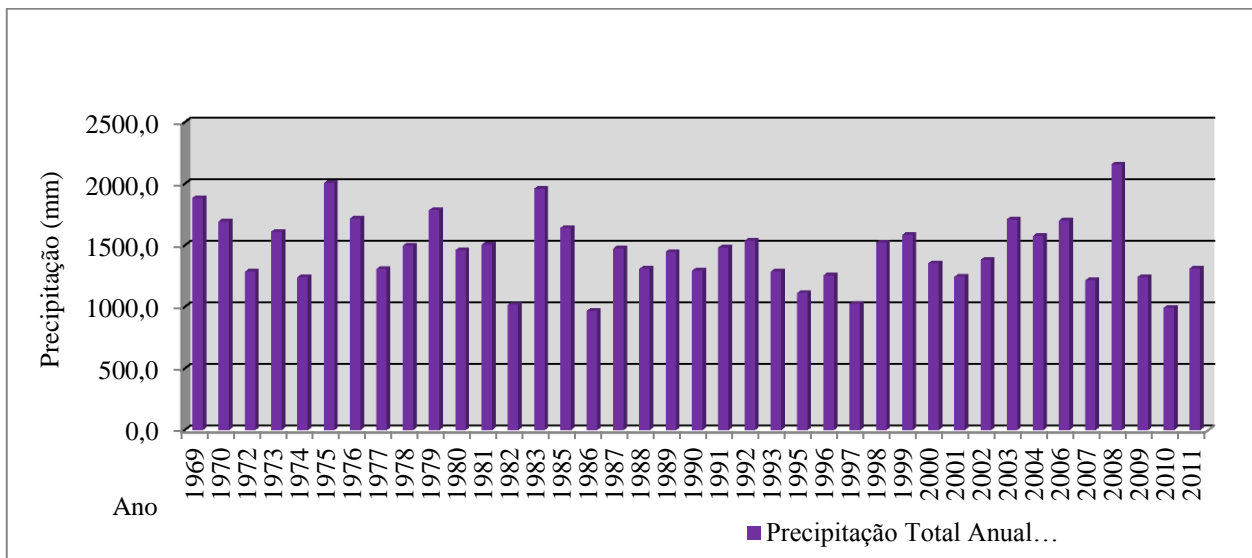
**Quadro 3.7.7**  
**Série Histórica (Precipitações Totais Mensais e Anuais) Posto Usina Paineiras - Código 2040006**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1992	144,2	50,4	10,7	146,3	16,1	43,1	13,0	29,1	94,7	124,7	209,1	103,7
1993	274,0	8,8	49,8	90,5	63,0	61,3	3,0	45,6	60,7	57,1	48,8	256,6
1994	212,6	0,0	494,8	228,3	136,9	25,0	49,6	6,4	31,0	121,1	47,8	77,3
1995	31,4	18,7	87,4	68,8	58,6	8,1	37,0	59,6	43,2	187,7	195,4	224,7
1996	140,1	15,0	70,9	73,7	76,8	52,4	4,8	34,2	228,1	129,0	338,7	143,1
1997	210,7	74,0	191,6	80,9	89,7	18,6	23,5	10,9	74,6	108,2	169,9	197,5
1998	135,1	77,8	50,1	73,2	39,8	13,7	4,2	63,3	57,6	192,5	272,0	125,3
1999	15,6	17,0	61,8	53,8	26,8	123,2	63,0	43,7	43,0	95,7	329,3	109,8
2002	65,5	104,3	15,8	9,3	113,8	26,7	20,4	5,2	111,5	102,3	127,3	233,7
2003	190,5	7,8	83,1	152,5	45,4	0,0	54,3	53,6	41,3	108,0	113,7	252,5
2004	242,2	113,7	64,9	88,9	34,5	37,5	101,9	58,1	3,2	55,0	148,8	346,5
2005	90,2	158,0	213,3	31,2	89,5	146,7	52,4	3,7	149,2	25,2	257,1	307,2
2006	16,5	59,6	79,1	223,7	19,8	19,8	30,9	25,7	34,5	108,6	269,0	211,1
2007	206,1	79,0	11,4	67,8	61,6	3,8	10,2	20,6	44,5	119,0	150,7	133,4
2008	111,4	264,0	50,6	134,6	9,0	31,3	9,7	13,2	59,7	85,6	396,0	236,1
2009	161,9	35,6	197,8	183,0	63,3	19,8	17,8	35,2	46,6	162,1	79,1	151,4
2010	26,2	56,6	157,9	35,8	53,1	28,7	104,2	3,2	15,0	79,0	176,4	149,8
2011	113,4	40,4	307,3	186,3	22,9	17,9	27,6	19,1	14,8	223,1	114,5	177,1
2012	113,9	20,0	94,5	29,6	135,1	116,2	41,2	111,9	23,6	17,0	272,8	32,5

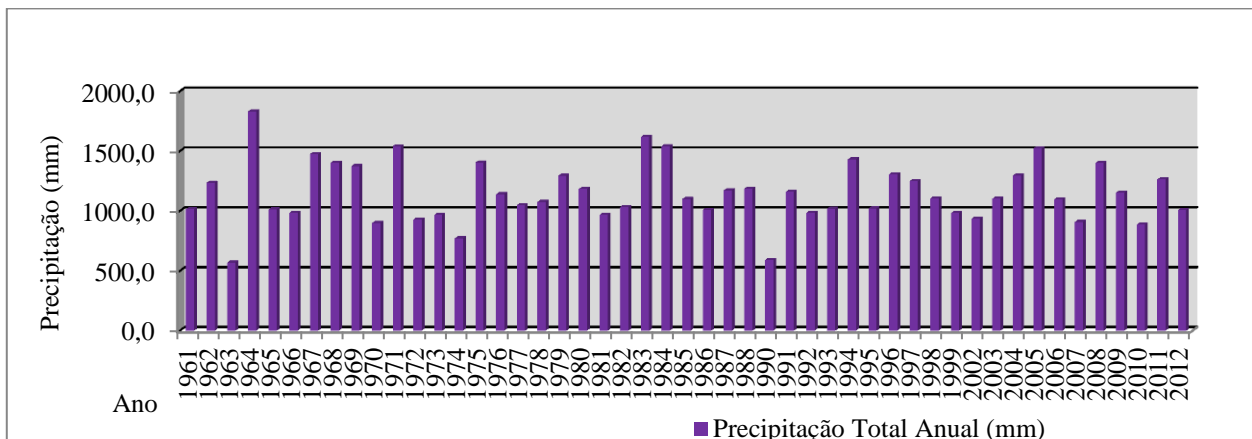
**Figura 3.7.5**  
**Histogramas de Precipitação Total Anual Estação Atilio Vivacqua - Código 2041000**



**Figura 3.7.6**  
**Histogramas de Precipitação Total Anual Estação São José das Torres – Código 2141017**

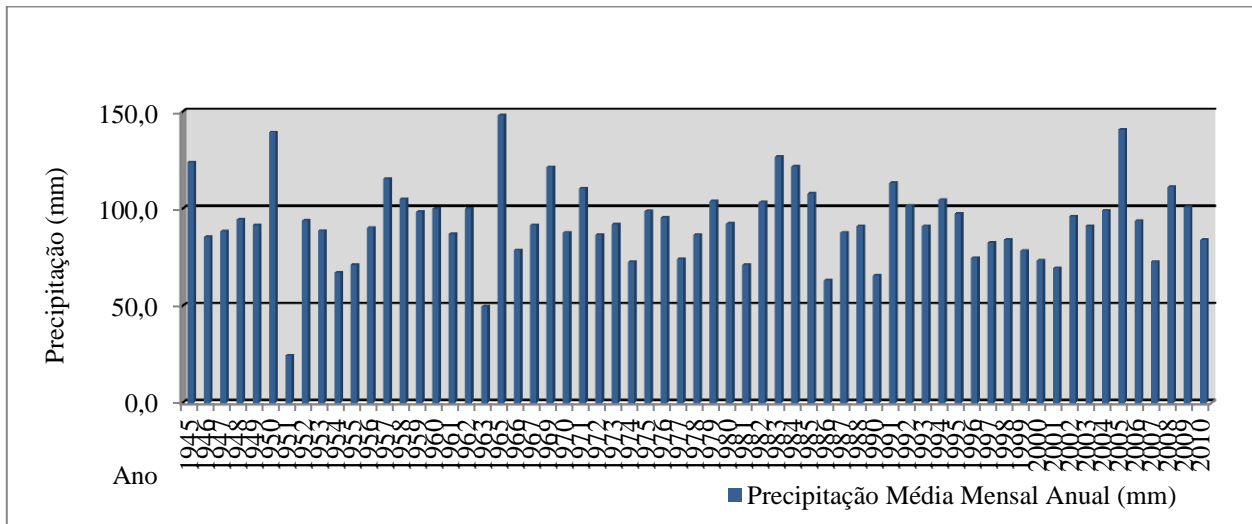


**Figura 3.7.7**  
**Histogramas de Precipitação Total Anual Estação Usina Paineiras – Código 2040006**

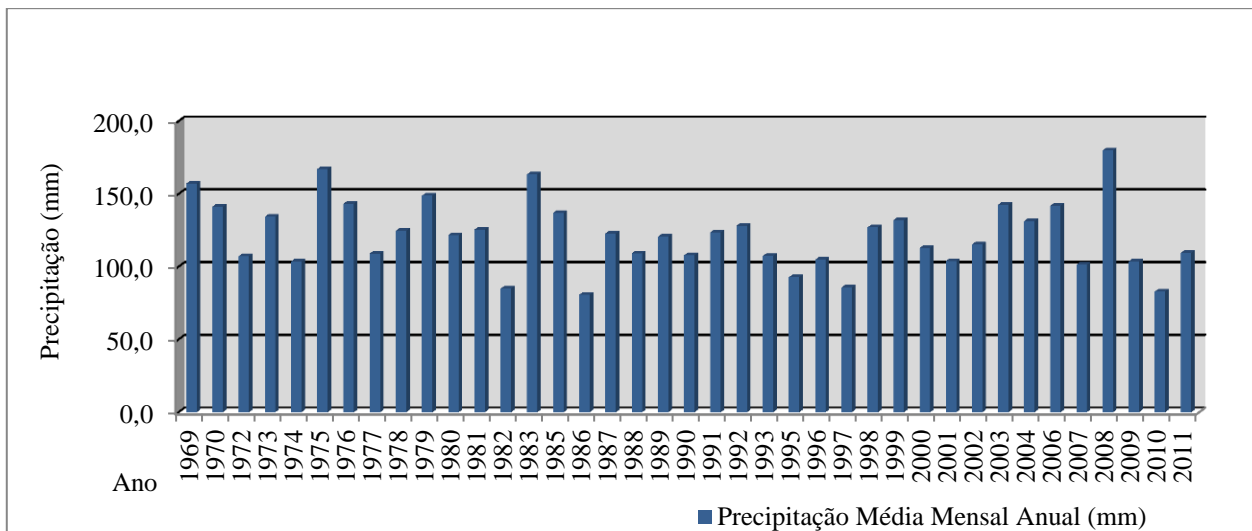


Para as estações citadas apresenta-se a precipitação média anual para cada ano, mostrada nos histogramas a seguir:

**Figura 3.7.8**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal Anual Estação Atilio Vivacqua - 2041000**

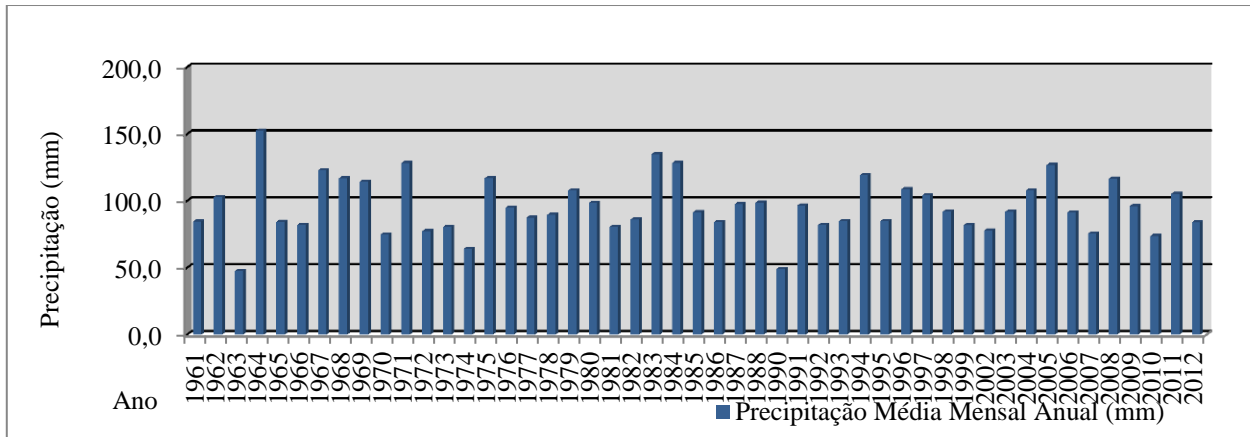


**Figura 3.7.9**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal Anual Estação São José das Torres - 2141017**





**Figura 3.7.10**  
**Histograma de Precipitação Média Mensal Anual Estação Usina Paineiras - 2040006**



A partir dos dados de chuvas obtidos para as estações Atílio Vivacqua, São José das Torres e Usina Paineiras, foi aplicado o método estatístico de Chow-Gumbel, descrito a seguir.

Depois de estabelecidas as séries de precipitações máximas anuais, foram determinados os valores da média aritmética (x) e desvio padrão (Sx). Na sequência, a cada precipitação máxima anual foi associada uma probabilidade de ocorrência. Esta etapa do trabalho é precedida do ordenamento das precipitações máximas anuais, foi conduzida com o auxílio de a equação descrita a seguir:

$$P = \frac{m}{n + 1}$$

Onde:

- m= número da ordem;
- n= extensão da série histórica.

Em seguida, as precipitações máximas anuais foram ajustadas à distribuição pela distribuição de Gumbel, explicitando a variável reduzida y:

$$y = \ln [-\ln (1-P)]$$

Foram determinadas as precipitações máximas diárias para os tempos de recorrência preconizados pela IS-203 do DNIT, em função do tipo de drenagem a ser projetada:

**Quadro 3.7.8**  
**Tempo de Recorrência**

Tipo de Drenagem		Tempo de Recorrência (em anos)
Drenagem Sub-superficial		1
Drenagem Superficial		10
Bueiros Tubulares	Canal	15
	Orifício	25
Bueiro Celular	Canal	25
	Orifício	50
Pontilhão		50
Ponte		100

Através dos resultados do estudo estatístico das chuvas, para as precipitações com duração inferior a um dia, a conversão das máximas chuvas diárias em chuvas com duração entre 6 minutos (0,1 hora) e 24 horas, foi processada pela correlação com o Método das Isozonas, desenvolvido pelo Engº José Jaime Tborga Torrico, através da sua publicação “Práticas Hidrológicas” (1975).

Este método estabelece a conversão das máximas chuvas diárias em chuva de 24 horas através do fator 1,1 e a determinação das relações 6 minutos para 24 horas e 1 hora para 24 horas, em função das porcentagens correspondentes aos tempos de recorrência para a isozona de projeto.

A isozona correspondente à área em estudo é a isozona D, que tipifica a zona de transição (entre continental e marítima). Os valores obtidos, segundo a metodologia exposta, plotados em base logarítmica permitiram definir as precipitações para qualquer tempo de duração contido entre 6 minutos (0,1 hora) e 24 horas, para os tempos de recorrência considerados, conforme apresentadas na planilha adiante.

A caracterização pluviométrica regional se traduz pelas curvas que relacionam a intensidade pluviométrica com os diversos períodos de recorrência e duração.

Estas curvas de “Frequência x Intensidade x Duração” são originadas do gráfico de “Frequência x Altura de Chuva x Tempo de Duração”, a partir da determinação da intensidade de chuva das diversas medições das precipitações em relação ao tempo de recorrência considerado.

Apresentam-se a seguir as considerações para as Estações **Atílio Vivacqua, São José das Torres e Usina Paineiras**:

- O estudo estatístico das observações para o período de 63 eventos consideráveis para Estação Atílio Vivacqua, 39 eventos consideráveis para Estação São José das Torres e 49 eventos consideráveis para Estação Usina Paineiras;
- O mapa das Isozonas de igual relação;
- Histogramas das Precipitações Totais Anuais e Precipitação Média Mensal; e
- Os gráficos:
  - a) “Tempo de Recorrência x Altura de Chuva x Tempo de Duração”;
  - b) “Tempo de Recorrência x Intensidade Pluviométrica x Tempo de Duração”.

**Quadro 3.7.9**  
**Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias Posto Atílio Vivacqua**  
**Código 2041000**

<b>Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias</b>					
<b>Ano</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Ordem</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Freq.</b>	<b>T.R.</b>
1940	105,50	1	153,20	1,59	63,00
1941	57,30	2	146,00	3,17	31,50
1942	86,10	3	120,00	4,76	21,00
1943	77,00	4	116,40	6,35	15,75
1944	78,50	5	114,00	7,94	12,60
1945	85,10	6	106,80	9,52	10,50
1946	76,20	7	106,40	11,11	9,00
1947	79,60	8	105,50	12,70	7,88
1948	70,00	9	100,80	14,29	7,00
1949	88,60	10	98,80	15,87	6,30
1950	56,00	11	97,40	17,46	5,73
1951	116,40	12	97,40	19,05	5,25
1952	85,40	13	97,00	20,63	4,85
1953	97,40	14	97,00	22,22	4,50
1954	90,60	15	96,40	23,81	4,20
1955	45,40	16	92,20	25,40	3,94
1956	85,30	17	91,00	26,98	3,71
1957	60,80	18	90,60	28,57	3,50

**Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias**

Ano	P ( mm )	Ordem	P ( mm )	Freq.	T.R.
1958	76,40	19	90,20	30,16	3,32
1959	72,40	20	90,00	31,75	3,15
1960	120,00	21	88,60	33,33	3,00
1961	91,00	22	86,10	34,92	2,86
1962	90,20	23	85,60	36,51	2,74
1963	36,60	24	85,40	38,10	2,63
1964	75,00	25	85,40	39,68	2,52
1965	73,00	26	85,30	41,27	2,42
1966	78,40	27	85,10	42,86	2,33
1967	71,40	28	84,80	44,44	2,25
1968	64,00	29	84,00	46,03	2,17
1969	97,00	30	83,80	47,62	2,10
1970	100,80	31	83,40	49,21	2,03
1971	83,80	32	80,40	50,79	1,97
1972	38,00	33	80,00	52,38	1,91
1973	45,60	34	79,60	53,97	1,85
1974	85,60	35	78,50	55,56	1,80
1975	106,40	36	78,40	57,14	1,75
1976	68,00	37	77,00	58,73	1,70
1977	153,20	38	76,40	60,32	1,66
1978	50,20	39	76,20	61,90	1,62
1979	97,40	40	75,40	63,49	1,58
1980	75,40	41	75,00	65,08	1,54
1981	62,40	42	73,00	66,67	1,50
1982	97,00	43	72,40	68,25	1,47
1983	70,00	44	72,00	69,84	1,43
1984	80,40	45	71,60	71,43	1,40
1985	84,00	46	71,40	73,02	1,37
1986	83,40	47	70,60	74,60	1,34
1987	98,80	48	70,20	76,19	1,31
1988	71,60	49	70,00	77,78	1,29

**Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias**

Ano	P ( mm )	Ordem	P ( mm )	Freq.	T.R.
1990	72,00	50	70,00	79,37	1,26
1991	146,00	51	68,00	80,95	1,24
1992	85,40	52	64,00	82,54	1,21
1993	84,80	53	62,40	84,13	1,19
1994	90,00	54	60,80	85,71	1,17
1995	70,20	55	57,30	87,30	1,15
1996	106,80	56	56,00	88,89	1,13
1997	96,40	57	55,00	90,48	1,11
1998	80,00	58	50,20	92,06	1,09
1999	92,20	59	45,60	93,65	1,07
2000	114,00	60	45,40	95,24	1,05
2001	55,00	61	38,00	96,83	1,03
2002	70,60	62	36,60	98,41	1,02

Precipitação Média = **76,88 mm**

Desvio Padrão = **25,92**

**Quadro 3.7.10**  
**Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias Posto São José das Torres**  
**Código 2141017**

<b>Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias</b>					
<b>Ano</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Ordem</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Freq.</b>	<b>T.R.</b>
<b>1969</b>	108,60	1	570,10	2,50	40,00
<b>1970</b>	100,30	2	151,00	5,00	20,00
<b>1972</b>	107,50	3	141,00	7,50	13,33
<b>1973</b>	108,90	4	134,60	10,00	10,00
<b>1974</b>	74,30	5	128,20	12,50	8,00
<b>1975</b>	124,50	6	126,40	15,00	6,67
<b>1976</b>	78,50	7	124,50	17,50	5,71
<b>1977</b>	96,00	8	117,50	20,00	5,00
<b>1978</b>	141,00	9	115,30	22,50	4,44
<b>1979</b>	126,40	10	108,90	25,00	4,00
<b>1980</b>	134,60	11	108,60	27,50	3,64
<b>1981</b>	128,20	12	107,50	30,00	3,33
<b>1982</b>	570,10	13	106,00	32,50	3,08
<b>1983</b>	151,00	14	100,30	35,00	2,86
<b>1985</b>	78,00	15	100,00	37,50	2,67
<b>1986</b>	64,50	16	98,20	40,00	2,50
<b>1987</b>	57,20	17	97,00	42,50	2,35
<b>1988</b>	86,30	18	96,00	45,00	2,22
<b>1989</b>	85,40	19	91,20	47,50	2,11
<b>1990</b>	69,60	20	90,60	50,00	2,00
<b>1991</b>	77,10	21	90,20	52,50	1,90
<b>1992</b>	98,20	22	86,30	55,00	1,82
<b>1993</b>	60,20	23	85,40	57,50	1,74
<b>1995</b>	63,20	24	80,90	60,00	1,67
<b>1996</b>	97,00	25	78,50	62,50	1,60
<b>1997</b>	106,00	26	78,00	65,00	1,54
<b>1998</b>	54,00	27	77,10	67,50	1,48

<b>Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias</b>					
<b>Ano</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Ordem</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Freq.</b>	<b>T.R.</b>
<b>1999</b>	64,00	28	74,30	70,00	1,43
<b>2000</b>	59,30	29	70,20	72,50	1,38
<b>2001</b>	70,20	30	69,60	75,00	1,33
<b>2002</b>	115,30	31	64,50	77,50	1,29
<b>2003</b>	100,00	32	64,00	80,00	1,25
<b>2004</b>	90,20	33	63,20	82,50	1,21
<b>2006</b>	91,20	34	60,70	85,00	1,18
<b>2007</b>	43,00	35	60,20	87,50	1,14
<b>2008</b>	117,50	36	59,30	90,00	1,11
<b>2009</b>	90,60	37	57,20	92,50	1,08
<b>2010</b>	80,90	38	54,00	95,00	1,05
<b>2011</b>	60,70	39	43,00	97,50	1,03

Precipitação Média = **103,32 mm**

Desvio Padrão = **81,08**

**Quadro 3.7.11**  
**Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias Posto Usina Painieras**  
**Código 2040006**

<b>Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias</b>					
<b>Ano</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Ordem</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Freq.</b>	<b>T.R.</b>
<b>1961</b>	100,30	1	238,60	2,00	50,00
<b>1962</b>	92,30	2	152,40	4,00	25,00
<b>1963</b>	63,30	3	139,40	6,00	16,67
<b>1964</b>	99,40	4	125,60	8,00	12,50
<b>1965</b>	59,50	5	122,80	10,00	10,00
<b>1966</b>	67,60	6	105,60	12,00	8,33
<b>1967</b>	82,80	7	103,80	14,00	7,14
<b>1968</b>	82,50	8	103,20	16,00	6,25
<b>1969</b>	72,50	9	100,30	18,00	5,56
<b>1970</b>	60,80	10	99,40	20,00	5,00
<b>1971</b>	103,80	11	99,20	22,00	4,55
<b>1972</b>	78,70	12	96,00	24,00	4,17
<b>1973</b>	103,20	13	94,20	26,00	3,85
<b>1974</b>	71,80	14	93,20	28,00	3,57
<b>1975</b>	66,20	15	92,30	30,00	3,33
<b>1976</b>	99,20	16	90,30	32,00	3,13
<b>1977</b>	74,40	17	89,20	34,00	2,94
<b>1978</b>	122,80	18	88,40	36,00	2,78
<b>1979</b>	94,20	19	85,40	38,00	2,63
<b>1980</b>	72,40	20	82,80	40,00	2,50
<b>1981</b>	39,20	21	82,50	42,00	2,38
<b>1982</b>	59,40	22	82,40	44,00	2,27
<b>1983</b>	152,40	23	78,70	46,00	2,17
<b>1984</b>	105,60	24	76,60	48,00	2,08
<b>1985</b>	48,20	25	74,40	50,00	2,00
<b>1986</b>	72,60	26	73,20	52,00	1,92
<b>1987</b>	68,80	27	72,60	54,00	1,85



<b>Análise Estatística de Precipitações Máximas Diárias</b>					
<b>Ano</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Ordem</b>	<b>P ( mm )</b>	<b>Freq.</b>	<b>T.R.</b>
<b>1988</b>	89,20	28	72,50	56,00	1,79
<b>1990</b>	57,80	29	72,40	58,00	1,72
<b>1991</b>	90,30	30	71,80	60,00	1,67
<b>1992</b>	62,00	31	71,40	62,00	1,61
<b>1993</b>	82,40	32	70,40	64,00	1,56
<b>1994</b>	238,60	33	69,00	66,00	1,52
<b>1995</b>	57,00	34	68,80	68,00	1,47
<b>1996</b>	125,60	35	67,60	70,00	1,43
<b>1997</b>	96,00	36	66,20	72,00	1,39
<b>1998</b>	69,00	37	63,30	74,00	1,35
<b>1999</b>	59,40	38	63,20	76,00	1,32
<b>2002</b>	139,40	39	62,00	78,00	1,28
<b>2003</b>	73,20	40	60,80	80,00	1,25
<b>2004</b>	93,20	41	59,60	82,00	1,22
<b>2005</b>	88,40	42	59,50	84,00	1,19
<b>2006</b>	76,60	43	59,40	86,00	1,16
<b>2007</b>	53,40	44	59,40	88,00	1,14
<b>2008</b>	63,20	45	57,80	90,00	1,11
<b>2009</b>	70,40	46	57,00	92,00	1,09
<b>2010</b>	59,60	47	53,40	94,00	1,06
<b>2011</b>	85,40	48	48,20	96,00	1,04
<b>2012</b>	71,40	49	39,20	98,00	1,02

Precipitação Média = **83,99 mm**

Desvio Padrão = **32,11**

**Quadro 3.7.12**  
**Cálculo das Precipitações Máximas (Método de Gumbel)**  
**Estação Atílio Vivacqua – 2041000**

Recorrência (anos)	Constantes	Max. Diárias
1	0,000	76,88
5	0,803	97,70
10	1,441	114,24
15	1,798	123,49
25	2,246	135,11
50	2,843	150,58
100	3,413	165,36

**Quadro 3.7.13**  
**Cálculo das Precipitações Máximas (Método de Gumbel)**  
**Estação São José das Torres - 2141017**

Recorrência (anos)	Constantes	Max. Diárias
1	0,000	103,32
5	0,840	171,43
10	1,499	224,86
15	1,867	254,70
25	2,331	292,32
50	2,950	342,51
100	3,563	392,21

**Quadro 3.7.14**  
**Cálculo das Precipitações Máximas (Método de Gumbel)**  
**Estação Usina Paineiras - 2040006**

Recorrência (anos)	Constantes	Max. Diárias
1	0,000	83,99
5	0,821	110,35
10	1,469	131,16
15	1,830	142,75
25	2,237	155,82
50	2,891	176,82
100	3,496	196,25

**Quadro 3.7.15**  
**Cálculo da altura de chuva - tempo de duração**  
**Método das Isozonas (Isozona D) para Estação Atilio Vivacqua - 2041000**

Recorrência (anos)	24 horas	1 hora	0,1 hora
1	84,57	35,52	9,47
5	107,47	45,14	12,04
10	125,66	52,27	14,07
15	135,84	56,24	15,21
25	148,62	61,08	16,65
50	165,64	67,42	18,55
100	181,90	73,30	19,10

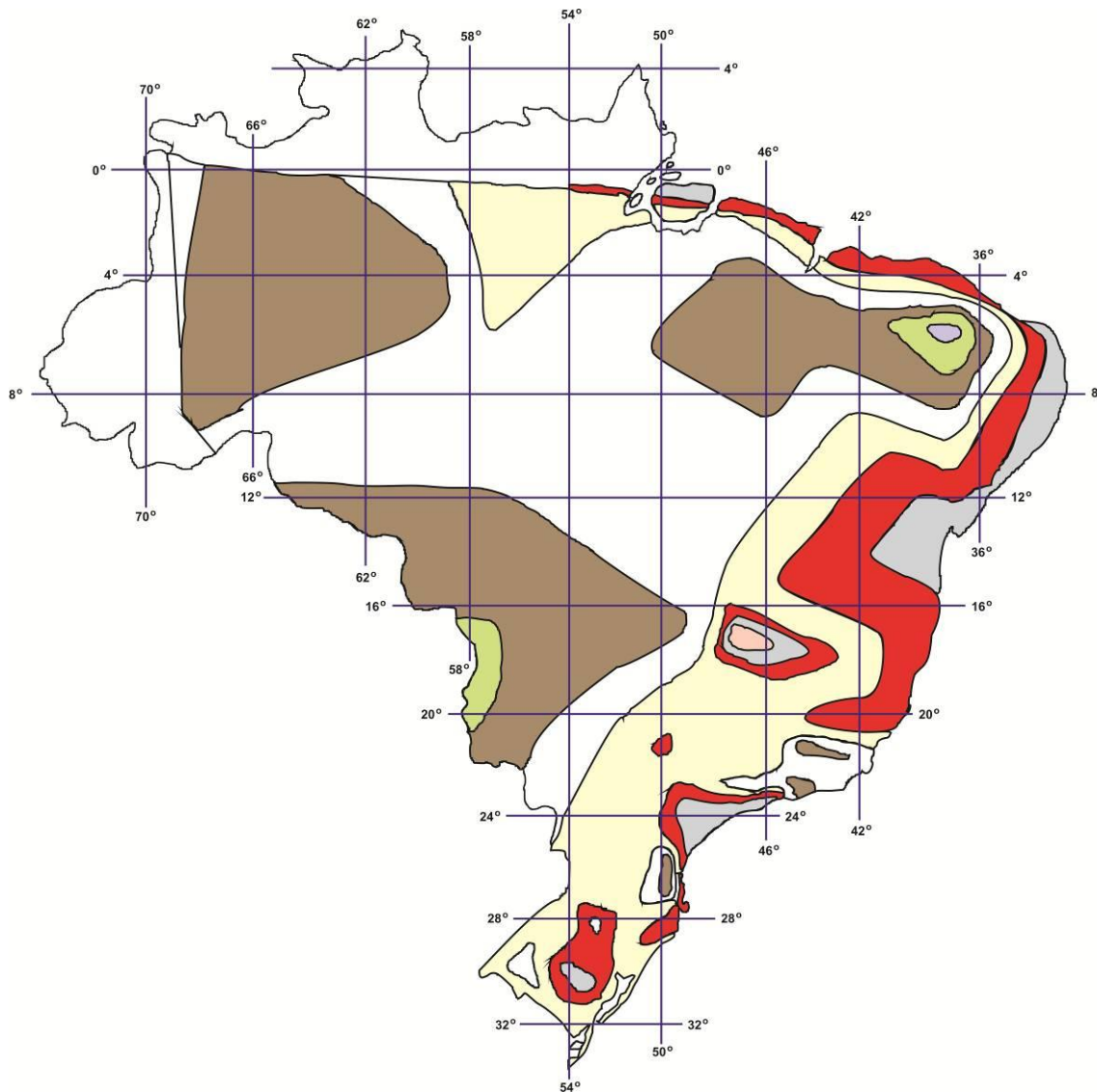
**Quadro 3.7.16**  
**Cálculo da altura de chuva - tempo de duração**  
**Método das Isozonas (Isozona D) para Estação São José das Torres - 2141017**

Recorrência (anos)	24 horas	1 hora	0,1 hora
1	113,65	47,73	12,73
5	188,57	79,20	21,12
10	247,35	102,90	27,70
15	280,17	115,99	31,38
25	321,55	132,16	36,01
50	376,76	153,34	42,20
100	431,43	173,87	45,30

**Quadro 3.7.17**  
**Cálculo da altura de chuva - tempo de duração**  
**Método das Isozonas (Isozona D) para Estação Usina Paineiras– 2040006**

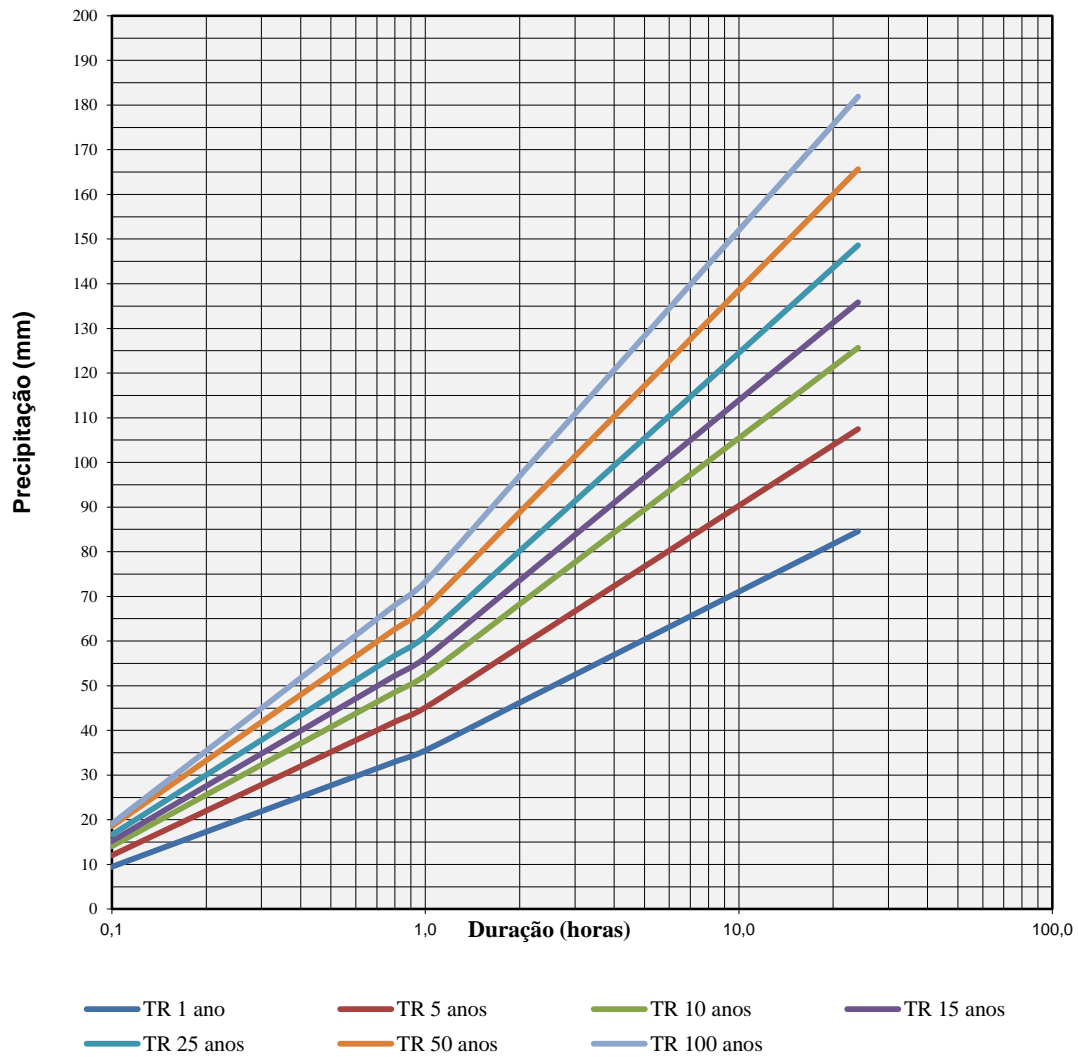
<b>Recorrência (anos)</b>	<b>24 horas</b>	<b>1 hora</b>	<b>0,1 hora</b>
1	92,39	38,80	10,35
5	121,39	50,98	13,60
10	144,28	60,02	16,16
15	157,03	65,01	17,59
25	171,40	70,45	19,20
50	194,50	79,16	21,78
100	215,87	87,00	22,67

**Figura 3.7.11**  
**Mapa de Isozonas de Igual Relação**

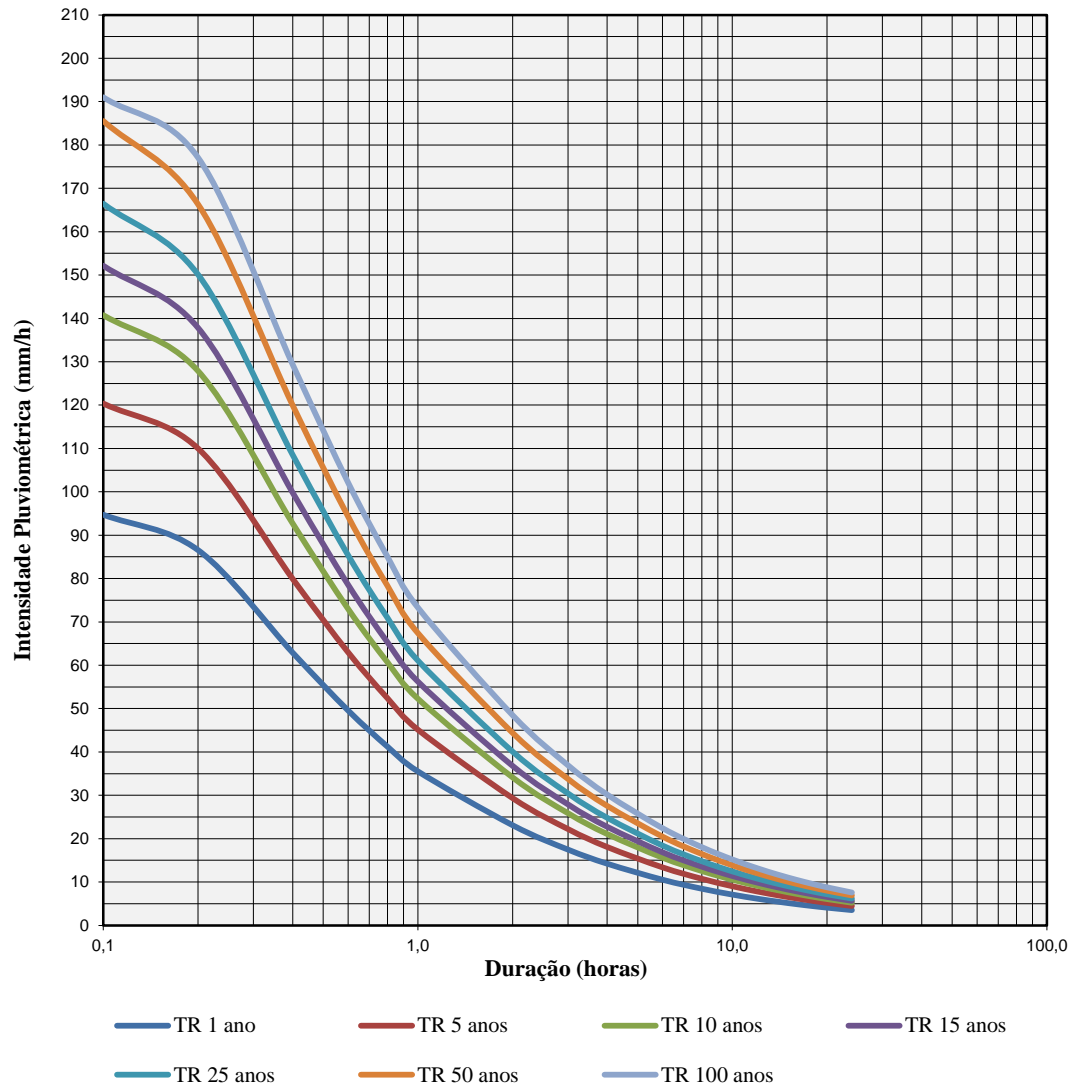


TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min. 24 h	CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36.2	35.8	35.6	35.5	35.4	35.3	35.0	34.7	33.6	32.5	7.0	6.3
B	38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
C	40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	39.1	38.8	38.4	37.2	36.0	9.8	8.8
D	42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.8	11.2	10.0
E	44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.6	12.6	11.2
F	46.0	45.5	45.3	45.1	44.9	44.8	44.5	44.1	42.7	41.3	13.9	12.4
G	47.9	47.4	47.2	47.0	46.8	46.7	46.4	45.9	44.5	43.1	15.4	13.7
H	49.9	49.4	49.1	48.9	48.8	48.6	48.3	47.8	46.3	44.8	16.7	14.9

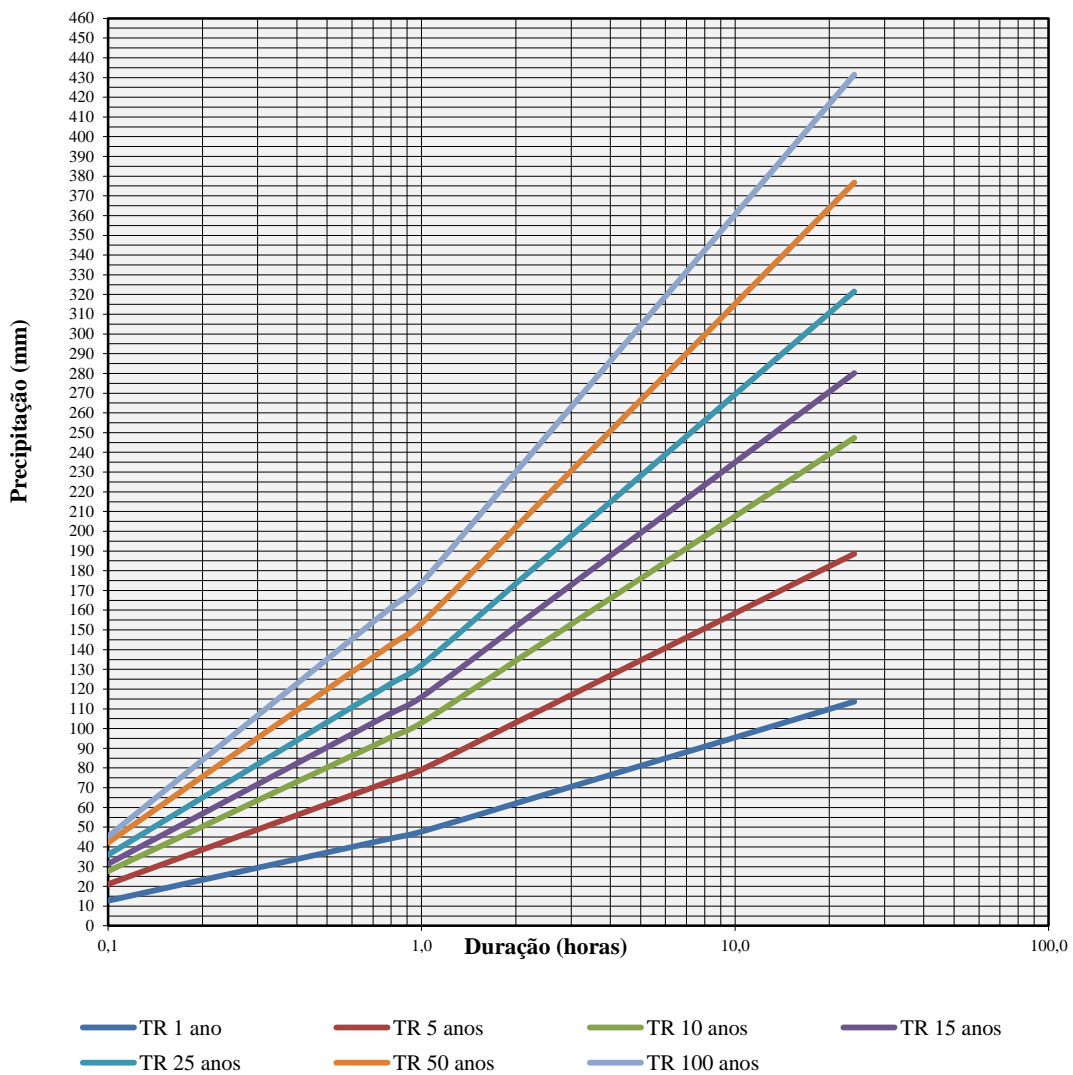
**Figura 3.7.12**  
**Frequência x Altura de Chuva x Duração para Estação Atilio Vivacqua**  
**Código 2041000**



**Figura 3.7.13**  
**Frequência x Intensidade x Duração para Estação Atílio Vivacqua**  
**Código 2041000**

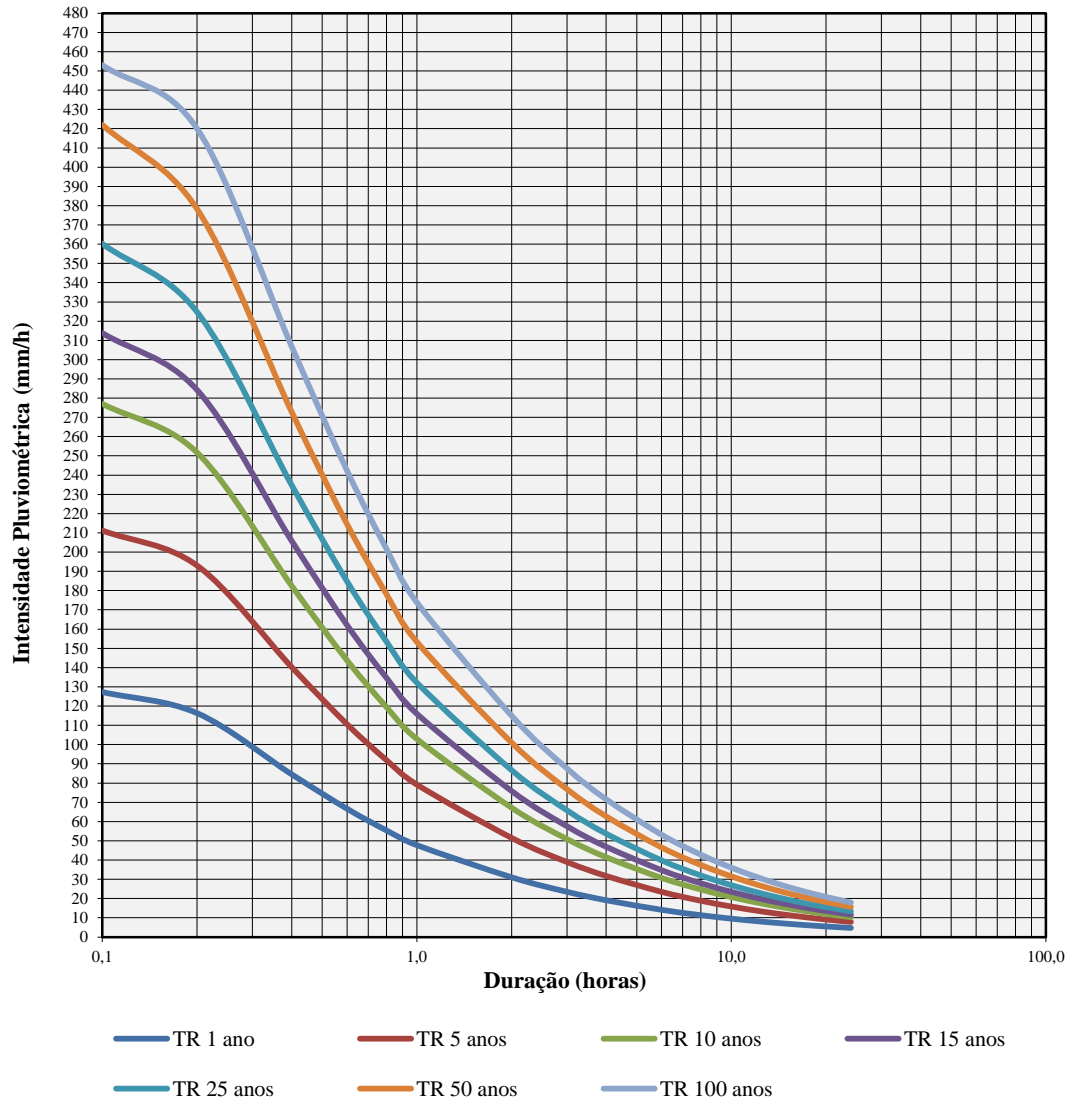


**Figura 3.7.14**  
**Frequência x Altura de Chuva x Duração para Estação São José das Torres**  
**Código 2141017**

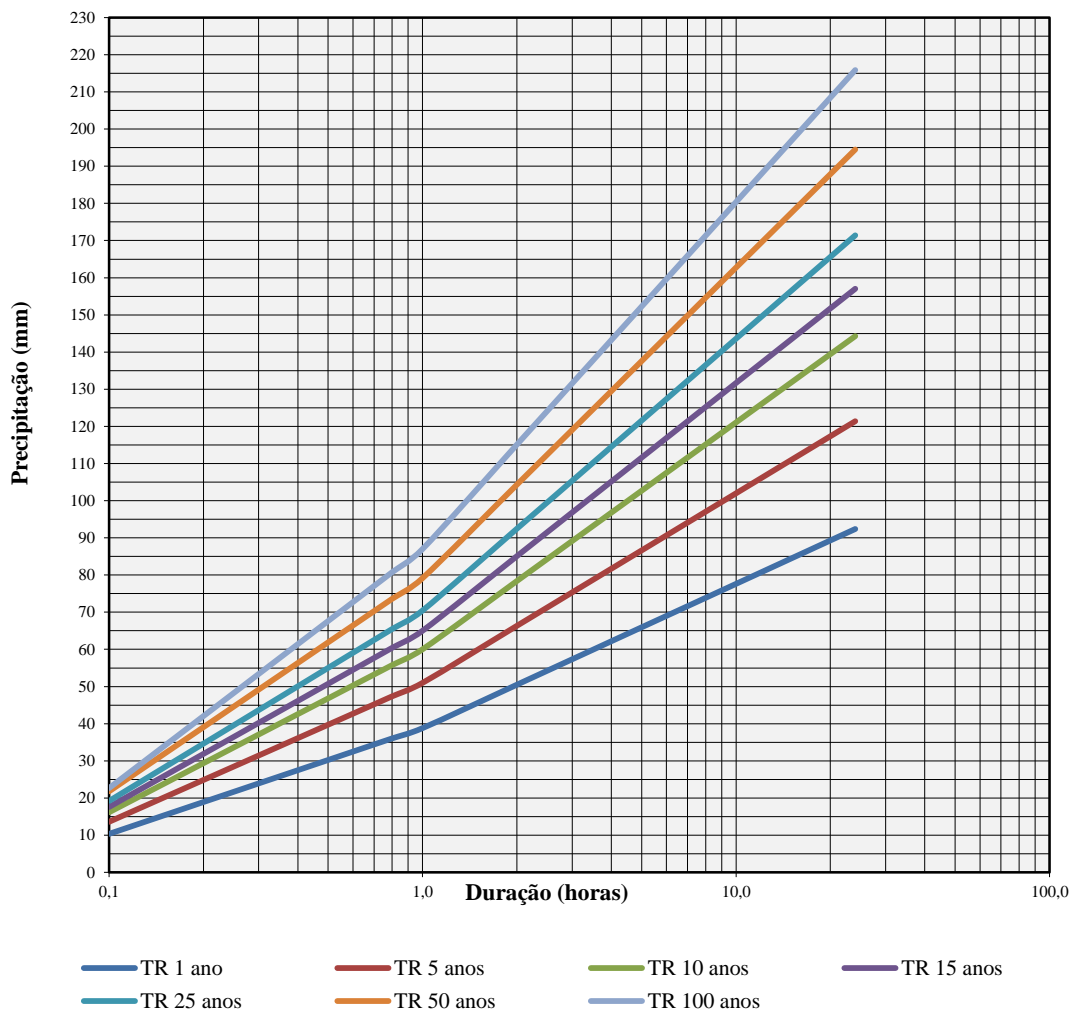




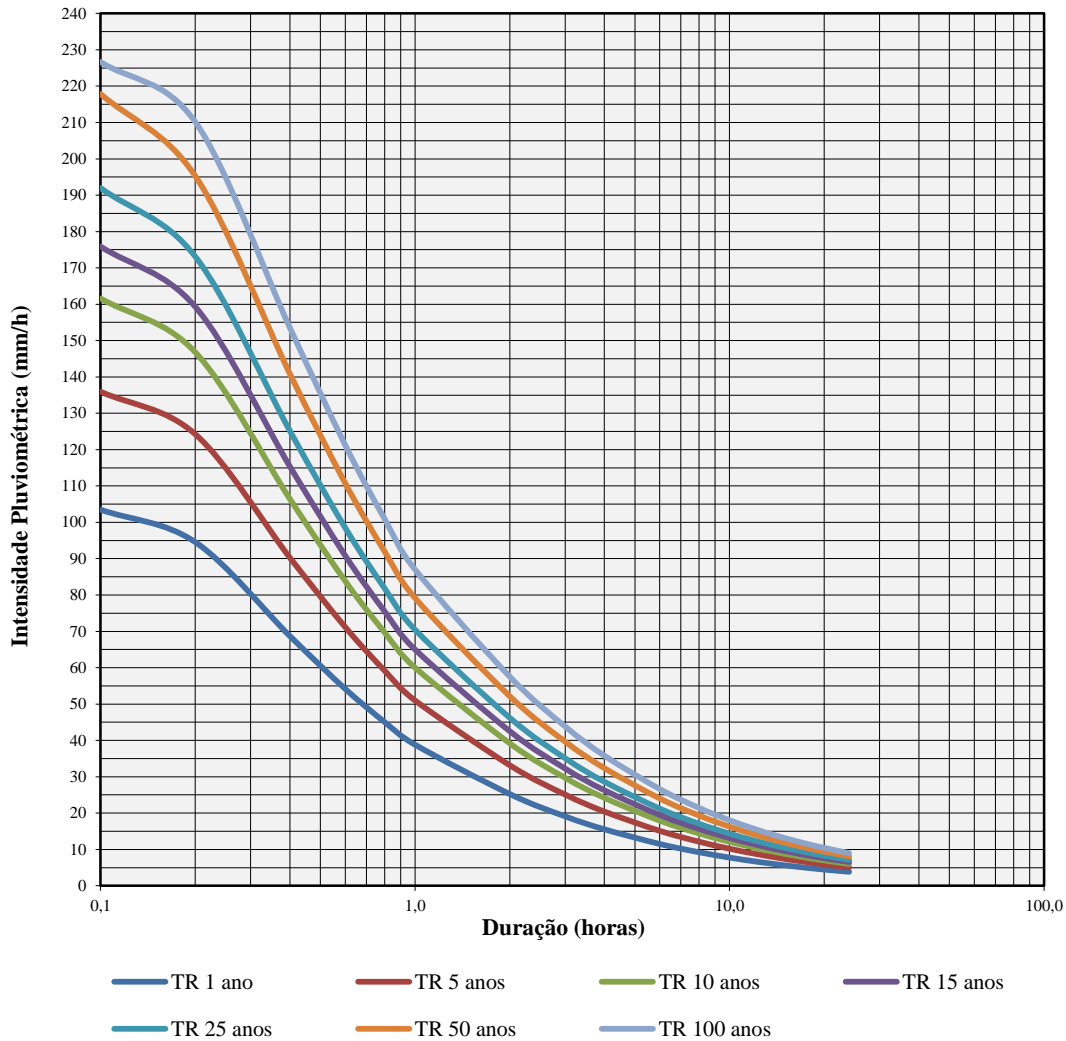
**Figura 3.7.15**  
**Frequência x Intensidade x Duração para Estação São José das Torres**  
**Código 2141017**



**Figura 3.7.16**  
**Frequência x Altura de Chuva x Duração para Estação Usina Paineiras**  
**Código 2040006**



**Figura 3.7.17**  
**Frequência x Intensidade x Duração para Estação Usina Paineiras**  
**Código 2040006**



### 3.7.5 – CONCLUSÃO

O estudo pluviométrico com valores críticos apontou para o Posto São José das Torres, porém o desvio padrão é elevado e o posto se encontra em região mais elevada que os demais, podendo ser influenciado por chuvas orográficas. Diante disso, o posto a ser utilizado para os estudos de vazão dos dispositivos será do Posto Pluviométrico **Usina Paineiras - Código 2040006**, devido aos valores críticos obtidos no estudo.

### 3.7.6 – DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Serão realizadas pela determinação das características físicas das bacias hidrográficas em cartas topográficas, e depois calculadas as vazões de dimensionamento das obras de transposição das rodovias.

Os estudos e projeto foram realizados seguindo o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, Publicação IPR – 715/2005 e Manual de Drenagem de Rodovias, Publicação IPR – 724/2006 e normas vigentes.

#### 3.7.6.1 – TALVEGUES

A metodologia proposta para estes locais está apresentada a seguir estando diferenciada em função do valor da área de contribuição, conforme o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem e exposto a seguir:

- Bacias até 1,0 km<sup>2</sup> → Método Racional;
- Bacias entre 1,0 km<sup>2</sup> e 10,0 km<sup>2</sup> → Método Racional acrescido de coeficiente de retardo;
- Bacias maiores que 10,0 km<sup>2</sup> → Método do Hidrograma Unitário Triangular.

## MÉTODO RACIONAL

O Método Racional apresenta a seguinte expressão:

$$Q = 0,278 \cdot c \cdot i \cdot A$$

Onde:

$Q$  = descarga de projeto, em  $m^3/s$ ;

$c$  = coeficiente adimensional de escoamento superficial (runoff), classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal, da declividade média da bacia etc;

$i$  = intensidade média da precipitação sobre a bacia. Para sua determinação, deve ser tomado o tempo de concentração da bacia e o tempo de recorrência adequado ao dispositivo a ser dimensionado. É expresso em mm/h;

$A$  = área de bacia drenada, em  $km^2$ ; e

0,278 = fator de conversão de unidades.

## MÉTODO RACIONAL ACRESCIDO DE COEFICIENTE DE RETARDO

Quando se deseja a obtenção das descargas de pico das bacias com área superior a  $1,0 km^2$  e até  $10,0 km^2$ , acrescenta-se à expressão do Método Racional um coeficiente de retardo, sendo então, a expressão final estabelecida como se segue:

$$Q = 0,278 \cdot c \cdot i \cdot A \cdot \sigma$$

Onde:

$Q, c, i, A$  = parâmetros do Método Racional, anteriormente definidos;

$\sigma$  = coeficiente de retardo, adimensional, expresso pela fórmula:

$$\sigma = A^{-0,10}$$

Onde:

$A$  = área da bacia drenada, em ha.

## COEFICIENTE DE ESCOAMENTO (C)

A fixação do coeficiente de escoamento (runoff), de emprego no método Racional, consiste em se verificar de todas as formas possíveis o comportamento do solo sob a chuva, a retenção da água pela cobertura vegetal, além de uma análise da bacia contribuinte (forma, declividade, comprimento do talvegue principal, rede de drenagem etc).

A fixação deste coeficiente é de óbvia importância na obtenção das vazões das bacias hidrográficas interceptadas pelo projeto em questão.

A seguir são apresentados quadros contendo os valores de **C**, função da natureza do solo e sua cobertura vegetal:

**Quadro 3.7.18**  
**Coeficiente de Escoamento Solo-Cobertura Vegetal**

Tipo De Superfície	Coeficiente de Escoamento
Ruas:	
Asfalto	0,70 – 0,95
Concreto	0,80 – 0,95
Tijolos	0,70 – 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 – 0,85
Telhados	0,75 – 0,95
Gramados; solos arenosos:	
Plano, 2%	0,05 – 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 – 0,15
Íngreme, 7%	0,15 – 0,20
Gramados; solo compacto:	
Plano, 2%	0,13 – 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 – 0,22
Íngreme, 7%	0,15 – 0,35

## TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração utilizado no estudo é o método de Kirpich Modificada, que fornece velocidades próximas das médias das outras expressões que podem ser utilizadas de acordo com o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – IPR 715/2005.

A fórmula é expressa por:

$$T_c = 1,42 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

T<sub>c</sub> = Tempo de Concentração, em horas;

L = Comprimento do curso d'água, em km; e

H = Desnível máximo, em metros.

## MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas presentes nos trechos de projeto em questão foram delimitadas através da Carta Topográfica na escala 1: 50.000 e informações do levantamento em campo. Deste modo, foi possível calcular as vazões solicitantes. Apresenta-se a seguir o mapa com as bacias demarcadas:







LEGENDA:

- PRINCIPAIS TALVEGUES
- LIMITES DAS BACIAS
- TRAÇADO DA RODOVIA

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY**

IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO



CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.

Trecho: 05  
 Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Viveiros  
 Estensão: 4,7 Km

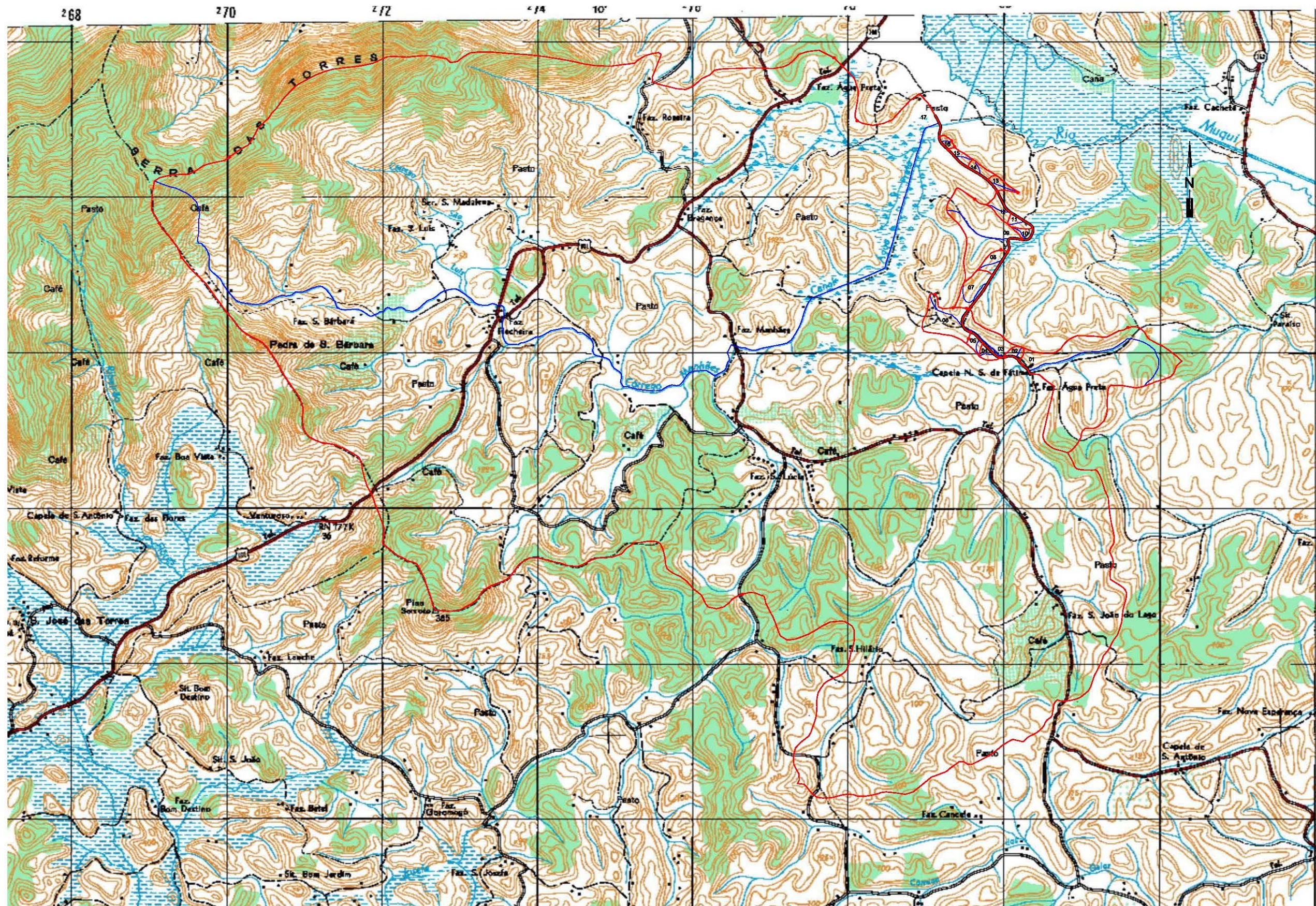
Escala:  
 1:20.000

Planta de Bacias

Data: MAR/2015    Folha nº

Visto: \_\_\_\_\_ PROJETA \_\_\_\_\_ PREFEITURA





LEGENDA:

- PRINCIPAIS TALVEGUES
- LIMITES DAS BACIAS
- TRAÇADO DA RODOVIA

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY**

IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO

**Projemax** CONSULTORA: Projemax Engenharia e Consultoria Ltda.

Trecho: 06  
 Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Viveque  
 Estensão: 4,7 Km

Escala:  
 1:50.000

Planta de Bacia nº 15 - Canal Água Preta

Data:  
 MAR/2015

Folha nº

Visto: \_\_\_\_\_ PROJETA \_\_\_\_\_ PREFEITURA \_\_\_\_\_



## DECLIVIDADE EFETIVA

Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível; isto é, uma variação constante na distância entre uma curva e outra. Nas bacias maiores, e levando em consideração dos corpos d'água do trecho correm em vales planos encaixados entre morros de grande declividade, a discrepância entre os resultados aumenta consideravelmente. Nas vazões calculadas com método racional e racional com coeficiente de retardo, a declividade média foi considerada igual a declividade efetiva.

A fim de contribuir ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte do Canal Água Preta, utilizou-se o cálculo da declividade efetiva, como mostrado na equação a seguir.

$$I = \left( \frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{D_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{D_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{D_3}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{D_n}}} \right)^2$$

Onde:

LT = comprimento total do talvegue principal (Km);

L1, L2, L3, Ln = comprimentos parciais do talvegue principal (Km); e

D1, D2, D3, Dn = declividades parciais (m/m).

Em seguida, foi calculado o Tempo de Recorrência, através do Método do Kirpich Modificada, demonstrada anteriormente.

O Quadro com o resultado obtido é apresentado a seguir:

**Determinação da Declividade Efetiva**  
**Curso d'água: Canal da Água Preta**  
**Localização: 238+10,00**

<b>Cotas (m)</b>	<b>Distância Parcial (Li) (km)</b>	<b>Distância Acumulada (km)</b>	<b>Declividade Segmento (Di) (m/m)</b>	<b><math>\frac{Li}{(D)^{1/2}}</math></b>
20	0,000	0,000	0,0000	0,00
40	8,710	8,710	0,0023	181,77
60	2,572	11,282	0,0078	29,17
80	0,112	11,394	0,1786	0,27
100	0,377	11,771	0,0531	1,64
120	0,094	11,865	0,2128	0,20
140	0,268	12,133	0,0746	0,98
160	0,091	12,224	0,2198	0,19
180	0,138	12,362	0,1449	0,36
200	0,065	12,427	0,3077	0,12
220	0,128	12,555	0,1563	0,32
240	0,058	12,613	0,3448	0,10
260	0,048	12,661	0,4167	0,07
280	0,080	12,741	0,2500	0,16
300	0,064	12,805	0,3125	0,11
320	0,092	12,897	0,2174	0,20
340	0,118	13,015	0,1695	0,29
360	0,122	13,137	0,1639	0,30
380	0,163	13,300	0,1227	0,47
400	0,119	13,419	0,1681	0,29
420	0,068	13,487	0,2941	0,13
440	0,061	13,548	0,3279	0,11
460	0,077	13,625	0,2597	0,15
480	0,082	13,707	0,2439	0,17
500	0,076	13,783	0,2632	0,15
520	0,046	13,829	0,4348	0,07
540	0,061	13,890	0,3279	0,11

**Determinação da Declividade Efetiva**  
**Curso d'água: Canal da Água Preta**  
**Localização: 238+10,00**

Cotas (m)	Distância Parcial (Li) (km)	Distância Acumulada (km)	Declividade Segmento (Di) (m/m)	$\frac{Li}{(D)^{1/2}}$
560	0,063	13,953	0,3175	0,11
580	0,045	13,998	0,4444	0,07
600	0,070	14,068	0,2857	0,13
620	0,036	14,104	0,5556	0,05
640	0,020	14,124	1,0000	0,02
660	0,027	14,151	0,7407	0,03
680	0,060	14,211	0,3333	0,10
700	0,035	14,246	0,5714	0,05
720	0,034	14,280	0,5882	0,04
740	0,036	14,316	0,5556	0,05
760	0,026	14,342	0,7692	0,03
780	0,025	14,367	0,8000	0,03
800	0,027	14,394	0,7407	0,03
820	0,023	14,417	0,8696	0,02
840	0,035	14,452	0,5714	0,05
860	0,040	14,492	0,5000	0,06
880	0,047	14,539	0,4255	0,07
900	0,063	14,602	0,3175	0,11
920	0,034	14,636	0,5882	0,04
940	0,026	14,662	0,7692	0,03
960	0,042	14,704	0,4762	0,06
980	0,048	14,752	0,4167	0,07
998	0,068	14,820	0,2647	0,13
<b>Total</b>	<b>14,820</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>219,27</b>

Declividade Efetiva = 0,0046 m / m

$$c = 1,42 * (L^3 / H)^{0,385}$$

$$Tc (h) = 6,307$$

## MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

O Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT), desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service, para o cálculo das descargas de pico das grandes bacias até o limite de 2.500,00 km<sup>2</sup> de área drenada.

O Método HUT considera que o escoamento unitário é função da precipitação antecedente, da impermeabilidade do solo, da cobertura vegetal, do uso da terra e das práticas de manejo do solo, agrupando todos estes fatores em um só coeficiente, que transforma a precipitação total em precipitação efetiva.

Esses coeficientes foram expressos em função das curvas-número (CN), que foram tabeladas da mesma forma que os coeficientes de escoamento superficial.

A seguir é apresentada o quadro utilizado na determinação do valor de CN a ser considerada para a região de projeto.

**Quadro 3.7.18**  
**Valor de CN a ser Considerado**

Utilização da Terra	Condições da Superfície	Tipo de Solos da Área			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantação de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
Cultivados	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80



Utilização da Terra	Condições da Superfície	Tipo de Solos da Área			
		A	B	C	D
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Esparsas de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densa de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras/Estradas de terra	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

Observações:

- O solo do tipo A é o de mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila;
- O solo do tipo B tem uma capacidade de infiltração acima da média, após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos;
- O solo do tipo C tem uma capacidade de infiltração abaixo da média, após a pré-saturação. Contém percentagem considerável de argila e silte; e,
- O solo do tipo D é o de mais alto potencial do deflúvio. Terrenos quase impermeáveis, junto à superfície. Argiloso.

Para o presente trabalho selecionou-se a curva-número CN = 60, para o tipo de solo B, considerando-se a grande parcela de pastagens e pequenos cultivos na região.

A determinação das vazões máximas das bacias, com áreas superiores a 10,00km<sup>2</sup>, é possível com a utilização desse método, cuja conceituação é apresentada a seguir:

$$\sigma = \frac{(2,08A)}{T_p}$$

Onde:

$\sigma$  = descarga de pico para uma chuva efetiva de 1 cm, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da bacia, em km<sup>2</sup>; e

$T_p$  = tempo de pico, em horas, determinado pela fórmula:

$$T_p = \left( \frac{\sigma_t}{2} \right) + (0,6 \cdot T_c) \quad \text{e} \quad \sigma_t = \frac{T_c}{5}$$

Onde:

$\sigma_t$  = tempo unitário, em horas; e

$T_c$  = tempo de concentração, em horas.

A precipitação efetiva é determinada pela fórmula proposta pelo U. S. Soil Conservation Service, em função do complexo solo-vegetação e da precipitação. A fórmula possui o seguinte aspecto:

$$P_e = \frac{\left( P - \frac{5080}{CN} + 50,8 \right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203,2}$$

Onde:

$P_e$  = chuva efetiva, em mm;

P = precipitação, em mm; e

CN = número de deflúvio que define o complexo solo-vegetação.

O cálculo do tempo de concentração será efetuado através do uso da fórmula de Kirpich Modificada, publicada no Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem – IPR 715/2005, já utilizada para outros dimensionamentos, cuja expressão é:

$$T_c = 1,42 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

$T_c$  = tempo de concentração, em horas;

$L$  = comprimento do talvegue do divisor d'águas até o local de estudo, em km; e

$H$  = desnível do talvegue entre o divisor d'águas e o local de estudo, em m.

Este método é aplicado para a determinação das vazões do Canal Água Preta.

A seguir apresentam-se os cálculos e os resultados obtidos:

## CANAL DA ÁGUA PRETA

HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR											
Nome do Curso D'água : Canal da Água Preta											
CARACTERÍSTICAS DA BACIA											
Nº	Bacia	Área A (km²)	Compr. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Valor de CN	Valor de TR (anos)	Tempo de Concent. (h)				
	Estaca 238+10,00	72,9	14,8	978,0	60	25	6,31				
PARÂMETROS DO HUT											
(Duração) D = 0,2 T <sub>c</sub> (hora) => 1,30 > 0,50				(Tempo de Base) T <sub>b</sub> = 2,67 T <sub>p</sub> (hora)							
(Tempo de Subida) T <sub>p</sub> = 0,5 D + 0,6 T <sub>c</sub> (hora)				(Descarga de Pique) =							
(Tempo de Retorno) T <sub>r</sub> = 1,67 T <sub>p</sub> (hora)				$q_p = 0,208 \cdot \frac{A}{T_p} (m^3/s/mm)$							
$P_e = \frac{(P - (5080 / CN) + 50,8)^2}{P + (20320 / CN) - 203,2}$				$T_c^* = 1,42 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$				* T <sub>c</sub> calculado pela Declividade Efetiva (em h): 6,30			
Precipitação Efetiva				Tempo de Concentração				RELAÇÃO P/P <sub>0</sub> = 0,95			
CÁLCULO DA CHUVA DE PROJETO (mm)											
D (h)	Chuva Real (mm)		Ordenação	Incrementos	Nova Ordenação	Incrementos Ordenados	Incrementos Acumulados	Chuva Efetiva Pe (mm)	Incrementos da Chuva Efetiva	Tp (h)	Tb (h)
	P	P Corríg.									
1,3	78,78	74,84	1	74,84	6	5,50	5,50	0,00	0,00	4,43	11,84
2,6	100,80	95,76	2	20,92	4	8,68	14,18	0,00	0,00	4,43	11,84
3,9	113,68	108,00	3	12,24	3	12,24	26,42	0,00	0,00	4,43	11,84
5,2	122,82	116,68	4	8,68	1	74,84	101,26	19,19	19,19	4,43	11,84
6,5	129,91	123,41	5	6,73	2	20,92	122,18	30,27	11,08	4,43	11,84
7,8	135,70	128,92	6	5,50	5	6,73	128,92	34,17	3,90	4,43	11,84
15,6	157,72	149,83	7	20,92	7	20,92	149,83	47,14	12,97	7,68	20,52
31,2	179,74	170,75	8	20,92	8	20,92	170,75	61,19	14,05	11,58	30,93
62,4	201,76	191,67	9	20,92	9	20,92	191,67	76,12	14,93	19,38	51,76
D (h)	qp		HIDROGRAMA DE CHEIA								Vazão (m³/s)
	(runoff 1mm)	0,00	0,00	0,00	19,19	11,08	3,90	12,97	14,05	14,93	
1,3	3,42	0,00									0,00
2,6	3,42	0,00	0,00								0,00
3,9	3,42	0,00	0,00	0,00							0,00
5,2	3,42	0,00	0,00	0,00	65,57						65,57
6,5	3,42	0,00	0,00	0,00	65,57	37,88					103,45
7,8	3,42	0,00	0,00	0,00	65,57	37,88	13,33				116,78
15,6	1,97	0,00	0,00	0,00	37,84	21,86	7,69	25,57			92,96
31,2	1,31	0,00	0,00	0,00	25,10	14,50	5,10	16,96	18,38		80,05
62,4	0,78	0,00	0,00	0,00	15,00	8,67	3,05	10,14	10,99	11,67	59,51
Q máx. (m³/s) =>											116,78
RODOVIA :				TRECHO :							SUBTRECHO :
Trecho 05				Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy							-

HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR											
Nome do Curso D'água : Canal da Água Preta											
CARACTERÍSTICAS DA BACIA											
Nº	Bacia	Área A (km²)	Compr. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Valor de CN	Valor de TR (anos)	Tempo de Concent. (h)				
	Estaca 238+10,00	72,9	14,8	978,0	60	50	6,31				
PARÂMETROS DO HUT											
(Duração) $D = 0,2 T_c$ (hora) => 1,30 > 0,50 (Tempo de Base) $T_b = 2,67 T_p$ (hora) (Tempo de Subida) $T_p = 0,5 D + 0,6 T_c$ (hora) (Descarga de Pique) = (Tempo de Retorno) $T_r = 1,67 T_p$ (hora) $q_p = 0,208 \cdot \frac{A}{T_p} (m^3/s/mm)$											
$P_e = \frac{(P - (5080 / CN) + 50,8)^2}{P + (20320 / CN) - 203,2}$ $T_c^* = 1,42 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$ * Tc calculado pela Declividade Efetiva (em h): 6,30 Precipitação Efetiva Tempo de Concentração <b>RELAÇÃO P/P<sub>0</sub> = 0,95</b>											
CÁLCULO DA CHUVA DE PROJETO (mm)											
D (h)	Chuva Real (mm)		Ordenação	Incrementos	Nova Ordenação	Incrementos Ordenados	Incrementos Acumulados	Chuva Efetiva Pe (mm)	Incrementos da Chuva Efetiva	Tp (h)	Tb (h)
	P	P Corrig.									
1,3	88,68	84,25	1	84,25	6	6,29	6,29	0,00	0,00	4,43	11,84
2,6	113,84	108,15	2	23,90	4	9,92	16,20	0,00	0,00	4,43	11,84
3,9	128,56	122,13	3	13,98	3	13,98	30,18	0,00	0,00	4,43	11,84
5,2	139,00	132,05	4	9,92	1	84,25	114,44	25,98	25,98	4,43	11,84
6,5	147,10	139,74	5	7,69	2	23,90	138,33	39,86	13,88	4,43	11,84
7,8	153,71	146,03	6	6,29	5	7,69	146,03	44,69	4,83	4,43	11,84
15,6	178,87	169,93	7	23,90	7	23,90	169,93	60,62	15,93	7,68	20,52
31,2	204,03	193,82	8	23,90	8	23,90	193,82	77,70	17,08	11,58	30,93
62,4	229,18	217,72	9	23,90	9	23,90	217,72	95,71	18,01	19,38	51,76
D (h)	qp (runoff 1mm)	HIDROGRAMA DE CHEIA									
	0,00	0,00	0,00	0,00	25,98	13,88	4,83	15,93	17,08	18,01	Vazão (m³/s)
1,3	3,42	0,00									0,00
2,6	3,42	0,00	0,00								0,00
3,9	3,42	0,00	0,00	0,00							0,00
5,2	3,42	0,00	0,00	0,00	88,77						88,77
6,5	3,42	0,00	0,00	0,00	88,77	47,45					136,22
7,8	3,42	0,00	0,00	0,00	88,77	47,45	16,51				152,73
15,6	1,97	0,00	0,00	0,00	51,23	27,38	9,53	31,41			119,54
31,2	1,31	0,00	0,00	0,00	33,98	18,16	6,32	20,84	22,35		101,65
62,4	0,78	0,00	0,00	0,00	20,31	10,85	3,78	12,45	13,36	14,08	74,82
<b>Q máx.(m³/s) =&gt;</b>											<b>152,73</b>
RODOVIA :			TRECHO :								SUBTRECHO :
Trecho 05			Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy								-

HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR											
Nome do Curso D'água : Canal da Água Preta											
CARACTERÍSTICAS DA BACIA											
Nº	Bacia	Área A (km²)	Compr. Talvegue L (km)	Diferença de Nível H (m)	Valor de CN	Valor de TR (anos)	Tempo de Concent. (h)				
	Estaca 238+10,00	72,9	14,8	978,0	60	100	6,31				
PARÂMETROS DO HUT											
(Duração) D = 0,2 T <sub>c</sub> (hora) => 1,30 > 0,50				(Tempo de Base) T <sub>b</sub> = 2,67 T <sub>p</sub> (hora)							
(Tempo de Subida) T <sub>p</sub> = 0,5 D + 0,6 T <sub>c</sub> (hora)				(Descarga de Pique) =							
(Tempo de Retorno) T <sub>r</sub> = 1,67 T <sub>p</sub> (hora)				$q_p = 0,208 \cdot \frac{A}{T_p} (m^3/s/mm)$							
$P_e = \frac{(P - (5080 / CN) + 50,8)^2}{P + (20320 / CN) - 203,2}$				$T_c^* = 1,42 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$				* Tc calculado pela Declividade Efetiva (em h): 6,30			
Precipitação Efetiva				Tempo de Concentração				RELAÇÃO P/P <sub>0</sub> = 0,95			
CÁLCULO DA CHUVA DE PROJETO (mm)											
D (h)	Chuva Real (mm)		Ordenação	Incrementos	Nova Ordenação	Incrementos Ordenados	Incrementos Acumulados	Chuva Efetiva Pe (mm)	Incrementos da Chuva Efetiva	Tp (h)	Tb (h)
	P	P Corrig.									
1,3	97,64	92,75	1	92,75	6	7,02	7,02	0,00	0,00	4,43	11,84
2,6	125,74	119,46	2	26,70	4	11,08	18,11	0,00	0,00	4,43	11,84
3,9	142,19	135,08	3	15,62	3	15,62	33,73	0,00	0,00	4,43	11,84
5,2	153,85	146,16	4	11,08	1	92,75	126,48	32,75	32,75	4,43	11,84
6,5	162,90	154,76	5	8,60	2	26,70	153,18	49,32	16,58	4,43	11,84
7,8	170,30	161,78	6	7,02	5	8,60	161,78	55,05	5,72	4,43	11,84
15,6	198,40	188,48	7	26,70	7	26,70	188,48	73,80	18,75	7,68	20,52
31,2	226,51	215,19	8	26,70	8	26,70	215,19	93,76	19,96	11,58	30,93
62,4	254,62	241,89	9	26,70	9	26,70	241,89	114,68	20,92	19,38	51,76
D (h)	qp (runoff 1mm)	HIDROGRAMA DE CHEIA									
		0,00	0,00	0,00	32,75	16,58	5,72	18,75	19,96	20,92	Vazão (m³/s)
1,3	3,42	0,00									0,00
2,6	3,42	0,00	0,00								0,00
3,9	3,42	0,00	0,00	0,00							0,00
5,2	3,42	0,00	0,00	0,00	111,90						111,90
6,5	3,42	0,00	0,00	0,00	111,90	56,65					168,55
7,8	3,42	0,00	0,00	0,00	111,90	56,65	19,56				188,11
15,6	1,97	0,00	0,00	0,00	64,58	32,69	11,29	36,98			145,53
31,2	1,31	0,00	0,00	0,00	42,84	21,68	7,49	24,53	26,11		122,65
62,4	0,78	0,00	0,00	0,00	25,60	12,96	4,47	14,66	15,61	16,35	89,65
<b>Q máx.(m³/s) =&gt;</b>											<b>188,11</b>
RODOVIA :				TRECHO :							SUBTRECHO :
Trecho 05				Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy							-

## DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE CORRENTES

Após a obtenção dos dados necessários e das vazões, como área (km<sup>2</sup>), extensão do talvegue principal (km) e Declividade (m), além dos estudos pertinentes apresentados, foi realizado o dimensionamento das obras de arte correntes da rodovia em tela.

Trecho	Nº da Bacia	Localização (estaca)	A (Km²)	A (Ha)	L (km)	DH (m)	Tc (h)	Tc (h)	f (%)	Coef. Retardo	C	CN	I <sub>15</sub> (mm/h)	Q <sub>15</sub> (m³/s)	I <sub>25</sub> (mm/h)	Q <sub>25</sub> (m³/s)	I <sub>50</sub> (mm/h)	Q <sub>50</sub> (m³/s)	I <sub>100</sub> (mm/h)	Q <sub>100</sub> (m³/s)	Tipo de Método	Dimensão (m)	Vazão crítica canal (m³/s)	Velocidade crítica (m/s)	Declividade Crítica (‰)	Observação	
5	01	1+6,00	1,593	159,258	2,349	65	0,763	0,763	2,8	0,602	0,35	-	77,90	7,26	84,47	7,88	94,92	8,85	104,12	9,71	Canal com Reta	BTTC Ø 1,20	7,26	2,8	0,7	-	
5	02	15+0,00	0,027	2,713	0,169	66	0,036	0,100	39,1	-	0,45	-	175,87	0,60	192,25	0,65	217,85	0,74	226,67	0,77	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	03	22+15,00	0,413	41,314	1,314	47	0,442	0,442	3,6	-	0,35	-	109,04	4,38	118,33	4,75	133,07	5,35	145,22	5,83	Racional	BTTC Ø 1,00	4,6	2,56	0,74	-	
5	04	29+0,00	0,033	3,271	0,205	24	0,067	0,100	11,7	-	0,40	-	175,87	0,64	192,25	0,70	217,85	0,79	226,67	0,82	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	05	42+5,00	0,033	3,272	0,240	23	0,082	0,100	9,6	-	0,35	-	175,87	0,56	192,25	0,61	217,85	0,69	226,67	0,72	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	06	55+8,00	0,210	21,029	0,684	35	0,233	0,233	5,1	-	0,35	-	150,25	3,07	163,31	3,34	183,96	3,76	198,71	4,06	Racional	BDTC Ø 1,00	3,07	2,56	0,74	-	
5	07	91+12,00	0,123	12,291	0,684	73	0,176	0,176	10,7	-	0,35	-	166,08	1,98	180,72	2,16	203,82	2,44	218,53	2,61	Racional	BSTC Ø 1,20	2,42	2,8	0,7	-	
5	08	109+10,00	0,060	6,028	0,387	54	0,102	0,102	14,0	-	0,40	-	176,42	1,18	192,81	1,29	218,42	1,46	227,65	1,52	Racional	BSTC Ø 1,00	1,53	2,56	0,74	-	
5	09	124+1,00	0,515	51,519	0,896	63	0,254	0,254	7,0	-	0,35	-	144,82	7,25	157,37	7,88	177,22	8,88	191,77	9,61	Racional	BTTC Ø 1,20	7,26	2,8	0,7	-	
5	10	135+0,00	0,025	2,537	0,282	38	0,081	0,100	13,5	-	0,40	-	175,87	0,50	192,25	0,54	217,85	0,61	226,67	0,64	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	11	150+0,00	0,036	3,627	0,235	36	0,067	0,100	15,3	-	0,40	-	175,87	0,71	192,25	0,77	217,85	0,88	226,67	0,91	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	12	161+0,00	0,051	5,100	0,342	22	0,125	0,125	6,4	-	0,35	-	177,46	0,88	193,53	0,96	218,76	1,08	231,21	1,15	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	13	183+0,00	0,036	3,555	0,385	74	0,090	0,100	19,2	-	0,40	-	175,87	0,69	192,25	0,76	217,85	0,86	226,67	0,90	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	14	192+0,00	0,036	3,631	0,227	68	0,050	0,100	30,0	-	0,45	-	175,87	0,80	192,25	0,87	217,85	0,99	226,67	1,03	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	15	213+10,00	0,034	3,400	0,251	73	0,055	0,100	29,1	-	0,45	-	175,87	0,75	192,25	0,82	217,85	0,93	226,67	0,96	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	16	226+0,00	0,021	2,100	0,150	79	0,030	0,100	52,7	-	0,55	-	175,87	0,56	192,25	0,62	217,85	0,70	226,67	0,73	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-	
5	17	238+10,00	72,857	7285,724	14,820	978	-	6,310	0,3	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ponte	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	Te calculado pela Declividade Efetiva/ HUT
5	18	Corta Rio	0,405	40,495	1,286	79	0,353	0,353	6,1	-	0,30	-	123,41	4,16	133,99	4,52	150,75	5,09	164,04	5,54	Racional	Corta Rio	-	-	-	-	-

### 3.7.7 – OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (OAE)

#### 3.7.7.1 – OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EXISTENTES

Obras de Arte Especiais (OAE's) compreendem as estruturas, tais como pontes, viadutos ou túneis, necessárias à plena implantação de uma via e que pelas suas proporções e características peculiares requerem um projeto específico, de acordo com DNIT.

A OAE contida atualmente no trecho em questão é classificada como ponte, sobre o Canal Água Preta.

Em reunião realizada no dia 20/11/2014 com a Fiscalização, foi acordado que a ponte não seria aproveitada, já que o traçado de projeto é distinto do traçado atual, a estrutura não possui largura suficiente para comportar a plataforma de acordo com a classe do projeto definida e não atende a carga especificada na norma (TB45), necessitando de um projeto de reforço e alargamento. Além disso, a ponte existente será demolida ao final da construção da rodovia. Devido às vazões obtidas no dimensionamento, haverá a confecção de uma ponte no local, com 20 metros de extensão.

#### 3.7.7 – ESTUDO HIDRÁULICO PARA DIMENSIONAMENTO DE OBRA DE ARTES ESPECIAIS (OAE)

Para dar continuidade ao processo de dimensionamento das estruturas de transposições de corpos d'água, da definição do tipo de intervenção nas pontes existentes no trecho em tela, há necessidade de se realizar o estudo hidráulico do nível de cheia máxima utilizando TR=100 anos e a inclusão da folga mínima de 1,00m entre o N.A. e o fundo da viga para a determinação da altura mínima da ponte.

#### METODOLOGIA

Para determinação do nível d'água máximo, utilizou-se a fórmula de Manning aliada à equação da Continuidade:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \text{ e } Q = A \cdot V, \text{ onde:}$$

V = velocidade do fluxo d'água, em m/s;

R = raio hidráulico do canal do curso d'água, em m;



$i$  = declividade longitudinal média do canal do curso d'água nas proximidades do local da obra projetada, em m/m;

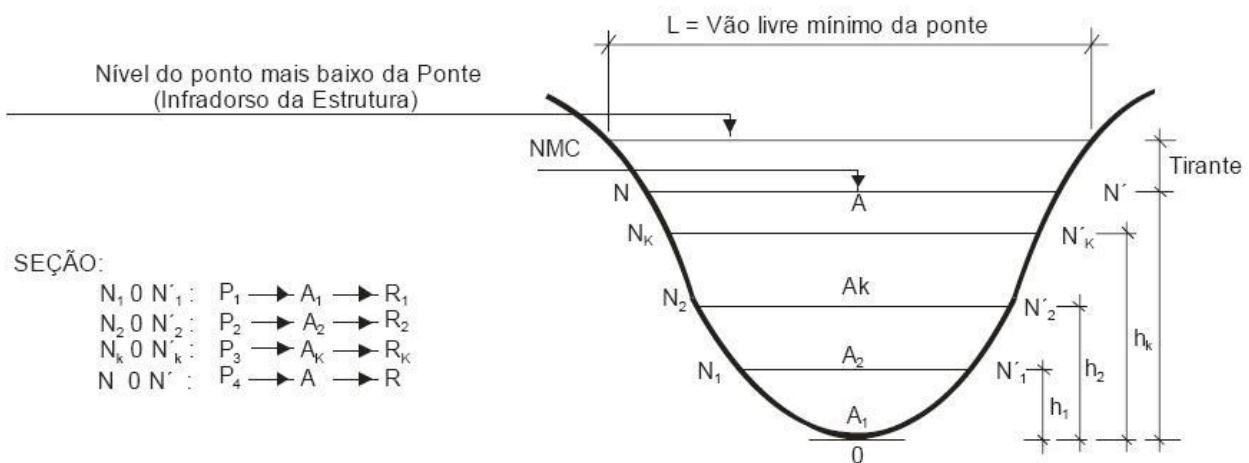
$n$  = coeficiente de rugosidade do canal do curso d'água

$Q$  = vazão do curso d'água, em m<sup>3</sup>/s; e,

$A$  = área molhada do canal do curso d'água, em m.

Conhecendo-se as características da seção transversal do curso d'água no local do projeto, a partir do levantamento batimétrico, temos que para cada altura  $h$  do nível d'água, corresponde uma área molhada

(  $A$  ), um perímetro molhado (  $P$  ) e, em consequência, raio hidráulico (  $R$  ) e velocidade (  $V$  ).



Sendo  $i$  e  $n$  constantes e independentes da altura do nível d'água, verifica-se que  $V$  e  $Q$  são funções apenas de  $h$ . Variando-se, então, os valores de  $h$  entre os praticamente aconselháveis, traçam-se duas curvas referidas a dois eixos cartesianos: no eixo das abcissas, em duas escalas, os valores de  $A/R^{2/3}$ ; e no eixo das ordenadas, os valores de  $h$  especificados.

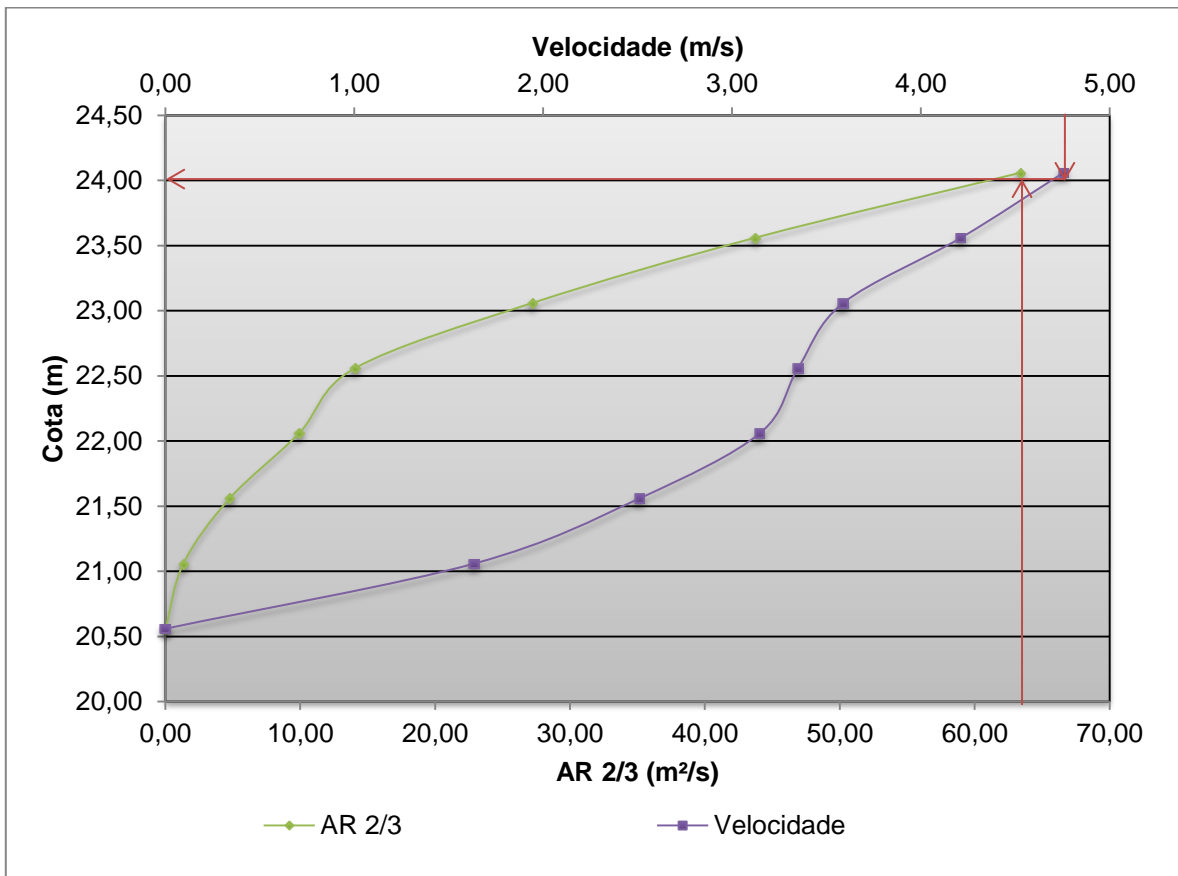
Com o valor de  $Q_{máx}$  calculado no item anterior, obtêm-se o valor de  $A/R^{2/3}$  e, a partir deste obter-se-á, no eixo das ordenadas o valor de  $h_{máx}$  e na curva de  $V$  o valor da velocidade para a seção de cheia máxima prevista.

Para a seção verificada, considerou-se que a altura livre mínima, entre a lâmina da água e a geratriz inferior da superestrutura, a altura de 1,00m.

## ESTUDO HIDRÁULICO

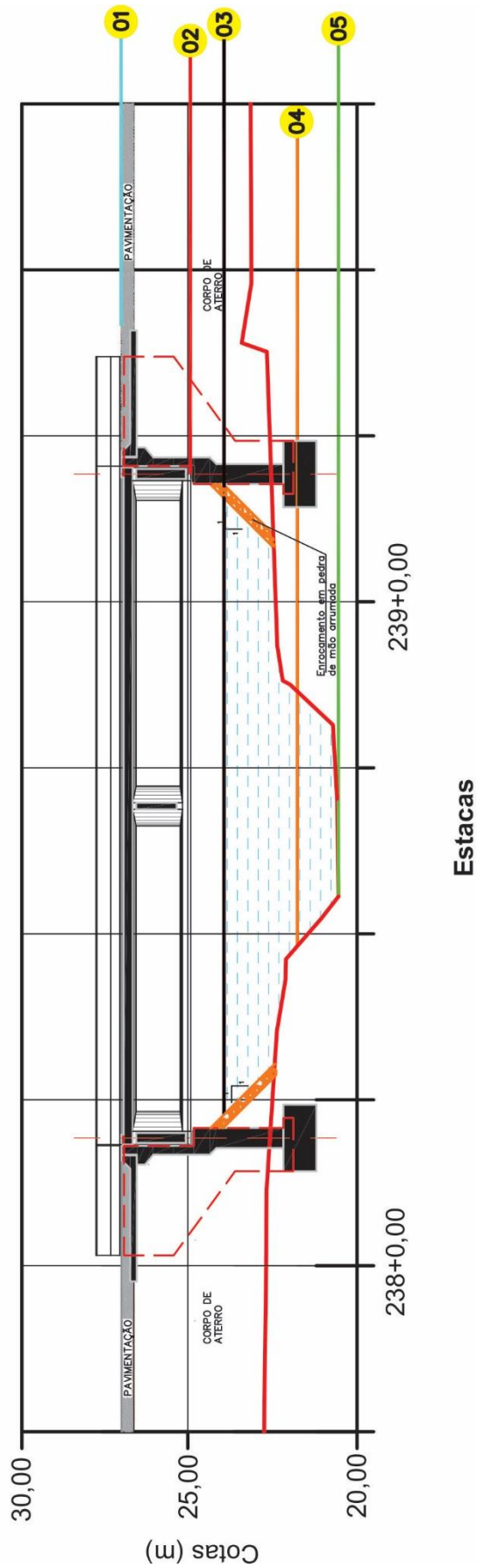
A seguir, serão apresentadas as características e o estudo hidráulico:

Ponte sobre o Canal Água Preta Trecho 05 Dimensionamento hidráulico de ponte Cálculo da vazão de projeto Método HUT					
Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s) =			188,11		
Cálculos Hidráulicos					
n=	0,030		$AR^{2/3} = \frac{Q \times n}{i^{1/2}}$		
i=	0,009 m/m				
Cota (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	AR <sup>2/3</sup>
20,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21,06	2,50	6,44	4,09	1,64	1,33
21,56	5,82	7,89	14,62	2,51	4,76
22,06	9,67	9,33	30,44	3,15	9,90
22,56	15,18	17,04	43,20	2,85	14,06
23,06	23,29	18,46	83,59	3,59	27,20
23,56	31,88	19,87	134,29	4,21	43,70
24,06	40,97	21,28	194,86	4,76	63,41
Cota máxima para Q <sub>100</sub> :			<b>24,00</b>	m	
Cota máxima limite (vão livre=1,00m) :			<b>25,00</b>	m	
Altura mínima necessária :			<b>4,44</b>	m	



Os dados apresentados são aplicados em uma seção batimétrica realizada no eixo do novo traçado, considerando uma ponte de 20 metros de comprimento.

## CANAL ÁGUA PRETA



**Notas:**

Altura máxima do nível d'água em relação ao fundo = 3,44m

Escala - 1:200

Item	Descrição	Valor da Cota (m)
01	Cota do Greide	27,00
02	Cota Inferior da Viga	25,00
03	Cota N.A. Máxima	24,00
04	Cota N.A. Médio - Set/14	21,80
05	Cota de Fundo	20,56

### **3.7.8 – DRENAGEM SUPERFICIAL E DRENAGEM PROFUNDA**

No cálculo das vazões afluentes aos dispositivos de drenagem superficial foi utilizado o Método Racional, anteriormente apresentado, considerando-se os parâmetros pertinentes a cada caso e utilizando TR=10 anos e tempo de concentração de 5 minutos (16,66 cm/h) numa faixa de contribuição unitária, tomando-se o metro como unidade, determinando-se a extensão crítica de cada dispositivo utilizado no projeto. Para a Drenagem Profunda, utilizam-se TR= 1 ano e tempos de concentração de 1h (38,80 cm/h).





---

## 4.0 - PROJETOS

---







---

## *4.1 – PROJETO DE GEOMETRIA*

---



## 4.1 – PROJETO DE GEOMETRIA

### 4.1.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto Geométrico foi desenvolvido objetivando a implantação da via de acordo com as condições físico-operacionais estabelecidas para a classe da rodovia, considerando-se os elementos obtidos a partir dos levantamentos topográficos e estudos de tráfego realizados, visando a definição geométrica da diretriz projetada, detalhando-se planialtimetricamente o seu eixo e determinando-se a configuração da seção transversal em cada trecho.

### 4.1.2 – METODOLOGIA ADOTADA

#### 4.1.2.1 – CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A elaboração do projeto geométrico levou em consideração os valores limites admissíveis constantes das Normas para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – DNER/1999, respeitando-se o que preconiza o Edital no que se refere a classificação funcional da rodovia.

#### CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E GEOMÉTRICAS – CLASSE III ONDULADA

Velocidade Diretriz	60 km/h
Distância Mínima de Visibilidade de Parada (Desejável)	75 m
Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem	420 m
Abaulamento Transversal	3%
Raio Mínimo de Curva Horizontal	125 m
Taxa de Superelevação (max.)	8%
Rampa Máxima	6%
K min Convexo (Absoluto)	14
K min Côncavo (Absoluto)	15
Largura da Pista	6,60 m
Largura do Acostamento Externo	2,00 m

## ÍNDICES PLANIMÉTRICOS TRECHO 05

Largura da Pista	6,60
Raio Mínimo	50m
Raio Máximo	2.000m
Tangente Mínima	1,60m
Tangente Máxima	136,09m
Número Total de Curvas	19
Número de Curvas Simples	4
Número de Curvas com Transição	15
Número Total de Quebras de Tangentes	-
Extensão Total do Trecho (Projeto)	4.913,75
Extensão Total em Curva	2.507,57
Extensão Total do Trecho em Tangente	2.406,78

## ÍNDICES ALTIMÉTRICOS TRECHO 05

Rampa Máxima	5,887%
Rampa Mínima	0,350%
Extensão em Nível	40,00m
Extensão Contínua em Rampa Máxima	120,00m
Extensão Contínua em Rampa Mínima	820,00m
Extensão Total em Rampas	3.563,75m
Extensão Total em Curvas Verticais	1.350,00m
“K” Min. Côncavo (Desejável)	16,28
“k” Min. Convexo (Desejável)	16,94

#### 4.1.2.2 – PROJETO EM PLANTA

A rodovia foi projetada como Classe III, região Ondulada com implantação de acostamentos ao longo de todo o segmento.

O novo traçado que teve como diretriz principal o alinhamento atual da rodovia, em leito natural, aproveitou sempre que possível a caixa estradal existente implantando a correção das curvas com raios inadequados, de modo a adequá-lo à classe de projeto.

As melhorias do traçado foram implementadas através do estudo de variantes ao traçado atual, levando-se em consideração a adoção de curvas horizontais com raios adequados às condições locais.

A diretriz do projeto foi desenvolvida, objetivando a implantação plena do novo traçado, de modo a aproveitar o máximo possível o traçado atual, visando com isso, minimizar a formação de novos passivos ambientais.

A configuração do trecho projetado é apresentada a seguir com a sua extensão:

#### TRECHO 05: ÁGUA PRETINHA – ÁGUA PRETA – DIVISA ATÍLIO VIVÁCQUA

ESTAQUEAMENTO						EXTENSÃO	
0	+	0,00	-	245	+	13,5	4.913,75m

De acordo com as Normas para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – DNER/1999 foi utilizada a concordância em clotóide para os raios inferiores a 500m, tendo em vista a velocidade diretriz de 60 km/h.

A área total a ser desapropriada foi definida como aquela compreendida entre o limite de 5,0 metros além da linha de off-set, de maneira a incorporar os dispositivos de drenagem superficial e as bocas de bueiros projetados.

Os quadros de Coordenadas e de curvas horizontais com os elementos definidores deste projeto planimétrico, são apresentados a seguir.

QUADRO DE COORDENADAS UTM - VÉRTICES DA POLIGONAL DE LOCAÇÃO										
Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atilio Vivácqua										
Extensão: 4,7 km										
ESTACAS	ÂNGULOS		DISTÂNCIAS MEDIDAS (m)	PROJEÇÕES DIRETAS		COORDENADAS UTM SIRGAS 2000				
	DEFLEXÕES ESQUERDA	DIREITA		Δ E	Δ N	ABCISSAS	ORDENADAS			
Início								280.329,487		7.671.723,091
PI-1	27° 26' 14"		76,794	-31,059	70,233			280.298,429		7.671.793,323
PI-2		15° 12' 59"	114,977	-89,723	71,899					
PI-3	71° 34' 15"		149,073	-87,786	120,484			280.208,705		7.671.865,222
PI-4		62° 33' 14"	202,353	-192,829	-61,347			280.120,920		7.671.985,706
PI-5		3° 46' 35"	289,446	-205,006	204,333			279.928,091		7.671.924,359
PI-6	28° 16' 41"		159,075	-105,027	119,474			279.723,085		7.672.128,692
PI-7		252° 33' 41"	268,282	-251,449	93,533			279.618,058		7.672.248,166
PI-8	5° 32' 55"		559,626	343,329	441,935			279.366,609		7.672.341,699
PI-9	307° 18' 00"		670,727	358,346	566,977			279.709,938		7.672.783,634
PI-10		241° 32' 22"	152,165	-53,054	142,616			280.068,284		7.673.350,611
PI-11	74° 05' 41"		303,512	300,518	-42,528			280.015,230		7.673.493,227
			182,655	74,175	166,916			280.315,748		7.673.450,699

QUADRO DE COORDENADAS UTM - VÉRTICES DA POLIGONAL DE LOCAÇÃO									
Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua									
Extensão: 4,7 km									
ESTACAS	ÂNGULOS			DISTÂNCIAS MEDIDAS (m)	PROJEÇÕES DIRETAS			COORDENADAS UTM SIRGAS 2000	
	DEFLEXÕES	AZIMUTES CALCULADOS			Δ E	Δ N	ABCISSAS	ORDENADAS	
	ESQUERDA	DIREITA							
PI-12	277° 54' 26"		301° 52' 02"	433,394	-368,070	228,812	280.389,923	7.673.617,615	
PI-13		31° 34' 13"	333° 26' 15"	292,281	-130,700	261,430	280.021,853	7.673.846,427	
PI-14	14° 55' 22"		318° 30' 53"	173,918	-115,209	130,286	279.891,153	7.674.107,857	
PI-15	17° 07' 53"		301° 23' 00"	401,895	-343,098	209,292	279.775,944	7.674.238,143	
PI-16		16° 20' 09"	317° 43' 09"	186,138	-125,228	137,715	279.432,846	7.674.447,435	
PI-17	4° 15' 43"		313° 27' 26"	200,164	-145,296	137,676	279.307,618	7.674.585,150	
PI-18		35° 17' 07"	348° 44' 33"	343,962	-67,147	337,344	279.162,322	7.674.722,826	
PI-19	15° 31' 05"		333° 13' 28"	37,517	-15,316	34,248	279.095,175	7.675.060,170	
Estaca Final							279.079,859	7.675.094,418	





#### 4.1.2.3 – PROJETO EM PERFIL

O projeto em perfil contempla o lançamento do greide final de pavimentação sobre o perfil do terreno, respeitadas as características estabelecidas nas Normas para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – DNER/1999, nas recomendações da Fiscalização e aquelas constantes do Edital.

Adotou-se para concordância dos ramos, curvas em parábola vertical simples e compostas, que permitam uma boa distância de visibilidade, garantindo-se, com isso, a segurança e o conforto do usuário.

Os dados do greide foram processados de modo a serem respeitados os valores de “K” mínimo para a determinação do comprimento da curva vertical, côncava ou convexa, para cada 1% de variação na declividade longitudinal.

A velocidade diretriz de projeto foi de 60 km/h, tendo sido adotados para a determinação das curvas verticais os valores de “K” mínimo (absoluto) de 15 e 14 para curvas côncavas e convexas, respectivamente.

O comprimento mínimo “L” da curva vertical expressa em (m) metros foi definido pela fórmula:

$$L = K \cdot A$$

onde:

- A: diferença algébrica entre as rampas (i%); e,
- K: parâmetro de curvatura da parábola (m).

No projeto é apresentado o “greide” de pavimentação que subsidiou, em função das espessuras dimensionadas para estrutura do pavimento, a definição do “greide” de terraplenagem e a correspondente largura do terrapleno.

As listagens contendo todos os elementos definidores do greide de pavimentação da rodovia, tais como: estacas e cotas dos PIVs, PCVs e PTVs, distâncias entre PIVs e dos PCVs aos PTVs, rampas, valores de “e” máximo e de “K”, são apresentados a seguir.

QUADRO DE CURVAS VERTICAIS

Trecho 05												
Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua												
Extensão: 4,7 km												
P C V		P I V		P T V		COMPR. CURVA (m)	e (m)	K	GREIDE (%)	DIST. PIV / PIV (m)	DIST. PTV / PCV (m)	
ESTACA	COTA (m)	ESTACA	COTA (m)	ESTACA	COTA (m)							
		0 + 0,00	34,191									
1 + 10,00	34,834	3 + 0,00	35,477	4 + 10,00	35,034	30 / 30	0,272	16,57		60,00	30,00	
									-1,477	100,00	40,00	
6 + 10,00	34,443	8 + 0,00	34,000	9 + 10,00	34,259	30 / 30	-0,175	25,65				
									0,862	280,00	250,00	
		22 + 0,00	36,413									
		39 + 10,00	39,694						0,937	350,00	350,00	
53 + 0,00	41,289	55 + 0,00	41,525	57 + 0,00	43,592	40 / 40	-0,458	17,48		310,00	270,00	
58 + 0,00	44,626	62 + 0,00	48,760	66 + 0,00	45,066	80 / 80	1,957	16,35	5,168	140,00	20,00	
74 + 10,00	37,218	77 + 0,00	34,909	79 + 10,00	33,720	50 / 50	-0,280	44,67	-4,617	300,00	170,00	
82 + 10,00	32,293	85 + 0,00	31,104	87 + 10,00	30,806	50 / 50	-0,223	56,11	-2,378	160,00	60,00	
114 + 0,00	27,648	116 + 0,00	27,410	118 + 0,00	26,871	40 / 40	0,075	106,27	-0,596	620,00	530,00	
126 + 0,00	24,713	127 + 0,00	24,443	128 + 0,00	24,315	20 / 20	-0,036	56,30	-1,349	220,00	160,00	
131 + 0,00	23,933	135 + 0,00	23,422	139 + 0,00	25,251	80 / 80	-0,585	54,72	-0,638	160,00	60,00	

QUADRO DE CURVAS VERTICAIS

Trecho 05

Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua  
Extensão: 4,7 km

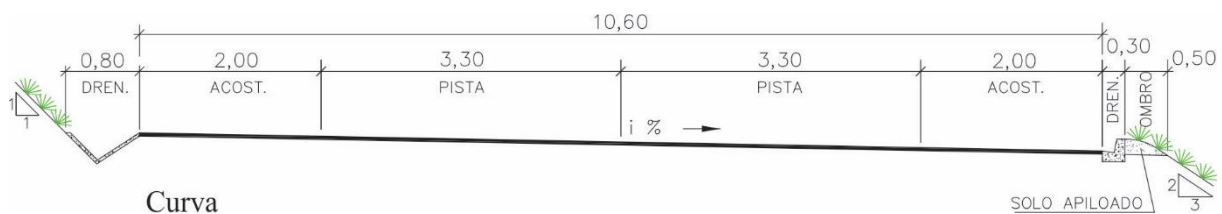
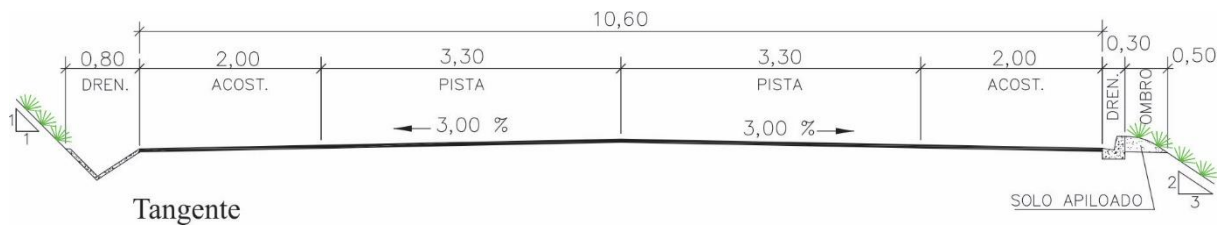
P C V		P I V		P T V		COMPR. CURVA (m)	e (m)	K	GREIDE (%)	DIST. PIV / PIV (m)	DIST. PTV / PCV (m)
ESTACA	COTA (m)	ESTACA	COTA (m)	ESTACA	COTA (m)						
139 + 5,00	25,365	143 + 0,00	27,079	146 + 15,00	26,401	75 / 75	0,598	47,03	2,286	160,00	5,00
150 + 15,00	25,678	152 + 15,00	25,317	154 + 15,00	26,469	40 / 40	-0,378	21,14	-0,904	195,00	80,00
161 + 10,00	30,359	164 + 0,00	31,799	166 + 10,00	32,332	50 / 50	0,227	55,11	2,881	225,00	135,00
177 + 0,00	34,571	179 + 0,00	34,998	181 + 0,00	34,799	40 / 40	0,156	51,12	1,066	300,00	210,00
189 + 0,00	34,001	192 + 0,00	33,702	195 + 0,00	34,591	60 / 60	-0,297	60,61	-0,498	260,00	160,00
200 + 5,00	36,146	203 + 5,00	37,035	206 + 5,00	32,368	60 / 60	1,389	12,96	1,481	225,00	105,00
208 + 10,00	28,867	211 + 0,00	24,978	213 + 10,00	25,183	50 / 50	-1,024	12,21	-7,779	155,00	45,00
236 + 0,00	27,028	237 + 0,00	27,110	238 + 0,00	27,110	20 / 20	0,021	97,56	0,410	520,00	450,00
240 + 0,00	27,110	241 + 0,00	27,110	242 + 0,00	26,664	20 / 20	0,111	17,95	0,000	80,00	40,00
243 + 15,00	25,884	245 + 0,00	25,327	246 + 5,00	25,563	25 / 25	-0,198	15,76	-2,229	80,00	35,00
		249 + 18,16	26,253						0,943	98,16	73,16

#### 4.1.2.4 – SEÇÃO TRANSVERSAL

A seção transversal típica de projeto foi definida com as seguintes características:

- Pista com duas faixas de tráfego de 3,3m de largura, acostamentos nos bordos externos de 2,00m de largura e ombros exteriores aos dispositivos de drenagem de 0,50m;
- Declividade transversal de 3% na pista e acostamentos, nos trechos em tangente;
- Inclinação do talude de aterro na razão de 3(H):2(V);
- Inclinação do talude de corte em solo na razão de 1(H):1(V) e
- Inclinação de talude de corte em rocha na razão de 1(H):10(V).

São apresentadas a seguir as seções tipo de projeto geométrico conforme detalhada anteriormente.



#### 4.1.2.5 – SUPERELEVAÇÃO

Para compensar a influência da força centrífuga nas curvas horizontais adotou-se superelevação em todas as curvas projetadas, calculadas pelo seguinte critério.

$$e = e_{\text{máx}} \left( \frac{2R_{\text{mín}}}{R} - \frac{R_{\text{mín}}^2}{R^2} \right)$$

Onde:

$e$  = taxa de superelevação a adotar (m/ m);

$e_{\text{máx}}$  = taxa máxima de superelevação adotada (m/ m);

$R$  = raio de curva (m); e

$R_{\text{mín}}$  = raio mínimo para a taxa máxima de superelevação adotada para velocidade diretriz em questão (m).

Os valores obtidos foram arredondados para cima em escala de 0,5 em 0,5%.

Para a distribuição da superelevação foi adotado o seguinte critério:

$$T = \frac{L \cdot Dt}{e}$$

Onde:

T = comprimento de transição da tangente / abaulamento (m);

L = comprimento de transição da superelevação (m);

Dt = declividade transversal da pista em tangente (%); e

e = superelevação mantida no trecho circular (%).

Considerando-se o que preconiza as Instruções para Superelevação e Superlargura em Projetos Rodoviários do DNER/1979, para a velocidade diretriz de projeto de 60 km/h, adotadas para a definição destes parâmetros, a superelevação é dispensável para raios acima de 1.800 metros.

Os valores máximos da superelevação definida no projeto foi de 8,00%, apresentando variação entre 3,00% e 8,00% linearmente em função do raio de curvatura entre os limites estabelecidos.

A distribuição da superelevação foi processada a partir do eixo de rotação posicionado, coincidentemente, com o eixo projeto sendo mantida a inclinação transversal para toda largura da plataforma projetada.

#### 4.1.2.6 – SUPERLARGURA

A definição da superlargura a ser adotada nas curvas horizontais foi feita em função das condicionantes geométricas planialtimétricas do traçado e da velocidade diretriz de 60 km/h.

As superlarguras projetadas, segundo as Instruções para Superelevação e Superlargura em Projetos Rodoviários do DNER/1979, visaram dimensionar o acréscimo total da largura de pista em curvas, de forma a considerar as exigências operacionais então decorrentes, crescentes com a curvatura, e assegurar um padrão adequado de segurança e conforto.

Na adoção das superlarguras, obtida por alargamento simétrico da pista, e a favor da segurança, considerou-se como veículo de projeto o do tipo CO (Caminhão-Ônibus), deslocando-se em rodovia de pista simples e mão dupla constituída por 2 faixas de tráfego com largura total de 6,60metros.

Os valores de superlargura adotados no projeto variaram até o limite de 0,80m de acordo com o raio e a velocidade definida por segmento.

#### **4.1.3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com a utilização do software Auto CAD Civil 3D, versão 2013, constituindo-se dos seguintes elementos:

- Folha de Convenções;
- Seção transversal Tipo da Rodovia; e,
- Desenho dos Projetos em Planta e Perfil nas escalas de 1:1.000 e 1:100, horizontal e vertical, respectivamente.

Das plantas constam; a plataforma, interseções e acessos existentes e projetados, as quadriculas de coordenadas, o eixo estaqueado de 20 em 20 metros, os off-sets, os pontos notáveis das curvas horizontais, as curvas de nível, com equidistância vertical de 1m, as obras de arte correntes projetadas, limites das faixas de domínio (cercas), benfeitorias existentes, os quadros contendo os elementos definidores das curvas horizontais, referências de nível.

Do perfil constam; o terreno natural e da rodovia existente, a concepção do greide de pavimentação projetado com seus elementos definidores (rampas, comprimento das curvas de concordância vertical, flechas máximas), os quilômetros inteiros, as estacas e cotas dos PCV's, PIV's e PTV's, as obras de arte correntes e especiais existentes e projetadas.



---

## *4.2 – PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS*

---





## 4.2 – PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

### 4.2.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Interseção e Acesso, desenvolvido com base nos elementos fornecidos pelos Estudos Topográficos e Geológico-Geotécnicos, visou adequar geometricamente as condições existentes, as novas condições operacionais e de segurança decorrentes do novo traçado do trecho em tela.

### 4.2.2 – METODOLOGIA ADOTADA

O projeto prevê a implantação de uma interseção tipo rótula, no acesso a comunidade local, entre as estacas 117+8,69 e 126+2,00.

Buscando a harmonia entre as vias de acesso e a rodovia em tela, foram projetados Acessos tipo “limpa roda”, totalizando 05.

A geometria projetada para os locais levou em consideração os projetos-tipo do Álbum do DER-ES, apresentando gotas, ilhas canalizadoras e faixas de aceleração e desaceleração, sendo o raio mínimo adotado de 10 metros, e fator “k” de visibilidade sempre maior que 2.

Dentro deste conceito disciplinador e canalizador de tráfego foram enquadrados os projetos em nível para as seguintes localidades:

Interseção	Localização	Função	Características
01 – Acesso a bairro	Estaca 117+8,69 a 126+2,00	Acesso a bairro	Rótula com 3 ilhas canalizadoras

### 4.2.2 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No Volume 2 – Projeto de Execução estão sendo apresentadas as concepções geométricas planialtimétrica dos dispositivos de acessos na escala de 1:1000, como também, suas seções tipo. Para as concepções simplificadas sem canalização, como no caso dos acessos a fazendas, está sendo apresentado apenas o projeto-tipo contido no Álbum do DER/ES.





---

### ***4.3 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM***

---



## 4.3 – PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 4.3.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo por objetivo caracterizar e quantificar, os serviços relativos à movimentação de terras para a implantação da rodovia, segundo os parâmetros físico-operacionais estabelecidos para a classe da rodovia, assegurando a melhoria da condição de operação e o incremento do conforto e segurança do usuário.

Foram considerados para elaboração do projeto de terraplenagem o escopo de serviço constante do Edital além das Normas e Especificações vigentes, tomando por base os elementos fornecidos pelos Estudos Topográficos, Geológico-Geotécnicos e Projeto Geométrico além das recomendações de ordem ambiental e as observações de campo, feitas "in loco".

### 4.3.2 – METODOLOGIA ADOTADA

#### 4.3.2.1 – SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DE PROJETO

A seção transversal de terraplenagem foi definida a partir das dimensões consideradas para a configuração geométrica final da pista acabada, levando-se em consideração as recomendações do Edital e do estudo de tráfego que estabelecem a classificação funcional da rodovia como sendo Classe III em região ondulada.

A largura da seção tipo de terraplenagem foi estabelecida para cada situação de corte ou aterro identificadas no projeto levando em consideração a plataforma acabada de pavimentação com o incremento necessário decorrente da espessura do pavimento projetado além dos dispositivos de drenagem e ombro, para acabamento da terraplenagem.

#### 4.3.2.2 – INCLINAÇÃO DOS TALUDES

Tendo em vista as informações obtidas nos Estudos Geotécnicos, e levando-se em consideração a análise da estabilidade dos taludes além da verificação do comportamento dos taludes existentes, "in loco", os quais se apresentam com um bom desempenho, apesar de verticalizados, foram adotadas as seguintes inclinações para os taludes no projeto de terraplenagem:

- Aterro:  $H/V = 3/2$
- Corte em Solo:  $H/V = 1/1$

As seções transversais, tanto de aterro quanto de corte em solo, com alturas iguais ou superiores a 10,00 metros, foram providas de bermas e/ou banquetas, com largura igual a 3,00 metros e inclinação para o bordo interno de 3,00%, mantendo-se a relação H/V dos taludes de acordo com o tipo de seção.

#### 4.3.2.3 – INTERVENÇÕES DE TERRAPLENAGEM

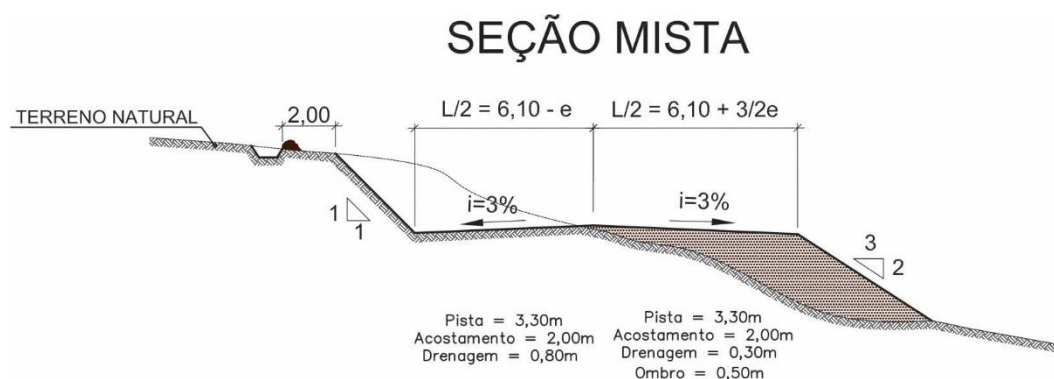
Durante a elaboração do projeto de terraplenagem procedeu-se ao cálculo dos volumes, dividindo-se, inicialmente, o trecho em sub segmentos e promovendo-se os ajustes necessários no projeto geométrico para compensação dos volumes de cortes e aterros.

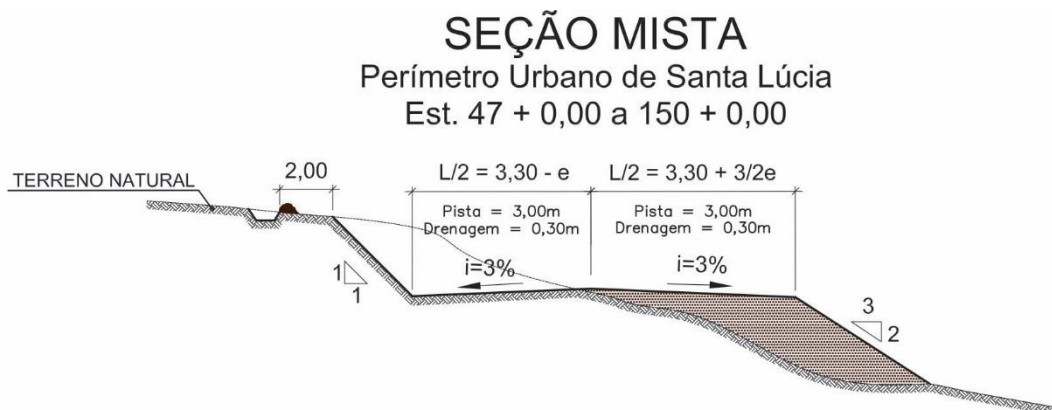
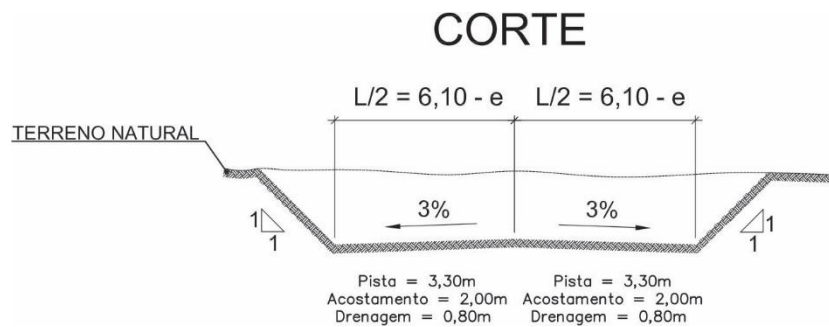
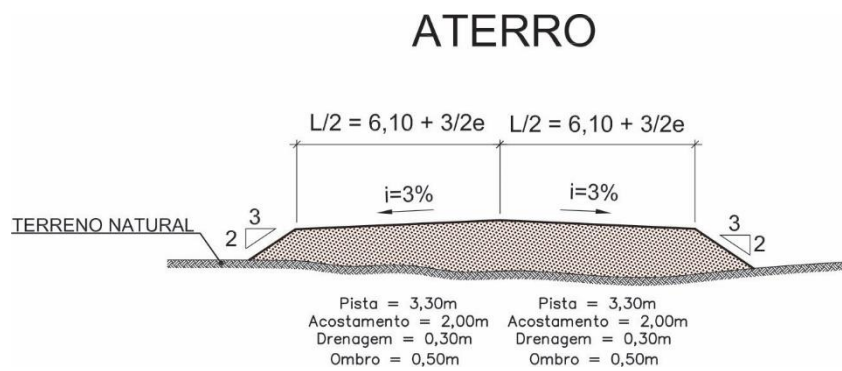
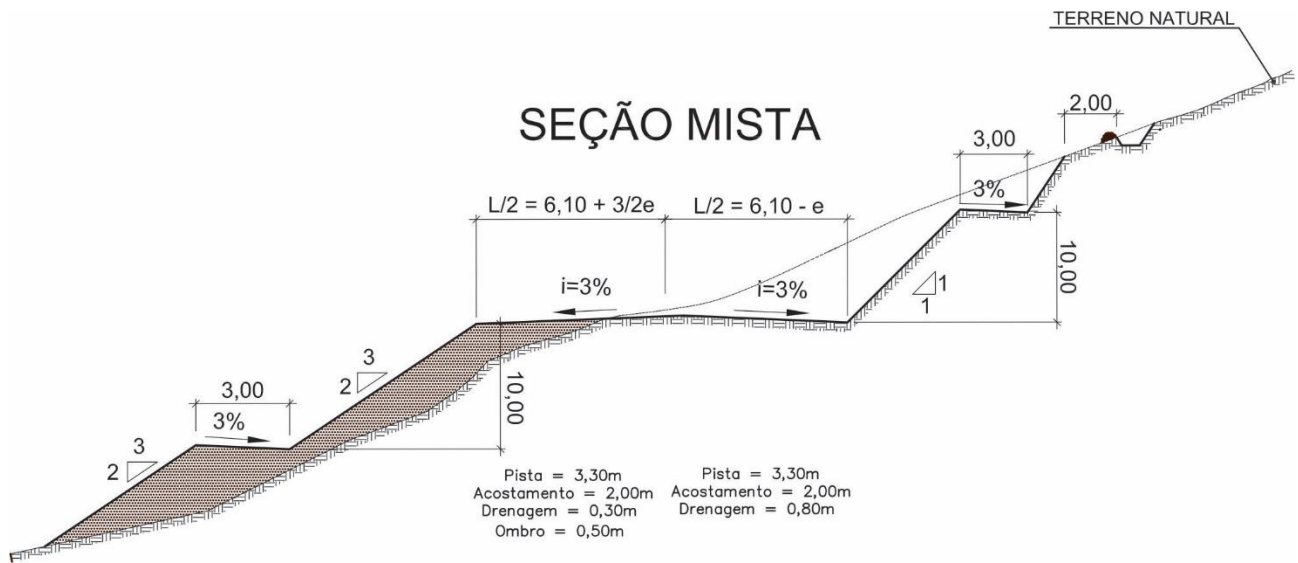
Tendo em vista a acentuada declividade transversal do terreno natural buscou-se no projeto de terraplenagem analisar as seções transversais individualmente, promovendo-se os ajustes necessários na geometria, de forma a evitar o afastamento da linha de “off-sets”, minimizando-se dessa forma, a necessidade de implantação de contenções quer sejam elas de pé de corte ou de “greide”.

As intervenções de terraplenagem levaram em consideração a mitigação dos impactos ambientais e sociais, propondo-se, desta forma, a melhoria das condições de mobilidade para o usuário com segurança e conforto através do enquadramento da rodovia existente na classe de projeto prevista, bem como a recuperação dos impactos ambientais negativos existentes mediante a execução das intervenções necessárias representadas pela execução de cortes e/ou aterros, segundo os taludes com inclinação adequada, eliminando-se os processos erosivos superficiais existentes em evolução.

#### 4.3.2.4 – SEÇÕES DE TERRAPLENAGEM

A seguir são apresentadas as seções tipo de terraplenagem adotadas no projeto.





#### 4.3.2.5 – FATOR DE COMPACTAÇÃO

Para o cálculo dos volumes compensados foi levado em conta um fator de compactação que permitiu estabelecer a equivalência entre os volumes de corte e aterro.

Considerou-se para o cálculo dos volumes a serem escavados o fator de homogeneização conforme definido no Manual de Implantação Básica – DNIT/1996, ou seja, o parâmetro inverso do fator de contração, representado pela relação entre o volume compactado e o correspondente volume escavado nos cortes.

Adotou-se para a homogeneização entre os volumes de corte e aterro um fator multiplicativo médio igual a 1,27, alcançado a partir da relação entre a densidade máxima de laboratório, obtida no ensaio de compactação, e a densidade “in situ” dos cortes, acrescidos das perdas sistemáticas no coroamento, fundo de transportadores em deslocamento, esteiras, fugas de materiais por chuvas torrenciais e recalques naturais na fundação dos aterros sob os pneus dos transportadores.

Este fator de acréscimo definido a partir de apropriações de campo é representado por um incremento de 5% sobre a relação  $\gamma_{smax}$  e  $\gamma_{nat}$  dos cortes e/ou empréstimos, conforme se apresenta:

$$\% \text{ compactação} = \frac{\gamma_{smax}}{\gamma_{nat}} = 0,79$$

- Fator de homogeneização (fh) =  $1 + (1 - \% \text{ compactação}) = 1,21$
- Fator final =  $fh \cdot 1,05 = 1,27$

O emprego deste fator permitiu referir os volumes de terraplenagem a uma unidade comum, ou seja, à unidade de volume escavado (corte).

Nos segmentos onde for necessário executar alargamento da plataforma de aterro existente, deverá ser feito, previamente, o denteamento do talude de aterro existente, do lado a ser alargado, para evitar o surgimento de trinca provocada pela diferença de comportamento entre o aterro existente e o aterro novo. O volume de material escavado, proveniente do denteamento, será re-utilizado na execução do alargamento do aterro como compensação lateral. Este volume não será objeto de empolamento tendo em vista que o mesmo já se encontra compactado no corpo de aterro existente.



#### **4.3.2.6 – COMPACTAÇÃO DE ATERROS**

Considerou-se que para conformação do corpo de aterro o material deverá ser compactado a 100% da energia do Proctor Normal, exceto para as três últimas camadas, correspondente aos 60,0 cm finais, onde deverá ser aplicada a energia de compactação equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

Nos segmentos onde será executado alargamento de aterro a energia de compactação deverá ser sempre equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

#### **4.3.2.7 – MOVIMENTAÇÃO DAS MASSAS DE TERRAPLENAGEM**

O estudo da movimentação das massas objetivou a determinação das distâncias médias de transporte, com a indicação das origens e destinos dos materiais a serem escavados e transportados levando-se em conta as seguintes atividades:

#### **CÁLCULO DOS VOLUMES**

Os volumes foram calculados através da utilização do software Auto Cad Civil 3D, versão 2013, segundo o método da semi soma das áreas em cada par de seções sucessivas de projeto, gabaritadas, considerada a classificação dos horizontes como material de 1ª categorias.

#### **ANÁLISE DA TERRAPLENAGEM**

A análise da terraplenagem foi realizada com o auxílio do Diagrama de Bruckner, onde estudou-se as diversas possibilidades de compensação entre volumes de cortes e aterros, visando na distribuição do material, minimizando as distâncias de transporte entre os eixos de gravidade dos cortes e aterros projetados.

### **CORTES:**

Tendo em vista as condições topográficas desfavoráveis da região onde se desenvolve o projeto, com a diretriz atual posicionada a meia encosta, “encaixada” no terreno natural, acompanhando as curvas de nível, constatou-se, na terraplenagem do Trecho 5, um excedente de material de 1ª categoria o qual foram destinados para o Bota-Fora.

### **ATERROS:**

Os materiais a serem utilizados para execução dos aterros foram sempre provenientes dos volumes de cortes escavados, prevalecendo no projeto à execução de aterros compensados.

Os volumes de aterro foram classificados separando-se os volumes para constituição do corpo de aterro os quais deverão ser compactados até se obter uma densidade correspondente a 100% da densidade máxima aparente seca obtida no ensaio de compactação com energia do Proctor Normal, e os volumes correspondentes as camadas finais de terraplenagem e acabamento da terraplenagem cuja espessura é de 60,0 cm, os quais deverão ser compactados até se obter uma densidade correspondente a 100% da densidade máxima aparente seca obtida no ensaio de compactação com energia do Proctor Intermediário.

### **DESMATAMENTO E LIMPEZA:**

O desmatamento será executado nas áreas atingidas pela nova configuração da rodovia, incluindo pista, interseções e acessos.

O cálculo do desmatamento foi feito a partir da delimitação da área definida pelo alinhamento da linha dos off-sets, à montante e à jusante, acrescido de 5,00 metros para cada lado.

### **4.3.3 – FUNDAÇÃO DOS ATERROS**

O estudo desenvolvido demonstrou a necessidade de promover a troca de solos, nos locais de ocorrência de solos saturados e de baixa resistência ao cisalhamento, para proporcionar a estabilização do terreno de fundação de aterros nos locais onde o programa de prospecção com sondagens geotécnicas a percussão mostrou a ocorrência de argilas muito moles e/ou moles, em até 5m de profundidade.

Tendo em vista que de forma geral os aterros projetados se apresentam com pequena altura ( $h < 6,0\text{m}$ ) foi admitido não detrimental à estabilidade dos aterros a eventual ocorrência de lentes de solo mole abaixo de 5m de profundidade, desde que as camadas superiores não apresentem argilas com esta baixa consistência e/ou o projeto preveja tratamento e eliminação das camadas moles mais superficiais (até aproximadamente 4,0 m).

## **METODOLOGIA ADOTADA**

Considerando que:

- os aterros plenos são de pequena altura (até  $< 6,0\text{ m}$ );
- os aterros de maior altura ( até aproximadamente 12,0 m) são poucos e se constituem em faixas de sobre aterros de pequena largura em paralelo a aterros já existentes;
- as ocorrências críticas do solo de fundação se manifestam em profundidades também pequenas (predominantemente até 3,50m e em pontos isolados atingindo até a ordem de 5,0 m), com o nível d'água de subsolo apresentado nos boletins de sondagem abaixo de 2,0 m.

A solução técnica considerada como a mais adequada sob o ponto de vista técnico econômico e operacional, foi a de realizar a simples remoção das camadas de solo fraco até a profundidade de 3,50m (operacionalmente viável, mesmo diante da ocorrência de lençol freático) e sua substituição por bica corrida.

A opção de fazer a substituição dos solos de baixa resistência ao cisalhamento por brita ao invés de areia, como é usualmente feito, se deveu à maior proximidade da ocorrência de material rochoso e a inexistência de areais nas imediações do trecho, nessas circunstâncias, a diferença do custo de transporte favoreceu ao uso da brita.

No caso de ocorrência de lençol freático não esgotável, deverá ser realizado, previamente ao lançamento do colchão drenante com brita, o embasamento com lastro de rachão (ou equivalente em pedra de graduação entre 100mm e 400mm de diâmetro).

Esta solução tem ainda a vantagem de, mesmo nos locais onde a camada de solo de baixa resistência ao cisalhamento se apresente ultrapassando a profundidade de 3,0m e seja, operacionalmente, mais dificultoso a sua remoção (principalmente pela presença do nível d'água), o lançamento do rachão do topo da cava visa provocar a ruptura da camada de solo saturado remanescente no fundo da cava, ajudando a consolidar este resíduo fraco para um nível de menor

compressibilidade, reduzindo a possibilidade de ocorrerem recalques a longo prazo, por adensamento lento de camadas de solo mole mais profundas.

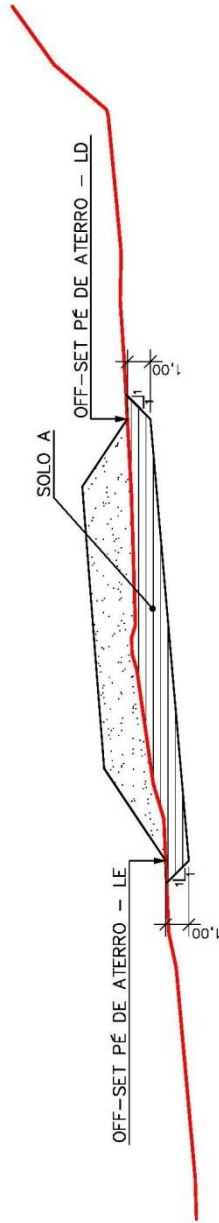
Executivamente, dever-se-á, após a escavação da cava de troca de solo até o nível inferior de projeto, proceder do seguinte modo:

Se ocorrer nível d'água que prejudique a eficiência do lançamento do aterro, o reaterro de melhoria de solo de fundação deverá se iniciar com o lançamento de camadas de 30cm de espessura média de rachão, espalhadas e compactadas através de adensamento hidráulico, com utilização de rolo compactador liso, até se alcançar pelo menos a ordem de 30cm acima do nível d'água do subsolo;

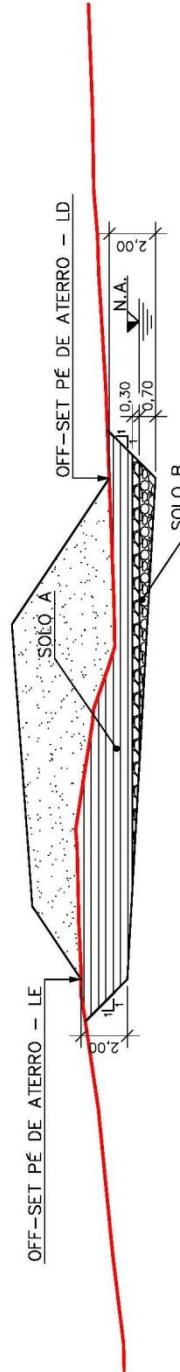
Se não ocorrer nível d'água do subsolo ou após a execução da etapa "a" acima, o reaterro de melhoria deve se constituir de bica corrida, espalhado e compactado em camadas de até 25cm de espessura acabado.

Como o programa de sondagens se constitui numa amostragem pequena da expectativa das ocorrências de solo mole, o projeto considerou, como medida preventiva, que cada sondagem representou toda a extensão do respectivo trecho de mesmas características topográficas em que foi prospectada como de ocorrência de solos sedimentares moles (margem de córregos e rios e/ou planícies típicas de baixada úmida).

SEÇÃO TIPO 01  
EST. 236+0,00 A EST. 236+10,00  
EST. 241+0,00



SEÇÃO TIPO 02  
EST. 237+0,00  
EST. 240+10,00

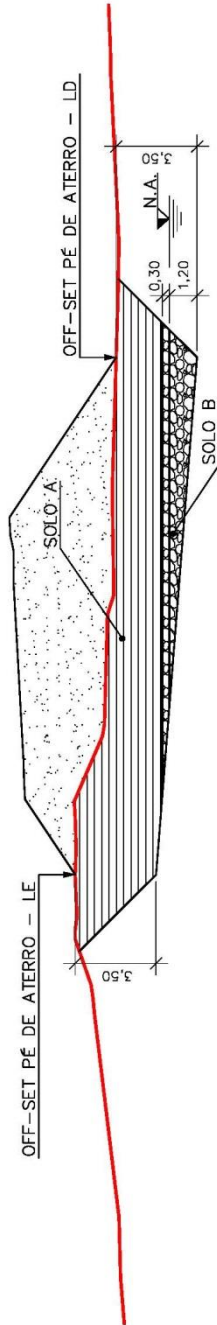


NOTAS:

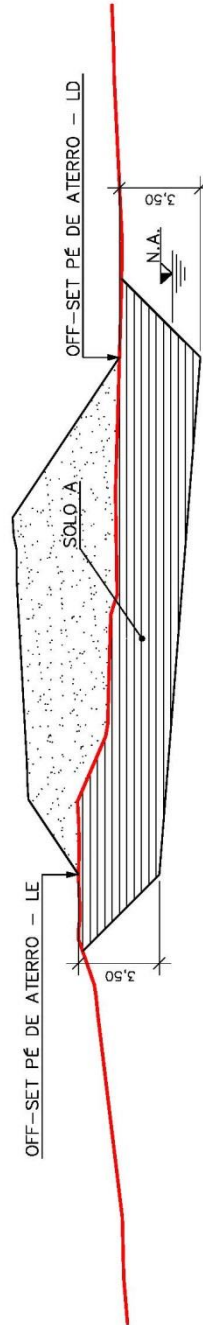
1. SOLO A - BICA CORRIDA.
2. SOLO B - (EM PRESENÇA DE ÁGUA) RACHÃO (20cm A 40cm), COMPACTADO EM CAMADAS DE 30cm DE ESPESURA POR ROLO LISO.
3. ALTURA (h) - DEFINIDO EM CADA ESTACA.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY	
IMPLANTÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO	
Projeto de	CONSULTORIA: Projeção Engenharia e Consultoria Ltda.
Água Pretinha - Água Preta - Divisa Água Velozes	
Execução:	1:200
Elaborado: 4.7.2011	Projeto de Implantação
	Trava de solo - Sessão Transversal
	Maiores: TER 11
	VERIFICAÇÃO: _____
	PROJEÇÃO: _____

SEÇÃO TIPO 03  
EST. 237+10,00 A 238+6,00  
EST. 239+10,00 A 240+0,00



SEÇÃO TIPO 04  
EST. 238+6,00 A 238+8,00  
EST. 239+8,00 A 239+10,00



NOTAS:

1. SOLO A - BICA CORRIDA.
2. SOLO B - (EM PRESENÇA DE ÁGUA) RACHÃO (20cm A 40cm), COMPACTADO EM CAMADAS DE 30cm DE ESPESURA POR ROLO LISO.
3. ALTURA (t) - DEFINIDO EM CADA ESTACA.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY	
IMPLANTÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO	
Projeto de	CONSULTORIA: Projeção Engenharia e Consultoria Ltda.
Água Pretinha - Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua	
Execução:	1:200
Elaborado: 4.7.2011	Projeto de Implantação
	Trecho de sobre - Seção Transversal
Verificado:	RESERVA

#### 4.3.4 – QUANTIDADES DE TERRAPLENAGEM

Nos quadros a seguir são apresentados os resumos dos quantitativos de terraplenagem.

Quadro Resumo de Quantidades – Trecho 05		
Escavação total	m <sup>3</sup>	136.546,00
Escavação em material de 1ª Categoria	m <sup>3</sup>	136.546,00
Remoção de solo mole (1ª Categoria)	m <sup>3</sup>	5.900,00
Escavação para corta-rio (1ª Categoria)	m <sup>3</sup>	830,00
Escavação de material de 1ª Categoria (compensação lateral)	m <sup>3</sup>	21.289,00
Volume total de aterro compactado	m <sup>3</sup>	102.166,00
Volume de aterro compactado em 1ª Categoria	m <sup>3</sup>	102.166,00
Volume de aterro homogeneizado em 1ª Categoria	m <sup>3</sup>	129.751,00
Volume de material para Bota-Fora	m <sup>3</sup>	5.965,00

#### 4.3.5 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados resultantes do Projeto de Terraplenagem estão sendo apresentados no Volume 2 - Projeto de Execução, sendo constituídos dos seguintes elementos:

- Seções Transversais Tipo de Terraplenagem;
- Quadro de Distribuição de Terraplenagem;
- Gráfico de Distribuição de Terraplenagem;
- Quadro Resumo de Terraplenagem.







---

## *4.4 – PROJETO DE DRENAGEM E OAC*

---



## **4.4 – PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES**

### **4.4.1 – INTRODUÇÃO**

O Projeto de Drenagem e de Obras de Arte Correntes visa, a partir das conclusões dos estudos hidrológicos e dos demais fatores intervenientes, definir as características físicas, a localização e a quantificação dos dispositivos de drenagem necessários ao disciplinamento dos fluxos escoantes na área interceptada pela rodovia.

As atividades desenvolvidas foram:

- Cadastros dos dispositivos que possam existir ao longo do trecho que interferirem no projeto em questão;
- Definição dos dispositivos a serem implantados;
- Análise das descargas de projeto;
- Verificação das condições geométricas locais; e
- Concepção do sistema de drenagem.

No desenvolvimento deste projeto foram abordadas intervenções referentes à:

- Obras de drenagem superficial;
- Obras de drenagem profunda; e
- Obras de arte correntes;
- Obras de Arte Especiais; e
- Corta-Rio.

### **4.4.2 – OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL**

Os dispositivos de drenagem superficial considerados foram os seguintes:

- Meios-fios de concreto;
- Entradas, saídas e descidas d'água;
- Sarjetas de proteção de corte;
- Valetas de proteção de corte e de aterro;
- Dissipadores de energia;
- Bueiros de greide; e
- Caixas coletoras.

A adoção em conjunto dos dispositivos objetiva capacitar o sistema que será implantado a promover um satisfatório escoamento aos deflúvios que vertem sobre o leito estradal. Os dispositivos a seguir indicados, constam do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem do DER-ES, base dos consumos do Referencial de Preços de Serviços Rodoviários do DER-ES, e Álbum de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem DNIT, publicação IPR – 736/2011. Além disso, devido às peculiaridades existentes, serão adotados dispositivos particulares, sendo mencionados no texto.

### **MEIOS-FIOS DE CONCRETO**

Com o objetivo de captar e conduzir a local de deságue seguro (entradas d'água), os fluxos provenientes da superfície de rolamento da rodovia, serão implantados meios-fios de concreto nos aterros onde o talude se apresente com altura igual ou maior que 3,0 metros ou declividade longitudinal maior ou igual a 2%, e também nos bordos internos de curvas horizontais, ilhas e canteiros de interseções e calçadas. Os dispositivos selecionados para o trecho 04 são MFS-DP-01(DER-ES) em trechos rurais, MFS-DP-03 (DER-ES) nos locais onde há calçada e MFC-05 (DNIT) em acessos e interseção.

### **ENTRADAS D'ÁGUA**

Ao longo das extensões dos meios-fios existem, nos locais de necessidade de deságue, são utilizadas as entradas d'água. Os dispositivos escolhidos foram EDA-01(DER-ES) para lançamento dos deflúvios em greide reto, em rampa, e EDA-02 (DER-ES) para lançamento de deflúvios em ponto baixo dos aterros.

### **DESCIDAS D'ÁGUA**

A condução das águas até o terreno natural é feita através de descidas d'água em degraus. As descidas escolhidas para serem implantadas obedecem aos tipos DSA-01 (DER-ES) e DSA-03 (DER-ES) quando em aterros e descida d'água tipo DSC-01 (DER-ES) quando em cortes.

### **SARJETAS DE CONCRETO**

São utilizados para disciplinar o escoamento das águas provenientes dos taludes de corte e suas banquetas e da superfície de rolamento da rodovia. Os projetos indicados são SCC – DP-01 (DER-ES) e SRC-01 (DER-ES) para cortes em solo. Não há presença de formação rochosa nos bordos da rodovia em questão.

## **SAÍDAS D'ÁGUA DE CORTES**

A condução das águas dos cortes até o terreno natural é feita através de saídas d'água tipo SDC-01 (DER-ES) e serão indicadas em projeto, acopladas aos dissipadores de energia.

## **VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTES E DE ATERROS**

Para evitar o desencadeamento de processos erosivos nos taludes de corte ou o solapamento dos pés de aterros, interceptando as águas que escorrem pelo terreno à montante, serão implantadas valetas de proteção de cortes e aterros revestidas em concreto, quando necessárias. Os tipos indicados para o Trecho 05 são VPC-03 (DER-ES) para corte, e VPA-02 (DER-ES), para aterro.

## **DISSIPADORES DE ENERGIA**

Os dissipadores ou bacias de amortecimento são obras de drenagem destinadas a diminuir os efeitos da velocidade d'água, minorando-a, quando esta passa para o terreno natural de modo a evitar o aparecimento de fenômenos erosivos. Os dispositivos recomendados para o trecho obedecem aos tipos DES-03 (DER-ES), DES-04 (DER-ES) e diversos DEB (DER-ES), específicos a cada necessidade hidráulica.

## **BUEIROS DE GREIDE**

Os bueiros de greide têm por finalidade conduzir para local de deságue seguro, fora do corpo estradal, as águas coletadas pelos dispositivos de drenagem superficial interceptadas nos locais onde a sua vazão admissível já estejam superadas.

Neste projeto, a também pode coletar fluxos provenientes de talvegues naturais ou ravinas interceptadas pela rodovia em segmentos de corte.

O bueiro de greide é constituído de caixa coletora CX-01 (DER-ES) OU CCT (DNIT), de acordo com a necessidade, berço, corpo (tubo) e boca. Os tubos, bocas, berços são constantes do Álbum de Projetos Tipo DER-ES.

#### 4.4.3 – DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DE PROJETO ( $Q_{CE}$ )

O dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial consiste em determinar a máxima extensão admissível para a qual não ocorra transbordamento, considerando-se a seção de vazão do dispositivo proposto. Essa extensão está condicionada à capacidade máxima de vazão, levando-se em conta o tipo de obra e a declividade de instalação, o que permite determinar o posicionamento dos dispositivos extravasores.

O dimensionamento de cada dispositivo de drenagem em estudo está condicionado ao fator de velocidade, o qual não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos em função do tipo de revestimento utilizado, de modo a não comprometer o funcionamento e a vida útil do dispositivo adotado. Quando a velocidade de escoamento ultrapassar a máxima admissível, ou seja, aquela limite de erosão, deve-se estudar meios para minimizar este efeito.

A determinação das descargas de projeto consiste na definição dos fluxos provenientes da pista de rolamento, dos taludes de cortes e aterros e do terreno natural a serem interceptados, coletados e conduzidos para deságue seguro pelos dispositivos de drenagem superficial.

A partir das características e dimensões previstas para o projeto da rodovia são calculados os valores da contribuição unitária dos fluxos escoantes, procedendo-se à simulação operacional do dispositivo, de forma a se avaliar seu funcionamento hidráulico e dimensionando, conseqüentemente, o espaçamento dos extravasores adotados.

Cumpra assim uma rotina de cálculo em que de um lado se estabelecem os deflúvios que demandam às obras de drenagem superficial e de outro são analisadas as condições de escoamento, a partir do conhecimento das reais características construtivas do dispositivo.

Para os dispositivos de drenagem superficial a serem considerados no projeto, os cálculos foram desenvolvidos considerando-se um tempo de recorrência  $TR = 10$  anos e uma duração de chuva de 5 minutos, considerando-se ainda as situações particulares das plataformas e os respectivos parâmetros geométricos. O trecho 04 foi projetado seguindo as características da Classe III Ondulada.

Foi aplicado o Método Racional, cuja equação básica para cálculo é:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A_M$$

Onde:

- Q = descarga por metro linear da rodovia, em m<sup>3</sup>/s/m;
- i = intensidade de precipitação, em cm/ h (16,66 cm/h);
- A<sub>M</sub> = área de contribuição por metro linear da rodovia, em m<sup>2</sup>/m; e
- C = coeficiente adimensional ponderado de escoamento.

O cálculo das contribuições para cada dispositivo é apresentado a seguir:

### VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE

Para a determinação da Q<sub>ce</sub>, adotaram-se os seguintes aspectos:

- Faixa de contribuição de 100m de largura a montante do dispositivo;
- Coeficiente de 0,40, que representa a média dos coeficientes de escoamento das bacias, áreas a montante de contribuição;
- Faixa de contribuição do dispositivo VPC-03 de 1,25m de base superior do dispositivo e paredes de 0,07m;
- Coeficiente de 0,90 para revestimento de concreto.

O resultado para o dispositivo está descrito no quadro adiante:

Q <sub>ce</sub> Valeta de Proteção de Corte	
VPC – 03	19,09 x 10 <sup>-4</sup>

### VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO

Para a determinação da Q<sub>ce</sub>, consideram-se os seguintes aspectos:

- Faixa de contribuição de 100 m de largura a montante do dispositivo;
- Coeficiente de 0,40, média dos coeficientes de escoamento das bacias, áreas a montante de contribuição;
- Altura do aterro (H);
- Talude de aterro igual a 3:2 (H:V);
- Faixa de contribuição do dispositivo de 2,20m de base superior do dispositivo e paredes de 0,07m para o dispositivo VPA-02;
- Coeficiente de 0,90 para revestimento de concreto.

O resultado para o dispositivo está descrito no quadro a seguir:

<b>Valeta de Proteção de Aterro</b>	
VPA – 02	$(19,49 + 0,416 H) \times 10^{-4}$

### SARJETA DE CORTE

Para os diferentes tipos de sarjeta foram adotados os mesmos aspectos:

- Metade da largura da pista de rolamento nos trechos críticos em tangente (3,30m pista + 2,00m de acostamento = 5,30m)
- A largura total da plataforma para os trechos em curva (10,60m);
- Coeficiente de 0,90 para áreas com revestimentos asfálticos;
- Contribuição do dispositivo DP - 01 de 0,80m e parede de 0,10m;
- Contribuição do dispositivo SRC-01 de 0,40m e paredes de 0,08m;
- Coeficiente de 0,90 para revestimento de concreto;
- Altura do corte (H) sendo considerado para corte em solo talude de 1:1;
- Altura do aterro (H); e
- Coeficiente de 0,60 para área revestida de gramíneas.

O quadro a seguir mostra os resultados para os dispositivos utilizados:

<b>Sarjeta de Corte</b>	<b>Tangente</b>	<b>Bordo</b>
DP - 01 (solo)	$(2,582 + 0,277H) \times 10^{-4}$	$(4,790 + 0,277H) \times 10^{-4}$
SRC - 01 (solo)	$(2,441 + 0,0527H) \times 10^{-4}$	$(4,648 + 0,277H) \times 10^{-4}$

Quando adotada em cortes escalonados a sarjeta tipo DP -01 apresenta a seguinte contribuição específica:

<b>Sarjeta de Corte Escalonado</b>	
DP - 01	$(1,624 + 0,277H) \times 10^{-4}$

Neste caso a área de contribuição a ser considerada envolve os seguintes aspectos:

- Altura do corte (H);
- Largura da banquetta do escalonamento igual a 3,0 m; e
- Talude de corte escalonado igual a 1:1 (H:V).



## MEIO – FIO DE CONCRETO

Para os dispositivos adotados foram adotados os seguintes aspectos:

- Metade da largura da pista de rolamento nos trechos críticos em tangente do trecho rural (3,30m pista + 2,00m de acostamento = 5,30m) para os dispositivos DP-01, DP-03 e MFC-05;
- A largura total da plataforma em trecho rural para os trechos em curva (10,60m);
- Coeficiente de 0,90 para áreas com revestimentos asfálticos;
- Contribuição do dispositivo DP - 01 de 0,18m;
- Contribuição do dispositivo DP - 03 de 0,18m;
- Coeficiente de 0,90 para revestimento de concreto.

O quadro a seguir mostra os resultados obtidos:

Meio-Fio	Tangente	Bordo
DP - 01	$2,282 \times 10^{-4}$	$4,490 \times 10^{-4}$
DP - 03	$2,282 \times 10^{-4}$	$4,490 \times 10^{-4}$
MFC - 05	$2,207 \times 10^{-4}$	$4,415 \times 10^{-4}$

### 4.4.4 – CÁLCULO DOS COMPRIMENTOS CRÍTICOS ( $L_{MÁX}$ )

O dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial consistiu em determinar a máxima extensão admissível, para a qual não ocorra o transbordamento. Essa extensão está condicionada à capacidade de vazão, levando-se em conta o tipo de obra, a contribuição unitária e a declividade de instalação, que permite determinar o posicionamento dos dispositivos extravasores.

A velocidade de escoamento da água nos dispositivos não deve ultrapassar valores limites pré-estabelecidos em função do revestimento utilizado. O valor adotado é de 4,5m/s, o que corresponde à máxima tolerada pelo material constituinte dos dispositivos, o concreto, para que este tenha uma vida útil compatível com os outros projetados, bem como com todo o conjunto do corpo estradal.

A determinação do comprimento crítico é feita através da associação da fórmula de Manning com a Equação da Continuidade, ou seja:

$$0,278 \times C \times i \times A_m = Q = \frac{1}{n} \times AD \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

Q = Capacidade hidráulica do dispositivo em m<sup>3</sup>/s;

i = Intensidade da precipitação, em cm/h (16,66cm/h);

Am = Área do implúvio de contribuição, em m<sup>2</sup>;

n = Coeficiente de rugosidade adimensional, tomado como 0,015 para dispositivos com revestimento em concreto;

AD = Área molhada do dispositivo, em m<sup>2</sup>;

R = Raio hidráulico, em m; e

I = Declividade longitudinal de assentamento do dispositivo em m/m.

A partir dos valores das descargas unitárias determinadas (**Qce**) foi possível determinar os comprimentos críticos das obras de drenagem, através da sua correlação com a capacidade máxima de vazão determinada para cada dispositivo projetado, conforme segue:

#### VALETAS DE PROTEÇÃO DE CORTE

Valeta de Proteção de Corte	
VPC - 03	$32,15 \times I^{0,5}$

#### Valeta de proteção de corte tipo VPC - 03

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)	L máx (m)
0,1	0,001	0,032	1,06	1,02	532,48
1,0	0,010	0,100	3,35	3,21	1.683,84
2,0	0,020	0,141	4,74	4,55	2.381,30
3,0	0,030	0,173	5,80	5,57	2.916,49
4,0	0,040	0,200	6,70	6,43	3.367,67
5,0	0,050	0,224	7,49	7,19	3.765,17
6,0	0,060	0,245	8,20	7,87	4.124,54
7,0	0,070	0,265	8,86	8,50	4.455,01
8,0	0,080	0,283	9,47	9,09	4.762,61
9,0	0,090	0,300	10,05	9,64	5.051,51
10,0	0,100	0,316	10,59	10,16	5.324,76

## VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO

Valeta de Proteção de Aterro	
VPA – 02	$28,645 \times I^{0,5}$ $(19,49 + 0,416 H) \times 10^{-4}$

### Valeta de proteção de corte tipo VPA- 02

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)
0,1	0,001	0,032	1,03	0,91
1,0	0,010	0,100	3,27	2,86
2,0	0,020	0,141	4,62	4,05
3,0	0,030	0,173	5,66	4,96
4,0	0,040	0,200	6,54	5,73
5,0	0,050	0,224	7,31	6,41
6,0	0,060	0,245	8,01	7,02
7,0	0,070	0,265	8,65	7,58
8,0	0,080	0,283	9,25	8,10
9,0	0,090	0,300	9,81	8,59
10,0	0,100	0,316	10,34	9,06

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
0,1	455	446	437	428	420	412	404	397	390	383
1,0	1.439	1.410	1.381	1.354	1.328	1.303	1.279	1.255	1.233	1.211
2,0	2.035	1.994	1.954	1.915	1.878	1.843	1.808	1.775	1.744	1.713
3,0	2.493	2.442	2.393	2.346	2.300	2.257	2.215	2.174	2.135	2.098
4,0	2.879	2.820	2.763	2.709	2.656	2.606	2.557	2.511	2.466	2.422
5,0	3.218	3.152	3.089	3.028	2.970	2.914	2.859	2.807	2.757	2.708
6,0	3.526	3.453	3.384	3.317	3.253	3.192	3.132	3.075	3.020	2.967
7,0	3.808	3.730	3.655	3.583	3.514	3.447	3.383	3.321	3.262	3.204
8,0	4.071	3.988	3.907	3.830	3.757	3.685	3.617	3.551	3.487	3.426
9,0	4.318	4.229	4.144	4.063	3.984	3.909	3.836	3.766	3.699	3.634
10,0	4.551	4.458	4.369	4.283	4.200	4.120	4.044	3.970	3.899	3.830

## SARJETA DE CORTE

Sarjeta de Corte	Tangente	Bordo
DP - 01 (solo)	$\frac{1,032 \times I^{0,5}}{(2,582+0,277H) \times 10^{-4}}$	$\frac{1,032 \times I^{0,5}}{(4,790+0,277H) \times 10^{-4}}$
SRC - 01(solo)	$\frac{1,032 \times I^{0,5}}{(2,441+0,277H) \times 10^{-4}}$	$\frac{1,032 \times I^{0,5}}{(4,648+0,277H) \times 10^{-4}}$

### Sarjeta DP-01

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)
0,1	0,001	0,032	0,41	0,18
1,0	0,010	0,100	1,29	0,33
2,0	0,020	0,141	1,82	0,39
3,0	0,030	0,173	2,23	0,43
4,0	0,040	0,200	2,58	0,46
5,0	0,050	0,224	2,88	0,49
6,0	0,060	0,245	3,16	0,51
7,0	0,070	0,265	3,41	0,53
8,0	0,080	0,283	3,65	0,55

### Sarjeta Tipo DP-01 : Tangente

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,10	642	585	537	497	462	432	405	382	361	342
1,00	1.141	1.040	955	884	822	768	721	679	642	609
2,00	1.357	1.237	1.136	1.051	977	913	857	808	764	724
3,00	1.502	1.369	1.257	1.163	1.082	1.011	949	894	845	801
4,00	1.614	1.471	1.351	1.250	1.162	1.086	1.020	961	908	861
5,00	1.706	1.555	1.429	1.321	1.229	1.149	1.078	1.016	960	911
6,00	1.786	1.628	1.495	1.383	1.286	1.202	1.128	1.063	1.005	953
7,00	1.856	1.692	1.554	1.437	1.337	1.249	1.173	1.105	1.045	990
8,00	1.919	1.749	1.607	1.486	1.382	1.292	1.213	1.142	1.080	1.024

### Sarjeta Tipo DP-01: Bordo

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,10	362	343	326	311	297	284	273	262	252	243
1,00	644	611	580	553	528	505	485	465	448	431
2,00	766	726	690	658	628	601	576	553	532	513
3,00	847	803	764	728	695	665	638	613	589	568
4,00	911	863	821	782	747	715	685	658	633	610
5,00	963	913	868	827	790	756	725	696	669	645
6,00	1.008	955	908	866	827	791	758	728	701	675
7,00	1.047	993	944	900	859	822	788	757	728	701
8,00	1.083	1.027	976	930	888	850	815	783	753	725

### Sarjeta SRC-01

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)
0,1	0,001	0,032	0,58	0,65
1,0	0,010	0,100	1,82	1,15
2,0	0,020	0,141	2,58	1,37
3,0	0,030	0,173	3,16	1,52
4,0	0,040	0,200	3,64	1,63
5,0	0,050	0,224	4,07	1,72
6,0	0,060	0,245	4,46	1,80
7,0	0,070	0,265	4,82	1,87
8,0	0,080	0,283	5,15	1,94

### Sarjeta Tipo SRC-01: Tangente

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,10	2.384	2.163	1.979	1.825	1.692	1.578	1.478	1.390	1.312	1.242
1,00	4.239	3.846	3.520	3.244	3.009	2.806	2.628	2.472	2.333	2.208
2,00	5.041	4.574	4.186	3.858	3.579	3.337	3.125	2.939	2.774	2.626
3,00	5.578	5.061	4.632	4.270	3.960	3.693	3.459	3.253	3.070	2.906
4,00	5.994	5.439	4.978	4.588	4.256	3.968	3.717	3.495	3.299	3.123
5,00	6.338	5.751	5.263	4.852	4.500	4.196	3.930	3.696	3.488	3.302
6,00	6.634	6.019	5.509	5.078	4.710	4.391	4.113	3.868	3.651	3.456
7,00	6.895	6.256	5.725	5.277	4.895	4.564	4.275	4.020	3.794	3.592
8,00	7.129	6.468	5.919	5.457	5.061	4.719	4.420	4.157	3.923	3.714

### Sarjeta Tipo SRC-01: Bordo

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,10	1.315	1.245	1.182	1.125	1.073	1.026	983	943	907	873
1,00	2.339	2.214	2.102	2.001	1.909	1.825	1.748	1.677	1.612	1.552
2,00	2.782	2.633	2.500	2.379	2.270	2.170	2.079	1.995	1.917	1.845
3,00	3.079	2.914	2.767	2.633	2.512	2.402	2.300	2.207	2.122	2.042
4,00	3.308	3.132	2.973	2.830	2.699	2.581	2.472	2.372	2.280	2.195
5,00	3.498	3.311	3.143	2.992	2.854	2.729	2.614	2.508	2.411	2.321
6,00	3.661	3.466	3.290	3.131	2.987	2.856	2.736	2.625	2.523	2.429
7,00	3.805	3.602	3.419	3.254	3.105	2.968	2.843	2.728	2.622	2.524
8,00	3.934	3.724	3.535	3.365	3.210	3.069	2.940	2.821	2.711	2.610

## SARJETA DE CORTE ESCALONADO

Sarjeta de Corte Escalonado	
DP - 01	$\frac{1,032 \times I^{0,5}}{(1,624 + 0,277H) \times 10^{-4}}$

### Sarjeta Tipo DP-01: Escalonado

Declividade (%)	Altura (m)									
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,10	965	842	747	671	609	558	514	477	445	417
1,00	1.716	1.497	1.328	1.193	1.083	992	915	849	791	741
2,00	2.040	1.780	1.579	1.419	1.288	1.179	1.088	1.009	941	882
3,00	2.258	1.970	1.748	1.570	1.425	1.305	1.204	1.117	1.042	976
4,00	2.426	2.117	1.878	1.687	1.532	1.403	1.293	1.200	1.119	1.049
5,00	2.565	2.239	1.986	1.784	1.620	1.483	1.368	1.269	1.183	1.109
6,00	2.685	2.343	2.078	1.867	1.695	1.552	1.431	1.328	1.239	1.160
7,00	2.791	2.435	2.160	1.941	1.762	1.613	1.488	1.380	1.287	1.206
8,00	2.885	2.518	2.233	2.007	1.822	1.668	1.538	1.427	1.331	1.247

## MEIOS FIOS SARJETA DE CONCRETO

Meio-Fio	Tangente	Lado Interno
DP-01	$376,019 \times I^{0,5}$	$191,149 \times I^{0,5}$
DP-03	$138,255 \times I^{0,5}$	$70,282 \times I^{0,5}$
MFC-05	$273,057 \times I^{0,5}$	$136,528 \times I^{0,5}$

Observação: Área de alagamento de 1,00m para o meio fio MFS-DP-01 e MFC-05.

### Meio Fio DP-01

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)	L (tangente) (m)	L (Bordo) (m)
0,1	0,001	0,032	0,14	0,02	69,14	34,57
1,0	0,010	0,100	0,43	0,03	118,91	60,45
2,0	0,020	0,141	0,61	0,03	141,41	71,88
3,0	0,030	0,173	0,74	0,04	156,49	79,55
4,0	0,040	0,200	0,86	0,04	168,16	85,48
5,0	0,050	0,224	0,96	0,04	177,81	90,39
6,0	0,060	0,245	1,05	0,04	186,10	94,60
7,0	0,070	0,265	1,14	0,04	193,41	98,32
8,0	0,080	0,283	1,21	0,05	199,98	101,66

### Meio Fio DP-03

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)	L (tangente) (m)	L (Bordo) (m)
0,1	0,001	0,032	0,11	0,01	24,59	12,50
1,0	0,010	0,100	0,35	0,01	43,72	22,23
2,0	0,020	0,141	0,50	0,01	51,99	26,43
3,0	0,030	0,173	0,61	0,01	57,54	29,25
4,0	0,040	0,200	0,70	0,01	61,83	31,43
5,0	0,050	0,224	0,78	0,01	65,38	33,23
6,0	0,060	0,245	0,86	0,02	68,43	34,78
7,0	0,070	0,265	0,93	0,02	71,11	36,15
8,0	0,080	0,283	0,99	0,02	73,53	37,38



### Meio Fio MFC-05

Declividade (%)	i (m/m)	i <sup>1/2</sup> (m/m)	V (m/s)	Q e (m <sup>3</sup> /s)	L (tangente) (m)	L (Bordo) (m)
0,1	0,001	0,032	0,13	0,01	48,56	24,28
1,0	0,010	0,100	0,40	0,02	86,35	43,17
2,0	0,020	0,141	0,56	0,02	102,69	51,34
3,0	0,030	0,173	0,69	0,03	113,64	56,82
4,0	0,040	0,200	0,80	0,03	122,11	61,06
5,0	0,050	0,224	0,89	0,03	129,12	64,56
6,0	0,060	0,245	0,98	0,03	135,14	67,57
7,0	0,070	0,265	1,06	0,03	140,45	70,23
8,0	0,080	0,283	1,13	0,03	145,22	72,61

### BUEIROS DE GREIDE

A determinação da capacidade hidráulica dos bueiros de greide obedeceu duas recomendações, a saber:

- A descarga de projeto foi obtida pela soma das descargas das obras de drenagem superficial afluentes às caixas coletoras ou, então, pelo levantamento da bacia de captação que for drenada pelo bueiro de greide, e
- A verificação da vazão considerou o comportamento do dispositivo como canal, verificando-se a velocidade de escoamento a jusante.

### 4.4.5 – OBRAS DE ARTE CORRENTES

As obras de arte correntes foram dimensionadas para atender as vazões escoantes calculadas nos Estudos Hidrológicos. O quadro “Características das Obras de Arte Correntes”, apresentado ao fim deste item, relaciona para cada bacia interceptada, a obra projetada e seus elementos básicos.

Todas as obras consideradas, no presente projeto, foram lançadas nas respectivas seções transversais, definindo-se seu comprimento, posição e conexões a montante e a jusante. As informações podem ser observadas nas notas de serviço, no Volume 2 – Projeto de Execução.

#### **4.4.5.1 – BUEIROS EXISTENTES**

Ao longo da rodovia existente se observam bueiros implantados para atender a transposição de talvegues. Em visita ao trecho, foram constatados pelos técnicos da Consultora, diversos bueiros assoreados ou trabalhando afogados. Ditos dispositivos, geralmente se encontram instalados de forma precária, sem berços, bocas e alas, alturas de recobrimento mínimo exigido pela norma atual, e com comprimento insuficiente para atender à nova seção de projeto, quando próximos ao novo traçado.

Desta forma, todos os tubos existentes serão demolidos para a implantação de um dispositivo adequado e padronizado junto às normas vigentes.

#### **4.4.5.2 – DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS**

Após o cálculo da vazão solicitante para cada bacia interceptada nos Estudos Hidrológicos, procedeu-se ao dimensionamento dos bueiros, como poder ser visto a seguir:

Trecho	Nº da Bacia	Localização (estaca)	Q <sub>15</sub> (m³/s)	Q <sub>25</sub> (m³/s)	Q <sub>50</sub> (m³/s)	Q <sub>100</sub> (m³/s)	Tipo de Método	Dimensioamento (m)	Vazão crítica canal (m³/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade (%)	Observação
5	01	1+6,00	7,26	7,88	8,85	9,71	Racional com Retardo	BTTC Ø 1,20	7,26	2,8	0,7	-
5	02	15+0,00	0,60	0,65	0,74	0,77	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	03	22+15,00	4,38	4,75	5,35	5,83	Racional	BTTC Ø 1,00	4,6	2,56	0,74	-
5	04	29+0,00	0,64	0,70	0,79	0,82	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	05	42+5,00	0,56	0,61	0,69	0,72	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	06	55+8,00	3,07	3,34	3,76	4,06	Racional	BDTC Ø 1,00	3,07	2,56	0,74	-
5	07	91+12,00	1,98	2,16	2,44	2,61	Racional	BSTC Ø 1,20	2,42	2,8	0,7	-
5	08	109+10,00	1,18	1,29	1,46	1,52	Racional	BSTC Ø 1,00	1,53	2,56	0,74	-
5	09	124+1,00	7,25	7,88	8,88	9,61	Racional	BTTC Ø 1,20	7,26	2,8	0,7	-
5	10	135+0,00	0,50	0,54	0,61	0,64	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	11	150+0,00	0,71	0,77	0,88	0,91	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	12	161+0,00	0,88	0,96	1,08	1,15	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	13	185+0,00	0,69	0,76	0,86	0,90	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	14	192+0,00	0,80	0,87	0,99	1,03	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	15	213+10,00	0,75	0,82	0,93	0,96	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	16	226+0,00	0,56	0,62	0,70	0,73	Racional	BSTC Ø 0,80	0,88	2,29	0,8	-
5	17	238+10,00	-	116,78	152,73	188,11	Hidrograma Unitário Triangular	Ponte	-	-	-	-
5	18	Corta Rio	4,16	4,52	5,09	5,54	Racional	Corta Rio	-	-	-	-

#### 4.4.5.3 – OBRAS DE ARTES ESPECIAIS

##### 4.4.5.3.1 OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EXISTENTES

Obras de Arte Especiais (OAE's) compreendem as estruturas, tais como pontes, viadutos ou túneis, necessárias à plena implantação de uma via e que pelas suas proporções e características peculiares requerem um projeto específico, de acordo com DNIT.

A OAE contida atualmente no trecho em questão é classificada como ponte, sobre o Canal Água Preta.

Em reunião realizada no dia 20/11/2014 com a Fiscalização, foi acordado que a ponte não seria aproveitada, já que a estrutura não possui largura suficiente para comportar a plataforma de acordo com a classe do projeto definida e não atende a carga especificada na norma (TB45), necessitando de um projeto de reforço e alargamento. Além disso, a ponte existente será demolida ao final da construção da rodovia.

De acordo com o dimensionamento de bacias, apresentado no item anterior, o local será transposto por uma nova ponte, com as características hidráulicas e estruturais necessárias e será apresentada separadamente.

Todavia, fez-se a vistoria da obra existente, apresentada a seguir. A quantidade de demolição baseou-se nas dimensões obtidas na vistoria, chegando ao valor de 40,40m<sup>3</sup>, como mostra a tabela abaixo:

Superestrutura							
Componentes	Largura	Comprimento	Altura	M <sup>2</sup> <sub>Parcial</sub> 1	M <sup>3</sup> <sub>Parcial</sub> 1	Quantidade	Total (M <sup>3</sup> )
Mesas	1,15	15,00	0,15	0,17	2,59	3	7,76
Nervura	0,15	15,00	0,70	0,11	1,58	8	12,60
Transversinas	1,15	0,20	0,70	0,81	0,16	9	1,45
<b>Total:</b>							<b>21,81</b>

Mesoestrutura							
Componentes	Largura	Comprimento	Altura	M <sup>2</sup> <sub>Parcial</sub> 1	M <sup>3</sup> <sub>Parcial</sub> 1	Quantidade	M <sup>3</sup> <sub>Total</sub>
Pilar	4,00	0,40	2,45	9,80	3,92	2	7,84
Alas	2,40	0,40	3,30	6,72	2,69	4	10,75
<b>Total:</b>							<b>18,59</b>

Ficha de inspeção cadastral expedida

## 1 DADOS BÁSICOS

IDENTIFICAÇÃO / LOCALIZAÇÃO / JURISDIÇÃO			
OAE:Código: _____ - _____	Nome: <u>PONTE SOBRE O CÓRREGO ÁGUA PRETA</u>		
Tipo de Estrutura: Código <u>01</u>	Nat. Transposição: Código <u>01</u>	Sist. Construtivo: Código <u>02</u>	
UNIT: _____	Residência: _____	Rodovia: _____	UF: <u>ES</u>
Trecho (PNV): _____	Localização (km): _____	Cidade Prox.: <u>PRESIDENTE KENNEDY - ES</u>	
ADMINISTRAÇÃO			
<input type="checkbox"/> DNIT <input type="checkbox"/> DER <input type="checkbox"/> CONCESSÃO <input checked="" type="checkbox"/> OUTROS			
Nome: <u>PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY - ES</u> (para o caso concessão / outros)			
PROJETO / CONSTRUÇÃO			
Projetista: _____ - _____		Ano da Construção: _____ - _____	
Construtor: _____ - _____		Arquivo: _____ - _____	
Trem - Tipo Classe: <u>TB-36 (Presumida)</u>			
COMPRIMENTO / LARGURA			
Comprimento: <u>15,00</u> m;		Largura: <u>3,40</u> m	

## 2 DADOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

CARACTERÍSTICAS PLANI-ALTIMÉTRICAS			
Região: <input type="checkbox"/> PLANA <input checked="" type="checkbox"/> ONDULADA <input type="checkbox"/> MONTANHOSA		Greide: Rampa Máxima(%): <u>0,0</u>	
Traçado: <input checked="" type="checkbox"/> TANGENTE <input type="checkbox"/> CURVO		Raio: _____ - _____ m	Travessia: <input checked="" type="checkbox"/> ORTOGONAL <input type="checkbox"/> ESCONSA
CARACTERÍSTICAS DA PISTA			
Larg.Total da Pista: <u>3,40</u> m	Pavimento: <input type="checkbox"/> Asfalto <input type="checkbox"/> Concreto	Drenos: <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
Nº de Faixas: <u>02</u>	Passeio: <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO	Pingadeiras: <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO	
Acostamento: <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO	Guarda-Rodas: <input type="checkbox"/> P.Antigo <input type="checkbox"/> N.Jersey <input type="checkbox"/> Outro		
Larg.Acostamento: _____ - _____ m			
GABARITOS			
Para Viaduto: Horizontal _____ - _____ m;		Vertical _____ - _____ m	
Para Ponte s/ Rio Navegável: Horizontal _____ - _____ m;		Vertical _____ - _____ m	
Proteção dos Pilares Contra Choque de Embarcação? <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO			
JUNTAS DE DILATAÇÃO			
Número total de juntas: _____ - _____			
Tipo de vedação: <input type="checkbox"/> Nenhuma; nos pilares / articulação <input type="checkbox"/> Tipo _____ - _____ <input type="checkbox"/> Tipo _____ - _____			
TRÁFEGO			
VMD: _____ - _____ veículos/dia			
Frequência de Carga Móvel ≥ 36 tf: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa			
Passagem de Cargas Excepcionais: <input type="checkbox"/> Frequente <input checked="" type="checkbox"/> Esporádica			

Ficha de inspeção cadastral expedida

## 6 AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA

COMENTÁRIOS GERAIS		NOTA TÉCNICA
a) Condições de Estabilidade: <input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Precária	Condições de Conservação: <input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Ruim	<b>4</b>
b) Nível de Vibração do Tabuleiro: <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Intenso <input type="checkbox"/> Exagerado		
c) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO Urgente? <input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO Já houve alguma anteriormente? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: <u>NÃO APRESENTA PAVIMENTAÇÃO OU LAJE DE PROPRIAMENTE DITA, O TRÁFEGO SE DÁ DIRETAMENTE SOBRE AS MESAS DAS VIGAS.</u>		

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) <input checked="" type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> É Iminente	<u>ENTRE AS MESAS DAS VIGAS</u>	_____
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Marcas de Infiltração <input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		_____	_____

2. VIGAMENTO PRINCIPAL	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Fissuras Finas <input type="checkbox"/> Algumas	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Trincas (fissuras w>0,3mm) <input type="checkbox"/> Algumas	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Armadura Principal <input type="checkbox"/> Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada	_____	_____
Desagreg. de Concreto <input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Dente Gerber <input type="checkbox"/> Quebrado/Desplacado	<input type="checkbox"/> Trincado	_____	_____
Deformação (Flecha) <input type="checkbox"/> Exagerada		_____	_____
Aspectos do Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		_____	_____

3. MESOESTRUTURA	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aparelho de Apoio <input type="checkbox"/> Danificado	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aspecto do Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente/Pouco		_____	_____
Desaprumo <input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Deslocabilidade dos Pilares <input type="checkbox"/> Forte		_____	_____

4. INFRAESTRUTURA	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Recalque de Fundação <input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Deslocamento de Fundação <input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Erosão Terreno de Fundação <input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Estacas Desenterradas <input type="checkbox"/> Há		_____	_____

5. PISTA / ACESSO	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Irregularidades no Pav. <input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Extensão	<u>SEM PAVIMENTAÇÃO</u>	_____
Junta de Dilatação <input type="checkbox"/> Faltando/Inoperante	<input type="checkbox"/> Muito Problemática	_____	_____
Acessos X Ponte <input type="checkbox"/> Degrau Acentuado	<input type="checkbox"/> Concordância Problem.	_____	_____
Acidentes com Veículos <input type="checkbox"/> Frequente	<input type="checkbox"/> Eventual	_____	_____

#### 4.4.6 – DRENAGEM PROFUNDA

A drenagem profunda ou subterrânea tem como objetivo principal a interceptação e condução das águas que possam permear pelo subleito da estrada, minimizando os problemas acarretados pela incidência das águas subterrâneas na infraestrutura da rodovia.

A ausência de drenos ou o seu mau funcionamento podem provocar os seguintes problemas:

- Redução da resistência do solo ao cisalhamento;
- Deterioração da camada de pavimento;
- “Pipping” ou retro-erosão, que consiste no carreamento de partículas de solo pelas forças de percolação, causando vazios, para onde converge o fluxo d’água e acelera-se o processo iniciado;
- Bombeamento dos finos da base granular dos pavimentos flexíveis e perda de suporte da fundação, devido à elevada pressão hidrodinâmica gerada pelo movimento do tráfego;
- Comportamento e desempenho insatisfatório dos solos expansivos devido à presença de água.

Os drenos profundos longitudinais indicados consistem basicamente de valas abertas paralelamente ao eixo da rodovia, instalados a cerca de 1,50m do pé do talude, com um tubo de concreto perfurado de 0,20 m de diâmetro assentado no fundo da vala, envolvido por uma camada de material filtrante.

##### 4.4.6.1 – DRENOS LONGITUDINAIS

Tendo em vista as características da região, a instalação desse dispositivo será feita em taludes de cortes com altura igual ou superior a 5,0 metros ou em locais onde seja detectada a presença de lençol freático próximo ao subleito projetado. O dispositivo recomendado para implantação obedece ao tipo DPS-01 (DER-ES), indicado para uso em solo, já que no trecho em tela não há presença de material de 3ª categoria em nenhum dos trechos, acoplado ao muro de testa de saída de drenos tipo BSD-01 (DER-ES) do Álbum de Projetos Tipo de Drenagem do DER-ES.

#### DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento dos drenos é função da sua capacidade de escoamento e do espaçamento máximo entre as linhas de drenagem.

A determinação da descarga de projeto é dada pela Lei de Darcy, considerando-se a contribuição de um lado do dreno e a extensão de um metro, expressa da seguinte forma:



$$Q = K \times A \times I$$

Onde:

Q = descarga no meio poroso, em m<sup>3</sup>/s;

K = coeficiente de permeabilidade;

A = área da seção normal à direção do fluxo, em m<sup>2</sup>;

I = gradiente hidráulico.

Os valores de K podem ser consultados na Tabela a seguir:

<b>Valores Típicos de Coeficiente de Permeabilidade K</b>	
<b>Material</b>	<b>Coeficiente de permeabilidade (mm/s)</b>
Grossoiro	10 <sup>3</sup> a 10
Pedregulho fino, areia grossa e média	10 a 10 <sup>-2</sup>
Areia fina, silte solto	10 <sup>-2</sup> a 10 <sup>-4</sup>
Silte compactado, silte argiloso	10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-5</sup>
Argila siltosa, argila	10 <sup>-5</sup> a 10 <sup>-8</sup>
*Adaptado de DAS (1997)	

Em seguida, o dimensionamento do dreno deve ser feito com a mesma fórmula. Já que o dreno utilizado é conhecido, suas características são utilizadas para calcular os valores. Utiliza-se a tabela de coeficiente de permeabilidade K do material filtrante ou drenante, mostrado a seguir:

<b>Valores Típicos de Coeficiente de Permeabilidade K 2 (material de preenchimento)</b>	
<b>Material</b>	<b>Coeficiente de permeabilidade (cm/s)</b>
Brita 5	100
Brita 4	80
Brita 3	45
Brita 2	25
Brita 1	15
Brita 0	5
Areia Grossa	0,1

Após o conhecimento dos dados, é necessário calcular a capacidade do tubo do dreno. Para tal, é utilizada a fórmula de Hazen –Wilians, dada pela expressão:

$$V = 0,355 \times c \times D^{0,63} \times I^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times c \times D^{2,63} \times I^{0,54}$$

Onde:

V = velocidade do escoamento (m/s);

Q = vazão (m/s);

D = diâmetro (m);

I = declividade do dreno (m/m);

c = coeficiente que depende da rugosidade das paredes internas do tubo. Para os tubos de concreto liso, bem acabados, assim como os de cerâmica, adota-se C= 120.

O comprimento crítico é definido em função da vazão do tubo, do espaçamento máximo entre as linhas de tubo e pela intensidade de precipitação por m<sup>2</sup>.

O comprimento crítico é dado pela fórmula:

$$L = \frac{Q}{q}$$

Onde:

L = comprimento crítico do dreno, em m;

Q = vazão admissível do dreno, em m<sup>3</sup>/s; e

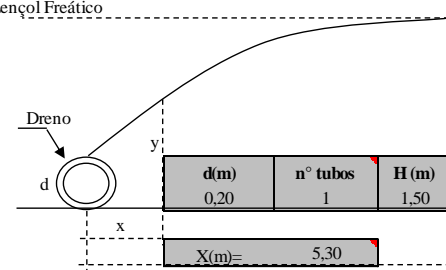
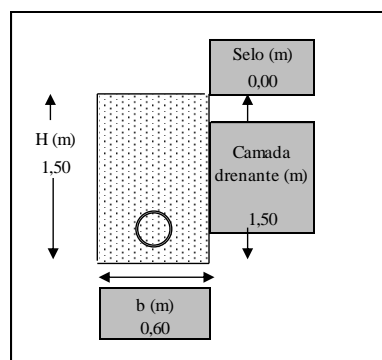
q = valor da intensidade de chuva por área unitária, em m<sup>3</sup>/s/m.

A intensidade de chuva unitária é o valor da precipitação durante 1 hora, para um tempo de recorrência de 1 ano, que incide diretamente em uma área unitária de 1,00 m<sup>2</sup>.

Sendo assim, tem-se:

$$i = 38,80 \text{ mm/h}$$

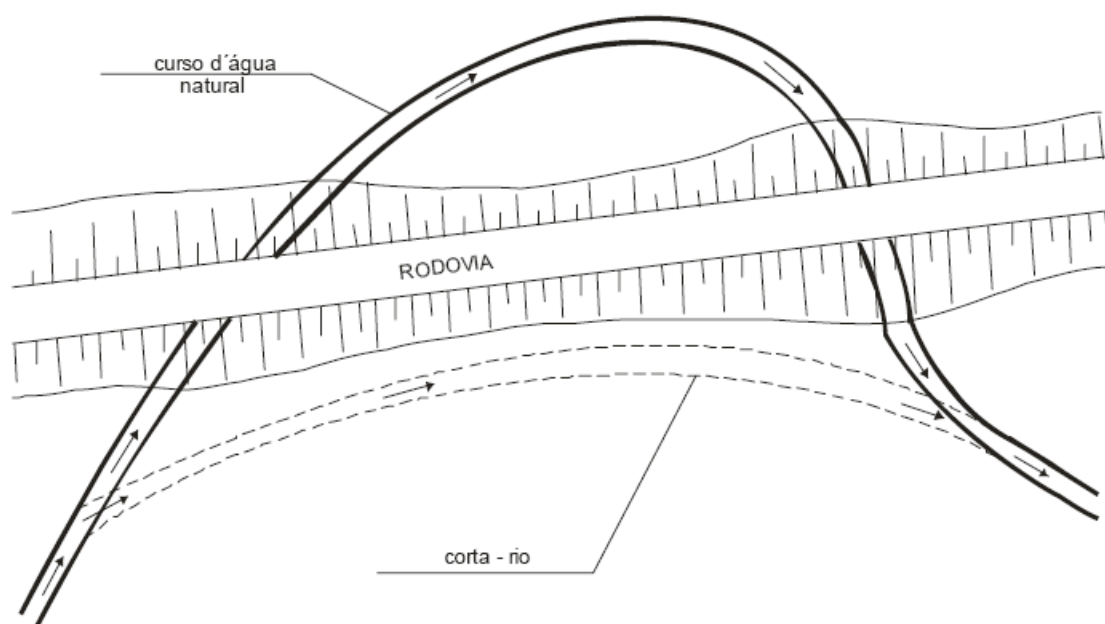
A tabela de memória de cálculo do comprimento crítico para o dispositivo aplicado em solo é apresentado a seguir.

DIMENSIONAMENTO DE DRENOS LONGITUDINAIS										
Dreno DPS-01										
<p><b>Determinação da Contribuição por metro linear</b></p> <p>Lei de Darcy: <math>Q=K*A*I</math></p> <p>Q=Descarga no meio poroso (m<sup>3</sup>/s) <span style="float: right;">5,9625E-06</span></p> <p>K= coeficiente de permeabilidade (m/s) <span style="float: right;">1,00E-06</span></p> <p>A= Área normal à direção do fluxo (m<sup>2</sup>) no meio poroso</p> <p>I = gradiente hidráulico (m/m)</p> <p style="text-align: center;"><b>consultar valores de K 1</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Dados do estudo:</b></p> <p>Lençol Freático</p>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>d(m)</th> <th>n° tubos</th> <th>H (m)</th> </tr> <tr> <td>0,20</td> <td>1</td> <td>1,50</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">X(m)= 5,30</p>	d(m)	n° tubos	H (m)	0,20	1	1,50			
d(m)	n° tubos	H (m)								
0,20	1	1,50								
<p><b>Dimensionamento de Drenos Longitudinais Profundos</b></p> <p>Lei de Darcy: <math>Q=K*A*I</math></p> <p>Q=Capacidade de vazão (m<sup>3</sup>/s)</p> <p>K= coeficiente condutividade hidráulica (m/s)</p> <p>A= área de escoamento, normal à direção do fluxo (m<sup>2</sup>)</p> <p>I = gradiente hidráulico (m/m)</p> <p style="text-align: center;"><b>consultar valores de K 2</b></p>										
<p style="text-align: center;"><b>Cálculo da Capacidade do Dreno Cego</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Q=Capacidade do dreno (m<sup>3</sup>/s)</td> <td>Q=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> <tr> <td>K= coef. cond. hidráulica (m/s)</td> <td>K=</td> <td style="text-align: center;">0,80</td> </tr> <tr> <td>I = gradiente hidráulico (m/m)</td> <td>I=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> </table>	Q=Capacidade do dreno (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela	K= coef. cond. hidráulica (m/s)	K=	0,80	I = gradiente hidráulico (m/m)	I=	ver tabela	<p style="text-align: center;"><b>Cálculo do Espaçamento entre Linhas de Drenos</b></p> <p style="text-align: center;">E (m)= 60,12</p> <p style="text-align: center;">I (mm/h)= 38,80</p>
Q=Capacidade do dreno (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela								
K= coef. cond. hidráulica (m/s)	K=	0,80								
I = gradiente hidráulico (m/m)	I=	ver tabela								
<p>Determinação do gradiente hidráulico (I):</p> <p>a=declividade longitudinal (m/m) <span style="float: right;">a= variável</span></p> <p>b=declividade transversal (m/m) <span style="float: right;">b= 0,03000 (plena)</span></p> <p style="text-align: center;">I = (a2 +b2)0,5 <span style="float: right;">I= 0,03000 a<sup>2</sup></span></p>										
<p><b>Seção do Dreno:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CD= Camada Drenante (m)</td> <td>CD=</td> <td style="text-align: center;">1,50</td> </tr> <tr> <td>Area= b x CD (m<sup>2</sup>)</td> <td>A=</td> <td style="text-align: center;">0,90</td> </tr> <tr> <td>b= base do dreno (m)</td> <td>b=</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> </table>	CD= Camada Drenante (m)	CD=	1,50	Area= b x CD (m <sup>2</sup> )	A=	0,90	b= base do dreno (m)	b=	0,60	
CD= Camada Drenante (m)	CD=	1,50								
Area= b x CD (m <sup>2</sup> )	A=	0,90								
b= base do dreno (m)	b=	0,60								
<p style="text-align: center;"><b>Determinação do Comprimento Crítico L (cego)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Q= vazão admissível no dreno cego (m<sup>3</sup>/s)</td> <td>Q=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> <tr> <td>q=contribuição por metro linear (m<sup>3</sup>/s/m)</td> <td>q=</td> <td style="text-align: center;">0,0000060</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>L= Q/q (m)</b></td> <td>L=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> </table>	Q= vazão admissível no dreno cego (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela	q=contribuição por metro linear (m <sup>3</sup> /s/m)	q=	0,0000060	<b>L= Q/q (m)</b>	L=	ver tabela	
Q= vazão admissível no dreno cego (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela								
q=contribuição por metro linear (m <sup>3</sup> /s/m)	q=	0,0000060								
<b>L= Q/q (m)</b>	L=	ver tabela								
<p style="text-align: center;"><b>Determinação do Comprimento Crítico L ( tubo)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Q= vazão admissível no dreno (m<sup>3</sup>/s)</td> <td>Q=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> <tr> <td>q=contribuição por metro linear (m<sup>3</sup>/s/m)</td> <td>q=</td> <td style="text-align: center;">0,0000060</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>L= Q/q (m)</b></td> <td>L=</td> <td style="text-align: center;">ver tabela</td> </tr> </table>	Q= vazão admissível no dreno (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela	q=contribuição por metro linear (m <sup>3</sup> /s/m)	q=	0,0000060	<b>L= Q/q (m)</b>	L=	ver tabela	
Q= vazão admissível no dreno (m <sup>3</sup> /s)	Q=	ver tabela								
q=contribuição por metro linear (m <sup>3</sup> /s/m)	q=	0,0000060								
<b>L= Q/q (m)</b>	L=	ver tabela								

Declividade Longitudinal (%)	a (m/m)	I (m/m)	Q (cego) (m <sup>3</sup> /s)	L (cego) (m <sup>3</sup> /s)	V (tubo) (m/s)	Q (tubo) (m <sup>3</sup> /s)	L (tubo) (m)	L Total (m)
0,1	0,001	0,0000	0,0000	3,6226	0,06	0,0009	146,86	150,48
1,0	0,010	0,0003	0,0002	36,2264	0,19	0,0030	509,22	545,44
2,0	0,020	0,0006	0,0004	72,4528	0,28	0,0044	740,39	812,84
3,0	0,030	0,0009	0,0006	108,6792	0,35	0,0055	921,61	1.030,29
4,0	0,040	0,0012	0,0009	144,9057	0,41	0,0064	1.076,50	1.221,41
5,0	0,050	0,0015	0,0011	181,1321	0,46	0,0072	1.214,36	1.395,49
6,0	0,060	0,0018	0,0013	217,3585	0,51	0,0080	1.340,00	1.557,36
7,0	0,070	0,0021	0,0015	253,5849	0,55	0,0087	1.456,32	1.709,90
8,0	0,080	0,0024	0,0017	289,8113	0,59	0,0093	1.565,20	1.855,02

#### 4.4.7. – CORTA RIO

O corta-rio é um canal de desvio aberto com a finalidade de evitar que um curso d'água existente interfira com a diretriz da rodovia, obrigando a construção de sucessivas obras de transposição de talvegue, afastar as águas que ao serpentear em torno da geometria que coloquem em risco a estabilidade dos aterros, como mostra a figura a seguir.



Tendo em vista o aterro que passará próximo à vala existente no atual traçado do Trecho 05m foi projetado um corta-rio em terreno natural para disciplinar o fluxo de água até seu ponto exutório, no Canal Água Preta. Os detalhes são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

#### 4.4.7.1 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico dos corta-rios pode ser feito pela fórmula de Manning associada à equação da continuidade:

$$V = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{0,5}$$

Onde:

- V = Velocidade de escoamento, em m/s;
- Rh = Raio hidráulico, em m;
- I = Declividade do canal, em m/m; e
- n = Coeficiente de rugosidade (adimensional).

$$Q = A \times V$$

Onde:

- Q = Vazão admissível, em m<sup>3</sup>/s;
- V = Velocidade de escoamento, em m/s; e
- A = Área molhada, em m<sup>2</sup>.

O dimensionamento do corta-rio é feito através da determinação da descarga de projeto do curso d'água afluente para um tempo de recorrência compatível com o custo econômico da obra através de um método de cálculo apropriado. A vazão considerada para TR = 15 anos é de 4,16 m<sup>3</sup>/s.

#### ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DA SEÇÃO DE UM CANAL

Foi fixado o tipo de seção a ser adotada e uma de suas dimensões. Neste caso será uma seção trapezoidal, de 4,50 m de base inferior, 6,10m de base superior 0,80 m de altura e talude 1:1. Os demais itens que devem ser considerados são descritos a seguir:

**Área (A):** é a seção plana do canal, normal a direção geral da corrente líquida;

**Seção molhada:** parte da seção transversal que é ocupada pelo líquido. Os elementos geométricos da seção molhada são: Profundidade (h): altura do líquido acima do fundo do canal; Área molhada (Am): é a área da seção molhada; Perímetro molhado (P): comprimento relativo ao contato do líquido com o conduto; Largura Superficial (B): largura da superfície em contato com a atmosfera; Raio hidráulico (R): relação entre a área molhada e perímetro molhado; Profundidade Hidráulica: relação entre a área molhada e a largura superficial.

Forma da seção	Área (A) (m <sup>2</sup> )	Perímetro molhado (P) (m)	Raio hidráulico (R) (m)	Largura do Topo (B) (m)
	$(b + mh)h$	$b + 2h\sqrt{1 + m^2}$	$\frac{A}{P}$	$b + 2.m.h$

A rugosidade é fixada através do tipo de revestimento escolhido, no caso, o solo existente no local. O valor da rugosidade utilizado é 0,030. A declividade é pré-estabelecida em 0,03%. A velocidade admissível máxima pode ser conferida na tabela abaixo.

Cobertura Superficial	Vel. Máx (m/s)
Gramma comum firmemente implantada	1,50 – 1,80
Tufos de grama com solo exposto	0,60 – 1,20
Argila	0,80 – 1,30
Argila coloidal	1,30 – 1,80
Lodo	0,35 – 0,85
Areia fina	0,30 – 0,40
Areia média	0,35 – 0,45
Cascalho fino	0,50 – 0,80
Silte	0,70 – 1,20
Alvenaria de tijolos	2,5
Concreto de cimento Portland	4,50
Aglomerados consistentes	2,00
Revestimento betuminoso	3,00 – 4,00

E a velocidade mínima, na tabela a seguir:

Material em suspensão	Vel. Mín (m/s)
Água com suspensão fina	0,30
Água com areia fina	0,45
Água pluvial	0,75

Com os dados apresentados é possível verificar se a vazão será atendida de acordo com os cálculos:

$$Q = \frac{1}{0,030} \times 0,627^{\frac{2}{3}} \times 0,03^{0,5} = 4,22 \text{m}^3/\text{s} \geq 4,16 \text{m}^3/\text{s}$$

A verificação da velocidade admissível pode ser realizada através da expressão:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

Onde:

V = Velocidade média do fluxo, em m/s;

g = Aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup> (9,8 m<sup>2</sup>/s);

D = Relação da profundidade do fluxo, dada pela equação:

$$D = \frac{T}{A}$$

Sendo:

A = Área da seção transversal do canal, em m<sup>2</sup>;

T = Largura da superfície livre do canal em m.

Se:

$F > 1,00$ : Movimento supercrítico;

$F = 1,00$ : Movimento crítico; e

$F < 1,00$ : Movimento subcrítico.

Para o canal em questão, com a velocidade máxima indicada na tabela apresentada anteriormente para silte, tem-se:

$$D = \frac{6,1}{4,29} = 1,42$$

$$F = \frac{0,98}{\sqrt{9,8 \times 1,42}} = 0,26$$

O dimensionamento do canal atende à vazão solicitada e também está dentro das características físicas encontradas no local. O movimento é subcrítico, porém está dentro dos limites de velocidade.





---

## *4.5 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO*

---



## 4.5 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 4.5.1 – INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o Projeto de Pavimentação do Trecho 05 – Água Pretinha – Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua. São abordados os seguintes aspectos principais:

- Metodologia de dimensionamento;
- Definição do ISCP;
- Estruturas adotadas;
- Cálculo das quantidades de serviços e distâncias de transporte.

A extensão total do segmento em projeto é de 5,0km, entre as estacas 0+0,00 e 250+0,00. Contudo, somente será executado pavimento entre as estacas 0+0,00 e 238+8,00, sendo executada apenas terraplenagem entre as estacas 238+8,00 e 250+0,00.

### 4.5.2 – NÚMERO N

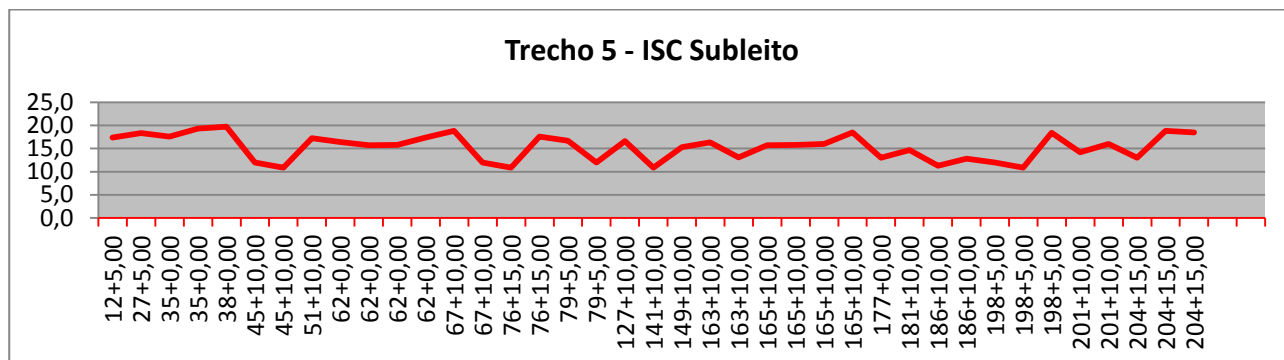
Os Estudos de Tráfego definiram a existência de segmento homogêneo único para o trecho, conforme apresentado no quadro inserido a seguir, tendo sido o Número N calculado considerando período de projeto de 10 anos, utilizando-se a metodologia do USACE.

Número N				
Trecho	Est. Inicial	Est. Final	Extensão (m)	Número N (USACE)
05 – Água Pretinha – Água Preta - Div. Atílio Vivacqua	0+0,00	238+8,00	4.768,00	4,1E+05

### 4.5.3 – MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento foi elaborado utilizando-se o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis, conforme versão constante do Manual de Pavimentação do DNIT, edição de 2006. Para utilização deste método, é necessário conhecer o Número “N” de operações do eixo padrão rodoviário de 8,2tf, calculado segundo a metodologia do USACE, e o ICS de projeto (ISCP), determinado para o material que constituirá o subleito.

O valor de Número N considerado já foi apresentado no item 4.5.2. Quanto aos valores de ISC obtidos para o subleito, os mesmos são apresentados no gráfico inserido a seguir.



O ISCp foi calculado considerando-se os valores determinados ao longo da diretriz, mediante análise estatística, cujo resumo é apresentado no quadro inserido a seguir. Tendo em vista o Coeficiente de Variação obtido, 0,17, determinado quando considerados na análise 97% dos valores individuais de ISC (foi descartado apenas 1 valor), concluiu-se pela existência de apenas um segmento homogêneo em termos de ISCp.

**Trecho 05 – Água Preta – Água Pretinha – Div. Atílio Vivacqua**  
**Resumo da Análise Estatística do Subleito**

Número de Amostras			Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	$\mu_1$	$\mu_2$	Xmin	Xmax	ISCp
Total	Descartadas	Consideradas								
39	1	38	15,4	2,7	0,17	14,9	16,0	13,0	17,8	13,0

**4.5.4 – DIMENSIONAMENTO**

O dimensionamento da estrutura necessária para atendimento ao tráfego previsto foi elaborado utilizando-se os parâmetros de projeto obtidos, conforme sequência de cálculo apresentada a seguir.

**REVESTIMENTO BETUMINOSO**

- Número N = 4,1E+05
- ISCp = 13%
- Espessura Total (HT) = 31,0cm
- Espessura do Revestimento (R) = 2,5cm (TSBD)
- Espessura sobre a Sub-base (H<sub>20</sub>) = 24,0cm
- $R K_R + B K_B \geq 24,0\text{cm}$

- Espessura de Base Calculada = 21,0cm
- Espessura da Base Adotada = 21,0cm
- $R K_R + B K_B + h_{20} K_S \geq 31,0\text{cm}$
- Espessura da Sub-base Calculada = 31,0cm – 24,0cm = 7,0cm
- Espessura da Sub-base Adotada = 15,0cm (mínima construtiva)

### **REVESTIMENTO PAV-S**

O dimensionamento dos segmentos onde será implantado PAV-S foi desenvolvido segundo as recomendações constantes da publicação IP-06 – Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto, da Prefeitura Municipal de São Paulo, Método B, desenvolvido pela Portland Cement Association (PCA).

Para utilização deste método é necessário conhecer os valores de NTÍPICO e ISCP. De posse dos mesmos, determina-se a espessura de base granular (HBG). A espessura do bloco de concreto e sua resistência à compressão aos 28 dias são obtidas em função do NTÍPICO.

Desta forma, foi dimensionada a estrutura para o segmento em questão, conforme apresentado a seguir.

$$\text{ISCP} = 13,0\% \qquad N = 4,1 \times 10^5$$

- Revestimento em bloco de concreto com espessura de 6,0cm e  $f_{c28} \geq 35\text{MPa}$ ;
- Camada de assentamento em areia com espessura de 5,0cm;
- Base estabilizada granulometricamente com espessura de 15,0cm;
- Subleito com  $\text{ISC} \geq 13\%$  compactado a 100% da energia do Proctor Intermediário.

A espessura dos blocos de concreto foi reavaliada, considerando-se que segmentos rodoviários quando pavimentados tendem a atrair tráfego eventualmente não contabilizado na definição do Número N considerado no projeto, gerando certo grau de incerteza neste aspecto. Aliado a isto, o Número N determinado para este segmento já apresenta valor próximo de  $5,0 \times 10^5$ , a partir do qual deve-se adotar espessura de bloco de concreto de 8,0cm. Assim sendo, optou-se por adotar esta última na implantação do PAV-S projetado.

#### 4.5.5 – ESTRUTURAS ADOTADAS

##### REVESTIMENTO BETUMINOSO

##### *ESTACA 0+0,00 – ESTACA 6+0,00 E ESTACA 14+0,00 – ESTACA 238+8,00*

Conforme se observa no dimensionamento, a estrutura indicada foi alterada em relação àquela dimensionada em função da impossibilidade de execução de camadas granulares com espessuras exíguas. Na prática, adota-se espessura mínima de 15,0cm para esse tipo de camada, objetivando evitar problemas de compactação do material. Assim sendo, a camada de sub-base, dimensionada com espessura de 7,0cm, será executada com a espessura mínima executiva de 15,0cm. Desta forma, a estrutura adotada, tanto para a pista de rolamento quanto para os acostamentos, para os segmentos a serem implantados com revestimento betuminoso é a indicada a seguir.

- Revestimento em Tratamento Superficial Betuminoso Duplo com Capa Selante
- Base estabilizada granulometricamente (30% de Brita 2 + 10% de Brita 0 + 30% de Pó de Pedra + 30% de Solo), com espessura de 21,0cm
- Sub-base estabilizada granulometricamente com espessura de 15,0cm

Em função da necessidade de superdimensionamento da espessura de sub-base por questões construtivas, avaliou-se o IS<sub>Cp</sub> mínimo atendido pela estrutura, concluindo-se que o mesmo é de 9%. Desta forma, quaisquer solos que apresentem  $ISC \geq 9\%$  podem ser utilizados para execução das camadas finais.

##### REVESTIMENTO PAV-S

##### *ESTACA 6+0,00 – ESTACA 14+0,00*

- Revestimento em bloco de concreto com espessura de 8,0cm e  $f_{c28} \geq 35\text{MPa}$ ;
- Camada de assentamento em areia com espessura de 5,0cm;
- Base estabilizada granulometricamente com espessura de 15,0cm;
- Subleito com  $ISC \geq 13\%$  compactado a 100% da energia do Proctor Intermediário.

### **LIMPA-RODAS**

Para implantação dos 4 limpa-rodas previstos, é indicada uma estrutura mínima exequível, composta de base com espessura de 15,0cm e revestimento em TSBD com Capa Selante.

#### **4.5.6 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

É apresentada a seguir a memória de cálculo das quantidades e distâncias médias de transporte dos itens de serviço relativos ao Projeto de Pavimentação.

No Volume 2 – Projeto de Execução, são apresentados os croquis de localização das ocorrências indicadas, bem como os quadros resumo dos resultados dos ensaios efetuados em cada uma delas, seções transversais e linear de pavimentação.

Localização (eatacas)		Ext. (m)	Revestimento	Espessura da Sub-base (cm)	Espessura da Base (cm)	Largura do Topo da Base (m)	Largura do Revestimento (m)	Largura da Regularização	Regularização do Subleito (m²)	Área Pavimentada (m²)		Sub-base estabilizada granulometricamente		Base estabilizada granulometricamente		Imprimação		TSBD com Capa Selante	PAV-S	CM-30	RR-2C	
Início	Final									TSBD	PAV-S	Consumo (m³/m)	Volume (m³)	Consumo (m³/m)	Volume (m³)	Consumo (m³/m)	Volume (m³)					Largura (m)
0 + 0,00	6 + 0,00	120,00	TSBD	15,0	21,0	12,20	10,60	13,28	1,594	1,272	1,696	235	2,6282	315	10,60	1,272	1,272,00	Área (m²)	Área (m²)	Consumo - 1,2 /m²	Peso (t)	
6 + 0,00	14 + 0,00	160,00	PAV-S	15,0	12,20	10,60	10,60	12,65	2,024	1,696	1,696	0	2,6282	283	10,60	1,696	1,696,00	Área (m²)	Área (m²)	Consumo - 3,5 /m²	Peso (t)	
14 + 0,00	117 + 8,69	2.068,69	TSBD	15,0	21,0	12,20	10,60	13,28	27,472	21,928	1,9583	4,051	2,6282	5,437	10,60	21,928	21,928,11	Área (m²)	Área (m²)			
117 + 8,69	126 + 2,00	173,31	TSBD	15,0	21,0	12,20	10,60	13,28	3,158	2,871		469	2,6282	633	10,60	2,871	2,871,00	Área (m²)	Área (m²)			
126 + 2,00	238 + 8,00	2.246,00	TSBD	15,0	21,0	12,20	10,60	13,28	29,827	23,808	1,9583	4,398	2,6282	5,903	10,60	23,808	23,807,60	Área (m²)	Área (m²)			
TOTALS RODOVIA		4.768,00							64.074,78			9.153,64	12.580,89	51.574,71		49.876,71	1.696,00			61,89	174,58	
<b>TRECHO 05</b>																						
<b>LIMP A-RODAS</b>																						
15 + 10,00			TSBD		15,0				92,72	87,47				13,51		87,47	87,47				0,105	0,306
55 + 0,00			TSBD		15,0				92,72	87,47				13,51		87,47	87,47				0,105	0,306
151 + 15,00			TSBD		15,0				92,72	87,47				13,51		87,47	87,47				0,105	0,306
236 + 0,00			TSBD		15,0				92,72	87,47				13,51		87,47	87,47				0,105	0,306
TOTALS ACESSOS									370,87					54,06		349,88	349,88				0,42	1,22
TOTALS SEGMENTO 05									64.445,66			9.153,64	12.634,94	51.924,59		50.226,59	1.696,00				62,31	175,80



PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - SUB-BASE - JAZIDA-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Jazida	Volume (m3)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0	234,99	21,57	5.068,734
47	137,85	1.817,00	0	0,00	22,95	0,000
137,85	150,008	243,16	0	4.051,01	23,98	97.137,520
150,008	237,6865	1.753,57	0	469,41	24,98	11.724,390
150,008	237,6865	1.753,57	0	4.398,23	24,98	109.854,336
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0		21,26	0,000
55			0		21,65	0,000
151,75			0		22,62	0,000
236			0		23,46	0,000
<b>TOTAIS</b>				9.153,64		223.784,981
Distância Fixa - Jazida - Estaca 0 = 21,1km					DMT	24,448
PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - BASE - JAZIDA-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Jazida	Volume (m3)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0	315,38	21,57	6.802,703
47	137,85	1.817,00	0	292,80	22,95	6.719,321
137,85	150,008	243,16	0	5.436,83	23,98	130.367,406
150,008	237,6865	1.753,57	0	633,06	24,98	15.811,792
150,008	237,6865	1.753,57	0	5.902,82	24,98	147.434,533
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0	13,51	21,26	287,243
55			0	13,51	21,65	292,581
151,75			0	13,51	22,62	305,655
236			0	13,51	23,46	317,041
<b>TOTAIS</b>				12.634,94		308.338,275
Distância Fixa - Jazida - Estaca 0 = 21,1km					DMT	24,404

PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - BRITA PARA BASE - PEDREIRA-PISTA - NPAV						
Localização		Extensão (m)	Estaca Jazida	Volume (m3)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0	315,38	5,17	1.630,504
47	137,85	1.817,00	0	292,80	6,55	1.917,401
137,85	150,008	243,16	0	5.436,83	7,58	41.203,433
150,008	237,6865	1.753,57	0	633,06	8,58	5.429,682
150,008	237,6865	1.753,57	0	5.902,82	8,58	50.628,205
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0	13,51	4,86	65,611
55			0	13,51	5,25	70,949
151,75			0	13,51	6,22	84,024
236			0	13,51	7,06	95,410
TOTALS				12.634,94		101.125,219
Distância Fixa NPAV - Pedreira - Estaca 0 = 4,7km					DMT	8,004
PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - BRITA PARA TSBD - PEDREIRA-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Jazida	Área (m2)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0	1.272,00	18,07	22.985,040
47	137,85	1.817,00	0		19,45	0,000
137,85	150,008	243,16	0	21.928,11	20,48	449.056,637
150,008	237,6865	1.753,57	0	2.871,00	21,48	61.660,309
150,008	237,6865	1.753,57	0	23.807,60	21,48	511.314,516
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0	87,47	17,76	1.553,030
55			0	87,47	18,15	1.587,581
151,75			0	87,47	19,12	1.672,208
236			0	87,47	19,96	1.745,901
TOTALS				50.228,59		1.051.575,221
Distância Fixa - Pedreira - Estaca 0 = 17,6km					DMT	20,936

PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - AREIA PARA TSBD - AREAL-PISTA - NPAV						
Localização		Extensão (m)	Estaca Jazida	Área (m2)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0	1.272,00	10,67	13.572,240
47	137,85	1.817,00	0		12,05	0,000
137,85	150,008	243,16	0	21.928,11	13,08	286.788,593
150,008	237,6865	1.753,57	0	2.871,00	14,08	40.414,909
150,008	237,6865	1.753,57	0	23.807,60	14,08	335.138,276
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0	87,47	10,36	905,752
55			0	87,47	10,75	940,303
151,75			0	87,47	11,72	1.024,930
236			0	87,47	12,56	1.098,623
TOTAIS				50.228,59		679.883,625
Distância Fixa NPAV - Areal - Estaca 0 = 10,2km					DMT	13,536
PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - PAV-S - BLOCO DE CONCRETO - CANTEIRO-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Canteiro	Área (m2)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	6,5		0,34	0,000
47	137,85	1.817,00	6,5	1.696,00	1,72	2.914,576
137,85	150,008	243,16	6,5		2,75	0,000
150,008	237,6865	1.753,57	6,5		3,75	0,000
150,008	237,6865	1.753,57	6,5		3,75	0,000
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			6,5		0,03	0,000
55			6,5		0,42	0,000
151,75			6,5		1,39	0,000
236			6,5		2,23	0,000
TOTAIS				1.696,00		2.914,576
					DMT	1,719

PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - AREIA PARA PAV-S - AREAL-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Areal	Área (m2)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	0		40,17	0,000
47	137,85	1.817,00	0	1.696,00	41,55	70.466,256
137,85	150,008	243,16	0		42,58	0,000
150,008	237,6865	1.753,57	0		43,58	0,000
150,008	237,6865	1.753,57	0		43,58	0,000
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			0		39,86	0,000
55			0		40,25	0,000
151,75			0		41,22	0,000
236			0		42,06	0,000
TOTAIS				1.696,00		70.466,256
Distância Fixa - Areal - Estaca 0 = 39,7km					DMT	41,549
PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - CM-30 - CANTEIRO-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Canteiro	Peso (t)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	6,5	1,526	0,34	0,519
47	137,85	1.817,00	6,5	2,035	1,72	3,497
137,85	150,008	243,16	6,5	26,314	2,75	72,325
150,008	237,6865	1.753,57	6,5	3,445	3,75	12,909
150,008	237,6865	1.753,57	6,5	28,569	3,75	107,047
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			6,5	0,105	0,03	0,003
55			6,5	0,105	0,42	0,044
151,75			6,5	0,105	1,39	0,146
236			6,5	0,105	2,23	0,234
TOTAIS				62,31		196,724
					DMT	3,157

PMPK - TRECHO 05 - ÁGUA PRETA - ÁGUA PRETINHA - DIV. ATILIO VIVACQUA						
QUANTIDADES DE PAVIMENTAÇÃO - DMT - RR-2C - CANTEIRO-PISTA						
Localização		Extensão (m)	Estaca Canteiro	Peso (t)	DMT (km)	Momento de Transporte
Est.Inicial	Est.Final					
<b>Pista de Rolamento</b>						
0	47	940,00	6,5	4,452	0,34	1,514
47	137,85	1.817,00	6,5	0,000	1,72	0,000
137,85	150,008	243,16	6,5	76,748	2,75	210,949
150,008	237,6865	1.753,57	6,5	10,049	3,75	37,651
150,008	237,6865	1.753,57	6,5	83,327	3,75	312,220
<b>Limpa-rodas</b>						
15,5			6,5	0,306	0,03	0,008
55			6,5	0,306	0,42	0,129
151,75			6,5	0,306	1,39	0,425
236			6,5	0,306	2,23	0,683
TOTAIS				175,80		563,578
					DMT	3,206





---

## *4.6 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO*

---





## **4.6 – PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

### **4.6.1 – INTRODUÇÃO**

Constitui-se este projeto dos sistemas de sinalização horizontal e vertical a serem implementados em rodovias vicinais no município de Presidente Kennedy/ES, Trecho 05 - Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua.

O Projeto de Sinalização foi desenvolvido no Trecho 05 entre as estacas 0+0,00 e 245+13,75, de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviço, atualmente em vigor no DNIT.

### **4.6.2 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Com a finalidade de garantir ao usuário da rodovia a maior segurança possível, regulamentando o uso da via e advertindo sobre perigos potenciais, tem a sinalização o objetivo de orientar e fornecer as informações necessárias durante o seu deslocamento ao longo do trajeto.

Na elaboração do Projeto de Sinalização, procurou-se através de pintura de faixas, marcas no pavimento, sinais convencionais e elementos auxiliares de percurso, transmitir ao usuário da rodovia mensagens simples e de fácil visualização nas condições de visibilidade e velocidade de operação do local.

Os dispositivos de sinalização estão locados em posições preestabelecidas, de forma a divulgar, comunicar e assinalar com a oportunidade necessária, os regulamentos de trânsito e as restrições específicas que devem ser imposta.

Consideraram-se para elaboração deste projeto o Manual de Sinalização Rodoviária – 1999 e 2010, 3ª Edição, em conciliação com a Resolução nº 160, de 22 de abril de 2004, ANEXO II, o manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN - volumes, I, II, III e IV, além de experiências técnicas adquiridas anteriormente sobre o assunto.

### **4.6.3 – SINALIZAÇÃO VERTICAL - METODOLOGIA ADOTADA**

#### **4.6.3.1 – ASPECTOS GERAIS**

Dentro do espírito de padronização, procurou-se elaborar um trabalho que melhor atendesse a finalidade, evitando-se o uso excessivo de placas, que além de sobrecarregar o projeto do ponto de vista econômico, tornando-o menos funcional.

A posição e o dimensionamento das placas foram estabelecidos em função da velocidade de operação considerada de 60 km/h, para rodovia Classe III, região ondulada - DNIT.

As placas serão confeccionadas em chapa de aço nº 16 tratada quimicamente, as películas serão refletivas do Tipo I-A, conforme disposto na Norma ABNT NBR 14644/2007 e Norma DNIT 101/2009 – ES.

O serviço executado e quantificado para implementação deste subsistema de sinalização viária foi o de Implantação, operação destinada à instalação dos dispositivos projetados para as características das condições locais a que se destinam.

Sendo assim, os dispositivos a serem implantados apresentam as características conforme a seguir relacionadas, devendo obedecer, no que couber, a especificação – DNIT 101/2009, sendo as cores, em linhas gerais, definidas pelo Álbum de Sinalização Rodoviário do DNIT.

#### **4.6.3.2 – ADVERTÊNCIA**

Placas quadradas com a seguinte dimensão: 0,60m x 0,60m conforme apresentado em linear.

#### **4.6.3.3 – REGULAMENTAÇÃO**

Placas circulares de diâmetro igual a 0,75m e octogonal L=0,35m.

#### **4.6.3.4 – INDICATIVA**

Placas retangulares de dimensões variadas em função da quantidade de informações nela contida.

Para se definir o tamanho a ser adotado, levou-se em consideração, além da quantidade de informação nela contida, a velocidade de aproximação de 60 km/h, sendo a distância de visibilidade igual a 145,0 m.

A partir da velocidade de aproximação (km/h) e da distância de visibilidade (m), definidas, estabeleceu-se as seguintes alturas de letras a serem adotadas:

- $h = 15,0$  cm - para 40 e km/h 60 km/h.

Com as alturas das letras estabelecidas e de posse da tabela de diagramação contida no Manual de Sinalização Rodoviário, determinaram-se as dimensões das placas a serem aplicadas, somando-se as larguras das letras com os espaçamentos. Por outro lado, a distância de uma palavra a outra é igual à altura da maiúscula, enquanto que o espaço mínimo entre duas linhas é igual a  $3/4$  (um meio) da altura média das letras.

#### **4.6.3.5 – EDUCATIVAS**

Placas retangulares de dimensão 2,00m x 1,00m, diagramadas e dimensionadas da mesma maneira, para altura de letra, iguais a 15,0 centímetros.

#### **4.6.3.6 - SERVIÇOS AUXILIARES**

São placas de forma retangular com o lado maior posicionado na vertical e dimensões de 0,50 m x 0,80 m, será utilizado a placa I-12 - Ônibus.

#### **4.6.3.7 – DELINEADORES**

São placas de forma retangular com o lado maior posicionado na vertical e dimensões de 0,50 m x 0,60 m, previsto em curvas acentuadas.

#### **4.6.3.8 – POSICIONAMENTO E CODIFICAÇÃO DOS SINAIS**

Como os sinais de regulamentação e advertência são colocados para proteger, principalmente, o usuário não habituado à via, é fundamental que eles transmitam a posição e a característica da condição a que se referem.

A distância entre o sinal e sua causa foi, no projeto, tomada como 150 metros, entretanto, foi alterada ocasionalmente em função das peculiaridades do local.

De qualquer maneira, procurou-se obter uma distância, tal que, dê ao usuário o tempo suficiente para compreender a mensagem e reagir, executando a manobra necessária.

A codificação das placas constantes do projeto segue, em linhas gerais, as formalizadas pelo Álbum de Sinalização Rodoviária – DNIT, em conformidade com a Resolução nº. 160 do CONTRAN.

#### **4.6.4 – SINALIZAÇÃO HORIZONTAL**

##### **4.6.4.1 – ASPECTOS GERAIS**

A sinalização horizontal, subsistema da sinalização viária, compreende todas as marcas, símbolos e legendas apostos sobre o pavimento, e caracteriza-se por sua eficiência em orientar e controlar o tráfego, não obstante, suas limitações, quais sejam:

- Pouca visibilidade durante as chuvas e neblina;
- Curta duração, quando submetida ao tráfego pesado.

O serviço executado e quantificado para implementação deste subsistema foi classificada em:

- Marcas Longitudinais: separam e ordenam as correntes de tráfego;
- Marcas Transversais: ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e disciplinamos deslocamentos de pedestres;
- Marcas de Canalização: orientam os fluxos de tráfego em uma via;
- Inscrições no Pavimento: melhoram a percepção do condutor quanto as características de utilização da via.

##### **4.6.4.2 – MARCAS LONGITUDINAIS UTILIZADAS**

###### **LINHA DUPLA CONTÍNUA (LFO-3)**

Demarcação de proibição de ultrapassagem, em toda a sua extensão, deverá ser dupla e contínua com 10,00 (dez) centímetros de largura para cada faixa demarcada, mantendo o afastamento entre si de 10,00 (dez) centímetros.

Foram previstas interrupções destas faixas em trechos pequenos para indicar locais em que, embora seja proibida a ultrapassagem, é permitida a travessia da rodovia.

Com o objetivo de se evitar o perigo decorrente, quando por má conservação ocorrer o desaparecimento das faixas de proibição de ultrapassagem, foi projetada para ser implantado, no início de cada área de proibição, a placa “PROIBIDO ULTRAPASSAR”.

### **LINHA DE BORDO (LBO) E LINHA DE CONTINUIDADE (LCO)**

A pintura de demarcação dos bordos (LBO) será contínua, com 10,00 (dez) centímetros de largura e afastada 10,00 (dez) centímetros do bordo da pista.

Exceto nos locais de acesso, as faixas serão interrompidas (LCO), obedecendo à cadência de 1:1,00 (um) metro, demarcados para 1,00 (um) metro de intervalo, mantendo a mesma largura e afastamento que as Linhas de Bordo.

#### **4.6.4.3 – PADRÃO DE CORES E MATERIAIS**

As cores empregadas nas demarcações da via serão branca (N 9,5) e amarela (10 YR 7,5/14).

A demarcação das marcas longitudinais, transversais, de canalização e legendas, será executada com material acrílico – TMD=600, vida útil 2 a 3 anos, com taxa=0,80L/m<sup>2</sup>, a espessura úmida de tinta a ser aplicada deve ser de 0,4mm a 0,6mm, a ser obtida de uma só passada da máquina sobre o revestimento.

A escolha do material a ser utilizado para promover as demarcações viárias da rodovia, conforme Especificação de Serviço e DNIT 100/2009, esta fundamentada na natureza do projeto como também, no VMD para o ano de abertura e o ano final de vida útil.

As demarcações deverão ser complementadas pela adição de microesferas de vidro retro refletivo, Tipo II (Drop-on) conforme Especificação DNER-EM 373/2000.

A fim de garantir perfeito alinhamento e excelente configuração geométrica na pintura das linhas, deverá ser executada a pré-demarcação da pintura a ser executada.

A cor branca deverá ser usada quando ocorrer as seguintes situações:

- Separar movimentos veiculares de mesmo sentido;
- Delimitar áreas de circulação;
- Delimitar trechos de pistas, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais;
- Regularizar faixa de travessias de pedestres;
- Regularizar linha de transposição e ultrapassagem;
- Demarcar linha de retenção e linha de “Dê a preferência”, e;
- Inscrever setas, símbolos e legendas.

A cor amarela deverá ser usada quando ocorrer as seguintes situações:

- Separar movimentos veiculares de fluxos opostos;
- Regularizar ultrapassagem e deslocamento lateral;
- Delimitar espaços proibidos para estacionamento e/ou parada;

#### **4.6.4.4 – DISPOSITIVOS AUXILIARES DE SINALIZAÇÃO**

Compõe-se este projeto dos seguintes dispositivos de sinalização:

#### **4.6.4.5 – TACHAS**

Foram empregados com vistas a alertar sobre perigos iminentes, na extensão total da rodovia, possibilitando, à noite, ou em condições adversas de tempo, a prévia percepção das suas sinuosidades e ondulações.

No projeto foi previsto a implantação destes dispositivos para os seguintes locais, conforme abaixo discriminados:

#### **LINHA DE BORDO**

Tachas bidirecionais brancas com elementos refletores brancos, e espaçamento de 4,00 m numa extensão de 152,00 m antes de obstáculos ou obras de arte, 4,00 m em trechos sinuosos e 16,00 m em tangente.

#### **LINHA DE BORDO NAS ÁREAS DAS INTERSEÇÕES E ACESSOS**

Tachas mono direcionais brancas com elementos refletores brancos e espaçados de 4,00 m.

#### **LINHA DE FLUXOS OPOSTOS DE CIRCULAÇÃO – LFO-2, LFO-3 E LFO-4**

Tachas bidirecionais amarelas com elementos refletores amarelos e espaçamentos de 4,00 m.

#### **4.6.5 – SINALIZAÇÃO DAS OBRAS**

A sinalização nos trechos da rodovia em obras tem como objetivo o controle do trânsito, visando a segurança do usuário e do operário quando em serviço na pista.

Os dispositivos, sinais, posicionamento, cores, aplicação, etc., adotados no Projeto de Sinalização de Obras obedecem ao que preconiza o Manual de Sinalização de obras e emergências em rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2010).

A aquisição, fornecimento, transporte e a implantação dos dispositivos bem como, a operacionalidade do sistema, ficarão a cargo da firma Construtora, não sendo objeto de medição.

Este projeto deverá ser constituído dos seguintes itens:

- Sinalização vertical de Advertência;
- Sinalização vertical de Regulamentação;
- Sinalização vertical de Indicação de obras;
- Sinalização horizontal de obras;
- Dispositivos de Canalização e segurança;
- Dispositivos e procedimentos de segurança;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Controle de Trânsito.







---

## *4.7 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES*

---



## **4.7 – PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

### **4.7.1 – INTRODUÇÃO**

Os serviços a serem executados, referentes às obras complementares, objetivaram dotar a rodovia dos seguintes dispositivos: Cercas, Defensas metálicas, Abrigo em parada de ônibus.

Considerou-se para elaboração destes projetos, as normas e projetos-tipo adotados pelo DNIT, além de experiências técnicas adquiridas anteriormente sobre o assunto.

### **4.7.2 – CERCAS**

Estes dispositivos foram projetados objetivando delimitar a faixa de domínio da rodovia e impedir, quando for o caso, a passagem de animais.

O projeto contemplou a implantação de cercas por meio da utilização de mourões de concreto, seção quadrada, com 04 fios de arame farpado, conforme Especificação DNIT 099/2009 e, projeto-tipo elaborado e apresentado anexo em meio digital.

As cercas a serem implantadas foram posicionadas neste projeto a uma distância compatível com a área a ser desapropriada, conforme orientação da Fiscalização, aos limites dos dispositivos de drenagem superficial projetados.

A implantação desse trecho rodoviário estribado no Cadastro para Desapropriações e nas melhorias planialtimétricas impostas ao traçado atual acarretarão a remoção destes dispositivos.

### **4.7.3 – DEFENSAS**

As defensas metálicas destinam-se a amortecer o choque de veículos desgovernados, reconduzindo o mesmo à pista, nos casos de colisões e derrapagens, tendo efeito restrito no caso de impactos muito violentos.

No presente trabalho, levando-se em consideração os levantamentos efetuados pelos quais foram verificados locais onde se faz necessário a sua adoção, foi previsto a implantação destes dispositivos do tipo simples, 01 lâmina, e semi-maleáveis.

Serão implantadas defensas constituídas por chapas metálicas perfil “W” ABNT e montantes metálicos nos bordos externos das curvas acentuadas, nos locais com aterros altos e acesso a obra de arte especial, conforme determina o nomograma do índice de necessidade - NBR 6971.

Todas as extremidades de entrada e saída desses dispositivos serão dotadas de terminais de ancoragem com extensão de 16,00 metros.

Para assegurar sua correta implantação e ancoragem às margens da rodovia, deverá ser obedecida a especificação DNER-ES 144/85.

#### **4.7.4 – ABRIGO EM PARADA DE ÔNIBUS**

Os locais que hoje atendem como ponto de parada de ônibus, sem qualquer disciplinamento, encontram-se desprovidos de abrigos, expondo os usuários a todas as variações climáticas.

O projeto contemplou a implantação de abrigos padronizados em ambos os lados da via, dispondo os locais de parada de ônibus com dispositivos disciplinadores de entradas e saídas. Os abrigos de ônibus a serem implantados, todos em trechos considerados rurais terão dimensões de 3,40m x 6,00m, conforme projetos detalhados do DER-ES.

#### **4.7.5 – CALÇADA EM CONCRETO SIMPLES**

Visando assegurar a condição de segurança e acessibilidade dos transeuntes está prevista a execução de calçada no perímetro urbano de Água Pretinha, em frente à escola Unidocente Água Preta. As calçadas serão executadas em concreto simples, com laje de concreto com 0,08m de espessura e largura variável.



---

## *4.8 – PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS*

---



## 4.8 – PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

### 4.8.1– CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Trata-se de ponte sobre o canal Água Preta na estaca 237 do Trecho 05 Lote II (Água Pretinha/Água Preta – Divisa Atílio Vivácqua). A obra se desenvolve a partir da estaca 237+16,00 até a estaca 238+16,00.

Do ponto de vista hidrológico o nível de máximo cheia para tempo de recorrência de 100 anos, está na cota 23,71.

Trata-se de OAE com 20,00m de extensão e 11,40m de largura em tangente. Tal extensão é configurada por um tramo único, bi-apoiado, constituído por três vigas moldadas in-loco. A seção transversal possui “um ponto alto” (cumieira) no centro do tabuleiro com caimento de 2% para cada lado.

Para transmissão dos esforços horizontais verticais da superestrutura para a Meso/Infraestrutura estão previstos aparelhos de apoio em borracha de neoprene fretado.

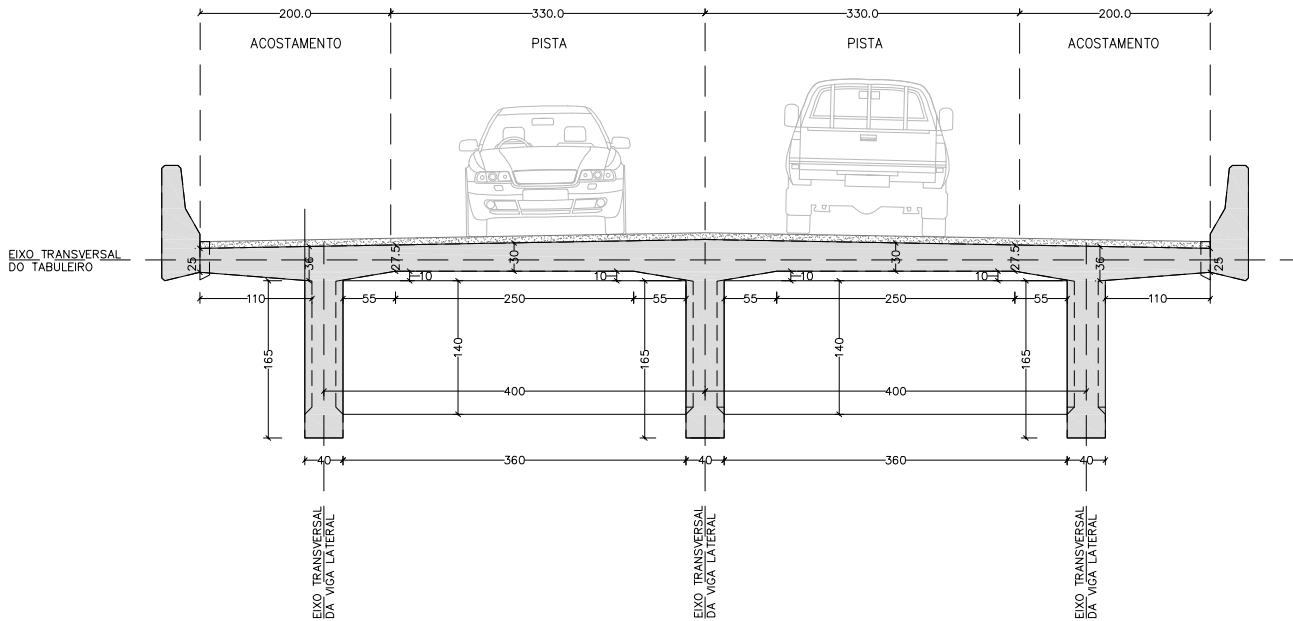
A Mesoestrutura é configurada por dois encontros do tipo nervurado onde se configuram duas linhas de três pilares em cada um dos extremos da estrutura, ligados por parede de contenção, a serem executados em concreto armado moldado in-loco. As saias dos aterros de acesso, no trecho em que os mesmos abraçam os encontros, serem revestidas por enrocamento formado por estrutura executada em pedra lançadas/arrumadas, advindas de pedreiras, desmonte de rochas ou seixos rolados da própria obra, de tal forma a proporcionar proteção contra efeitos erosivos ou solapamentos, causados pelos fluxos d'água.

Quanto à drenagem, estão previstos drenos Ø 100 mm de PVC, distribuídos de 3,00 em 3,00m.

A obra está dimensionada para o trem-tipo TB-45, conforme especificações da NBR-7188 “Carga móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre”. Além da Norma acima citada, foram observadas as Normas de ABNT em suas últimas edições.

Quanto às fundações, estas estão projetadas em estacas do tipo raiz, com diâmetro de 410 mm para carga estrutural de trabalho de 120 t, com  $f_{ck} = 20\text{MPa}$  e consumo mínimo de cimento de 600  $\text{kg/m}^3$ .

A seguir apresentamos algumas características geométricas da ponte:



#### 4.8.2 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No Volume 2A – Projeto de Execução de OAE é apresentada a documentação gráfica do Projeto de Execução da Estrutura e no Volume 3C– Memória de Cálculo de Estruturas a Memória de Cálculo.





---

## ***4.9 – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO***

---



## 4.9 – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

### 4.9.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto de Desapropriação tem por objetivo identificar, quantificar e avaliar o custo das indenizações das áreas das propriedades lindeiras atingidas pelas intervenções realizadas quando das obras previstas nos projetos executivos de engenharia para implantação/pavimentação de rodovia municipal localizada no município de Presidente Kennedy, no Estado do Espírito Santo, denominado Trecho 05 - Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua.

### 4.9.2 – METODOLOGIA

Tomando-se por base os levantamentos topográficos, o projeto geométrico, a caracterização das benfeitorias e vistorias realizadas “in loco”, os resultados (áreas, valores, etc.) serão apresentados a partir do preenchimento do modelo de ficha cadastral utilizado para cada imóvel com os valores indenizatórios a serem atribuídos às áreas em questão.

Para tanto, se tomou como base as diretrizes estabelecidas na IS-219: Projeto de Desapropriação, (publicação IPR/DNIT N° 746 de 2011)

Trata-se de segmento rodoviário não pavimentado, tendo os locais a serem desapropriados a fisionomia de um corredor tipicamente rural, conforme classificação e definições, estabelecidas para este estudo.

A área total a ser desapropriada será definida a partir do levantamento dos trechos que sofreram melhoramentos tais como, correção de curvas e o alargamento da plataforma existente segundo a Classe adotada para cada Trecho de projeto.

Os limites iniciais e finais das áreas totais sujeitas à desapropriação, será definido, nas plantas cadastrais, por suas coordenadas topográficas plano retangulares como também, amarradas pelas distâncias em relação aos bordos da via existente, conforme as nomenclaturas atribuídas: P1, P2, P3, etc.

### **4.9.3 – DEFINIÇÕES**

As denominações adotadas para caracterizar as áreas de interesse ao cadastramento, obedecem ao que abaixo é apresentado:

#### **4.9.3.1 – ÁREAS DE TERRA**

Entenda-se como terra nua ou áreas de terra, os lotes ou loteamentos, com ou sem ocupação, e pertencente ao município, ao estado, à federação, a particulares ou a agremiações sociais bem como, os acessos a fazendas, a imóveis residenciais, comerciais ou industriais.

#### **4.9.3.2 – BENFEITORIAS**

Entenda-se “qualquer melhoramento incorporado ao solo, permanentemente, pelo homem, de modo que não se possa ser retirado sem destruição, modificação, fratura ou danos”. Seriam as edificações, residências, galpões, estrebarias, estábulos e outras obras de diversas finalidades, tais como muros, cercas, calçamentos etc.

#### **4.9.3.3 – CULTURAS PERMANENTES**

São as lavouras programadas para uma duração mínima de várias colheitas ou anos cuja destruição envolveria lucros cessantes de diversos anos futuros.

#### **4.9.4 – PREMISSAS ADOTADAS**

Nas pesquisas de campo, as propriedades foram identificadas com base nos levantamentos efetuados “in loco” como também, a partir das imagens de satélites utilizadas para os estudos.

O valor da terra nua, com ou sem cultura, seguindo informações de imobiliárias locais e pessoas ligadas a atividades de compra e venda de propriedades, foi estabelecido em R\$ 12.000,00 (Doze mil reais) o hectare ou R\$ 1,20/m<sup>2</sup> (Um real e vinte centavos por metro quadrado).

O valor das benfeitorias no cálculo do Laudo de Avaliação adotou-se o método de quantificação de custos a partir da tabela de Custos Unitários de Construção – SINDUSCON-ES, de dezembro de 2014 e levando em consideração o estado de conservação, a idade aparente e a vida útil das benfeitorias foi estabelecido em R\$ 332,21/m<sup>2</sup> (Trezentos e trinta e dois reais e vinte e um centavos) o metro quadrado de construção.

#### **4.9.5 – RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS**

Para implantação / pavimentação das rodovias, foi cadastrada, identificado e localizado, no **Trecho 05 - Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivácqua**, 05 (cinco) proprietários ao longo de todo segmento, sendo previstas 06 (seis) áreas a serem desapropriadas.

QUADRO RESUMO DAS ESTIMATIVAS DAS DESAPROPRIAÇÕES																										
ESTIMATIVA Nº	LOCALIZAÇÃO			CUSTO DA DESAPROPRIAÇÃO																						
	ESTACA	FINAL	LADO	FX DE DOMÍNIO	PROPRIETÁRIO	TERRENO (m²)	REMANESCENTE	QUANTIDADE	DESAPROPRIADA	BENFEITORIA (m²)	REMANESCENTE	DESAPROPRIADA	PLANTAÇÃO (m²)	REMANESCENTE	TERRENO	VALOR BASE/m² (R\$)	TOTAL (R\$)	VALOR BASE/m² (R\$)	TOTAL (R\$)	BENFEITORIA	VALOR BASE/m² (R\$)	TOTAL (R\$)	PLANTAÇÃO	VALOR BASE/m² (R\$)	TOTAL (R\$)	
1	0 + 0,00	56 + 5,60	E/D	VARIÁVEL	ARI FERREIRA DA ROCHA	30.724,60		1,00	6,34						1,20	36.869,52	2.106,21	332,21	2.106,21							38.975,73
2	54 + 9,50	58 + 17,00	E/D	VARIÁVEL	CARLOS LÚCIO	2.010,70		1,00	38,89						1,20	2.412,84	12.919,65	332,21	12.919,65							15.332,49
3	57 + 17,00	119 + 10,80	E/D	VARIÁVEL	CLIZINO CALIXTO	34.149,02									1,20	40.978,82										40.978,82
4	119 + 10,80	136 + 17,80	E	VARIÁVEL	CAMILO COIA	4.050,98									1,20	4.861,18										4.861,18
5	119 + 10,80	151 + 19,00	E/D	VARIÁVEL	DILMAR DE OLIVEIRA	16.435,16		1,00	152,65						1,20	19.722,19	50.711,86	332,21	50.711,86							70.434,05
6	151 + 12,90	149 + 18,60	E/D	VARIÁVEL	CAMILO COIA - 02	67.406,68		2,00	78,23				10.785,09		1,20	80.888,02	25.988,79	332,21	25.988,79					12.942,11		119.818,91
					<b>TOTAIS</b>	<b>154.777,14</b>	<b>0,00</b>	<b>276,11</b>	<b>0,00</b>	<b>10.785,09</b>	<b>0,00</b>	<b>185.732,57</b>	<b>91.726,50</b>	<b>12.942,11</b>	<b>290.401,18</b>											

#### **4.9.6 – ESTIMATIVAS DE ÁREAS**

As áreas interferentes com o projeto de implantação da **Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy – ES (PMPK) - Trecho 05 - Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua**, são apresentadas a seguir em plantas individuais cadastrais, constando o nome do proprietário, seu endereço, telefone para contato, as áreas específicas a serem desapropriadas e os valores estimados.

As planilhas apresentadas devem ser utilizadas na época oportuna, quando da realização dos efetivos serviços de desapropriação.

#### **4.9.7 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

São apresentados no Volume 3E – Cadastro para Desapropriação as planilhas de estimativas de áreas, as plantas individuais e o cadastro geral de desapropriação.







---

## 5.0 – QUADROS DE QUANTIDADES E MEMÓRIA DE CÁLCULO

---



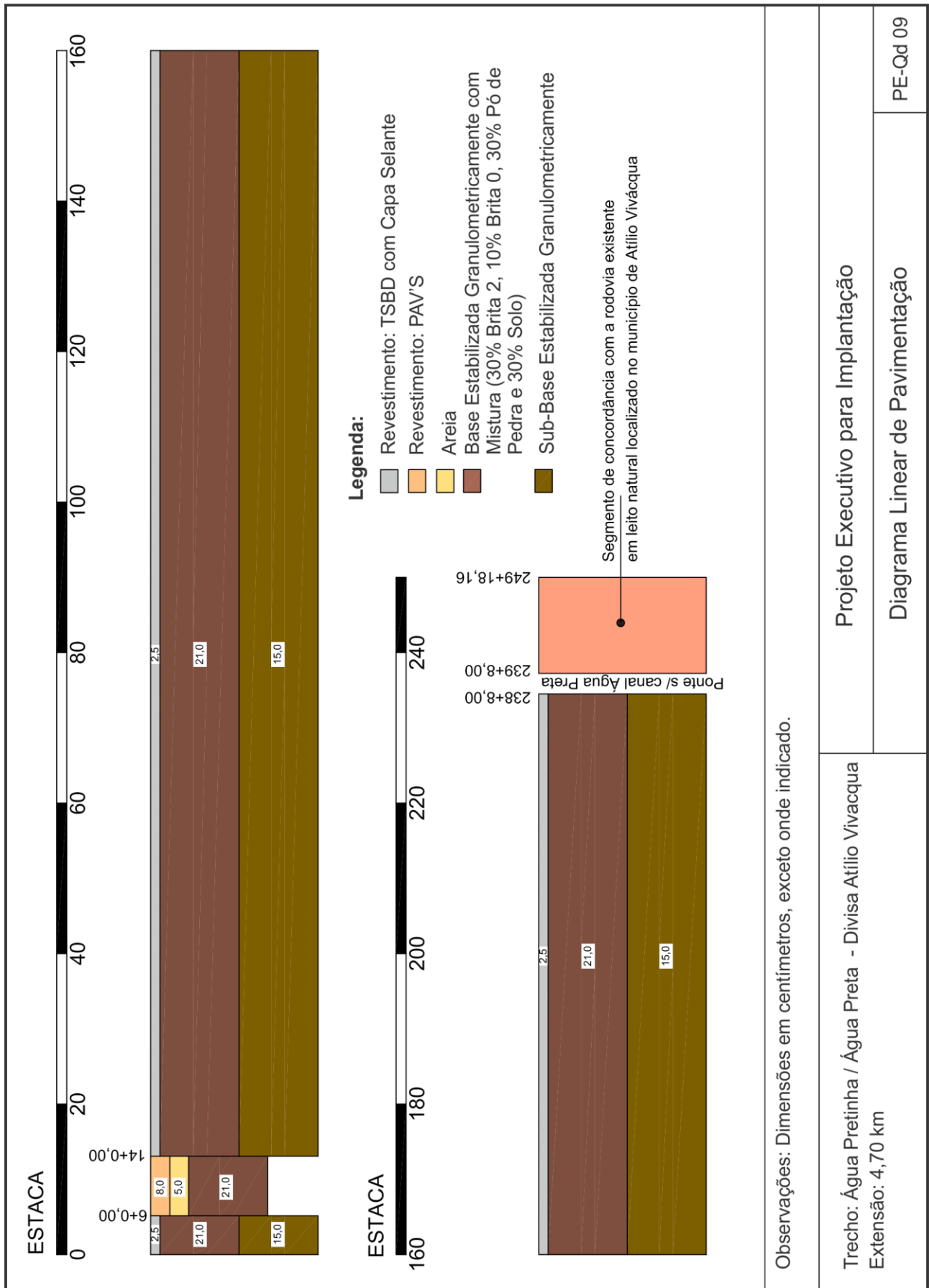


---

## *5.1 – DIAGRAMA LINEAR DE PAVIMENTAÇÃO (QUADRO PE QD 09)*

---









---

## *5.2 – QUANTIDADES DE SERVIÇOS (QUADRO PE QD 10)*

---





CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>TERRAPLENAGEM</b>						
	<b>TRECHO 05</b>						
40167	Limpeza, desmatamento e destocamento de árvores com diâmetro até 15 cm. com trator de esteira	DNIT 104/2009-ES		m²	169.543,73		
40221	Escavação e carga de material de 1ª categoria, com trator de esteira e pá carregadeira (Compensação Lateral - DMT<50m)	DNIT 106/2009-ES		m³	21.289,00		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 51 a 100m)	DNIT 106/2009-ES		m³	362,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,09	t	615,40		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 101 a 200m)	DNIT 106/2009-ES		m³	8.698,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,16	t	14.786,60		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 201 a 400m)	DNIT 106/2009-ES		m³	23.157,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,27	t	39.366,90		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 401 a 600m)	DNIT 106/2009-ES		m³	23.842,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,45	t	40.531,40		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 601 a 800m)	DNIT 106/2009-ES		m³	16.385,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,68	t	27.854,50		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 801 a 1000m)	DNIT 106/2009-ES		m³	30.556,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,82	t	51.945,20		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 1001 a 1200m)	DNIT 106/2009-ES		m³	339,00		
Observações: * Densidade do solo: 1,7 t/m³							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km							

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		1,06	t	576,30		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 12001 a 1400m)	DNIT 106/2009-ES		m³	3.639,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		1,36	t	6.186,30		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (de 1401 a 1600m)	DNIT 106/2009-ES		m³	1.484,00		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		1,67	t	2.522,80		
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (acima de 10001m)	DNIT 106/2009-ES		m³	65,00		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)	DNIT 106/2009-ES	23,67	t	110,50		
42547	Espalhamento de material de 1ª categoria com motoniveladora - (Material de 1ª Cat. - Bota - Fora)	DNIT 108/2009-ES		m³	65,00		
43340	Compactação de aterros 100% PI	DNIT 108/2009-ES		m³	23.693,00		
40228	Compactação de aterros 100% PN	DNIT 108/2009-ES		m³	78.473,00		
41095	Remoção de solos moles, incluindo carregamento mecânico com escavadeira hidráulica	EP-T-01		m³	5.900,00		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)		27,08		10.030,00		
42547	Espalhamento de material de 1ª categoria com motoniveladora	DNIT 108/2009-ES		m³	7.670,00		
	Bica corrida sem frete, fornecimento e transporte			m³	4.560,00		
40177	Espalhamento de material de 1ª categoria com trator de esteiras (bica corrida)	EP-T-02		m³	4.560,00		
	Pedra de mao (incl. 0% IUM) s/ frete, fornecimento e transporte			m³	1.340,00		
40177	Espalhamento de material de 1ª categoria com trator de esteiras (pedra de mão)	EP-T-02		m³	1.340,00		
Observações: * Densidade do solo: 1,7 t/m³							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km		PE-Qd-10					



CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>PAVIMENTAÇÃO TECHO 05</b>						
40753	Regularização e compactação do subleito (100% P.I.) H = 0,15m	DNIT 137/2010-ES		m²	64.445,66		
40109	Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura inclusive escavação e carga	DNIT 139/2010-ES		m³	9.153,64		
42045	Aquisição de solo de jazida			m³	11.307,44		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)- Transporte de material de jazida para sub base		24,48	t	19.222,64		
42043	Bonificação de 15% sobre aquisição de materiais			%	0,15		
	Base de solo brita, 30% de solo, 30% de brita 2, 10% de brita 0 e 30% de pó de pedra, inclusive fornecimento da brita e transporte	DNIT 141/2010-ES		m³	12.634,94		
42045	Aquisição de solo de jazida			m³	4.905,33		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)- Transporte de material de jazida para base		24,40	t	8.339,06		
42043	Bonificação de 15% sobre aquisição de materiais			%	0,15		
40816	Imprimação exclusiva fornecimento e transporte comercial do material betuminoso	DNIT 144/2010-ES		m²	51.924,59		
40873	T.S.B.D. com capa selante, executado c/ Multidistribuidor exclus. form. e transp. com. da emulsão, inclus. lavagem brita e transp.	DNIT - ES 147/2010		m²	50.228,59		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km		PE-Qd-10					

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
40898	Pavimentação com blocos de concreto (35 MPa) esp.->08 cm.colchão areia esp.->5cm. inclusive fornecim. do bloco e areia, exclusive transp. blocos e areia	EP-P-01		m²	1.696,00		
60024	Transporte de areia para colchão areia 5cm		41,55	m³	152,64		
60024	Transporte de Blocos de Concreto para Pavimentação		34,95	m³	325,63		
	MATERIAL BETUMINOSO						
40968	Asfalto Diluido CM-30 - para Imprimação	EM 363/97		t	62,31		
40969	Emulsão RR-2C, fornecimento - para TSBD	EM 369/97		t	175,80		
40972	Bonificação de 15.0% sobre Materiais Betuminosos			%	0,15		
60008	CM-30, transporte		407,39	t	62,31		
60008	RR-2C, transporte		407,44	t	175,80		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4.70 Km		PE-Qd-10					

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>OBRAS DE ARTE CORRENTES E DRENAGEM</b> <b>TRECHO 05</b>						
40283	Escavação mecânica em material 1ª cat. H =1,50 a 3,00m (Implantação)	EP-D-01		m³	379,21		
40303	Reaterro de cavas c/ compactação mecânica (compactador manual) (Implantação)	EP-D-02		m³	152,55		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)		17,89	t	315,30		
40283	Escavação mecânica em material 1ª cat. H =1,50 a 3,00m (Demolição)	EP-D-01		m³	44,67		
40303	Reaterro de cavas c/ compactação mecânica (compactador manual) (Demolição)	EP-D-02		m³	76,46		
60019	LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante)		0,68	t	89,17		
40433	Corpo BSTC (greide) diâmetro 0,80m CA-1 PB inclusive escavação, reaterro e transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	142,00		
40449	Corpo BSTC (grota) diâmetro 0,80 m CA-1 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	50,00		
40452	Corpo BSTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-1 MF exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	18,00		
40457	Corpo BSTC (grota) diâmetro 1,20 m CA-1 MF exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	21,00		
40476	Corpo BDTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-1 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	24,00		
40498	Corpo BTTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-1 MF exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	28,00		
40507	Corpo BTTC (grota) diâmetro 1,20m CA-3 MF exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo	DNIT 023/2006-ES		m	47,00		
40515	Berço de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 0,80m	DNIT 023/2006-ES		m	192,00		
40516	Berço de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		m	18,00		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km		PE-Qd-10					

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
40517	Berço de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,20 m	DNIT 023/2006-ES		m	21,00		
40521	Berço de concreto ciclópico para BDTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		m	24,00		
40526	Berço de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		m	28,00		
40527	Berço de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,20m	DNIT 023/2006-ES		m	47,00		
40531	Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 0,80m	DNIT 023/2006-ES		unid.	16,00		
40532	Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		unid.	2,00		
40533	Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,20 m	DNIT 023/2006-ES		unid.	2,00		
40537	Boca de concreto ciclópico para BDTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		unid.	2,00		
40542	Boca de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,00 m	DNIT 023/2006-ES		unid.	2,00		
40543	Boca de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,20 m	DNIT 023/2006-ES		unid.	4,00		
	Caixa Coletora para BSTC Ø 0,80 H-> 1,80m	DNIT 026/2006-ES		unid.	1,00		
	Caixa Coletora para BSTC Ø 0,80 H-> 2,00m	DNIT 026/2006-ES		unid.	1,00		
	Caixa Coletora para BSTC Ø 0,80 H-> 2,20m	DNIT 026/2006-ES		unid.	4,00		
	Caixa Coletora para BSTC Ø 0,80 H-> 2,40m	DNIT 026/2006-ES		unid.	3,00		
40732	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-01)	DNIT 022/2006-ES		unid.	33,00		
40735	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-04)	DNIT 022/2006-ES		unid.	10,00		
40736	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-05)	DNIT 022/2006-ES		unid.	1,00		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km							

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
40737	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-06)	DNIT 022/2006-ES		unid.	1,00		
40739	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-08)	DNIT 022/2006-ES		unid.	1,00		
	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-11)	DNIT 022/2006-ES		unid.	1,00		
40742	Dissipador de energia aplicado a saída de bueiro/descida d'água de aterro (DEB-12)	DNIT 022/2006-ES		unid.	2,00		
40747	Remoção de bueiros existentes	DNIT 027/2004-ES		m	47,20		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) encaminhamento dos tubos ao BF		23,13	t	133,80		
40673	Entrada para descida d'água EDA-01	DNIT 021/2004-ES		unid.	43,00		
40674	Entrada para descida d'água EDA-02	DNIT 021/2004-ES		unid.	2,00		
40659	Meio fio sarjeta de concreto tipo DP-1 (0,035 m²/m) inclusive caiação	DNIT 020/2006-ES		m	2.690,00		
	Meio fio tipo DP-3	DNIT 020/2006-ES		m	160,00		
40662	Meio fio de concreto MFC 05, inclusive caiação	DNIT 020/2006-ES		m	270,00		
40666	Sarjeta de concreto DP-1 (0,081m²/m) calha triangular, inclusive caiação	DNIT 018/2006-ES		m	3.328,00		
	Sarjeta retangular de concreto - Tipo SRC-01: incl. escavação de mat. 1ª categoria	DNIT 018/2006-ES		m	850,00		
40689	Saída d'água concreto p/ corte c/ caiação (SDC-01)	DNIT 021/2004-ES		unid.	6,00		
40731	Dissipador de energia aplicado a saída de sarjeta/valeta (DES-03)	DNIT 022/2006-ES		unid.	9,00		
	Dissipador de energia aplicado a saída de sarjeta/valeta (DES-04)	DNIT 022/2006-ES		unid.	4,00		
40699	Valeta de proteção de corte revestida em concreto VPC-03	DNIT 018/2006-ES		m	2.770,00		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km							





CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES</b> <b>TRECHO 05</b>						
	Cerca Arame farpado, 4 fios, mourões de madeira e esticador de concreto a cada 40m	DNIT 099/2009-ES		m	9.090,00		
40910	Abrigo de Ônibus - Rodovia Rural - 3,40m x 6,00 m	EP-OC-01		Ud.	6,00		
40929	Defensa Metálica (1 Lâmina com espessura -> 3 mm), fornecimento e colocação	DNER-ES 144/85		m	678,00		
41109	Demolição de cerca de madeira com 4 fios	EP-OC-02		m	6.840,00		
40915	Calçada de concreto fck->15 MP, camuçado c/ argam. cimento e areia 1:4, lastro de brita e 8 cm de concreto, incl. preparo da caixa e transp. da brita	EP-OC-04		m²	355,00		
	<b>Lombada (2 unidades)</b>	EP-OC-03					
40364	Concreto estrutural fck = 30,0 MPa, tudo incluído	DNIT 117/2009-ES		m³	7,68		
41390	Aço CA-25, fornecimento, dobragem e colocação nas formas	DNIT 118/2009-ES		kg	18,88		
40312	Formas planas de madeira com 02 (dois) reaproveitamentos, inclusive fornecimento e transporte das madeiras	DNIT 120/2009-ES		m²	7,76		
40258	Escavação manual em mat. 1ª cat. H-> 0,00 a 1,50 m	EP-D-01		m²	5,64		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (Material de 1ª Cat. encaminhado ao Bota Fora)		22,50	t	9,59		
41360	CAP 50/70, fornecimento	DNIT 095/2006- EIM		t	0,01		
60007	CAP 50/70 .TR-302-00 (Mat. Asf. Q. DNIT)			t	0,01		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km		PE-Qd-10					

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
40972	Bonificação de 15,0% sobre Materiais Betuminosos			%	0,15		
40936	Sinalização vertical com chapa revestida em película						
	Circular - Ø 0,75m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	9,24		
	Quadrada - 0,60 x 0,60m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	5,04		
	Retangular - 2,00 x 1,00m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	4,00		
	Retangular - 0,50 x 0,80m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	2,40		
	Octogonal - L = 0,35m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	0,59		
	Delineador - 0,50 x 0,60m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	19,80		
	Marcador de Obstáculos - 0,30 x 0,90m	DNIT 101/2009-ES		m <sup>2</sup>	0,81		
40926	Sinalização horizontal TMD->600, vida útil 2 a 3 anos, taxa->0,80 L/m <sup>2</sup>						
	Eixo - Rodovia	DNIT 100/2009-ES		m <sup>2</sup>	747,59		
	Bordo - Rodovia	DNIT 100/2009-ES		m <sup>2</sup>	895,29		
	Eixo - Pintura Acesso a Comunidade	DNIT 100/2009-ES		m <sup>2</sup>	35,26		
	Bordo - Pintura Acesso a Comunidade	DNIT 100/2009-ES		m <sup>2</sup>	70,48		
	Zebrado - Acesso a Comunidade	DNIT 100/2009-ES		m <sup>2</sup>	10,96		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km							





CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>OBRA DE ARTE ESPECIAL</b> TECHO 05						
	<b>Demolição de Estrutura Existente</b>						
40375	Demolição mecânica de concreto	DNIT 085/2006-ES		m³	40.40		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)		27,06	t	101,00		
	<b>Serviços Preliminares</b>						
40230	Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira (para implantação do bloco)	EP-D-01		m³	36.43		
60024	Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante)		27,06	t	80.51		
	<b>Infraestrutura</b>						
40349	Concreto de regularização, tudo incluído (Blocos)	DNIT 117/2009-ES		m³	5.10		
40364	Concreto estrutural fck -> 30.0 MPa, tudo incluído (Blocos)	DNIT 117/2009-ES		m³	43.60		
40309	Formas planas de madeira sem reaproveitamento (fundações), inclusive fornecimento e transporte das madeiras (Blocos)	DNIT 120/2009-ES		m²	63.60		
40376	Aço CA-50, fornecimento, dobragem e colocação nas formas (preço médio das bitolas) (Blocos)	DNIT 118/2009-ES		kg	5.129.39		
41352	Arrasamento estaca concreto D -> 0.80 m com martete pneumático	DNIT 085/2006-ES		unid	36.00		
42052	Estaca raiz perfurada em rocha, diâm. 410mm com injeção de arg. incl. fornecimento de todos materiais			m	396.00		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4.70 Km		PE-Qd-10					

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO ADOTADA	DMT KM	UN	QUANT	PREÇO R\$	
						UNITÁRIO	TOTAL
	<b>Mesoestrutura</b>						
40349	Concreto de regularização, tudo incluído (Laje de Transição)	DNIT 117/2009-ES		m³	4,10		
40364	Concreto estrutural fck -> 30,0 MPa, tudo incluído (Pilar + Viga Travessa + Back Wall + Laje de Transição + Alas + Sapata do Muro + Muro)	DNIT 117/2009-ES		m³	69,06		
40313	Formas planas de madeira com 04 (quatro) reaproveitamentos, inclusive fornecimento e transporte das madeiras (Pilar + Viga Travessa + Back Wall + Laje de Transição + Alas + Sapata do Muro + Muro)	DNIT 120/2009-ES		m²	366,21		
40376	Aço CA-50, fornecimento, dobragem e colocação nas formas (preço médio das bitolas) (Pilar + Viga Travessa + Back Wall + Laje de Transição + Alas + Sapata do Muro + Muro)	DNIT 118/2009-ES		kg	16.419,58		
	<b>Supraestrutura</b>						
40364	Concreto estrutural fck -> 30,0 MPa, tudo incluído (Tabuleiro + Transversinas+ Guarda Rodas)	DNIT 117/2009-ES		m³	131,10		
40313	Formas planas de madeira com 04 (quatro) reaproveitamentos, inclusive fornecimento e transporte das madeiras (Tabuleiro + Transversinas + Guarda Rodas)	DNIT 120/2009-ES		m²	618,74		
40376	Aço CA-50, fornecimento, dobragem e colocação nas formas (preço médio das bitolas) (Tabuleiro + Transversinas + Guarda Rodas)	DNIT 118/2009-ES		kg	13.701,87		
40637	Dreno de PVC D -> 100 mm	DNIT 122/2009-ES		m	3,60		
40387	Aparelho de apoio de neoprene fretado, fornecimento e assentamento, inclusive grauteamento e transporte do neoprene	DNIT 122/2009-ES		dm³	45,36		
Observações:							
RODOVIA: 05		PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO					
TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua		QUADRO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇO					
EXTENSÃO: 4,70 Km							







---

### ***5.3 – RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTES (QUADRO PE QD 11)***

---



MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT)			TRANSPORTE COMERCIAL (DMT)		
	ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL
Cimento	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,40	42,23
Areia	Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	10,33	29,50	39,83
Areia para TSBD	Itapemirim	Pista	13,54	29,50	43,04			
Areia para PAV-S	Itapemirim	Pista	12,05	29,50	41,55			
Brita	Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	12,90	17,73
Brita para TSBD	Pedreira Ultramar	Pista	8,04	12,90	20,94			
Emulsão RR-2C	REDUC - Duque de Caxias /RJ	Canteiro				4,83	399,40	404,23
Emulsão RR-2C para TSBD	Canteiro	Pista	3,21		3,21			
Asfalto Diluído CM-30	REDUC - Duque de Caxias /RJ	Canteiro				4,83	399,40	404,23
Asfalto Diluído CM-30 para Imprimação	Canteiro	Pista	3,16		3,16			
Solo para Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura	Jazida	Pista	24,40		24,40			
Brita para Base Estabilizada Granulometricamente com Mistura	Pedreira Ultramar	Pista	8,00	12,90	20,90			
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente sem Mistura	Jazida	Pista	24,48		24,48			
Blocos de Concreto	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	27,40	32,23
Blocos de concreto para a pavimentação (PAV-S)	Canteiro	Pista	1,72		1,72			
Madeira	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	28,80	33,63
Pregos	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	29,20	34,03
NP - NÃO PAVIMENTADA P - PAVIMENTADA								
RODOVIA: Trecho 05 TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atílio Vivacqua EXTENSÃO: 4,70 Km LOTE:			QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE					
			PROJEMAX ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA			PE-QD-11		

MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT)			TRANSPORTE COMERCIAL (DMT)		
	ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL
Tubo de Concreto	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	27,40	32,23
Aço	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	29,20	34,03
Tinta p/Demarcção Viária e Disp. de Sinalização	Vitória	Canteiro	2,22		2,22	4,83	152,00	156,83
Cal Hidratada	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	28,80	33,63
Grama em Placa	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Grama em Muda	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Adubo NPK	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Terra Vegetal	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Sementes	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Adubo Orgânico	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Muda de Árvore	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	37,50	42,33
Arame Liso Galvanizado	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	29,20	34,03
Mourão de Madeira	Cachoeiro Itapemirim	Canteiro	2,22		2,22	4,83	34,90	39,73
Defensas	Rio de Janeiro	Canteiro	2,22		2,22	4,83	396,90	401,73
Neoprene	Rio de Janeiro	Canteiro	2,22		2,22	4,83	396,90	401,73
<b>NP - NÃO PAVIMENTADA P - PAVIMENTADA</b>								
RODOVIA: Trecho 05 TRECHO: Água Pretinha / Água Preta - Divisa Atilio Vivacqua EXTENSÃO: 4,70 Km LOTE:			<b>QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE</b>					
			<b>PROJEMAX ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA</b>			<b>PE-QD-11</b>		



---

## ***5.4 – DIAGRAMA LINEAR DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS***

---











---

## 6.0 – TERMO DE ENCERRAMENTO

---



## 6.0 – TERMO DE ENCERRAMENTO

Esta encadernação constitui o **Volume 3 – Memória Justificativa**, referente à etapa do **Relatório Final, Trecho 05 Água Pretinha - Água Preta – Divisa Atílio Vivacqua**, da “Elaboração de Projetos Executivos de Engenharia Civil Para Melhorias Operacionais de Rodovias Municipais”, que compõem o lote II do Edital de Concorrência 04/2014.

Este Relatório possui 375 (trezentas e setenta e cinco) páginas numeradas de forma contínua e sequencial.

