### Programa Estratégico de Infraestrutura e Logística do Paraná BID I - Integração





### SÍNTESE DO PROJETO EXECUTIVO

PR-364 São Mateus do Sul - Irati









### **SUMÁRIO**

1	APRESENTAÇÃO	6
	1.1 LOCALIZAÇÃO	7
	1.2 ESTRUTURA EXISTENTE	8
	1.3 MEIO AMBIENTE	8
2	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO	11
	2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
3	LEVANTAMENTOS E ESTUDOS	13
	3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	13
	3.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO	14
	3.3 ESTUDOS DE TRAÇADO	16
	3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	16
	Clima, Temperatura e Pluviometria	17
	Regime Pluviométrico Regional	20
	Critérios e Parâmetros para Determinação das Vazões	24
	3.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS	27
	3.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS	29
4	PROJETO EXECUTIVO	32
	4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM E ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES	
	4.2 PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS	
	4.3 PROJETO GEOMÉTRICO	35
	4.4 PROJETO DE DRENAGEM E OAC	
	Drenagem Superficial	38
	Drenagem Profunda	
	4.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	42
	Dimensionamento do Pavimento	43
	4.6 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	47
	Ponte Sobre o Rio Turvo	
	Passagem Inferior na Interseção BR-153	48
	4.7 PROJETO DE SINALIZAÇÃO	49





6	•	MICA	
5	ORCAMENTO		54
	52		
	4.10PROJETO	DE	DESAPROPRIAÇÃO
	4.9 PROJETO DE PAISA	GISMO	51
	4.8 PROJETO DE OBRAS	S COMPLEMENTARES	51
	Sinalização Horizonta	l	50
	Sinalização Vertical		50





#### **FIGURAS**

Figura 1 - Mapa de Localização	7
Figura 2 Precipitação Mensal Média (Posto Rebouças)	21
Figura 3 Precipitação Mensal Média (Posto Lapa)	21
Figura 4 Dias de Chuva (Posto Rebouças)	22
Figura 5 Dias de Chuva (Posto Lapa)	22
Figura 6 Perfil Geológico Paranaense	28
Figura 7 Croqui Implantação de Variante	37
Figura 8 Seções Transversais Tipo	43
Figura 9 Seção Tipo de Pavimentação em Tangente	46
Figura 10 Seção Tipo de Pavimentação em Curva	46
Figura 11 Seção Longitudinal da Ponte	48
Figura 12 Seção Transversal da Ponte	48
Figura 13 Implantação Passagem Inferior	49
Figura 14 Seção Transversal da Passagem Inferior	49
TABELAS	
Tabela 1 TMDA Sentido S. Mateus do Sul - Irati	
Tabela 2 TMDA Sentido Irati - S. Mateus do Sul	
Tabela 3 Número "N"	
Tabela 4 Precipitações Máximas	
Tabela 5 Precipitações Máximas	
Tabela 6 Curva de Intensidade – Duração - Frequência	
Tabela 7 Tempos de Recorrência	
Tabela 8 Métodos de Dimensionamento	
Tabela 9 Características Técnicas	
Tabela 10 Dimensionamento Pavimento	45
Tabela 11 Quadro Resumo do Orçamento	55
Tabela 12 Estudos de Viabilidade Econômica	57





1. APRESENTAÇÃO





### 1 APRESENTAÇÃO

O presente documento é uma síntese referente ao Projeto Executivo de Engenharia da PR-364, com extensão total de aproximadamente 47,71 km. O lote único inicia-se no entroncamento da PR-151 em São Mateus do Sul, próximo à BR-476, e extende-se até o perímetro urbano do Município de Irati.

O trecho a ser pavimentado é uma importante ligação entre os municípios de São Mateus do Sul e Irati. Em Irati a interseção em desnível na BR-153, será dotada de todos os dispositivos de segurança rodoviária adequados, enquanto em São Mateus do Sul, a ligação ocorrerá em prosseguimento à pista já pavimentada, onde se situa uma unidade da Petrobrás, facilitando seu acesso ao interior do Paraná.

Esta obra ainda fará a conexão da BR-277 (que liga o Paraguai e o oeste do Estado ao porto de Paranaguá) ao norte de Santa Catarina.





### 1.1 LOCALIZAÇÃO

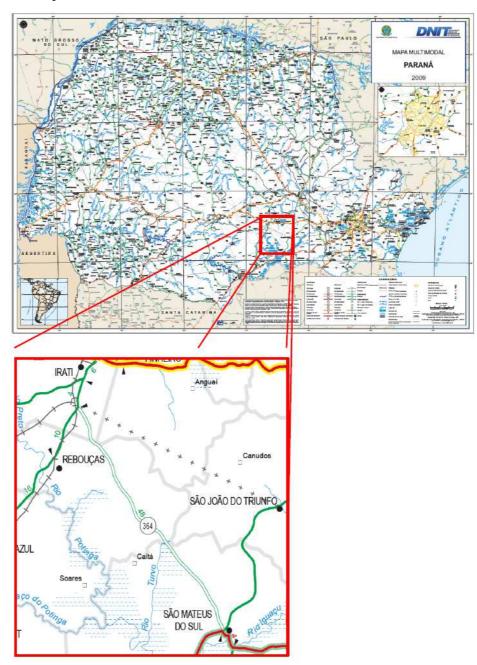


Figura 1 - Mapa de Localização





#### 1.2 ESTRUTURA EXISTENTE

O segmento existente em questão localiza-se na Região Sul do Estado do Paraná e atravessa três municípios: São Mateus do Sul, Rebouças e Irati. Inicia-se em São Mateus do Sul seguindo por aproximadamente 2,99 km de estrada pavimentada, 44,30 km de estrada não pavimentada e na proximidade da interseção com a rodovia BR-153 há uma pequena parte pavimentada de 0,42 km.

Somando-se a população destes três municípios chega-se a 112.336 habitantes (Estimativa IBGE–2011) que possuem uma taxa de crescimento populacional de 0,62% ao ano. Até o século XVII a região era habitada apenas por indígenas, a partir do século XVIII passou a servir de ponto de pouso e apoio às bandeiras destinadas aos campos de Palmas e também dos tropeiros que levavam o gado do Rio Grande para a Região Sudeste.

Somente no final do século XIX com a chegada de imigrantes principalmente poloneses e alemães e o início da navegação a vapor no Rio Iguaçu, com o transporte de cargas e de passageiros, em 1.882 é que a região passa a ser povoada.

Em 1.897 tem início a construção da Ferrovia São Paulo – Rio Grande, concluída, no segmento Itararé (SP) – Porto União (SC) em 1.905. A construção da ferrovia gerou grande impulso ao desenvolvimento regional com a criação dos municípios cortados pela PR-364, sendo Irati e Rebouças estações dessa Ferrovia.

#### 1.3 MEIO AMBIENTE

O referido empreendimento possui requerimento, junto ao IAP, de Licença Ambiental Simplificada – LAS, subsidiada com Estudo Ambiental denominado Plano de Controle Ambiental – PCA.

O PCA <u>não apontou</u>, assim como os levantamentos preliminares desta Assessoria de Engenharia Ambiental – AEA, interferências ambientais relevantes no traçado proposto em Terras Indígenas, Comunidades Quilombolas e Unidades de Conservação.

Ainda, o estudo concluiu que, "...Finalizando, a análise dos benefícios e dos malefícios que o empreendimento possa significar ao meio ambiente, conclui-se por sua viabilidade ambiental de implantação.





Os benefícios estimados vão de encontro às expectativas da população da AID e AII que esperam há aproximadamente 50 anos pela execução desta importante obra. Manifestações na internet e redes sociais ratificam a grande esperança da população local em ver concretizadas as promessas de investimento que, certamente, produzirão mudanças na vida e economia local."





### 2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO





#### 2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

### 2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A elaboração do Projeto Executivo para o trecho, objeto deste relatório síntese, contemplou a execução das seguintes atividades:

- Etapa 1 Levantamentos e Estudos:
  - o Estudos Topográficos;
  - o Estudos de Tráfego;
  - o Estudos de Traçado;
  - o Estudos Hidrológicos;
  - o Estudos Geológicos;
  - o Estudos Geotécnicos.
- Etapa 2 Projeto Executivo:
  - o Projeto de Terraplenagem e Estabilização de Taludes;
  - o Projeto de Interseções, Retornos e Acessos;
  - o Projeto Geométrico;
  - Projeto de Drenagem e OAC;
  - o Projeto de Pavimentação;
  - o Projeto de Obras de Arte Especial;
  - o Projeto de Sinalização;
  - Projeto de Obras Complementares;
  - o Projeto de Paisagismo;
  - o Projeto de Desapropriação.





### 3. LEVANTAMENTOS E ESTUDOS





#### 3 LEVANTAMENTOS E ESTUDOS

### 3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Para atender às especificações técnicas solicitadas, a topografia foi feita por levantamento aerofotogramétrico com câmera digital e tecnologia de perfilamento a laser aerotransportado em conjunto com aerofotogrametria para a geração de altimetria.

Os marcos e os pontos de apoio suplementar foram determinados através do rastreio de satélites do sistema NAVSTAR-GPS. Todas as coordenadas planialtimétricas constantes estão associadas ao datum planimétrico SIRGAS 2000, meridiano central 51°W e ao datum vertical de Imbituba-SC.

A realização dos serviços de mapeamento foram feitos considerando o uso de câmera aerofotogramétrica digital de última geração, a qual fornece imagens com resolução espacial de 20 cm. Tendo em vista que a câmera aerofotogramétrica que foi utilizada opera integrada a um sistema inercial como suporte ao voo, além das qualidades das imagens, várias são as vantagens na fase terrestre, com a redução na necessidade de pontos de apoio terrestre ao levantamento. Além da economia de recursos e tempo de execução, o processo causa menor impacto ambiental, diminuindo as necessidades de trânsito de pessoal de campo ao longo da faixa, abertura de picadas, movimentação de veículos, etc...

A câmera RCD-30 é um sensor de imageamento contínuo tipo push-broom ou de varredura, o qual armazena as imagens de forma contínua ao longo do deslocamento da aeronave, formando uma faixa única de imagem. Os sensores estão dispostos de tal forma a capturar os dados do terreno em três direções: nadiral, para trás ou posterior e para frente ou anterior da Aeronave.

O mapeamento digital a laser ou mundialmente conhecido com LiDAR (Light Detection and Ranging) é capaz de gerar modelos digitais densos e precisos, tanto da topografia do terreno como da estrutura vertical da superfície.

Os componentes básicos do sistema de mapeamento digital a laser aerotransportado são:

- Aeronave especialmente adaptada;
- Um laser scanner;





- Um receptor GPS;
- Um sistema inercial o IMU;
- Um rack de controle, onde se encontra o computador que gerencia todo o sistema.

Nos serviços de campo foram empregados os seguintes equipamentos, recursos humanos e softwares:

- 2 topógrafos;
- 2 receptores GPS de frequência L1/L2 da marca Novatel modelo DLV3, com antena marda novatel modelo Nov GPS-702 Rev 3.00 (NOV703\_3\_00);
- 2 receptores GPS de frequência L1/L2 da marca novatel modelo DL4-Plus, com antena marca Novatel modelo Nov GPS-702 Rev 3.00 (NOV703\_3\_00);
- 1 veículo;
- 1 computador notebook;
- Software de pré-processamento e ajustamento Topcon Tools Versão 7.1.

Uma característica que torna o mapeamento digital a laser único é o fato de poder ser utilizado de dia ou à noite, já que opera na posição infravermelho do espectro. As especificações propostas são suficientes para a geração de curvas de nível equidistantes 1m.

#### 3.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO

O início dos estudos de tráfego se deu pela contagem volumétrica, direcional e classificatória, realizada no local previamente aprovado pelo gerente/coordenador do projeto e com durações de sete dias consecutivos, durante 24 horas, realizada em ponto que caracteriza o tráfego do segmento rodoviário em estudo.

O segmento inicial que já possui pavimento é o que pode melhor representar o tráfego potencial da rodovia, quando estiver totalmente pavimentada, portanto foi o local para a contagem de uma semana.

Para o cálculo do TMDA, do trecho situado entre as cidades de São Mateus do Sul a Irati, foram necessários alguns depuramentos das contagens classificatórias/volumétricas





realizadas, que na verdade são chamadas de Volume Diário Médio (VDM), com a finalidade de representar apenas uma amostragem semanal Para os depuramentos em questão não se levaram em conta às contagens classificatórias/volumétricas referente a motocicletas, somente veículos do tipo automóveis/utilitários, ônibus e caminhões.

Para transformar VDM em TMDA foi necessário utilizar os Fatores de Correção Sazonais (FCZ). Os fatores de correção horário (FCH) e diário (FCD), como a contagem foi feita em uma semana inteira, são iguais a 1,0.

O FCM (Fator de Correção Mensal) foi obtido pela relação entre o VMD no mês de julho/2010, e o VMD médio anual da praça de pedágio nº. P5-1.

O FCG (Fator de Correção Global) foi obtido pelo produto dos três fatores acima calculados, conforme é mostrado na Tabela.

Praça de Pedágio	FCH (1)	FCD (2)	FCM (3)	FCG (1)x(2)x(3)
nº. P 5-1	1,000	1,000	1,020	1,020

Quadro 1 – Cálculo de Fator de Correção Global

Os Quadros seguintes mostram os VDMs da frota circulante total pesquisada nos sete dias, devidamente corrigida levando-se em conta o FCG e que agora pode ser finalmente chamada de TMDA.

TRÁFEGO	AUTOMÓVES	ÓNBLS	ÓNBUS	ÓNBIS	CAMINIÃO	CAMNHÃO	CAMNHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMNHÃO	SUB-TOTAL	SUB-TOTAL	TOTAL
1896200	UTILITÁRIOS	.30	30	40	X	30	252	352	253	30	33.	333	304	376	AUTATIUT.	ONE-CAM.	CERAL
CONTADO	772	64	26	1	115	239	29	1	29	22	94	214	49	4	272	884	3606
CORRIGIO	2776	65	27	1	117	264	30	-1	30	22	96	218	47	4	2757	285	3652

Tabela 1 TMDA Sentido S. Mateus do Sul - Irati

THÁFEGO	AUTOMÓVEIS Utilitários	ÓNBLS X	ÓNBUS L	ÔNIBUS 40	CAMINHÃO X	CAMINHÃO 3C	CAMMIÑO 252	CAMNHÃO 10	CAMANAO 23	CAMNHÃO 21	CAMMINO 33	CAMMAG E3	CAMINHÃO 304	CAMANÃO STE	SUB-TOTAL AUT/UTILIT.	SUB-TOTAL ON B-KAM	TOTAL GERAL
CONTAGO	2878	5	5	0	222	231	22	7	48	14	78	152	49	1	276	794	3672
0000000	29%	66	5	- 0	124	296	2	7	49	14	80	155	50	1	2815	208	3720

Tabela 2 TMDA Sentido Irati - S. Mateus do Sul

O valor do número "N", número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 tf, foi obtido pela seguinte equação:

 $N = 365 \times k \times FV \times TMDA$ 





onde:

- 365 = dias do ano;
- k = fator directional;
- FV = fator de veículo (FEC-USACE);
- TMDA = tráfego médio diário anual (excluem-se automóveis e utilitários) de cada ano do período de análise. O ano de 2013 é para projeto com início das obras em 2014 e vida útil de projeto programada para 10 anos entre os anos de 2014 a 2024.

Considerou-se ainda fator direcional k= 0,5 (para pista simples 50% do tráfego devem usar a faixa da direita), e fator climático regional K=1.

Sendo assim, abaixo tabela com os valores do número "N" calculados:

Sentido	AASHTO	USACE
S. Mateus do Sul – Irati	3,57 x 10 <sup>6</sup>	1,21 x 10 <sup>7</sup>
Irati – S. Mateus do Sul	3,22 x 10 <sup>6</sup>	1,09 x 10 <sup>7</sup>

Tabela 3 Número "N"

#### 3.3 ESTUDOS DE TRAÇADO

Para que a obra de pavimentação tenha o menor impacto possível, tanto nos meios físico, biótico e socioeconômico, foram levantadas as características técnicas e operacionais, o custo de execução, os custos de desapropriação e as implicações físicas das alternativas.

Com os estudos realizados foi constatado a possibilidade de desenvolver o projeto sobre o eixo da rodovia existente. Foram feitas algumas correções e a execução de uma variante para desviar do segmento urbano no bairro Riozinho em Irati. Trata-se dos últimos 850 metros do segmento em projeto que seriam substituídos por 1.200 metros de rodovia nova, encontrando a BR-153, 500 metros ao norte da interseção atual, conforme croqui da figura 7, pág. 37.

#### 3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos tiveram por objetivo avaliar as descargas máximas das bacias, ou seja, as suas vazões.





Através da caracterização dos regimes climáticos, pluviométricos e do estudo das precipitações intensas, foram avaliadas as vazões dos talvegues que interceptam o traçado da rodovia em estudo.

Tais estudos serviram de base para as fases posteriores de projeto, subsidiando informações para o projeto de drenagem e para definição dos critérios e parâmetros adotados para a determinação das vazões contribuintes a fim de verificar dispositivos existentes e dimensionar novas obras.

O prosseguimento dos Estudos Hidrológicos foram feitos em conformidade com o preconizado nas instruções do DNIT (IS-203). Resumidamente, teremos os seguintes parâmetros:

Clima, Temperatura e Pluviometria

#### Caracterização Climática:

O sistema de classificação climática de Köppen, baseado na vegetação, temperatura e pluviosidade, apresenta um código de letras que designam grandes grupos e subgrupos climáticos, além de subdivisões para distinguir características estacionais de temperatura e pluviosidade (TREWARTHA & HORN, 1980).

Importância - O conhecimento do tipo climático de uma região fornece indicativos de larga escala sobre as condições médias de pluviosidade e temperatura esperadas. Esse é um primeiro indicativo para se planejar todas as atividades humanas (de engenharia, sociais, etc.) e explorações vegetais e animais.

Traçado da carta - Utilizando a série de dados do IAPAR até 1998, foram identificados dois tipos climáticos: Cfa e Cfb. A definição das áreas com esses dois tipos climáticos foi feita dentro do SPRING, cruzando-se os mapas de temperatura e precipitação.

#### Temperatura:

O dimensionamento de um pavimento rodoviário leva em conta três parâmetros: temperatura ambiente, velocidade do vento e temperatura do próprio pavimento. É necessário que as temperaturas locais sejam consideradas para que haja prevenção quanto





ao aquecimento do material asfáltico em proporções prejudiciais, ou seja, aquele que propiciaria uma degradação mais rápida do que o tempo de vida útil proposto em projeto.

Traçado das cartas - As cartas de isotermas - linhas que ligam pontos com mesma temperatura - foram traçadas a partir de séries homogêneas de 20 anos de observações nas estações meteorológicas do IAPAR. Os dados mensais, das mínimas, das máximas e média anual foram correlacionados com altitude e latitude de cada estação, obtendo-se uma equação de regressão linear múltipla para cada período. Os dados de altitude, disponíveis na página do U.S. Geological Survey através da Internet, foram utilizados para gerar, no SPRING, uma grade de pontos correlacionados com valores de temperatura, aplicando-se as respectivas equações de regressão. A seguir, os valores obtidos foram interpolados para gerar as isotermas com intervalos de 1oC. A temperatura média diária foi calculada por meio da seguinte expressão:

$$\overline{T} = \frac{T_9 + (2xT_{21}) + T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{5}$$

#### Onde:

- T é a temperatura média diária;
- T9, e T21 são as temperaturas do ar às 9 horas e 21 horas, respectivamente;
- Tmax é a temperatura máxima;
- Tmin é a temperatura mínima.

O segmento em estudo está situado entre as isotermas relativas a:

- 23°C e 24°C no trimestre mais quente;
- 13°C e 14°C no trimestre mais frio;
- 17°C e 18°C temperatura média anual.

#### **Umidade Relativa**

O processo de evaporação da água consome energia, que é transferida para a atmosfera terrestre. À medida que as massas de ar são transportadas para as camadas mais altas da atmosfera, ocorre a condensação do vapor d'água, com





formação de nuvens e liberação de energia consumida na evaporação. Por meio desse processo contínuo é que a temperatura do globo terrestre é mantida dentro dos atuais limites. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui também para diminuir a amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima), uma vez que a água intercepta parte da radiação terrestre de ondas longas e, desta forma, diminui o resfriamento noturno.

A carta de umidade relativa média anual foi traçada com intervalos de 5 %, utilizando séries com 20 anos de dados diários de leituras de termômetro de bulbo seco e bulbo úmido. A umidade relativa média diária foi calculada pela seguinte expressão:

$$\overline{UR} = \frac{UR_9 + UR_{15} + (2xUR_{21})}{4}$$

Onde:

- $\overline{UR}$  é a umidade relativa média diária;
- UR9, UR15 e UR21 são a umidade relativa às 9:00h, 15:00h e 21:00h, respectivamente.

O segmento em estudo está situado na região cuja escala higrométrica apresenta-se entre 70% e 85%.

#### Evapotranspiração

O conhecimento da água perdida por evapotranspiração é fundamental para se conhecer o balanço hídrico de certa região. A partir da disponibilidade hídrica pode-se perceber o comportamento das vazões, o que auxilia o dimensionamento de sistemas de drenagem.

Traçado das cartas - Os valores diários de evapotranspiração foram calculados por meio de um programa de computador, utilizando a equação de Penman (1948), para toda a série de dados da rede do IAPAR. A seguir, foram calculadas as médias diárias mensais e anuais, que foram importadas para o SPRING para a geração dos





mapas. Foram geradas isolinhas com intervalos de 0,5 mm para valores médios diários mensais e anuais.

O trecho em projeto está situado na região com evapotranspiração média anual entre 800mm e 900mm.

#### **Pluviometria**

Nesta região chove muito durante todo o ano, com maior volume de precipitações nos meses de janeiro, outubro e dezembro, sendo janeiro o mais chuvoso (180,7 mm) e agosto o mais seco (84,3mm). Os dados coletados foram medidos no posto pluviométrico de Fernandes Pinheiro, por ser o posto mais próximo do trecho (aproximadamente 11,3 Km de Irati).

Em função das chuvas, da latitude e altitude, a temperatura local apresenta pequena amplitude térmica, com temperatura média anual de 17,5 °C, com a média inferior do mês mais frio 8,4 °C e a média superior do mês mais quente 27,5 °C e máxima média de 24,0 °C.

Regime Pluviométrico Regional

#### Determinação da Intensidade Pluviométrica

Nos municípios que são interceptados pela Rodovia em estudo, não existem equações de chuvas pré-definidas.

Para esse estudo, procedeu-se conforme as orientações do manual do IPR/DNIT(03), quando não existem dados pluviográficos nas proximidades da obra, mas há a disponibilidade de pelo menos um posto com no mínimo 10 anos de observações, pode-se correlacionar estatisticamente este posto com um posto representativo. Isto se torna viável através da obtenção do denominado Fator de Precipitação (FP).

A cidade mais próxima com equação de chuva definida, é a cidade da Lapa, cuja equação desenvolvida pelo professor Roberto Fendrich, em 2008.

Foram localizados três postos pluviométricos próximos à região do projeto (São Mateus do Sul, Irati e Rebouças). Os dados dos três postos foram tabulados estatisticamente, e foram definidas suas precipitações pelo Método de Gumbel.





Analisando os resultados, verificou-se que as maiores precipitações ocorrem na região de Rebouças e Irati. Devido a sua localização no meio do segmento em estudo, e por compreender as bacias mais importantes do segmento, serão utilizados os dados do posto de Rebouças.

### **Histogramas**

A seguir são apresentados os histogramas das precipitações totais mensais e dias de chuva resultantes da análise dos dados dos postos selecionados.

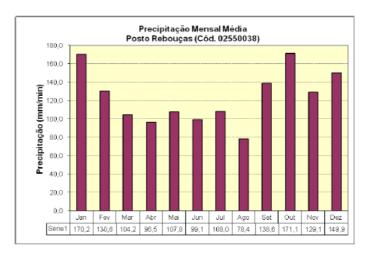


Figura 2 Precipitação Mensal Média (Posto Rebouças)

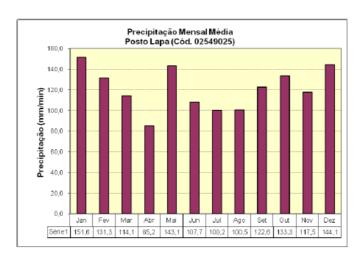


Figura 3 Precipitação Mensal Média (Posto Lapa)





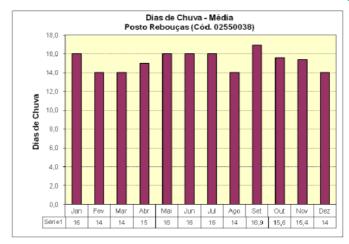


Figura 4 Dias de Chuva (Posto Rebouças)

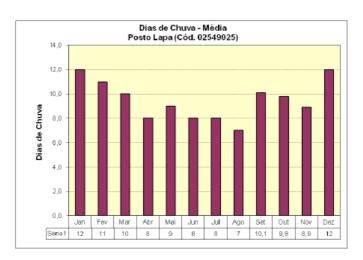


Figura 5 Dias de Chuva (Posto Lapa)

#### **Estudos Estatísticos**

De acordo com o exposto anteriormente, para a obtenção dos Fatores de Precipitação (FP) foram efetuadas as correlações entre os postos escolhidos. Esses postos possuem séries históricas superiores há 10 anos e foram utilizados apenas os dados consistidos.

Deste rol de valores foram calculados a média P=88,1mm, e o desvio padrão σ=31,9mm, necessários para a obtenção das precipitações médias de 1 dia, para os





diversos tempos de recorrência. Foi utilizado o método de Chow-Gumbel. As precipitações máximas obtidas são apresentadas no quadro a seguir:

	MÉTODO DE GUMBEL								
EMPO DE RECORRÊNCIA (TR) y PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DE 1 DIA (P									
(Anos)	=-(LN(-LN(1-(1/T)))	К	=P+(K^σ) (mm)						
2	0,366513	-0,1524240	83,3						
5	1,499940	0,8335260	113,9						
10	2,250367	1,4863108	134,2						
15	2,673752	1,8546064	145,6						
20	2,970195	2,1124775	153,6						
25	3,198534	2,3111060	159,8						
50	3,901939	2,9229862	178,8						
100	4,600149	3,5303484	197,6						

Tabela 4 Precipitações Máximas

Utilizando-se a precipitação resultante para o tempo de recorrência de 25 anos, determinou-se o fator de precipitação a ser utilizado na correlação entre os postos.

POSTO REBOUÇAS (cód. 02550038)					
P <sub>24h</sub> - 159,78mm					

Posto L	Equação Lapa Posto Lapa (Cód. 02549025)			
P <sub>24h</sub> =	139,24mm			
FP =	1,15			

Tabela 5 Precipitações Máximas

#### Determinação da curva de Intensidade-Duração-Frequência

Foram efetuadas as correlações entre os postos selecionados, através do fator de preciptação encontrado, resultando na tabela de Intensidades pluviométricas para o Posto de Rebouças, que foi utilizado no presente estudo.

A seguir, é apresentado o gráfico com a curva de intensidade – duração – frequência:





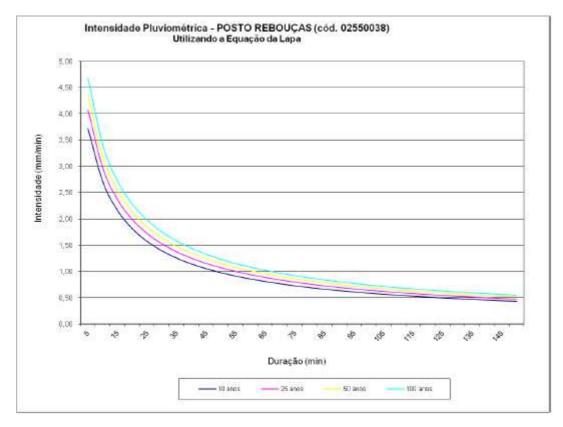


Tabela 6 Curva de Intensidade - Duração - Frequência

Critérios e Parâmetros para Determinação das Vazões

#### Coleta dos Dados Cartográficos e Topográficos

A determinação das características das bacias hidrográficas tais como área, declividade, cobertura vegetal, condições geológicas, etc., foi embasada nos seguintes documentos:

Cartas topográficas, em escala 1:50.000 (IBGE, 1972):

- Irati Mi-2839/4- Folha: SG.22-X-C-I-4;
- Rebouças Mi-2854/2 Folha: SG.22-X-C-IV-2;
- São João Do Triunfo Mi-2855/1- Folha: SG.22-X-C-V-1;
- Rio Claro Do Sul Mi-2854/4- Folha: SG-22-X-C-IV-4;





São Mateus Do Sul - Mi-2855/3- Folha: SG-22-X-C-V-3.

#### Tempo de Recorrência

No cálculo das enchentes de projeto, foram considerados os seguintes tempos de recorrência:

DISPOSITIVOS	TEMPO DE RECORRÊNCIA
Drenagem superficial e subsuperficial	10 anos
	Bueiros tubulares 25 anos
Obras de Arte Correntes	Bueiros Celulares área rural 50 anos
	Bueiros Celulares área urbana 100 anos
Obras de Arte Especiais	100 anos

Tabela 7 Tempos de Recorrência

### Tempo de Concentração

O tempo de concentração da bacia foi calculado pela fórmula de Kirpich para bacias menores ou iguais a 100 ha e Kirpich Modificada no caso de bacias maiores que 100 ha, recomendada pelo "California Highways and Public Roads".

Para obras de drenagem superficial serpa adotado o tempo de concetração igual a 5 minutos, e para as Obras de Arte Correntes, o tempo de 10 minutos como mínimo.

#### Intensidade Pluviométrica

Os valores de intensidade pluviométrica para determinação das descargas de projeto foram obtidas conforme descrito nó ítem Regime Pluviométrico Regional, Determinação da Intensidade Pluviométrica.

#### Coeficiente de Deflúvio

O coeficiente de deflúvio é definido em função da impermeabilização da área das bacias em estudo. Foram definidos valores em função da urbanização, atual e ocupação futura, para cada bacia em estudo.





#### Vazões de Projeto

As vazões de projeto foram dimensionadas por diferentes métodos, conforme a área da bacia de contribuição, conforme a tabela abaixo:

Área da Bacia	Método			
Área < 4 km2	Racional			
4km2 < Área < 10 km2	Racional corrigido			
> 10 km2	Hidrograma Triangular			
> 10 KIII2	Estatísticos			

**Tabela 8 Métodos de Dimensionamento** 

#### Método Racional

É um método largamente utilizado, representado pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{6}$$

Onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- i = intensidade de precipitação, em mm/min;
- A = área da bacia contribuinte, em ha.

#### Método Racional Corrigido

É um método utilizado para corrigir distorções do Método Racional, para bacias maiores, representado pela seguinte expressão:





$$Q = \frac{C \times i \times A}{6} x A^{-0.1}$$

Onde:

- Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- i = intensidade de precipitação, em mm/min;
- A = área da bacia contribuinte, em ha.
- A-0,1 = fator de correção da bacia, em ha.

#### Método do U. S. Soil Conservation Service – Hidrograma Unitário

Este método, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation, baseia-se em um hidrograma adimensional, para a construção de um hidrograma unitário sintético.

Conhecidas as precipitações efetivas para cada duração, procede-se ao cálculo das vazões de projeto através da "Álgebra dos Hidrogramas", ou seja, multiplicando-se as precipitações efetivas pelas ordenadas do Hidrograma Unitário, retiradas a intervalos de tempo iguais ao intervalo unitário considerado.

Os valores das descargas do hidrograma de projeto serão dados por:

$$Q_i = P_{o1}.q_i + P_{o2}.q_{i-1} + P_{o3}.q_{i-2} + \dots P_{on}.q_{i-(n-1)}$$

#### 3.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS

O Estado do Paraná apresenta compartimentação geomorfológica onde se destacam planaltos escalonados com caimento para oeste-noroeste, separados por escarpas que formam verdadeiros degraus topográficos verticalizados, é dividido morfologicamente em três Planaltos. Sendo que cada um foi dividido de acordo com suas características geológicas. O segmento em estudo se situa no Segundo Planalto.

A história geológica do Paraná nos mostra que a região paranaense sofreu um intenso derramamento magmático nos últimos 2,7 bilhões de anos.





O movimento de distanciamento entre a América do Sul e da África gerou um magmatismo nas fraturas onde ocorreu um derramamento que recobriu tanto o deserto quanto as rochas magmáticas do Primeiro Planalto.

De leste para oeste tem-se a Planície Costeira, a Serra do Mar, O Primeiro Planalto Paranaense (ou Planalto de Curitiba), a Escarpa Devoniana, o Segundo Planalto Paranaense (ou Planalto de Ponta Grossa), a Serra Geral e, finalmente, o Terceiro Planalto Paranaense (ou Planalto de Guarapuava), o qual se estende às margens do Rio Paraná.

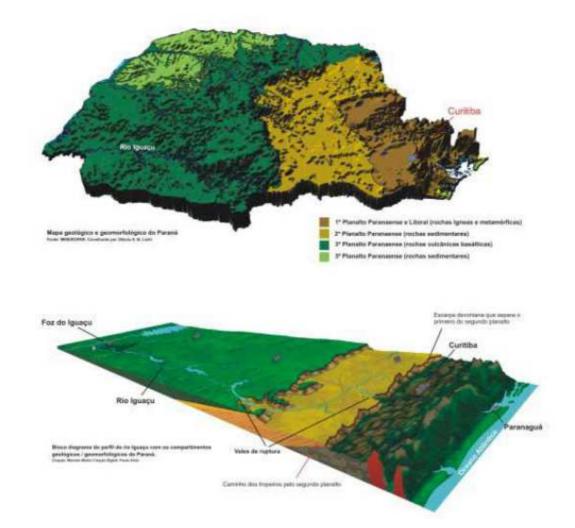


Figura 6 Perfil Geológico Paranaense





O Segundo Planalto Paranaense representa o segundo degrau do relevo escalonado do estado, localizando-se a oeste do Primeiro Planalto. Estende-se como uma faixa com cerca de 100 quilômetros de largura média, desde os rios Negro e Iguaçu no limite com Santa Catarina, entre Piên e União da Vitória, até o Rio Itararé no limite com São Paulo, na região de Sengés e Siqueira Campos. Seus limites naturais são a Escarpa da Serra Geral a oeste e norte e a Escarpa Devoniana a leste. O compartimento geomorfológico correspondente ao Segundo Planalto Paranaense estende-se para nordeste já no Estado de São Paulo, para além do Rio Itararé.

#### 3.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Foi elaborada uma programação das sondagens e ensaios necessários à caracterização geotécnica do subleito, fundação de aterros, fundação de OAEs e ocorrências de materiais (empréstimos, areais e pedreiras).

A programação elaborada levou em conta as características geológicas da região, adequando os métodos de investigação aos matériais a serem encontrados.

O laboratório foi adequado para dispor de capacidade operacional compatível com a quantidade de amostras a serem processadas.

A programação definitiva das sondagens e ensaios foi concluída em etapas, na medida em que o Projeto Geométrico tiveram o estudo de traçado e o greide de ensaio elaborados.

#### Estudo de Ocorrências de Materiais

A região do projeto caracteriza-se pelo absoluto predomínio de ocorrência de rochas sedimentares inapropriadas para a produção de material pétreo britado.

As ocorrências de rocha apropriada para a produção de agregados pétreos restringem-se a intrusões básicas tabulares horizontais, sob a forma de sills ou soleiras, e verticais, sob a forma de diques.

Em que pese a pequena possibilidade de identificação de alguma destas estruturas ao longo do trecho, optou-se pela indicação de fontes comercias para suprir as necessidades do projeto, eliminando-se assim as condicionantes ambiental, de desapropriação e instalação em fontes virgens.





O mesmo panorama aplica-se às fontes de areia, cujas explorações comerciais situam-se ao longo do rio Iguaçu.

Com relação à disponibilidade de materiais de boa qualidade geotécnica para composição do corpo e camada final dos aterros, foram observadas concentrações de argilas vermelhas no terço médio do trecho que serão objeto de sondagens e ensaios laboratoriais para verificação do volume disponível e caracterização geotécnica.

As ocorrências de materiais indicadas para execução dos serviços são de exploração comercial, considerando o volume das obras e as atividades da região.

#### **Pedreira**

A pedreira indicada para utilização nas obras de implantação da PR-364, em função da menor distância de transporte, é a Pedreira Boscardin, localizada a uma distancia de 1,0 km do km 48,8 do segmento em estudo. A pedreira comercial está em boas condições possuindo bancada de exploração suficiente para atendimento à obra prevista.

#### Ensaios de Caracterização da Rocha

Foram coletadas amostras para ensaios de caracterização da rocha para efeito de verificação da qualidade do material a ser utilizado na obra e levados para laboratório. Os ensaios de caracterização consistem basicamente do ensaio de desgaste por abrasão "Los Angeles", durabilidade, índice de forma e adesividade.

#### Cascalheira

Foi encontrada uma cascalheira a 3,3 km de distância da estaca 2.370, com boa quantidade de material a ser utilizado no preenchimento de rebaixo para reforço do subleito.

#### Areal

Os areais comerciais concentram-se às margens do rio Iguaçu em São Mateus do Sul.

As principais extrações, localizadas nas imediações da ponte da BR-476/PR sobre o Rio Iguaçu, distam aproximadamente 3,0 km do início do trecho em São Mateus do Sul.

Tratam-se de portos de areia pertencentes aos produtores mais tradicionais da região quais sejam, GR Extração de Areias Ltda, Mineração Rogalski Ltda e Areial do Vale Ltda.





5. PROJETO EXECUTIVO





#### 4 PROJETO EXECUTIVO

### 4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM E ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

A largura da plataforma de terraplenagem é definida de acordo com a classe da rodovia para uma rodovia classe II-DER/PR a largura da pista acabada mais acostamentos é de 11,00 metros, portanto a largura mínima da plataforma de terraplenagem é de 13,00 metros para seções em corte e 14,00 metros para seções em aterro. Para seções mistas uma largura de 13,50 metros.

Este estudo avaliou, cuidadosamente, as alternativas que se apresentam quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras com disponibilidade de áreas para tal, além da proteção ao meio ambiente. Considerou-se também a conveniência e possibilidade de deslocamentos longitudinais extensos de volumes de terra para fins de compensação.

O cálculo de volumes de terraplenagem foi feito pela média das áreas das seções transversais, multiplicada pela distância entre as mesmas,. Enquanto o cálculo das áreas foi feito através do desenho das seções transversais.

A distância de transporte foi calculada em projeção horizontal ao longo do eixo entre os centros de gravidade das massas, inclusive para empréstimos laterais e bota-foras. Na compensação dos volumes foi considerado, sempre que possível, o transporte dos materiais no sentido descendente.

A classificação dos materiais foi feita a partir das sondagens disponíveis, realizando-se pesquisas para a determinação de possíveis locais de caixas de empréstimos. Verificou-se ainda a conveniência da localização de cada uma em relação ao projeto em foco, sob o duplo aspecto de distância e interferência com o tráfego urbano.

Após notificada a existência de solos moles, identificados e quantificados nos estudos geotécnicos, foram realizados estudos para buscar soluções alternativas para construção de aterros sobre estes solos, e recomendando no projeto a solução mais adequada para cada caso. Os aterros serão compactados em toda a sua altura e serão considerados sempre constituídos pelo corpo do aterro e pela camada final de terraplenagem.





A altura da camada final do subleito deverá ser de 0,6 metros em aterro e o rebaixo deverá ser de no mínimo 0,40 metros em material de 2ª categoria em corte. Nos locais de cortes em material de 1ª categoria, se não houver condições de suporte adequado, o rebaixo deverá ter sua profundidade de 0,60 metros. Em todos os casos o preenchimento se dará com material selecionado para bem atender as condições mínimas de suporte (CBR, expansão e grau de compactação).

Nos taludes com altura maior que 8 metros foram utilizadas bermas com largura mínima de 4 metros e inclinação contrária de 10%. As bermas dos aterros foram estabelecidas no projeto em função da estabilidade do projeto de terraplenagem observadas as características geotécnicas do corpo de aterro e terreno de fundação através das sondagens prospectivas, bem como dos processos construtivos. Os projetos das bermas devem ser compatíveis com a inclinação dos respectivos taludes e de seus respectivos processos de proteção recomendados.

As banquetas de cortes foram estabelecidas pelo projetista em função das características geológicas, geotécnicas dos solos e rochas integrantes, em função das sondagens geotécnicas preliminares e estudos geológicos, bem como dos processos de escavação e extração recomendados. Sempre que houver mudança de horizonte entre camadas de rocha sã e alterada, será conveniente a inserção de banqueta de corte para prevenção de desabamento de blocos rochosos e solos.

Os materiais dos cortes com características satisfatórias para o emprego na camada final poderão ser estocados, desde que justificados pelas condições econômicas.

Sempre que possível, os empréstimos foram feitos através de alargamento de corte. Esses alargamentos, preferencialmente, atingem a cota de greide de terraplenagem, com abaulamento para o escoamento das águas pluviais. Os empréstimos, fora da faixa de domínio da rodovia, foram selecionados de acordo com as instruções de serviço para estudos geotécnicos.

Foram indicadas áreas para bota-foras recomendando-se a devida compactação, sempre que houve excesso de materiais de cortes com impossibilidade de incorporação ao corpo dos aterros mediante compensação. Estas foram localizadas preferencialmente em áreas situadas a jusante da rodovia, preferencialmente distribuídas ao longo dos aterros da faixa de domínio da rodovia devidamente projetada. Quaisquer bota-foras além da faixa de





domínio prevista seguirão rigidamente as normas de manejo ambiental, observados os direitos de propriedades.

Para evitar que o escoamento das águas pluviais carreiem o material depositado causando assoreamentos, os taludes dos bota-foras foram projetados com inclinação suficiente para evitar escorregamentos e com proteção de revestimento vegetal após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local.

Parte dos bota-foras de material de 3ª categoria pode ser utilizado em enrocamento de terraplenos junto às margens dos cursos d'água, ou aplicado em alvenarias de dispositivos auxiliares de proteção.

Situações especiais de bota-foras, no que dizem respeito aos problemas ambientais e interferências urbanas, são objetos de consulta prévia aos órgãos fiscalizadores do projeto de engenharia e do manejo ambiental.

O diagrama de distribuição e movimento de terras indicará todos os quantitativos com relação aos bota-foras, seus locais de destino perfeitamente delimitados, sendo evidenciadas as medidas adequadas aos processos de execução dos mesmos.

As seções transversais das ocorrências de material das escavações para empréstimos e bota-foras foram projetadas de modo que o terreno escavado restituísse a conformação natural. Detalhou-se suficientemente a localização e dimensões, com cotas de afastamento do eixo, comprimento, largura, profundidade, rampas e taludes, bem como os acabamentos destinados a facilitar a drenagem e evitar erosões.

O material para aterro foi obtido sempre que possível por meio de alargamento dos cortes; quando não foi possível, procurou-se empréstimos fora da faixa de domínio. Nas situações em que foram utilizados empréstimos laterais (bota-dentro), indicou-se os cuidados especiais de drenagem das caixas de empréstimos, evitando o acúmulo de águas das chuvas que poderão originar o aparecimento de vetores nocivos.

### 4.2 PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS

Ao longo do segmento estudado existem 3 interseções que deverão receber melhorias geométricas para se adaptar á nova configuração da rodovia. Sendo elas:





- Km 0,5 Acesso á Refinaria da Petrobrás (LE) e ao Clube dos funcionários da Petrobrás (LD), necessita a separação dos fluxos com refúgio para os veículos que cruzam ou convergem;
- Km 30,0 Acesso a Rebouças (LE), necessita a implantação de uma rotatória vazada;
- Ponto Final Chegada á BR-153 necessita interseção em dois níveis.

O projeto foi desenvolvido com base no Manual de Projeto de Interseção do DNIT, edição 2005, Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, edição 1999; também do DNIT, e no Manual da AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. No dimensionamento das pistas foi utilizado o veículo-tipo (veiculo de projeto), "SR", das Normas do DNIT, equivalente ao WB-15 da AASHTO.

#### 4.3 PROJETO GEOMÉTRICO

A rodovia existente em seu trecho pavimentado foi construída com características semelhantes da classe III do DER/PR com pista de rolamento de largura de 7,0 m e acostamentos com 1,0 m para cada lado. Traçado praticamente em tangente com pequenas inflexões em sua geometria.

O atual Projeto Geométrico foi elaborado a partir dos resultados dos Estudos Topográficos e dos Estudos de Tráfego, respeitando as recomendações dos Estudos Geológicos e Geotécnicos.

Devido às características do segmento e após analisar as contagens de tráfego foi definido, em conjunto com a fiscalização, alterar a classe da rodovia de Classe III para Classe II, tendo como alteração mais perceptível a largura dos acostamentos passando para 2,00 m cada lado.

Tal modificação gerará mais segurança ao tráfego que terá parcela substancial de veículos pesados.

O quadro a seguir demonstra as características geométricas principais do Projeto Geométrico desenvolvido:





DISCRIMINAÇÃO	CLASSE II
Inclinação do Terreno	Ondulado (10 a 25%)
Velocidade de Operação (km/h)	80
Velocidade de Projeto (km/h)	80
Declividade Máxima do Greide (%)	6,0
Raio Mínimo de Curva Circular (m)	1.000
Raio Mínimo de Curva Circular com Transição (m)	230
Parâmetro Mínimo de Concordância Vertical (k) Convexa	48
Parâmetro Mínimo de Concordância Vertical (k) Côncava	32
Comprimento Mínimo da Curva de Transição (m)	80
Distância Mínima de Visibilidade de Parada (m)	85
Largura da Pista (m)	7,00
Largura dos Acostamentos (m)	2,00
Largura Mínima da Plataforma de Pontes e Viadutos (m)	11,00

**Tabela 9 Características Técnicas** 

Fato relevante levantado pela fiscalização foi possibilidade da execução de uma variante para desviar do segmento urbano no bairro Riozinho em Irati. Trata-se dos últimos 850 metros do segmento em projeto que seriam substituídos por 1.200 metros de rodovia nova, encontrando a BR-153, 500 metros ao norte da interseção atual, conforme croqui abaixo:







Traçado atual
Variante proposta

Figura 7 Croqui Implantação de Variante





#### 4.4 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

Os elementos que serviram para a elaboração do Projeto de Drenagem foram obtidos dos Estudos Hidrológicos, dos Estudos Geotécnicos e do Projeto Geométrico.

O Projeto de Drenagem consiste da definição, detalhamento e posicionamento dos dispositivos para a captação das águas superficiais e profundas que possam atingir a rodovia, objetivando conduzi-las para locais de deságue seguro sem comprometer o corpo estradal.

O presente estudo foi subdividido nos seguintes itens:

- Drenagem superficial;
- Drenagem profunda;
- Obras de arte corrente.

#### **Drenagem Superficial**

O sistema de drenagem superficial foi projetado com a finalidade de interceptar as águas provenientes da pista e áreas adjacentes conduzindo-as através dos seguintes dispositivos: sarjetas de corte, sarjetas triangulares e canaletas de borda de aterro, valetas de proteção de corte e aterro, valetas de banqueta, meios-fios, valetões, descidas d'água, dissipadores de energia, bocas de lobo, caixas coletoras e bueiros de greide.

A seguir serão descritos, de forma sucinta, os dispositivos relacionados:

#### Sarjetas de corte

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma rodoviária e taludes de corte, conduzindo-as longitudinalmente à rodovia até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

#### Sarjetas triangulares





A utilização destes dispositivos tem por objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma, para evitar processos erosivos nos taludes e pista.

#### Valetas de proteção de corte e aterro

A função principal das valetas de proteção é interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte ou o pé do talude de aterro.

#### Valetas de banqueta

Este dispositivo é posicionado no ponto mais baixo das plataformas das banquetas de corte ou aterro para captação das águas provenientes dos taludes a montante e direcionamento destas a um ponto de deságüe, podendo ser o terreno natural ou uma descida d'água.

#### **Meios-fios**

Além de limitar a faixa de rolamento, o meio-fio funciona como um condutor das águas pluviais, direcionando-as para outro dispositivo de captação, como bocas-de-lobo, caixas coletoras e descidas d'água. Geralmente utilizado em interseções e segmentos com configuração urbanizada.

#### Valetões

Os valetões são utilizados em acessos para a transposição de segmentos de sarjetas.

#### Descidas d'água

As descidas d'água têm por objetivo conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte ou aterro. Estes dispositivos também podem ser utilizados em terrenos com inclinação muito alta, de modo a dissipar parte da energia cinética das águas.

#### Dissipadores de energia





São dispositivos destinados a dissipar a energia cinética do fluxo d'água, reduzindo a velocidade de escoamento através do dispositivo de drenagem, ou no ponto de deságüe no terreno natural.

#### Bocas-de-lobo

São utilizadas para captação de águas pluviais em escoamento junto aos meios-fios, conduzindo-as para o interior das galerias. Elas podem ser simples, duplas e triplas, com captação lateral, tipo fenda, ou com grelha.

Estão localizadas geralmente nos pontos baixos do greide, interseções de ruas e em locais onde a capacidade de escoamento da via é inferior ao valor caudal de contribuição.

#### **Caixas Coletoras**

As caixas coletoras de talvegue ou de sarjeta possuem a mesma função das bocasde-lobo, e são utilizadas geralmente em pontos onde se necessita de captação de águas provenientes de áreas adjacentes à via.

Previu-se a execução de caixas coletoras no lado de montante dos bueiros de greide, para captar as águas conduzidas pelas sarjetas e meios-fios com sarjeta, bem como, nas pelas barreiras de concreto.

#### Drenagem Profunda

O Projeto de Drenagem Profunda consistiu no detalhamento e posicionamento de dispositivos que visam o rebaixamento do lençol freático através da captação e destinação das águas que, por infiltração ou ascensão capilar, atingem o subleito.

#### **Drenos Longitudinais Profundos**

Serão implantados nos cortes em solo, onde a sondagem do subleito acusou a presença d'água ou problemas de estabilidade.

A função deste dispositivo é interceptar ou rebaixar o lençol freático, propiciando um subleito em condições adequadas de umidade.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

Obras de Arte Corrente

O Projeto de Obras de Arte Correntes consistiu da definição, detalhamento e posicionamento dos dispositivos para a captação das águas que possam atingir a rodovia, conduzindo-as a situações que assegurem o seu afastamento natural do corpo estradal.

O Projeto de Obras de Arte Correntes tratou dos dispositivos que tem por finalidade dar destino adequado às águas interceptadas pelo corpo estradal, provenientes de talvegues naturais que não devem ser obstruídos. Corresponde no presente caso, à definição, localização e detalhamento de bueiros tubulares e celulares de concreto.

Os elementos básicos à elaboração do projeto foram fornecidos pelos Estudos Hidrológicos e Projeto Geométrico. Traduzem-se pelos resultados e conclusões incluídos nos "Quadros de Bueiros" que, juntamente com os detalhes apresentados nos desenhostipo, contém todos os elementos necessários à implantação do sistema de Obras de Arte Correntes.

#### **Obras Existentes**

A rodovia em estudo se desenvolve, sempre sobre a diretriz da estrada existente. Em função dos alargamentos da plataforma, para melhoria da geometria, quase todas as obras existentes deverão ser alongadas para a montante e para a jusante. Em decorrência desse fato, todas as obras de arte correntes existentes, foram cadastradas e vistoriadas, tendo em vista a obtenção de elementos que viessem possibilitar a decisão quanto ao possível aproveitamento ou não dessas obras.

#### Vistoria

Os Quadros "Vistoria das Obras de Arte Correntes Existentes", relacionam todas as obras vistoriadas, dando as informações necessárias a respeito do estado em que se encontra cada uma.

#### **Bueiros e Travessias:**

#### **Bueiros de Greide**





Os bueiros de greide foram dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente, lâmina d´água máxima (y/D) igual a 0,82, em tubos de concreto e coeficiente de rugosidade de 0,013.

Foram adotados como diâmetro mínimo: Ø 0,80 m sob a pista principal e Ø 0,60 m em vias marginais, secundárias e retornos.

#### **Bueiros de Talvegue**

Para o dimensionamento dos bueiros de talvegue, as velocidades para a vazão de projeto obedeceram aos limites entre 1,00 m/s e 4,50 m/s. A declividade mínima adotada foi de 0,35%. Os diâmetros mínimos adotados foram: Ø 1,0 m sob a pista principal e Ø 0,80 m em vias marginais ou secundárias. Foram adotados os coeficientes de rugosidade de 0,015 para tubos de concreto e para bueiros celulares e 0,024 para bueiros metálicos.

Os bueiros foram dimensionados como canal.

#### **Bueiros existentes**

Os bueiros existentes foram cadastrados e deverão ser substituídos, pois, estão em estado de conservação e de capacidade insatisfatórios.

### 4.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O segmento em estudo tem seus primeiros três quilômetros já pavimentados e o restante do trecho possui revestimento primário, composto principalmente de folhelos, assentado sobre um subleito de argila arenosa.

A partir dos resultados dos ensaios realizados em amostras coletadas do subleito foi possível classificar os diferentes tipos de materiais, que compõem o subleito da rodovia.

O tipo de solo predominante e consequentemente mais representativo para o índice de suporte de projeto foi adotado para o dimensionamento, de acordo com a metodologia do DER/PR.

Os três quilômetros já pavimentados possuem seção transversal com duas faixas de 3,50 m cada e acostamentos de 1,00 m cada um.

Nas figuras abaixo é demonstrada seções transversais tipo do trecho já pavimentado do 0PP ao km 3.





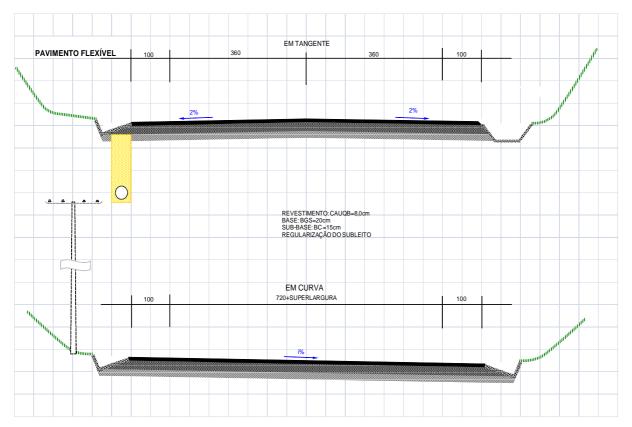


Figura 8 Seções Transversais Tipo

#### Dimensionamento do Pavimento

Para determinação dos serviços que foram realizados nas obras de pavimentação foram utilizados elementos levantados nos estudos geotécnicos como o Índice de Suporte Califórnia – ISC de projeto, e dos elementos dos estudos de tráfego que determinaram um número "N" de projeto para um período de 10 anos.

Nos locais onde foram verificados materiais do subleito com resistência baixa, foi prevista a substituição dos mesmos por produtos de britagem, pois além deste material proporcionar a melhoria da capacidade de suporte também irá promover uma melhor drenagem no subleito da rodovia.

A solução de substituir os materiais argilosos de menor suporte por camadas de rachão ou cascalho com espessuras variando entre 30cm e 60cm (em função da maior ou





menor capacidade de suporte e possibilidade de saturação do subleito), garantirá a resistência do subleito permitindo uma drenagem eficiente e consequentemente o bom desempenho do pavimento como um todo.

Para o pavimento novo, devido à existência de pedreiras tanto na parte norte do segmento e também próximas a parte sul, foram indicados os mesmos materiais do pavimento já existente, os seja, CBUQ como revestimento e brita graduada como base. Para melhorar a drenagem nos segmentos onde não haverá rebaixo foi indicada a sub-base de macadame seco.

O dimensionamento do pavimento novo a ser construído, foi realizado de acordo com o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER e verificado pelo Método Mecanístico.

O quadro a seguir resume o dimensionamento pelo Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNIT, e em seguida, as seções transversais típicas de pavimentação:





			DIMENS	OMME	PAVIMENTO DO PAMMENTO FLEXÍVEL - MÉTODO DE PROJETO DE PAMMENTOS FLEXÍVES DO DNIT	MEN	, E	PAVIMENIOS NOVOS: Xível - Método de Proje	N COIN		70 DE P4	WMENT	OS FLEXÍ	VES DO	N			
PR 364/PR - São Mateus do Sul - Irati	São Mat	S op sna	il- Izi															
CECMENTO	EST	estação	EXTENSÃO	8	2	±	1730	Dadm	R1 Binder R2 Capa	R2 Capa	Base	28	Speries	Sub-base**	Reforço	Reforço Rachão	垕	
SEGMENTO	INCIAL	FINE	(m)	5	z	(W)	(m)	(0,01mm)	(m)	<u>(E)</u>	calculado adotado		calculado adotado	adotado	calculado	adotado	(m)	
PISTA PRINCIPAL - BR-364	IPAL -BR	\$ <del>5</del>									Ì							
PISTA	0	2496	49.920	0'6	1,21E+07	45,8	28,4	66,5	5,0	2,0	8,4	15,0	10,8	20'0	-9,2	0'0	920	
PISTA	0	3496	49.920	0'9	1,21E+07	58,4	28,4	65,5	0'9	9'0	8,4	15,0	23,4	15,0	23,4	30'0	0'08	
PISTA	0	9672	49.920	3,0	1,21E+07	1/88	28,4	6,59	0'9	2,0	8,4	15,0	53,4	15,0	53,4	0'09	110,0	
K <sub>B10</sub> = 2,00	2,00	-8 <sub>8</sub>	K <sub>s</sub> = 1,00	Ž.	K <sub>ss</sub> =1,00	N <sub>EF</sub> = 1,00	8,					SOLUÇÃO						
CBS.  N = Parámetro de soliciteja do talego, para o período de projeto CBR = Indice de suporte Caliconia (California bearing ratio) do subleiro HR = Espessura de parimento necessaria para a protejão do subleiro HZO = Espessura de Brinche Kec = Coeticiente estrutural projetada, em termos de material granular Kec = Coeticiente estrutural base - 80S K <sub>SP</sub> = Coeticiente estrutural base - 80S K <sub>SP</sub> = Coeticiente estrutural do solo estabilizado - sub-base	de solicite; de solicite; ride pavime C source de B so	ião do tatile into recess into recess inde al do reto; base - BGS il do solo es;	go parao per alifornia bea sirin para a p 20 20 3 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	rodo de pro robezão do ub-base	1058. N Parámeiro de solicitação do telégo, para o período de projeto COS = Indoe de suprote Callómia (Callómia bea ingrato) do subleito H Espessura de parimento recessária para a proteção do subleito em termos de material granular H. P.C Espessura de parimento recessária para a proteção do subleito em termos de material granular Kea Coeliciante estrutural do telogo Kea Coeliciante estrutural do solo estabilizado - sub-basa Kea Coeliciante estrutural do solo estabilizado - sub-basa	ms sem	rabeial gr	ing.		5 m	Sub-trace Sub-trace Sub-trace Sub-trace Sub-trace Sub-trace Sub-trace	7.7 %%	(cm) 5,0 5,0 20/15					

**Tabela 10 Dimensionamento Pavimento**