

Programa Estratégico de Infraestrutura e Logística do Paraná



SÍNTESE DO PROJETO EXECUTIVO

Contorno Norte de Castro



Março/2017



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	6
1.1 LOCALIZAÇÃO	7
1.2 ESTRUTURA EXISTENTE	8
1.3 ANÁLISE AMBIENTAL PRELIMINAR.....	8
2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO	10
2.1 FASE INICIAL	10
2.2 FASE DE ANTEPROJETO	10
2.3 FASE DE PROJETO	10
3. LEVANTAMENTOS E ESTUDOS	13
3.1 ESTUDOS DE TRAÇADO	13
3.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	15
3.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO	17
3.3.1 Dados Existentes	18
3.3.2 Contagem Realizada.....	18
3.3.3 Projeção de Crescimento do Tráfego	19
3.3.4 Fator de Veículo	19
3.3.5 Cálculo do Número "N"	21
3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	23
3.4.1 Características Gerais da Região	23
3.4.2 Relações Intensidade-Duração-Recorrência	29
3.4.3 Períodos de Recorrência.....	34
3.4.4 Tempo de Concentração	34
3.4.5 Vazão de Contribuição	35
3.4.6 Dimensionamento Hidráulico.....	40
3.5 ESTUDOS GEOLOGICOS	42
3.5.1 Complexo Granítico Cunhaporanga	42
3.5.2 Unidade Granítica Piraí do Sul (UPS).....	43
3.5.3 Unidade Granítica Santa Rita (USR)	44
3.5.4 Grupo Castro.....	44



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



3.5.5 Sedimentos Recentes	45
3.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS	46
3.6.1 Metodologia.....	47
3.7 ESTUDOS AMBIENTAIS.....	47
4. PROJETO EXECUTIVO	49
4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	49
4.2 PROJETO GEOMÉTRICO	49
4.3 PROJETO DE DRENAGEM e OBRAS DE ARTE CORRENTE	50
4.3.1 Obras de Arte Correntes	51
4.3.2 Drenagem Superficial.....	51
4.3.3 Drenagem Subterrânea.....	52
4.3.4 Dispositivos Projetados	52
4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	52
4.5 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAL.....	53
4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO	53
4.7 PROJETO DE PAISAGISMO	55
4.8 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	55
4.9 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO	56
5. ORÇAMENTO	58
5.1 Custos de Construção	58
6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	62



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Fator de Veículos	20
Tabela 2 Fator de Veículos - Continuação	21
Tabela 3 Número "N" da PR-090	22
Tabela 4 Temperaturas Médias	24
Tabela 5 Insolação Média	25
Tabela 6 Umidade Relativa	26
Tabela 7 Dados Chácara Cachoeira Castro	31
Tabela 8 Períodos de Recorrência	34
Tabela 9 Classificação em Função do Solo	38
Tabela 10 Equações de Dimensionamento da OAC Operando como Canal	40
Tabela 11 Orçamento Estimativo do Lote 01	59
Tabela 12 Orçamento do Lote 02	60
Tabela 13 Resultados Avaliação Econômica	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização	7
Figura 2 Monografia Implantados	16
Figura 3 Equipamento de Contagem	17
Figura 4 Classificação de Veículos	19
Figura 5 Temperatura média Anual	25
Figura 6 Insolação Média Anual	26
Figura 7 Umidade Relativa Média	27
Figura 8 Alturas de Precipitação	28
Figura 9 Precipitação Máxima Diária	28
Figura 10 Número de Dias de Chuva	29
Figura 11 Curvas de Intensidade – Duração - Recorrência	32
Figura 12 Curvas de Precipitação – Duração - Recorrência	33
Figura 13 Croqui dos lotes 01 e 02	58



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



1. APRESENTAÇÃO

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



1. APRESENTAÇÃO

O presente documento é uma síntese referente ao Projeto Executivo de Engenharia para Implantação do Contorno Norte de Castro/PR, ligação entre as rodovias PR-151 e PR-090 (Distrito Industrial I e II de Castro), **numa extensão aproximada de 18,5 km.**

O objetivo principal deste projeto é desviar o fluxo de caminhões que hoje trafegam pelo centro urbano do município de Castro/PR, proporcionando também a ligação entre os dois Distritos Industriais.

1.1 LOCALIZAÇÃO

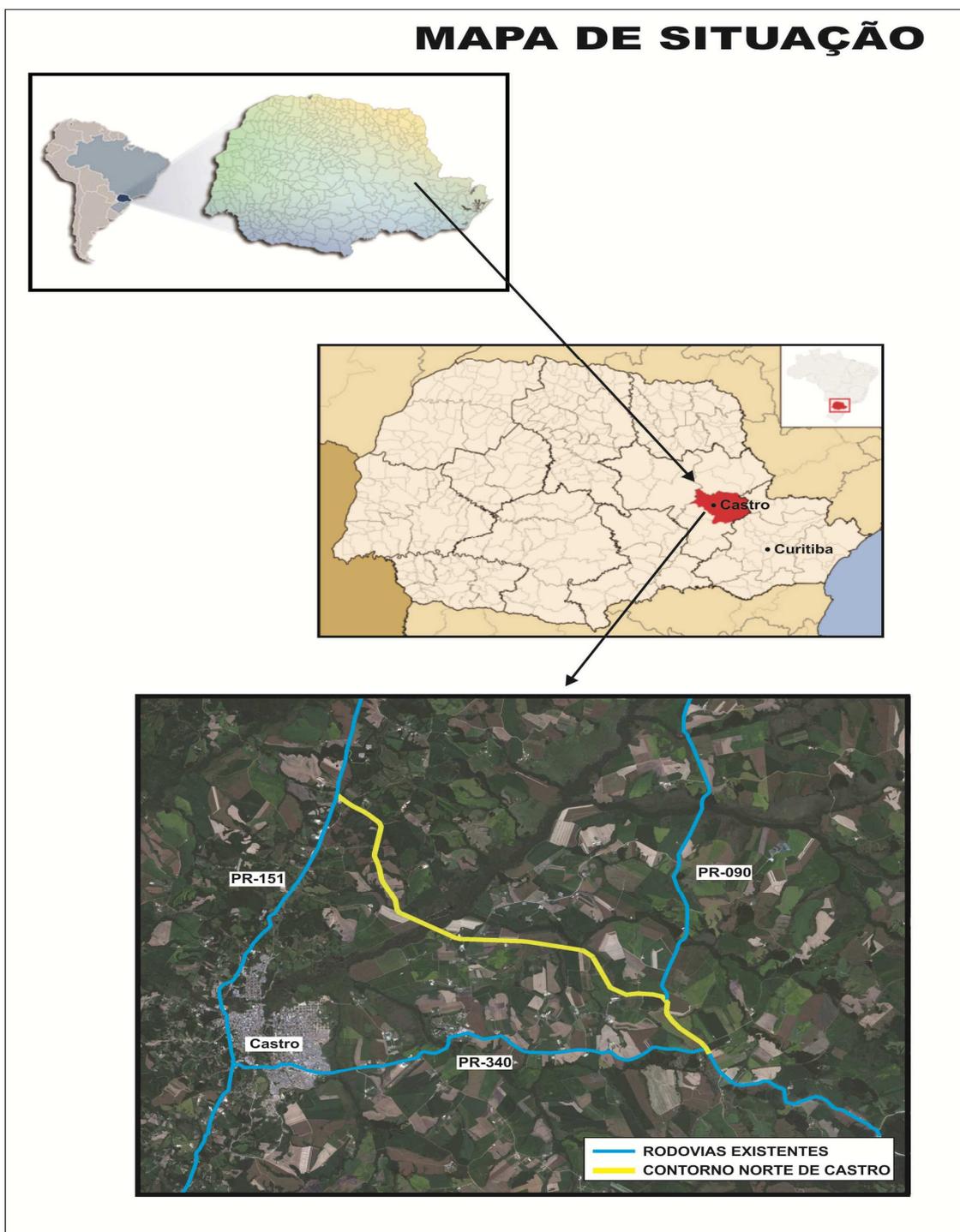


Figura 1 - Mapa de Localização



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



1.2 ESTRUTURA EXISTENTE

Como trata-se de um projeto de implantação, atualmente não há nenhuma ligação entre os dois Distritos Industriais do Município de Castro/PR. Por outro lado, o caminhamento hoje realizado, é constituído pelas PR-151, PR-340 e PR-090, todas pavimentadas.

1.3 ANÁLISE AMBIENTAL PRELIMINAR

Numa análise preliminar, os estudos ambientais demonstraram que a região prevista para a implantação do Contorno Norte de Castro/PR, se apresenta com uma paisagem bastante antropizada pelo uso intensivo para a agropecuária nos últimos mais de 50 anos e, portanto, não são esperados impactos ambientais significativos pela obra em si.

Além disso, durante os levantamentos de campo a amostragem da população que foi entrevistada se mostrou favorável à implementação da futura rodovia.

Desta forma, desde que, adequadamente implantado e bem operado, observada todas as normas ambientais e legais, assim como efetivada as medidas ambientais mitigadoras, o Contorno Norte de Castro/PR trará benefícios tanto aos usuários da rodovia, como aos moradores região, impactando positivamente a economia regional.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

2.1 FASE INICIAL

- Estudos de Traçado;
- Estudos Topográficos;
- Estudos de Tráfego;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Ambientais

2.2 FASE DE ANTEPROJETO

- Anteprojeto de Terraplenagem;
- Anteprojeto Geométrico;
- Anteprojeto de Drenagem e OAC;
- Anteprojeto de Pavimentação;
- Anteprojeto de OAE;
- Anteprojeto de Sinalização;
- Anteprojeto de Paisagismo;
- Anteprojeto de Obras Complementares;
- Anteprojeto de Desapropriação;
- Orçamento de Anteprojeto.

2.3 FASE DE PROJETO

- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Drenagem e OAC;
- Projeto de Pavimentação;

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



- Projeto de OAE;
- Projeto de Sinalização;
- Projeto de Paisagismo;
- Projeto de Obras Complementares;
- Projeto de Desapropriação;
- Orçamento da obra / Plano de Execução da Obra.

2.4 ESTUDOS AMBIENTAIS

- Relatório Final (RAS+PCA);
- Relatório Final (ARQ).



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



3. LEVANTAMENTOS E ESTUDOS

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



3. LEVANTAMENTOS E ESTUDOS

3.1 ESTUDOS DE TRAÇADO

As alternativas foram elaboradas a partir do imageamento do satélite Rapideye (2012), com resolução espacial de 5,0 m, orto-retificado para a Projeção Universal Transversa de Mercator.

O ponto inicial do traçado para o Contorno Norte de Castro/PR, face às interferências existentes (indústrias, ramal ferroviário e topografia), se resume a dois possíveis pontos de partida. Um deles mais ao sul, situado no km 274,5 da PR-151, próximo a recém instalada fábrica de artefatos de cimento Hércules Estruturas, e outro distante a 3,0 km, ao norte desta mesma rodovia.

Em ambos os locais, a PR-151 encontra-se em pista dupla, em tangente, com greide em rampa suave e próximo a um retorno operacional existente. A principal diferença entre os pontos é que o ponto mais ao sul encontra-se em corte, enquanto que a partida mais ao norte encontra-se em aterro.

O ponto final do traçado também deve ser comentado. Como o objetivo principal deste estudo é desviar o fluxo de caminhões que hoje trafegam pelo centro urbano do município e, objetivando ligar os dois distritos industriais, para o trecho final do traçado não existem alternativas.

Outro ponto particular é a passagem do Rio Iapó. O leito do rio é repleto de meandros e pequenas ilhas, compreendidos por diques em terra de aproximadamente 4,0 m de altura, executados entre as décadas de 40 e 50, como solução para o controle das cheias.

As larguras entre estes diques são variáveis, podendo chegar a 600,0 m. Isto significa dizer que, dependendo da escolha do local do traçado, o comprimento da obra sobre o rio, aumenta consideravelmente. Obviamente, este fato leva a um maior custo de construção.

Ainda nesta região, próximo a ponte da PR-151, existem, ainda, duas áreas de captação d'água da SANEPAR e dois mananciais que abastecem o município.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



Por fim, conforme visita “in loco” de técnicos do IAP, foi estabelecida uma “faixa ideal” para a passagem do traçado, com vistas a minimizar os impactos ambientais realizados pela obra. Desta forma, a faixa possível, e de menor impacto ambiental é a apresentada a no Mapa dos Estudos de Alternativas.

Desta forma, conforme exposto anteriormente, considerando os pontos obrigados, os estudos de traçados foram elaborados em função de limitantes ambientais, procurando se desenvolver em áreas de menor valor de desapropriação, livres de edificações e com aproveitamento parcial de estradas municipais e estradas vicinais existentes.

A Alternativa 1, têm seu início na PR-151, numa interseção tipo trombeta, em passagem superior, situada no km 274,5, aproximadamente. Deste ponto em diante, o traçado segue pelo divisor, parcialmente sobre estradas vicinais não pavimentadas, onde deflete a direita e em seguida a esquerda até encontrar um dos diques do Rio Iapó. A partir deste ponto, segue por sobre o dique até cruzar toda várzea do rio até a proximidade do km 5,4. Daí, até o final, a preocupação principal do lançamento do alinhamento foi acompanhar as divisas de propriedades e estradas vicinais existentes.

Entre o km 3,0 e o km 10,0 o traçado se desenvolve em terreno plano, extremamente úmido, com presença de material orgânico (solos moles), sendo necessário grande volume de aterro.

No km 6,2 o traçado cruza a estrada vicinal pavimentada de ligação entre a Cooperativa Castrolanda e a Fazenda Capão Alto, com previsão de interseção em nível, tipo rótula alongada.

No km 11,0 o traçado volta para estradas vicinais existentes, não pavimentadas, até encontrar o entroncamento da PR-090, nas proximidades da indústria Evonik Degussa. A partir deste ponto, o traçado segue pela PR-090, com pequenas retificações de curvas, até o entroncamento da PR-340, onde está prevista uma interseção tipo trombeta, em passagem superior.

A Alternativa 2, têm seu início na PR-151, numa interseção tipo trombeta, em passagem inferior, situada no km 277,5, aproximadamente. Deste ponto até o km 1,8 o traçado segue por estrada municipal não pavimentada, onde deflete 90° para o sul. Deste ponto em diante segue pelo divisor, sobre estradas vicinais existentes não pavimentadas até encontrar um dos diques do Rio Iapó, no km 5,4. A partir deste ponto, o traçado é comum



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



com a Alternativa 1 até o km 11,4. Daí até o entroncamento com a PR-090 no km 15,0, aproximadamente, a preocupação principal do lançamento do alinhamento foi à adaptação, na medida do possível, as divisas de propriedades e estradas vicinais existentes.

A Alternativa 3 é comum com a Alternativa 1 até o km 9,2, onde gira para o sul, com objetivo de jogar o traçado acompanhando o relevo existente, até encontrar o traçado da Alternativa 2 nas proximidades do km 14,0.

3.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos foram iniciados com a implantação de pares de marcos de concreto, próximos a cada uma das extremidades do trecho e a cada 2 km, aproximadamente. As coordenadas destes marcos foram determinadas utilizando receptores geodésicos de dupla frequência (L1+L2), pós-processados, para bases longas. Esta sistemática consiste na instalação de um receptor em um ponto de coordenadas conhecidas, e, simultaneamente, outro instalado em um ponto cujas coordenadas se deseja conhecer.

Os dados obtidos em campo foram processados em softwares específicos, indicando a precisão em cada um dos marcos. As coordenadas geográficas obtidas neste processamento foram transformadas em coordenadas de origem UTM, a partir do datum oficial brasileiro (SAD-69).

Como ilustração, abaixo, está apresentada uma monografia dos implantados:

DADOS GERAIS-MR01					
Estado: PARANÁ			Município: CASTRO		
Bairro:			Local: PR-151		
DADOS PLANIMÉTRICOS					
GEOGRÁFICA WGS84		UTM22-SAD-69		STL (Local)	
$\Phi =$	24°42'27.40399"S	N=	7267088.485	$\Phi =$	N = 201923.148
$\lambda =$	49°58'52.76904"	E=	603088.864	$\lambda =$	E = 50496.041
DADOS ALTIMÉTRICOS					
ALTITUDE GEOMÉTRICA *			ALTITUDE ORTOMÉTRICA**		
H =	1036.1284		H =	1032.387	
Observação: (*) Altitude obtida do GPS. (**) Altitude obtida por nivelamento					
Descrição: Marco de concreto de formato retangular, medindo (50x12x12) cm, com chapa de bronze no centro do topo, constando o número do ponto, mr01, inscrição: PROTEGIDO POR LEI .					
ITINERÁRIO					
Marco localizado no km 277,500 na PR 151 sentido Piraí do Sul lado direito a 30,00 do acostamento.					
ESTAÇÃO:			VÉRTICES INTERVISÍVEIS:		
MR01			MR02		
FOTO DA LOCALIZAÇÃO					
					

Figura 2 Monografia Implantados

Entre estes marcos foi realizada uma poligonal enquadrada. O enquadramento permitiu verificar a precisão planimétrica e altimétrica do levantamento, tendo sido alcançada precisão superior à exigida pela norma NBR 13.133.

Implantadas as poligonais, foram realizados transportes de cotas a partir do marco de origem, referida a rede oficial do IBGE, por meio de nivelamento geométrico, para todos os vértices da poligonal. A estação base para o transporte das cotas foi a RN 2018P.

Nivelados os marcos de apoio, foram levantadas características do terreno (planimetria e altimetria) por meio de irradiações necessárias a sua total configuração. Estas irradiações, que não são materializadas no campo, são as várias locações de pontos, sempre a partir de uma referência conhecida (marcos de concreto). Importante salientar, que no processo de irradiações as cotas dos pontos cadastrados são obtidas diretamente pelo Taqueômetro Eletrônico, utilizando o processo de trigonometria. Este processo consiste nas leituras em Prismas que encontram-se acoplados em bastões graduados com alturas conhecidas.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



Nestes levantamentos foram cadastradas as seguintes informações: cercas, edificações, córregos, valetas, taludes, caixas, bordo de pistas, postes, canaletas, sinalizações, tubulações e pontos notáveis para garantir a correta representação do relevo.

Concluída a etapa de campo, os dados colhidos foram processados e desenhados dando origem as pranchas topográficas que serão apresentadas no Relatório do Anteprojeto.

3.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os Estudos de Tráfego foram iniciados pelas Contagens Volumétricas Classificatórias na rodovia PR-090.

As contagens na PR-090 foram realizadas em sete dias consecutivos, por um período de 24 horas. Iniciaram em 29 de Abril de 2014 às 00:00 horas e se encerraram em 05 de Maio de 2014 às 24:00 horas. Neste local, a metodologia empregada, consistiu na instalação de câmaras de filmagens nos dois sentidos, por meio de equipamentos DVR (Digital Video Recorder) da marca H.264, equipado com HD de 500Gb, e câmeras Project System, com infravermelho, lentes de 4mm e alcance de 50m, apresentado nos detalhes da figura abaixo.

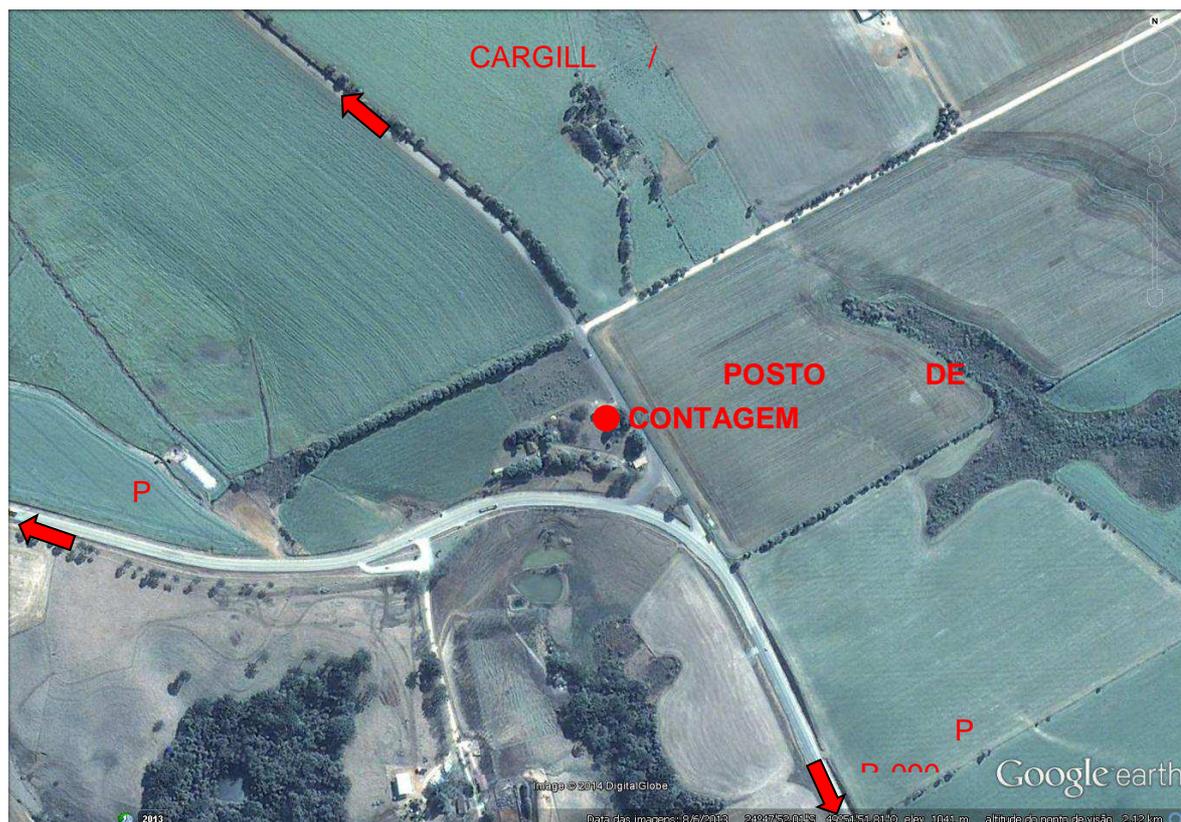


Figura 3 Equipamento de Contagem

A grande vantagem desta metodologia é gerar comprovantes documentais (vídeos) das contagens realizadas, que, há qualquer momento, podem ser consultados pela Contratante.

Nas interseções foram realizadas contagens manuais, sem a utilização das câmeras. As contagens foram feitas um dia em cada interseção, por um período de 2 (duas) horas.

A Figura seguinte mostra o local onde foram instaladas as câmeras.



3.3.1 Dados Existentes

Os dados existentes para este estudo foram cedidos pela Concessionária RODONORTE, referentes à Praça de Pedágio de Jaguariaíva.

3.3.2 Contagem Realizada

Para as contagens realizadas foram utilizadas a seguinte classificação de veículos, como apresentado no Quadro 2:

Carros e Utilitários			Caminhões Semi- Reboques	I-10		Caminhões Semi- Reboques	I-64	
Motos				I-26			Caminhões Reboques	II-19
Ônibus	III-2			I-12		Caminhões Reboques		II-35
	III-4			I-13				
Caminhões Leves	I-2			I-20				
	I-3			I-22				
	I-6			I-18				

Figura 4 Classificação de Veículos

3.3.3 Projeção de Crescimento do Tráfego

Estima-se para o período 2014-2025, que corresponde ao período de projeto de 10 anos (2016-2025) uma taxa de crescimento médio de 5% para automóveis e 3% para caminhões e ônibus.

3.3.4 Fator de Veículo

Os fatores de veículos foram calculados por meio de consulta à bibliografia, no caso o “Manual de Estudos de Tráfego do DNIT” e a dissertação de mestrado de Peterlini, (UFSC, 2006), admitindo ainda as seguintes hipóteses de carregamentos:

- Ônibus III-2 e III-4, 80% trafegam com carga legal e 20% com carga legal mais a tolerância de 7,5% permitida pela Resolução nº. 258/2007 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);
- Caminhões rígidos I-2, I-3 e I-6, 70% trafegam com carga legal, 25% com carga legal mais a tolerância de 7,5% e 5% trafegam vazios;
- Caminhões semirreboques I-10, I-12 e I-13, 55% trafegam com carga legal, 40% com carga legal mais a tolerância de 7,5% e 5% trafegam vazios;



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



- Caminhão semirreboque I-18, 80% trafegam com carga legal, 10% com carga legal mais a tolerância de 7,5% e 10% trafegam vazios;
- Caminhões semirreboques I-20, I-22, I-26, I-64 e II-19, 60% trafegam com carga legal, 30% com carga legal + 7,5% e 10% trafegam vazios;
- Caminhões reboques II-6 e II-35, 60% trafegam com carga legal, 30% com carga legal + 7,5% e 10% trafegam vazios.

O Quadro 3 e Quadro 4 mostram os cálculos dos Fatores de Veículos com as condições de carregamento citadas:

Veículo	Eixo	FATOR DE VEÍCULO - AASHTO						Fator de Veículo	FATOR DE VEÍCULO - USACE						Fator de Veículo		
		Carga Legal		Carga legal + 7,5%		Vazio			Carga Legal		Carga legal + 7,5%		Vazio				
		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC			
Ônibus	III-2	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	2,100	0,004	2,92	6,000	0,278	6,450	0,372	2,100	0,004	3,96	
		Eixo Traseiro	10,000	2,394	10,750	3,273	3,200	0,017		10,000	3,289	10,750	5,171	3,200	0,022		
		Total	16,000	2,722	17,200	3,720	5,300	0,021		16,000	3,567	17,200	5,542	5,300	0,026		
	III-4	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	2,400	0,006	1,03	6,000	0,278	6,450	0,372	2,400	0,007	2,95	
		Eixo Traseiro	13,500	0,632	14,513	0,853	4,000	0,004		13,500	2,415	14,513	3,590	4,000	0,020		
		Total	19,500	0,960	20,963	1,301	6,400	0,010		19,500	2,693	20,963	3,962	6,400	0,027		
Caminhões Rígidos	I-2	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	2,400	0,006	2,84	6,000	0,278	6,450	0,372	2,400	0,007	3,88	
		Eixo Traseiro	10,000	2,394	10,750	3,273	3,600	0,029		10,000	3,289	10,750	5,171	3,600	0,036		
		Total	16,000	2,722	17,200	3,720	6,000	0,035		16,000	3,567	17,200	5,542	6,000	0,043		
	I-3	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	2,600	0,009	2,05	6,000	0,278	6,450	0,372	2,600	0,010	9,45	
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	5,000	0,010		17,000	8,549	18,275	12,710	5,000	0,043		
		Total	23,000	1,970	24,725	2,663	7,600	0,019		23,000	8,827	24,725	13,082	7,600	0,052		
	I-6	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,400	0,086	2,39	6,000	0,327	6,450	0,447	4,400	0,086	9,66	
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	5,300	0,013		17,000	8,549	18,275	12,710	5,300	0,052		
		Total	23,000	2,297	31,175	3,210	14,100	0,185		23,000	9,011	31,175	13,369	14,100	0,218		
	Caminhões Semi-Reboques	I-10	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,400	0,086	5,42	6,000	0,278	6,450	0,372	4,400	0,080	13,98
			Eixo Traseiro	10,000	2,974	10,750	4,065	5,200	0,176		10,000	3,289	10,750	5,171	5,200	0,156	
			Semi-reboque	17,000	1,642	18,275	2,216	5,300	0,013		17,000	8,549	18,275	12,710	5,300	0,052	
I-12		Total	33,000	4,944	35,475	6,728	14,900	0,275	33,000	12,116	35,475	18,253	14,900	0,288	14,87		
		Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096		8,70	
		Eixo Traseiro	10,000	2,974	10,750	4,065	4,800	0,125	10,000	3,289	10,750	5,171	4,800	0,113			
I-13		Semi-reboque	25,500	1,560	27,413	2,117	5,700	0,003	25,500	9,300	27,413	13,922	5,700	0,028	17,87		
		Total	41,500	4,862	44,613	6,629	15,100	0,232	41,500	12,867	44,613	19,464	15,100	0,237			
		Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096			
I-18		Eixo Traseiro	10,000	2,974	10,750	4,065	4,800	0,125	10,000	3,289	10,750	5,171	4,800	0,113	3,32		
		Semi-reboque	17,000	1,642	18,275	2,216	7,300	0,050	17,000	8,549	18,275	12,710	7,300	0,158			
		Total	25,500	1,560	27,413	2,117	6,700	0,006	25,500	9,300	27,413	13,922	6,700	0,047			
								48,500	18,127	52,138	27,004	18,600	0,301				

Tabela 1 Fator de Veículos



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Veículo	Eixo	FATOR DE VEÍCULO - AASHTO						Fator de Veículo	FATOR DE VEÍCULO - USACE						Fator de Veículo	
		Carga Legal		Carga legal + 7,5%		Vazio			Carga Legal		Carga legal + 7,5%		Vazio			
		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		
Caminhões Semi-Reboques	I-20	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	6,08	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	21,74
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,300	0,050		17,000	8,549	18,275	12,710	7,300	0,158	
		Semi-reboque	10,000	2,394	10,750	3,273	5,400	0,167		10,000	3,289	10,750	5,171	5,400	0,182	
	Total	33,000	4,363	35,475	5,936	17,300	0,321	33,000	12,126	35,475	20,491	17,300	0,354			
	I-22	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	9,30	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	19,88
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,300	0,050		17,000	8,549	18,275	12,710	7,300	0,158	
		Semi-reboque	10,000	2,394	10,750	3,273	5,400	0,167		10,000	3,289	10,750	5,171	5,400	0,182	
	Total	33,000	4,363	35,475	5,936	17,300	0,321	33,000	12,126	35,475	20,491	17,300	0,354			
	I-26	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	3,65	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	18,19
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,400	0,052		17,000	8,549	18,275	12,710	7,400	0,166	
		Semi-reboque	10,000	2,394	10,750	3,273	5,400	0,167		10,000	3,289	10,750	5,171	5,400	0,182	
	Total	33,000	4,363	35,475	5,936	17,400	0,323	33,000	12,126	35,475	20,551	17,400	0,354			
I-64	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	5,30	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	27,14	
	Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,400	0,052		17,000	8,549	18,275	12,710	7,400	0,166		
	Semi-reboque	10,000	2,394	10,750	3,273	5,400	0,167		10,000	3,289	10,750	5,171	5,400	0,182		
Total	33,000	4,363	35,475	5,936	17,400	0,323	33,000	12,126	35,475	20,551	17,400	0,354				
II-19	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	5,14	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	28,77	
	Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,400	0,052		17,000	8,549	18,275	12,710	7,400	0,166		
	Semi-reboque	25,500	1,560	27,413	2,117	5,700	0,003		25,500	9,300	27,413	13,922	5,700	0,028		
Total	48,500	3,449	52,138	4,780	17,700	0,159	48,500	18,149	52,138	29,034	17,700	0,292				
Caminhões Reboque	II-6	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	6,95	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	36,09
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	7,400	0,052		17,000	8,549	18,275	12,710	7,400	0,166	
		Reboque	17,000	1,642	18,275	2,216	5,700	0,018		17,000	8,549	18,275	12,710	5,700	0,067	
	Total	40,000	3,611	43,000	4,879	17,700	0,170	40,000	17,376	43,000	25,792	17,300	0,314			
	II-35	Eixo Dianteiro	6,000	0,327	6,450	0,447	4,600	0,104	6,86	6,000	0,278	6,450	0,372	4,600	0,096	16,36
		Eixo Traseiro	17,000	1,642	18,275	2,216	6,500	0,031		17,000	8,549	18,275	12,710	6,500	0,106	
Reboque		10,000	2,394	10,750	3,273	5,400	0,167	10,000		3,289	10,750	5,171	5,400	0,182		
Total	33,000	4,363	35,475	5,936	16,500	0,298	33,000	15,455	35,475	23,423	16,500	0,565				

Tabela 2 Fator de Veículos - Continuação

3.3.5 Cálculo do Número “N”

O valor do número N anual, número de operações equivalentes do eixo padrão no ano considerado, é obtido pela seguinte equação:

$$N = 365 \cdot k \cdot x \cdot FV \cdot x \cdot TMDA$$

Onde:

k = Fator direcional, tomado igual a 0,50;

FV = Fator de Veículo (FEC da AASHTO e USACE);

TMDA = Tráfego Médio Diário Anual (somente comercial) do ano do período de projeto considerado.

Considerou-se ainda fator climático regional igual a 1. O Quadro 5 mostra o cálculo do número “N” da rodovia PR-090.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



VEÍCULOS	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões Rígidos			Caminhões Semi-Reboques							Caminhões Reboques		TOTAL VEÍCULOS LEVES	TOTAL COMERCIAL	TOTAL SENTIDO		
	Carros e Util.	Motos	III-2	III-4	I-2	I-3	I-6	I-10	I-26	I-12	I-13	I-20	I-22	I-18	I-64	II-19				II-35	II-6
VMD	7.982	766	188	86	107	31	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.747	415	9.162
TDMA	10.282	1.001	363	117	125	33	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11.282	643	11.926
%	86,22%	8,39%	3,04%	0,98%	1,05%	0,27%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	94,61%	5,39%	100,00%
VDM COMERCIAL	-	-	188	86	107	31	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	415	415
TDMA COMERCIAL	-	-	363	117	125	33	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-	643	643
%	-	-	56,37%	18,23%	19,48%	5,09%	0,39%	0,17%	0,00%	0,06%	0,08%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	-	-	100,00%	100,00%
FATOR DE VEÍCULO	AASHTO	-	2,92	1,03	2,84	2,05	2,39	5,42	3,65	5,34	8,70	6,08	9,30	3,32	5,30	5,14	6,86	6,95	-	-	-
	USACE	-	3,96	2,95	3,88	9,45	9,66	13,98	18,19	14,87	17,87	21,74	19,88	17,23	27,14	28,77	16,36	36,09	-	-	-
PRODUTOS	AASHTO	-	164,67	18,74	55,25	10,42	0,93	0,95	0,00	0,31	0,68	0,24	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	-	-	-
	USACE	-	223,34	53,72	75,66	48,13	3,76	2,45	0,00	0,87	1,39	0,84	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	-	-	-

DADOS	Taxas de Crescimento de Tráfego (% ao ano)			FATOR DIRECIONAL	FATOR CLIMÁTICO	FATOR MÉDIO DE VEÍCULOS DA FROTA	
	CARROS, UTIL. E MOTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES	Pista Dupla	Regional	AASHTO	USACE
	5,00%	3,00%	3,00%	0,45	1,00	2,53	4,13

NÚMERO "N" AO LONGO DO PERÍODO DE ANÁLISE

Ano	TIPOS DE VEÍCULOS																	TDMA	Número "N" AASHTO		Número "N" USACE				
	Veículos Leves		Ônibus		Caminhões Rígidos			Caminhões Semi-Reboques							Caminhões Reboques		Comercial		No ano	Acumulado	No ano	Acumulado			
	Carros e Util.	Motos	III-2	III-4	I-2	I-3	I-6	I-10	I-26	I-12	I-13	I-20	I-22	I-18	I-64	II-19							II-35	II-6	
2014	-	10.282	1.001	363	117	125	33	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	643	-	-	-	-
2015	-	10.796	1.051	373	121	129	34	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	662	-	-	-	-
2016	1	11.336	1.103	385	124	133	35	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	682	2,83E+05	2,83E+05	4,63E+05	4,63E+05
2017	2	11.903	1.158	396	128	137	36	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	702	2,92E+05	5,75E+05	4,76E+05	9,39E+05
2018	3	12.498	1.216	408	132	141	37	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	723	3,00E+05	8,75E+05	4,90E+05	1,43E+06
2019	4	13.123	1.277	420	136	145	38	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	744	3,09E+05	1,18E+06	5,05E+05	1,93E+06
2020	5	13.779	1.341	433	140	150	39	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	767	3,19E+05	1,50E+06	5,20E+05	2,45E+06
2021	6	14.468	1.408	446	144	154	40	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	789	3,28E+05	1,83E+06	5,35E+05	2,99E+06
2022	7	15.191	1.478	459	149	159	41	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	813	3,38E+05	2,17E+06	5,52E+05	3,54E+06
2023	8	15.951	1.552	473	153	163	43	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	837	3,48E+05	2,52E+06	5,68E+05	4,11E+06
2024	9	16.748	1.630	487	158	168	44	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	865	3,59E+05	2,88E+06	5,87E+05	4,70E+06
2025	10	17.585	1.711	502	162	173	45	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	890	3,70E+05	3,25E+06	6,04E+05	5,30E+06

Tabela 3 Número "N" da PR-090



3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos têm por objetivo o fornecer subsídios para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem, no que diz respeito à sua localização, tipo e dimensionamento hidráulico.

Para a efetivação do projeto foram procedidas as seguintes atividades:

- Coleta dos dados pluviométricos e climatológicos existentes;
- Estabelecimento do regime de chuvas;
- Consulta às cartas topográficas (escala 1:50.000) fornecidas pelo Ministério do Exército – Diretoria de Serviços Geográficos – DSG:
 - SG.22-E-III (MI-2825/1) – Piraí do Sul, 1958;
 - SG.22-X-A-VI-2 (MI-2825/2) – Serra do Apan, 2001;
 - SG.22-X-A-VI-4 (MI-2825/4) – Socavão, 2001;
- Consulta às cartas topográficas (escala 1:50.000) fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE:
 - SG.22-X-A-V-2 (MI-2824/2) – Piraí Mirim, 2001;
 - SG.22-X-A-V-4 (MI-2824/4) – Castro, 2001;
 - SG.22-X-A-VI-3 (MI-2825/3) – Abapã, 2001;
 - SG.22-X-A-III-3 (MI-2808/3) – Serra das Furnas, 2001;
- Estudos complementares de campo e escritório (observações “in loco”);
- Determinação das características das bacias de contribuição;
- Determinação das vazões do Rio Iapó.

3.4.1 Características Gerais da Região

O trecho da rodovia em estudo situa-se no município de Castro, com classificação climática predominante, segundo Wladimir Köppen, Cfa e Cfb.

O clima do tipo Cfa caracteriza-se como subtropical úmido com verões quentes e chuvas de verão e outono. A média das temperaturas dos meses mais quentes é próxima a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C. O clima do tipo Cfb caracteriza-se como

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil

Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130

www.der.pr.gov.br



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



subtropical com verões frescos e chuvas distribuídas durante o ano, com temperaturas superiores a 22°C nos meses mais quentes e inferiores a 18°C nos meses mais frio, não há estação seca definida.

Os gráficos a seguir foram baseados nos dados da estação Castro, operada pelo INMET, código 83813, latitude -24,78°, longitude -50°. Embora a estação possua dados desde novembro de 1922, para este estudo foi utilizado o período compreendido entre de janeiro de 1982 a dezembro de 2012.

Para esta estação, a temperatura média anual resultou em 17,8°C, conforme a seguir apresentado:

Mês	Temperaturas (°C)		
	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	12,75	21,48	23,28
Fevereiro	13,86	21,56	23,23
Março	12,73	20,80	22,94
Abril	12,01	18,87	21,38
Maiο	11,62	15,30	17,42
Junho	10,10	14,01	16,45
Julho	10,23	13,63	16,17
Agosto	3,58	14,22	17,34
Setembro	4,35	15,12	18,92
Outubro	5,99	17,68	20,85
Novembro	6,07	19,29	23,32
Dezembro	19,84	21,10	23,25

Tabela 4 Temperaturas Médias

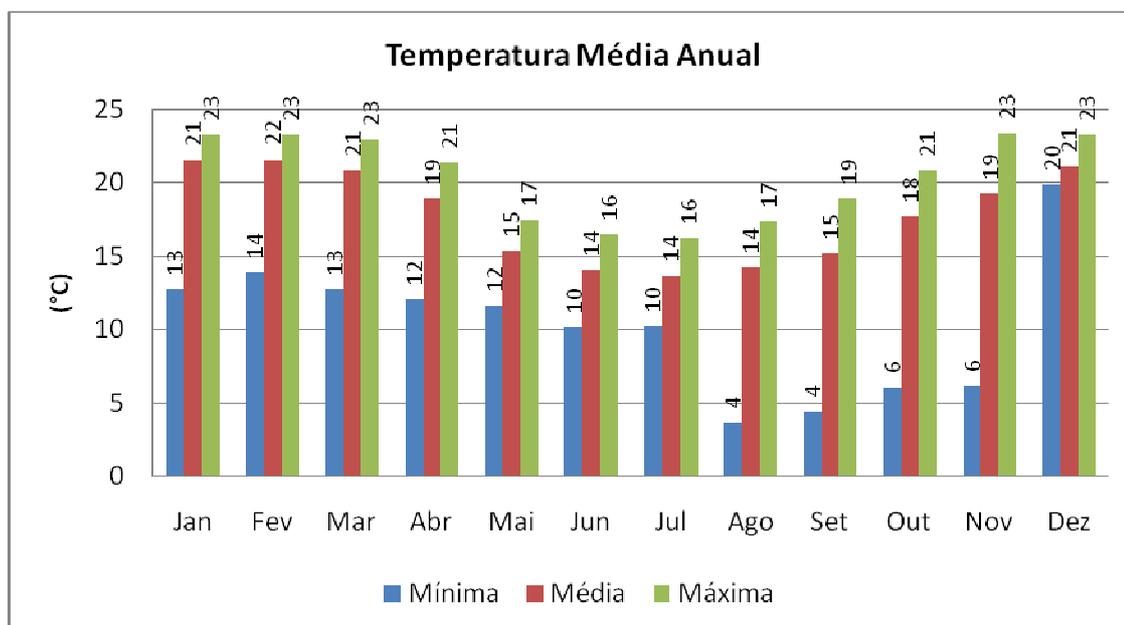


Figura 5 Temperatura média Anual

A insolação média anual da região resultou em 4,6 horas diárias e a umidade relativa do ar resultou em 83,4%, conforme quadros e figuras a seguir apresentadas:

Mês	Insolação Média Mensal (horas/dia)		
	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	1,48	4,41	6,57
Fevereiro	2,84	4,54	7,65
Março	2,27	4,79	6,59
Abril	2,75	4,66	6,05
Maio	2,48	4,57	6,96
Junho	2,82	4,59	6,62
Julho	2,82	4,87	6,42
Agosto	2,83	4,93	7,24
Setembro	2,35	4,08	6,16
Outubro	1,71	4,03	6,52
Novembro	1,44	4,85	7,51
Dezembro	1,38	4,38	6,90

Tabela 5 Insolação Média

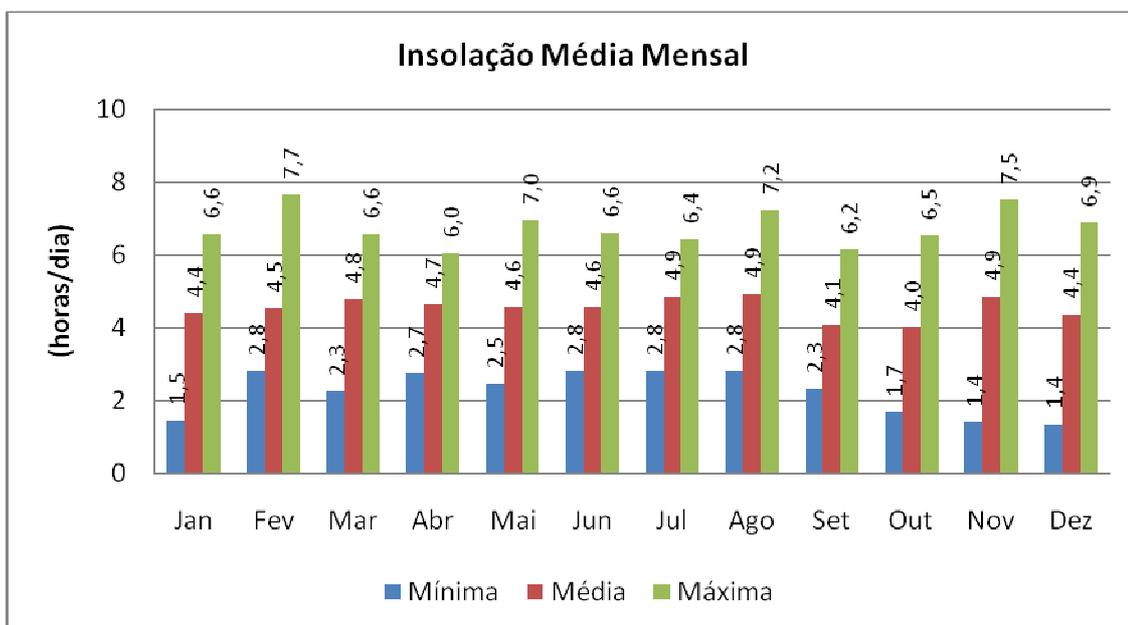


Figura 6 Insolação Média Anual

Mês	Umidade Relativa (%)		
	Mínima	Média	Máxima
Janeiro	78,47	83,92	89,12
Fevereiro	76,65	84,64	89,80
Março	77,62	84,48	90,53
Abril	78,10	84,99	90,34
Maio	77,83	85,77	92,71
Junho	75,72	85,66	91,32
Julho	76,25	83,98	89,31
Agosto	72,22	81,92	88,08
Setembro	73,18	81,86	90,88
Outubro	76,80	82,20	87,69
Novembro	74,63	79,82	87,42
Dezembro	73,96	81,03	86,94

Tabela 6 Umidade Relativa

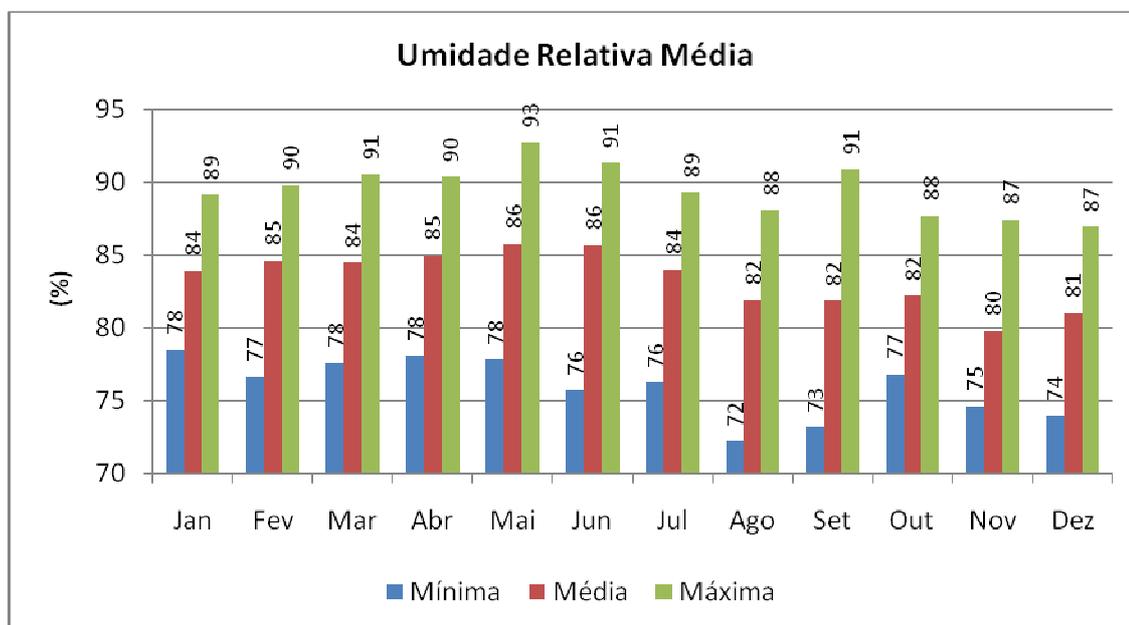


Figura 7 Umidade Relativa Média

Para a determinação do regime pluviométrico da região foram avaliados os dados do posto pluviométrico Chácara Cachoeira, localizado no município de Castro, código 02450013, operado pelo Instituto das Águas do Paraná.

Os dados obtidos apresentam precipitação média anual de 1.633mm, distribuídos em cerca de 100 dias de chuva durante o ano. Os gráficos apresentados a seguir ilustram o regime pluviométrico da região.

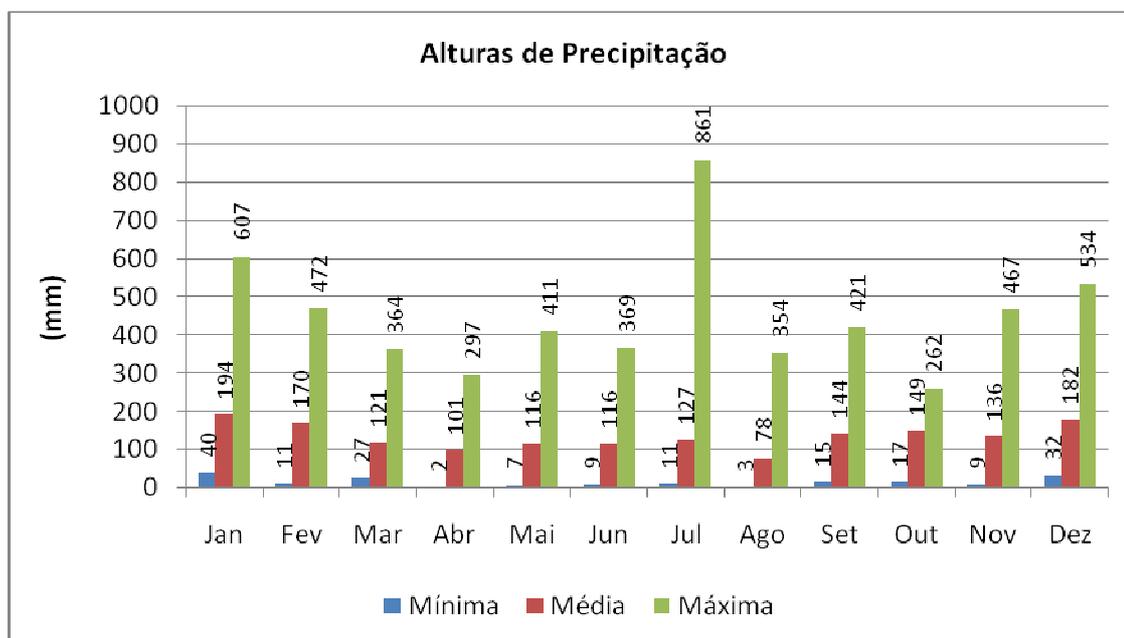


Figura 8 Alturas de Precipitação

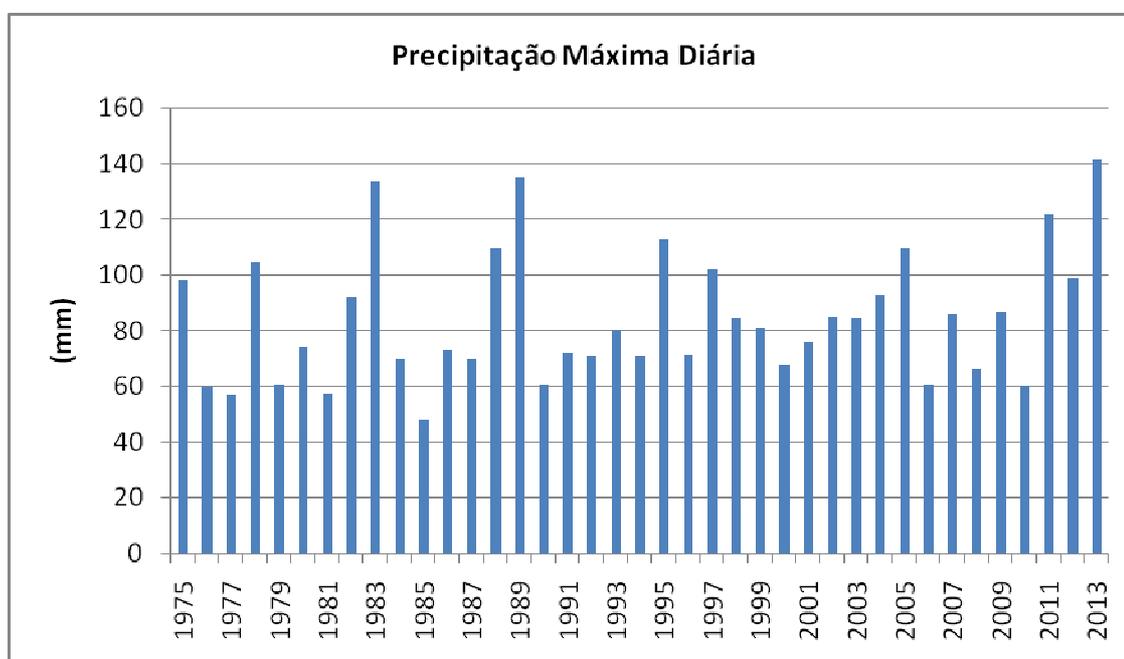


Figura 9 Precipitação Máxima Diária

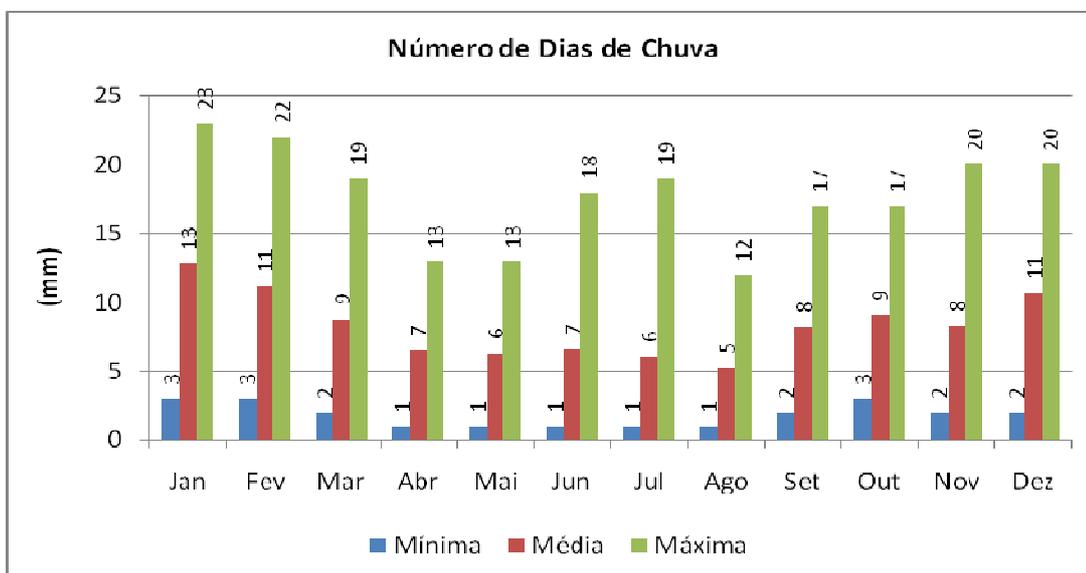


Figura 10 Número de Dias de Chuva

3.4.2 Relações Intensidade-Duração-Recorrência

Para a determinação das relações Intensidade-Duração-Recorrência, representativas do regime das precipitações intensas de chuvas de pequena duração, utilizou-se a metodologia exposta pelo Eng.^o Jaime Taborga Torrico em “Práticas Hidrológicas”, tomando-se por base os dados pluviométricos do posto de Chácara Cachoeira em Castro/PR, anteriormente citado, operado pelo Instituto das Águas do Paraná, no período de 1975 a 2013.

O Eng.^o Jaime Taborga Torrico, levando em consideração os postos pluviométricos utilizados pelo Eng.^o Otto Pfafsteter, construiu um Mapa de isozonas relacionando as alturas de precipitação anual de 24 horas para cada um dos postos citados. Para um tempo de recorrência de um ano, o Eng.^o Taborga Torrico determinou a relação 24 horas/dia, visando a correlação das precipitações nas estações pluviométricas com as isozonas deduzidas nas estações pluviográficas.

Estão apresentados a seguir os elementos do posto escolhido:

- Quadro de Características;
- Curvas de Intensidade-Duração-Recorrência;

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



- Curvas de Precipitação-Duração-Recorrência.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



POSTO: Chácara Cachoeira Castro/PR CÓD. 02450013 NÍVEL DE CONSISTÊNCIA 1-2
FONTE: Agência Nacional de Águas - ANA PERÍODO: 1975 - 2013

PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS							
ANO	P (mm)	ANO	P (mm)	ANO	P (mm)	ANO	P (mm)
1975	98,6	1992	70,7	2009	87,1		
1976	59,8	1993	80,5	2010	60,4		
1977	57,2	1994	70,8	2011	121,9		
1978	105,0	1995	113,3	2012	98,7		
1979	60,8	1996	71,3	2013	141,5		
1980	73,8	1997	102,1				
1981	57,3	1998	84,7				
1982	92,0	1999	81,0				
1983	134,0	2000	67,4				
1984	70,0	2001	75,7				
1985	48,0	2002	85,1				
1986	73,0	2003	84,8				
1987	70,1	2004	92,9				
1988	110,0	2005	110,1				
1989	135,0	2006	60,7				
1990	60,7	2007	86,0				
1991	72,0	2008	66,2				
n = 39	$\bar{P} = 84,36 \text{ mm}$		$\sigma_{n-1} = 23,43 \text{ mm}$				
$P_{1dia} = \bar{P} + K \cdot \sigma_{n-1}$							

TEMPO DE RECORRÊNCIA	INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO - ISOZONA "D"			
	PRECIPITAÇÃO (mm)			
	1 DIA	24 HORAS	1 HORA	6 MINUTOS
10 ANOS	119,0	130,9	54,5	14,7
15 ANOS	127,6	140,4	58,1	15,7
25 ANOS	138,3	152,1	62,5	17,0
50 ANOS	152,6	167,8	68,3	18,8
100 ANOS	166,7	183,4	73,9	18,3

PERÍODO DE RETORNO	EQUAÇÕES DE CHUVA	
	INTERVALO DE TEMPO	
	0,1 h < t < 1,0 h	1,0 h < t < 24,0 h
TR = 10 ANOS	P(mm)= 39,80 log t + 54,47	P(mm)= 55,40 log t + 54,47
TR = 15 ANOS	P(mm)= 42,40 log t + 58,12	P(mm)= 59,61 log t + 58,12
TR = 25 ANOS	P(mm)= 45,48 log t + 62,52	P(mm)= 64,91 log t + 62,52
TR = 50 ANOS	P(mm)= 49,51 log t + 68,30	P(mm)= 72,10 log t + 68,30
TR = 100 ANOS	P(mm)= 55,58 log t + 73,92	P(mm)= 79,34 log t + 73,92

PERÍODO DE RETORNO	0,1 h		1 h		24 h	
	P (mm)	I (mm / h)	P (mm)	I (mm / h)	P (mm)	I (mm / h)
TR = 10 ANOS	14,66	146,65	54,47	54,47	130,93	5,46
TR = 15 ANOS	15,72	157,24	58,12	58,12	140,39	5,85
TR = 25 ANOS	17,04	170,37	62,52	62,52	152,11	6,34
TR = 50 ANOS	18,80	187,96	68,30	68,30	167,82	6,99
TR = 100 ANOS	18,34	183,42	73,92	73,92	183,42	7,64

Tabela 7 Dados Chácara Cachoeira Castro

Av. Iguazu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br

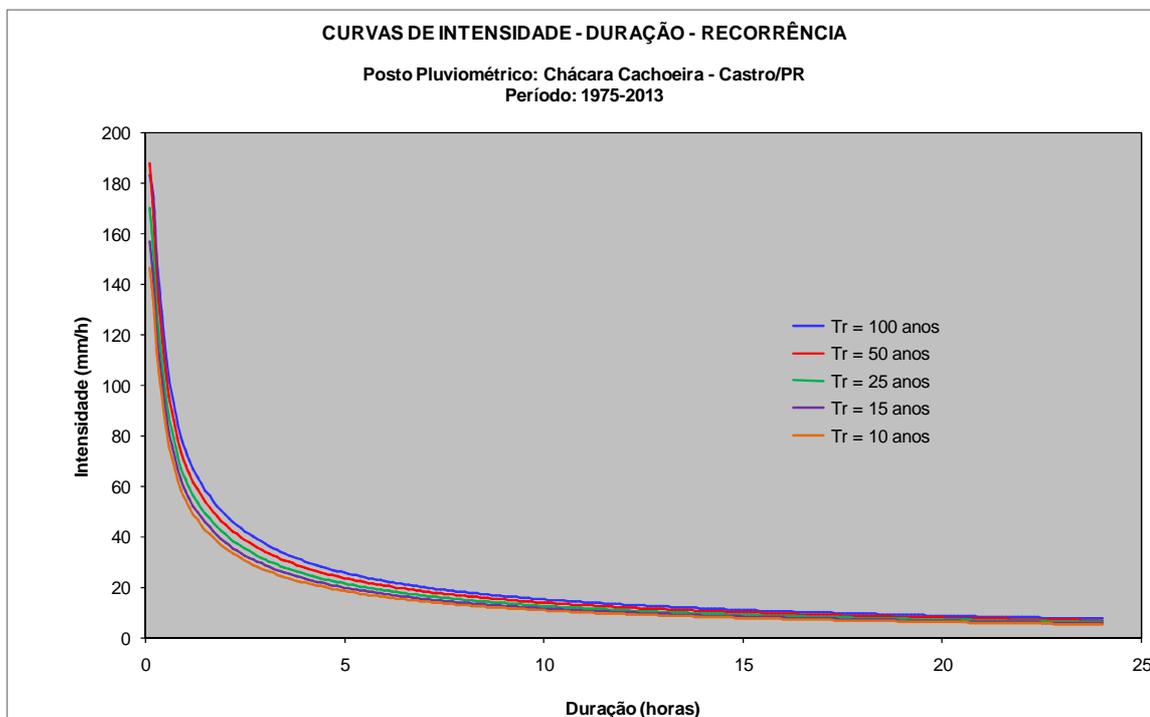


Figura 11 Curvas de Intensidade – Duração - Recorrência

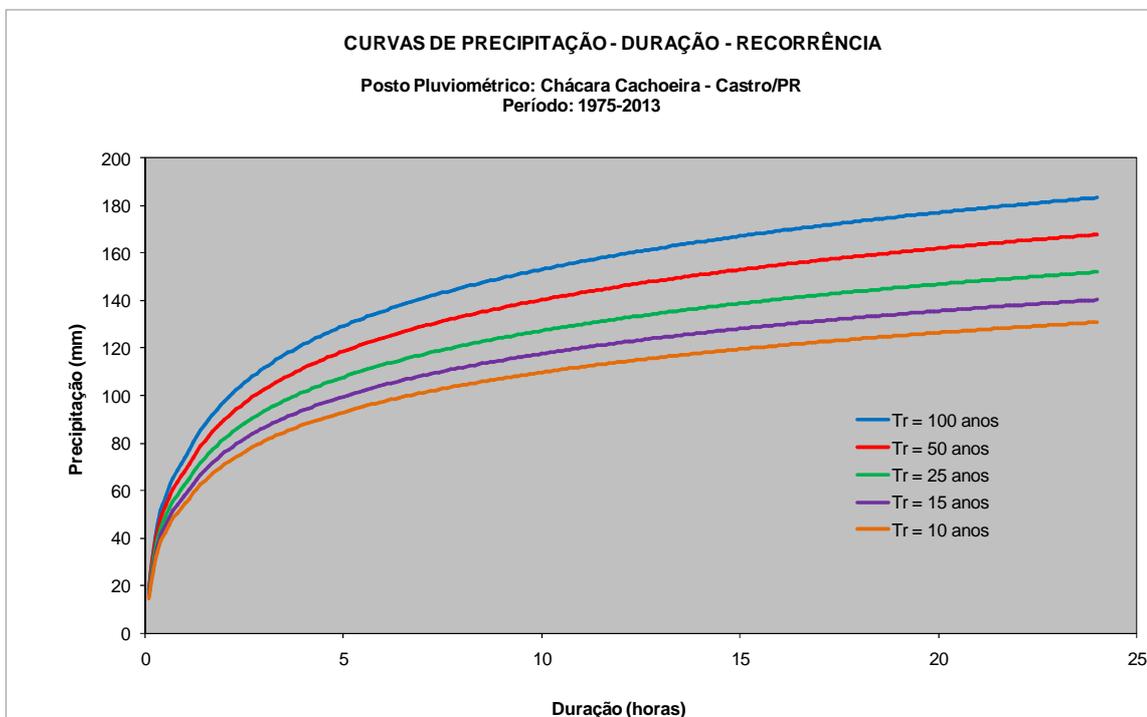


Figura 12 Curvas de Precipitação – Duração - Recorrência



Rede Hidrográfica Básica

A rede hidrográfica básica do trecho em estudo será elaborada a partir de trabalhos de campo, conforme vistoria realizada, e da base topográfica elaborada para o desenvolvimento deste estudo.

3.4.3 Períodos de Recorrência

Os períodos de recorrência a serem considerados estão relacionados abaixo:

OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL	PERÍODO
Obras de Arte Correntes (bueiros)	10 anos
Como canal (obra tubular/celular)	15/25 anos
Como orifício (obra tubular/celular)	25/50 anos
Obra de arte especial	100 anos

Tabela 8 Períodos de Recorrência

3.4.4 Tempo de Concentração

Para a determinação do tempo de concentração foi utilizada a fórmula deduzida pelo DNOS, para as condições brasileiras sendo:

$$tc = \frac{10 \cdot A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{K \cdot i^{0,4}}$$

Sendo:

tc = tempo de concentração, em minutos;

A = área da bacia, em hectares (1 km² = 100 ha);

L = comprimento do talvegue principal, em m;



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



i = declividade média do talvegue principal, em %;

K = coeficiente adimensional, função das características da bacia (adotado $K=3$).

3.4.5 Vazão de Contribuição

O escoamento superficial foi determinado levando-se em consideração os seguintes métodos:

- Método Racional: utilizado em bacias de contribuição com área inferior a 10 km²;
- Método do Hidrograma Unitário Triangular: utilizado em bacias de contribuição cuja área é superior a 10 km².

3.4.5.1 Método Racional

As vazões de contribuição determinadas pela utilização deste método serão obtidas através da seguinte expressão:

$$Q_c = \frac{C \cdot I \cdot A}{6} \times D$$

Sendo:

Q_c = vazão de contribuição, em m³/s;

A = área da bacia, em ha;

C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

I = intensidade de precipitação, em mm/min.

D = coeficiente de dispersão, corrige as distorções decorrentes da aplicação do Método Racional em bacias hidrográficas com área entre 4,00 km² e 10,00 km². Será calculado pela expressão:

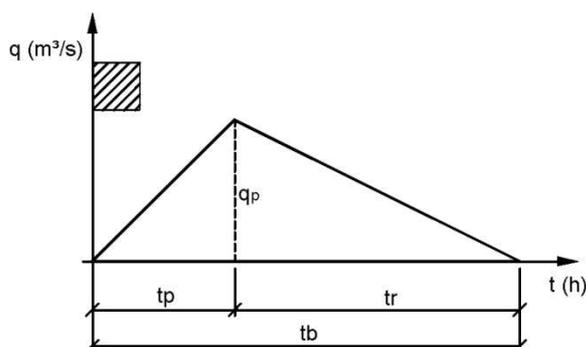
$D = A - 0,1$, sendo A = área da bacia em km².

3.4.5.2 Método do Hidrograma Unitário Triangular

Este método, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service, será utilizado para estudo de bacias hidrográficas com área superior a 10,00 km² interceptadas pela rodovia, e executado o dimensionamento e/ou verificação hidráulica das obras de arte encarregadas de drená-las.

A seguir é apresentada a metodologia a ser utilizada:

Parâmetros do Hidrograma Unitário



$$q_p = \frac{2,08 \cdot A}{t_p},$$

Sendo:

q_p = vazão máxima do HU, em m³/s;

A = área da bacia contribuinte, em km²;

$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,60.t_c$ (tempo de pico) em horas, sendo:

t_c = tempo de concentração, em horas;

$\Delta t = \frac{t_c}{5}$ (tempo unitário), em horas;

$t_r = 1,67.t_p$ (tempo de descida), em horas;

$t_b = 2,67.t_p$ (tempo base), em horas.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



O tempo de concentração será calculado de acordo com a fórmula exposta para o Método Racional.

Precipitação Efetiva

A avaliação da precipitação efetiva (P_e) a partir da precipitação total (P) será feita segundo o método proposto pelo U.S. Soil Conservation Service.

De acordo com este método deve-se, em função das características de solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrográficas, escolher um número de curva (CN) que as caracterize.

As seguintes relações são utilizadas:

$$CN = \frac{1000}{10 + S},$$

Onde:

CN = número da curva representativa do complexo solo-vegetação-utilização da área, em função das características do complexo solo-cobertura vegetal das bacias hidrográficas, observadas durante a inspeção de campo).

Para a determinação dos valores de CN será utilizada a tabela abaixo, que define os valores em função do tipo e uso do solo. (Fonte: Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – DNIT, 2005):

Solo – Cobertura Vegetal					
Para Condição de Umidade Ascendente II (média) e $l_a = 0,20s$					
Cobertura vegetal	Condição de Retenção Superficial	Grupo hidrológico do solo			
		A	B	C	D
Terreno não cultivado com pouca vegetação	Pobre	77	86	91	94



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Terreno cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	0	6	3	6

Tabela 9 Classificação em Função do Solo

Nesse quadro, os quatro grupos hidrológicos do solo são relacionados com a permeabilidade relativa das camadas inferiores, após um período prolongado de chuvas intensas, independentemente da cobertura vegetal, conforme descrito em seguida.

GRUPO A - Potencialidade mínima para formação de deflúvio superficial. Inclui areias em camadas espessas com muito pouco silte e argila e também loess profundo muito permeável.

GRUPO B - Principalmente solos arenosos menos espessos que no grupo A e loess menos profundo ou menos agregado que no grupo A, porém apresentam infiltração acima da média, após intenso umedecimento prévio.

GRUPO C - Compreende solos pouco profundos e solos contendo bastante argila e colóides, no entanto, menos que no grupo D. O grupo apresenta infiltração abaixo da média, após pré-saturação.

GRUPO D - Potencial máximo para formação do deflúvio superficial. O grupo inclui em sua maioria, argilas de alto valor de expansão, incluindo também alguns solos pouco profundos, com sub-horizontes quase impermeáveis, próximos da superfície. Qualquer tipo de solo em terreno plano, com fraca rede de drenagem, acaba enquadrando-se nesse grupo, após um período prolongado de chuvas que eleva o nível do lençol freático para a superfície.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



$$P_e = \frac{(P' - 0,2 \cdot S)}{P' + 0,8 \cdot S}$$

Onde:

Pe = precipitação efetiva, em polegadas;

P' = precipitação total, em polegadas (retirada das curvas de precipitação-duração-recorrência para períodos de tempo unitário Δt);

S = variável dependente da retenção e infiltração da bacia.

Quando a área da bacia for maior do que 25 km², corrige-se esta precipitação pela seguinte expressão:

$$P' = P \cdot \left(1 - 0,10 \cdot \log\left(\frac{A}{25}\right)\right)$$

Onde:

P' = precipitação total corrigida, em cm;

P = precipitação total real, em cm;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Hidrograma de Projeto

Conhecidas as precipitações efetivas, para cada intervalo (Δt), procede-se o 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, portanto, serão dados por:

$$Q_i = P_{e_i} \cdot q_1 + P_{e_{i-1}} \cdot q_2 + P_{e_{i-2}} \cdot q_3 + \dots + P_{e_1} \cdot q_i$$



3.4.6 Dimensionamento Hidráulico

O estabelecimento das seções de vazão, necessárias ao escoamento das descargas calculadas nos itens anteriores, obedecerá aos critérios a seguir expostos:

3.4.6.1 Obras de Arte Correntes

As obras serão verificadas quanto ao dimensionamento hidráulico, estabelecendo-se que as mesmas devem operar como canal para um tempo de recorrência de 15 anos (obras tubulares) e 25 anos (galerias celulares) e, como orifício, para um tempo de recorrência de 25 e 50 anos, respectivamente.

Na hipótese de bueiros operando como canal serão utilizadas as expressões de dimensionamento relativas ao regime crítico, apresentadas nas Instruções para Drenagem de Rodovias, do DNIT, e transcritas a seguir:

<i>Bueiros Tubulares</i>	<i>Bueiros Quadrados</i>	<i>Bueiros Retangulares</i>
$Q_c = 1,533 \cdot D^{5/2}$	$Q_c = 1,705 \cdot L^{5/2}$	$Q_c = 1,705 \cdot B \cdot H^{3/2}$
$V_c = 2,56 \cdot D^{1/2}$	$V_c = 2,56 \cdot L^{1/2}$	$V_c = 2,56 \cdot H^{1/2}$
$I_c = 32,82 \cdot \frac{\eta^2}{D^{1/3}}$	$I_c = 34,75 \cdot \frac{\eta^2}{L^{1/3}}$	$I_c = 2,60 \frac{\eta^2}{H^{1/3}} \cdot \left(3 + \frac{4H}{B} \right)^{4/3}$

Tabela 10 Equações de Dimensionamento da OAC Operando como Canal

Sendo:

Q_c = vazão crítica (m³/s);

V_c = velocidade crítica (m/s);

I_c = declividade crítica (m/m);

D = diâmetro do bueiro (m);

L = representa um lado da célula (m);

B = representa a base da célula (m);

H = representa a altura da célula (m);



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



η = coeficiente de rugosidade (adimensional), para obras em concreto $n=0,015$.

Os bueiros dimensionados para operarem como canal com a vazão calculada para um tempo de recorrência de 15/25 anos, serão, ainda, verificados face à vazão esperada para 25/50 anos de recorrência. Nesse caso, a vazão depende de sua carga a montante, independente da rugosidade das paredes do tubo, do comprimento e da declividade do bueiro. Portanto, admitindo-se que para este período de recorrência a obra possa trabalhar com carga hidráulica, utilizou-se a fórmula do orifício para determinar a altura dessa carga e a conseqüente altura mínima de aterro necessária para evitar o sobre-passe da pista.

A seguir é descrita a metodologia utilizada:

$$Q = C \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Sendo:

Q = vazão escoada, em m³/s;

C = coeficiente, adimensional;

A = área da seção transversal, em m²;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

h = carga hidráulica sobre o centro do tubo, em m.

A decisão quanto à suficiência hidráulica das obras levará em consideração os seguintes limites para a carga hidráulica:

$$\frac{CH}{D} \leq 1,2 \rightarrow \text{velocidade de saída}$$

$$H < H_a \rightarrow \text{sem sobrepasso da pista}$$

3.4.6.2 Drenagem Superficial



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



O dimensionamento hidráulico da seção de vazão dos dispositivos de drenagem superficial será feito através da expressão de Manning aliada à Equação da Continuidade, de forma a estabelecer a descarga máxima admissível:

$$Q = A \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Sendo:

Q = vazão escoada, em m³/s;

A = área da seção transversal do dispositivo, em m²;

K = coeficiente de rugosidade, adimensional;

R = raio hidráulico, em m;

i = declividade longitudinal, em m/m.

A determinação do comprimento crítico destes dispositivos será feita em função da vazão a ser conduzida pelos mesmos, avaliada através da utilização do Método Racional.

3.5 ESTUDOS GEOLOGICOS

A litoestratigrafia da região da área de estudo é diversificada, incluindo unidades geológicas com idades entre o Neoproterozóico e o Juro-Cretáceo, bem como coberturas inconsolidadas, representadas pelo manto de intemperismo, além de depósitos sedimentares aluviais cenozoicos, cujas características litoestruturais refletem-se na subdivisão geomorfológica regional.

O Neoproterozóico é representado por granitoides do Complexo Granítico Cunhaporanga (CGC). Rochas pertencentes ao Grupo Castro, de idade eocambriana a eordoviciana, afloram a oeste. Todas estas litologias são seccionadas por diques de rochas básicas, principalmente de diabásio, pertencentes ao magmatismo Serra Geral.

3.5.1 Complexo Granítico Cunhaporanga



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Situado na borda oeste do embasamento cristalino do Paraná, o Complexo Granítico Cunhaporanga (CGC) compreende um batólito de aproximadamente 3.000 km², de forma alongada, com eixo maior na direção NE-SW. É extremamente pobre em exposição, tendo em vista seu espesso manto de alteração intempérica. Deste modo, não é possível delimitar com precisão suas variedades litológicas.

O CGC, segundo Ulbrichet al. (2009), é constituído por variados tipos de granitoides, predominando os de natureza cálcio-alcálica. Leucosienogranitoides e álcali-feldspato leucogranitoides (“alaskitos”) aparecem constituindo apenas dois corpos tardios, o Granito Joaquim Murinho e, a SW, o Granito Serra do Carambeí. Aparecem ainda megaenclaves mapeáveis, como o que ocorre no traçado, denominado de “Quartzito Serra das Pedras”, considerado correlato a rochas do Grupo Itaiacoca.

O CGC é caracterizado por uma grande diversidade de tipos granitoides, descrita e mapeada por Guimarães (2000) apud GODOY, 2010) como unidades litoestratigráficas formais e informais. Segundo CPRM (2004), o traçado do Contorno Norte de Castro corta duas unidades graníticas do CGC:

- Unidade Granítica Piraí do Sul (UPS);
- Unidade Granítica Santa Rita (USR).

3.5.2 Unidade Granítica Piraí do Sul (UPS)

De acordo com Prazeres Filho et al., (2003), a Unidade Granítica Piraí do Sul (UPS), ocorre na extremidade NW do CGC e é intrusiva nos domínios da Unidade Ribeirão Butiá. Constitui-se por biotita monzogranitos cinzentos, leucocráticos, equi a inequigranulares, de granulação média a fina, isótopos e apresentam textura xenomórfica. Os principais minerais acessórios são titanita, apatita, allanita e zircão.

¹GUIMARÃES, G. B. **As rochas granitoides do Complexo Granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos.** 230f. Tese (Doutorado em Geociência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo - USP. São Paulo, 2000.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Os autores analisaram três frações magnéticas de zircão de um biotita monzogranito, que mostraram que idades U-Pb obtidas em todas as frações analisadas são discordantes, com indicação de herança sugerida pelas idades $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ de 715 ± 16 Ma e 647 ± 8 Ma, respectivamente das frações M(-3) e M(-5). A fração mais concordante, M(-4), apresenta idade $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ de 601 ± 7 Ma, interpretada como indicativa da idade máxima da formação dos monzogranitos desta unidade granítica.

3.5.3 Unidade Granítica Santa Rita (USR)

Segundo Caltabeloti (2011) nesse domínio, o litotipo principal ocorrente é um biotitamonzogranito, cor cinza claro a róseo, leucocrático (índice de cor varia entre 7 a 15%), foliado e com textura fanerítica média a porfirítica. Em geral os cristais de biotita estão quase sempre orientados, sendo que em alguns afloramentos é possível identificar esta trama também nos fenocristais de feldspato potássico e quartzo. Outra característica é a abundância de vênulas e veios aplíticos quartzo-feldspáticos distribuídos em toda sua extensão, assim como enclaves microgranulares orientados com a trama principal.

Prazeres Filho (20002 e 20053apud CALTABELOTI, 2011), analisando biotita monzogranitos, próximo à região de Abapã, obteve as seguintes idades: 480 ± 11 Ma (K-Ar, biotita), 588 ± 70 Ma (U-Pb, ID-TIMS, zircão) e 626 ± 8 Ma (U-Pb, SHRIMP, zircão), sendo esta última utilizada pelo referido autor para caracterizar o período de cristalização desta unidade.

3.5.4 Grupo Castro

O Grupo Castro é constituído de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas ácidas a intermediárias e sedimentares pelíticas a rudáceas, de idade eocambriana a eordoviciana.

²PRAZERES FILHO, H. J. **Litogeoquímica, geocronologia (U-Pb) e geologia isotópica dos complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos, Estado do Paraná.** 2000, 180f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Em função dos litotipos presentes, Moro (1993) subdividiu o Grupo Castro em quatro associações litoestratigráficas:

- Associação sedimentar superior, de constituição conglomerática;
- Associação vulcânica ácida contendo riolitos e rochas piroclásticas;
- Associação sedimentar inferior, contendo arenitos arcoseanos e siltitos;
- Associação vulcânica intermediária a ácida, na porção basal, contendo derrames andesíticos com brechas vulcânicas, rochas sedimentares rudáceas, rochas vulcânicas e piroclásticas ácidas intercaladas.

Bonacimet al. (1994) e Moro et al. (1994), reuniram as rochas do Grupo Castro em três associações litológicas:

- Associação Tronco (basal): formada por intercalações de riolitos e andesitos, rochas piroclásticas, conglomerados e arenitos conglomeráticos;
- Associação Piraí do Sul (intermediária): essencialmente sedimentar contendo arenitos arcoseanos, siltitos e lamitos;
- Associação Tirania (topo): constituída por riolitos, quartzos latitos, brechas piroclásticas, tufos, ignimbritos e conglomerados.

3.5.5 Sedimentos Recentes

Coberturas cenozoicas inconsolidadas originam-se da degradação intempérica de rochas expostas à superfície, de forma que o estudo das mesmas representa uma importante ferramenta para o entendimento dos processos responsáveis pela geração do capeamento intemperizado de uma região.

³PRAZERES FILHO, H. J. **Caracterização geológica e petrogenética do Batólito Granítico Três Córregos (PR-SP):** Geoquímica isotópica (Nd-Sr-Pb), idades (ID-TIMS/SHRIMP) e $\delta^{18}O$ em zircão. 2005, 207 p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



Os depósitos aluvionares, correspondem aos sedimentos depositados ao longo dos canais fluviais, compreendendo depósitos nas margens, fundos de canal e planície de inundação que ocorrem como areias, cascalheiras e argilas resultantes do processo de erosão, transporte e deposição oriundos de diversas áreas-fonte.

Na área de estudo, esses depósitos são encontrados, principalmente, ao longo dos rios Iapó e Taquara.

3.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos têm por finalidade proporcionar conhecimento sobre os solos e rochas com que a implantação da rodovia se defrontará. A maior parte da escavação dos cortes se dará em solos (1.^a categoria) e em materiais intermediários (2.^a categoria). Estes mesmos materiais serão utilizados na confecção dos aterros. Assim, os estudos geotécnicos, por meio de sondagens e ensaios, permitiram quantificar a capacidade de suporte do subleito, que funciona como fundação do pavimento, as condições de compactação (umidade ótima, densidade máxima), o grau de dificuldade de sua compactação, as condições de expansibilidade do solo, a seleção de solos na terraplenagem, visando aumentar a capacidade de suporte do subleito e, com isto, reduzindo as espessuras das camadas de base e/ou sub-base.

Há um longo segmento situado em terreno de solos hidromórficos, localizado na várzea do rio Iapó. Esse tipo de material, do ponto de vista geotécnico, é inadequado para suportar qualquer tipo de obra da construção civil, pois apresenta baixa capacidade de suporte, ou seja, sofre compactação e alta redução de volume quando submetido a cargas elevadas contínuas. Assim, estão em andamento a execução de sondagens a percussão e penetrométricas com DPL, que tem por finalidade reconhecer o perfil e a sua profundidade, tendo em vista a dificuldade de remoção desse tipo de material em profundidades superiores a 3,0 m. Se este for o caso, possivelmente, deverão ser projetadas bermas de equilíbrio, pois além da remoção ser inviável, o descarte desse material se torna bastante oneroso, e ainda há de se considerar a localização de bota-fora. Também é indicada a execução de um pavimento mais flexível, embora, certamente, não deixará de sofrer trincamentos e eventualmente deverá ser restaurado.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



Para a elaboração das sondagens e ensaios, face ao exposto acima, foi subcontratada a empresa DATAGEO, especializada nestes tipos de serviço.

3.6.1 Metodologia

As amostras coletadas nas sondagens a trado foram encaminhadas para laboratório para execução dos seguintes ensaios previstos no contrato:

- granulometria por peneiramento;
- granulometria por sedimentação;
- limite de liquidez;
- limite de plasticidade;
- compactação e ISC na energia normal, e
- resiliência em solos.

3.7 ESTUDOS AMBIENTAIS

Foram elaborados dois relatórios ambientais: o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) conduzido nas áreas de influência da futura obra de implantação do Contorno Norte de Castro, no segmento compreendido entre a PR-151 e PR-090, fazendo a ligação entre o Distrito Industrial I e II e o Plano de Controle Ambiental (PCA) na extensão sobre a PR-090.

A equipe multidisciplinar iniciou os trabalhos em fevereiro, com o levantamento de dados secundários disponíveis na literatura técnica e científica. Posteriormente, realizaram-se os trabalhos de campo, no período de 10 a 25 de março. Após esta etapa a equipe elaborou baseado no Termo de Referência anexa a Resolução SEMA n.º 051 de 2013, os diagnósticos referentes a cada fator ambiental (físico, biótico e socioeconômico) ora apresentados e que subsidiarão as etapas seguintes, referentes à identificação de impactos, elaboração de medidas e programas ambientais.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



4. PROJETO EXECUTIVO

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



4. PROJETO EXECUTIVO

4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem está de acordo com as diretrizes das Instruções de Serviço do DNIT e em conformidade com as seguintes especificações de serviços de terraplenagem do DER/PR:

- DER/PR EST-T 01/05 – Serviços Preliminares;
- DER/PR EST-T 02/05 – Cortes;
- DER/PR EST-T 06/05 - Aterros.

Em termos de capacidade de suporte do subleito, o projeto fará a seleção de solos para que a camada final e corpo dos aterros, a partir da classificação dos materiais a serem escavados e a partir dos resultados dos estudos geotécnicos a serem realizados.

Estudos especiais deverão ser efetuados para os trechos com solos moles, conforme já descrito nos Estudos Geotécnicos.

O material descartado deverá ser depositado de forma a seguir a topografia local, sendo revestido com camada vegetal, evitando assim, possíveis ocorrências de erosões.

Com relação à homogeneização de volumes, será considerada que a relação entre a densidade média dos aterros em solo compactados e a densidades dos solos em estado natural nos cortes, seja de 30%, sendo embutido neste, um coeficiente de perdas. Este mesmo coeficiente foi considerado para os transportes dos materiais escavados ou importados.

4.2 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto geométrico foi elaborado a partir dos levantamentos topográficos visa à implantação do Contorno Norte de Castro/PR entre as rodovias PR-151 e PR-340, com aproveitamento parcial da PR-090.

As características técnicas do projeto são compatíveis com a Classe II do DER/PR, para terrenos ondulados, velocidade de 80 km/h. Para as interseções foram utilizadas as

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil

Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130

www.der.pr.gov.br



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



normas e procedimentos do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, edição de 1999 e o Manual de Projeto de Interseções, edição de 2005, ambos do DNIT.

A velocidade de projeto para as interseções é de 30 km/h, com previsão de parada total em alguns pontos. As larguras das pistas de conversão atendem a “Tabela – 45: Largura das Pistas de Conversão”, apresentada no Manual de Projeto de Interseções do DNIT, edição de 2005, para o Caso 2, Condição C.

A seção transversal prevê uma faixa de 3,5 m por sentido com acostamentos de 2,0 m para cada lado, resultando numa plataforma acabada de 11,0 m. Esta largura também é válida para a nova ponte. A largura da plataforma de terraplanagem ainda é acrescida em 1,0 m para cada lado, resultando 13,0 m de largura total.

A declividade transversal proposta em tangente é de 2,0%, com superelevação máxima de 8,0%, possibilitando variações nas concordâncias com os pavimentos existentes das PR-151 e PR-340.

A faixa de domínio proposta para o trecho de implantação é de 30,0 m, simétrica em relação ao eixo de projeto. A exceção para esta largura são os locais de interseção, com larguras variáveis em função dos dispositivos adotados e o trecho da PR-090 que terá sua faixa de domínio preservada.

As declividades utilizadas nos taludes de cortes em solo será de 1V:1H e de 1V:1,5H nos aterros. Nos extensões em aterro onde o terreno apresentar declividade transversal maior que 25% o terreno existente deverá ser escalonado.

4.3 PROJETO DE DRENAGEM e OBRAS DE ARTE CORRENTE

O Projeto de Drenagem e Obras de Arte Corrente - OAC tem por objetivo a indicação de dispositivos que visam:

- Interceptação das águas provenientes das áreas adjacentes;
- Remoção das águas superficiais para fora da plataforma da rodovia e vias marginais, controlando-as e dirigindo-as de modo a evitar a saturação das camadas do pavimento, proporcionando estabilidade e proteção contra a erosão do corpo estradal;



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



- Rebaixamento do lençol freático quando ele possa atingir alturas próximas ao greide de terraplenagem.

O projeto será desenvolvido classificando as obras conforme suas finalidades específicas em obras de arte correntes, drenagem superficial e drenagem subterrânea.

4.3.1 Obras de Arte Correntes

O Projeto de obras de arte correntes foi desenvolvido a partir dos subsídios fornecidos pelos estudos hidrológicos.

Para o dimensionamento hidráulico foram analisadas as condições de escoamento e verificados os níveis de inundação, de maneira a evitar prejuízos à terraplenagem do local.

As obras implantadas deverão ser executadas segundo as indicações constantes no Álbum de Projetos Tipo de Drenagem do DER/PR e, ainda, seguir as orientações constantes dos itens abaixo:

- A obra mínima projetada é o BSTC 0,80m;
- A altura mínima de recobrimento, acima da geratriz superior dos bueiros tubulares, deverá ser de 0,60 m;
- Os tubos deverão ser executados em concreto com armadura circular dupla, e serão assentes sobre berços de concreto;
- Os berços deverão sempre (mesmo quando dentro de valas) estar assentados sobre terreno firme. Caso contrário deverá ser procedido escavação adicional e ser preenchida com pedra amarrada até a cota inferior do berço;
- Caixas coletoras com tampa em concreto serão previstas em bueiros de greide.

4.3.2 Drenagem Superficial

Para a drenagem superficial será analisada a necessidade de implantação de sarjetas, valetas de corte e aterro, meios-fios e outros dispositivos necessários.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



Foram previstas sarjetas, dos trechos em cortes, executadas em concreto, com o objetivo de captação de águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes e conduzi-las, longitudinalmente, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral.

As valetas de proteção dos cortes foram locadas paralelamente às cristas e as de proteção dos aterros, locadas paralelamente aos pés dos aterros, ambas a uma distância mínima de 3,0 m, coletando as águas e as conduzindo para local de deságüe seguro.

Quando necessário serão previstas, também, descidas d'água em degraus, além de dissipadores e meios-fios.

4.3.3 Drenagem Subterrânea

Para interceptação e rebaixamento do lençol freático, de forma a impedir a deterioração progressiva do suporte das camadas dos terraplenos e pavimento serão indicados, nos trechos em corte, drenos longitudinais. Para deságüe dos drenos, foi prevista a implantação de saídas com tubos em PEAD ou perfurados, com extensão tal que a boca possa ser posicionada em local adequado.

4.3.4 Dispositivos Projetados

Os dispositivos projetados devem seguir as normas, especificações e tipo consubstanciados no Álbum de Projetos-Tipo do DER/PR.

4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido com base em normas, instruções e especificações do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR e do Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes - DNIT.

O projeto teve como base os resultados dos Estudos Geotécnicos, Estudos de Tráfego e Projeto Geométrico.

Foi adotado o valor de 5,0 como índice de suporte de projeto.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



O número “N” determinado pelo estudo de tráfego, para o período de projeto de 10 anos para o Contorno é de 5,3 x 106.

A constituição do pavimento resultou:

- Revestimento (CA) (10 cm-binder/faixa”B” + 10 cm/faixa”C”) 8,00 cm;
- Base de BGS 15,00 cm;
- Sub-Base de BGS 15,00 cm.

A composição do acostamento será a do pavimento da pista de rolamento (Faixa “B”) sem a camada de rolamento (Faixa “C”).

4.5 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAL

Está previsto um total de 04 (quatro) Obras de Arte Especial, sendo estas distribuídas em 01 (uma) ponte sobre o Rio Iapó e outras 03 (três) interseções conforme detalhamento no volume específico do projeto executivo.

Dentre estas OAE de passagem em níveis separados, além da ponte sobre o Rio Iapó temos também a interseção com a PR-151, interseção com a PR-090 e interseção com a PR-340 todas de comprimentos variáveis e larguras adequadas.

Quanto ao acesso a Castrolanda, esta se dará através uma interseção em mesmo nível do tipo rótula alongada.

4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização, foi desenvolvido de acordo com as normas e especificações das Resoluções 108/2005, 243/2007 e 236/2007 do Conselho Nacional de Trânsito, amparado pelo Código de Trânsito Brasileiro, através da lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

O Projeto consiste na representação gráfica linear do trecho, com os vários elementos empregados para regulamentar e disciplinar o trânsito. A implantação do sistema



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



completo de sinalização será baseada no Anteprojeto Geométrico, em planta e perfil, no cadastro topográfico do trecho.

Para o projeto de sinalização está prevista a velocidade regulamentada de 80 km/h para a rodovia e 30 km/h para as interseções, com possibilidade de parada total.

4.6.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical resultará na aplicação de placas e painéis em pontos laterais à via. A codificação das placas apresentadas no projeto seguirá o regulamento do Código de Trânsito Brasileiro, conforme Anexo II, Sinalização.

4.6.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal constituir-se-á na pintura de linhas, setas e dizeres sobre o pavimento. Terá a função de regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via a forma mais eficiente e segura de operação sobre a via.

4.6.2.1 Pintura Branca

A cor branca deverá ser utilizada nas faixas que delimitam a pista de rolamento e, também, para regulamentar movimentos sobre a pista, tais como, símbolos, legendas e outros.

Será adotada a largura de 0,10 m para linhas contínuas e tracejadas (bordo, canalização, separação de fluxo com 4,0 x 8,0 m e continuidade com 1,0 x 1,0 m).

4.6.2.2 Pintura Amarela

A cor amarela deverá ser utilizada no eixo das vias que acessam a via principal em faixas contínuas, regularizando os fluxos de sentidos opostos. Será adotada a largura de 0,15 m tanto para as linhas do eixo quanto para as linhas de canalização.



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**



4.6.2.3 Tachas Monodirecionais

Serão utilizadas nas linhas de bordo, de canalização de áreas de narizes e separando faixas com mesmo sentido. Suas cores são brancas quando separar mesmo sentido e amarela quando separar fluxos opostos. A cadência se faz nos espaços sem pintura das linhas tracejadas e zebrações e a cada 16,0 m nas linhas de bordo.

4.7 PROJETO DE PAISAGISMO

O projeto de paisagismo foi desenvolvido de acordo com as instruções adequadas, como também nas informações específicas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Castro/PR, englobando, principalmente, os serviços de plantio de grama em leivas nos taludes e canteiros das interseções.

Não estão previstos passeios neste projeto.

4.8 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares compreende os projetos de cercas, defensas e retirada de árvores que se situam dentro da faixa de domínio e obras de contenção.

As cercas têm a finalidade de limitar a faixa de domínio da rodovia, bem como impedir a passagem de animais das propriedades lindeiras para a estrada, proporcionando assim maior segurança ao tráfego.

Os critérios de projeto para instalação de defensas seguem o proposto na Publicação 629/85 “Defensas Rodoviárias” do Instituto de Pesquisas Rodoviárias para determinação da necessidade da colocação de defensas para condições de aterro. Desta forma, serão implantadas defensas nas bordas externas da pista de trânsito em taludes íngremes descendentes. Serão metálicas do tipo semi-maleável com os postes de fixação das guias de deslizamento em perfil metálico.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



4.9 PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

O Projeto de Desapropriação tem por objetivo subsidiar o DER/PR e a Prefeitura Municipal da Castro/PR, na desapropriação dos imóveis atingidos pelo projeto, por meio do fornecimento dos custos aproximados de cada área.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



5. ORÇAMENTO

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br

5. ORÇAMENTO

5.1 Custos de Construção

O projeto do contorno de Castro foi dividido em dois lotes, sendo que o lote 01 possui 14 km de extensão e o lote 02 possui 2,65 km de extensão, conforme figura a seguir:



Figura 13 Croqui dos lotes 01 e 02



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Para o lote 01 o orçamento foi estimado conforme tabela abaixo:

RESUMO DO ORÇAMENTO			
	DESCRIÇÃO		
		TOTAL	%
SERVIÇOS			
	TERRAPLENAGEM	20.501.565,66	26,70%
	DRENAGEM	5.567.470,89	7,25%
	PAVIMENTAÇÃO	19.876.571,45	25,89%
	PROJETO DE OBRAS-DE-ARTE-ESPECIAIS	16.119.122,19	20,99%
	SINALIZAÇÃO	4.289.283,36	5,59%
	OBRAS COMPLEMENTARES	1.311.237,15	1,71%
	FORNECIMENTO DE MATERIAL BETUMINOSO	7.977.935,40	10,39%
	Mobilização e Desmobilização (1,50 %):	1.134.647,79	1,48%
	TOTAL	76.777.833,89	100,00%
RODOVIA: CONTORNO NORTE DE CASTRO-PR		DATA BASE:	
TRECHO: LIGAÇÃO ENTRE AS RODOVIAS PR-090 E PR-151			
LOTE 1	ALTERNATIVA 2	BDI: 32,40%	

Tabela 11 Orçamento Estimativo do Lote 01



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



Abaixo o orçamento para o lote 2:

	TOTAL	14.679.918,72
	Melhorias Ambientais (3,00 %):	440.397,56
	Mobilização e Desmobilização (2,50 %):	366.997,97
	TOTAL	15.487.314,25

Tabela 12 Orçamento do Lote 02

O orçamento do lote 02 acima é da data base de abril/2016. Atualizando para a data base de março de 2016 o valor é aproximadamente R\$17.024.848,50.



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM



6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Av. Iguaçu, 420 – Rebouças - 80.230-902 – Curitiba – Paraná – Brasil
Fone 41 3304-8140 - Fax 41 3304-8130
www.der.pr.gov.br



6. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Para fins da avaliação econômica interessam os índices que a exprimem, a taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL) e o volume diário médio de veículos (VDM).

Estes índices estão indicados no quadro abaixo, considerando um cenário básico, que define ou não a viabilidade do empreendimento.

Os resultados obtidos estão demonstrados na tabela abaixo, e mostram a viabilidade do empreendimento.

Resultados da Avaliação Econômica - em milhões de dólares						
TRECHO	EXTENSÃO (km)	VDM	INVESTIMENTO		Cenário Base	
			Financeiro	Econômico	VPL	TIR (%)
Contorno - Implantação e Pavimentação						
Contorno Castro	20,9	3.365,0	27,5	20,9	155,0	63,2

Tabela 13 Resultados Avaliação Econômica