
OBRA:
CORREDOR METROPOLITANO – LOTE 03

ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A.
ENGEMIN ENGENHARIA E GEOLOGIA LTDA.
CONSPEL CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.

Contrato n.º 11/2011
CEF Contrato n.º 319.640-82/10

RF
VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA
SUBTRECHO C.2b

BR-116 (Est.995=PP)(Curitiba)/ BR-476 (1463+16,71=PF)(Araucária)

Agosto / 2013



PAC DA MOBILIDADE DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA
PROGRAMA PRÓ TRANSPORTE - Ministério das Cidades
ÓRGÃO FINANCIADOR - Caixa Econômica Federal

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO
COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA





ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	5
2	MAPA DE SITUAÇÃO	7
3	RESUMO DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS	9
3.1	Informativo do Projeto	10
3.2	Síntese dos Estudos e Projetos Elaborados	11
3.2.1	Estudos de Traçado	12
3.2.2	Estudos de Tráfego	12
3.2.2.1	Determinação do TMDA	13
3.2.2.2	Fatores de correção e expansão	14
3.2.2.3	TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) por trechos homogêneos	16
3.2.2.4	Taxas de Crescimento de tráfego	17
3.2.2.5	Projeção de tráfego	18
3.2.2.6	Determinação do número "N"	20
3.2.2.7	Estudos de capacidade	22
3.2.3	Estudos Geológicos e Geotécnicos	23
3.2.3.1	Geologia	23
3.2.3.2	Geotecnia	24
3.2.3.3	Ocorrência de Materiais de Construção	25
3.2.3.4	Depósito de Material Excedente – DME	26
3.2.4	Estudos Hidrológicos	27
3.2.4.1	Introdução	27
3.2.4.2	Características Gerais da Região	27
3.2.4.3	Bacia Hidrográfica	28
3.2.4.4	Pluviometria	30
3.2.4.5	Dimensionamento Hidráulico	39
3.2.5	Estudos Topográficos	44
3.2.5.1	Descrição dos Serviços	44
3.2.5.2	Locais de Estudos	45
3.2.5.3	Levantamento da Poligonal Principal	45
3.2.5.4	Qualidade Planialtimétrica	46
3.2.5.5	Monumentação	47
3.2.5.6	Levantamento para Poligonal Auxiliar	47
3.2.5.7	Metodologia, Processamento e Ajustamento	48
3.2.5.8	Nivelamento Geométrico	48

3.2.5.9 Levantamento Planialtimétrico Cadastral	49
3.2.6 Estudos de Interferências	49
4 PROJETOS	51
4.1 Projeto Geométrico	52
4.2 Projeto de Terraplenagem	54
4.2.1 Perfil Geotécnico	54
4.2.2 Fundação de Aterros	54
4.2.2.1 Análises	55
4.2.3 Projeto dos Taludes de Cortes e Aterros	59
4.2.4 Seção Transversal Tipo de Terraplenagem	60
4.2.5 Volumes de Escavação e Dados Complementares	60
4.2.6 Classificação dos Materiais a Escavar – Orientação da Execução da Terraplenagem	61
4.2.7 Quantidades	64
4.2.8 Escavações Extraordinárias, Caminhos de Serviço, Desvios e Provisórias	64
4.3 Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes	64
4.3.1 Obras de Arte Correntes	64
4.3.2 Drenagem Superficial	65
4.3.3 Drenagem Subterrânea	65
4.3.4 Dispositivos Projetados	65
4.4 Projeto de Interseções Retornos e Acessos	65
4.5 Projeto de Pavimentação	67
4.5.1 Número de Solicitações ao Eixo Padrão de Projeto	68
4.5.2 Capacidade de Suporte do Subleito	68
4.5.3 Dimensionamento dos pavimentos novos	69
4.6 Projeto de Sinalização	71
4.7 Projeto de Obras de Arte Especiais	75
4.8 Projeto de Paisagismo	81
4.9 Projeto de Obras Complementares	82
4.10 Projeto de Iluminação Pública	83
4.11 Projeto de Desapropriação	91
4.12 Plano de Controle Ambiental	93



5	ANEXOS	95
5.1	POLIGONAL PRINCIPAL	96
5.2	POLIGONAIS AUXILIARES	100
5.3	MONOGRAFIA DE MARCOS	105
5.4	MONOGRAFIA DE REFERÊNCIA DE NÍVEL	114



1 APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

Este relatório refere-se ao Volume 3 – Memória Justificativa do subtrecho C.2b do Projeto Executivo de Engenharia do Corredor Metropolitano, definido pelo segmento, entre a BR-116 (Est. 995=PP Curitiba) e a BR-476 (Est.1463+16,71 Araucária), com extensão total desenvolvida em planta de 9.376,71 m.

Os serviços e projetos foram desenvolvidos em conformidade com o Termo de Referência do Edital de Concorrência Pública 03/2011-COMEC (Lote 03).

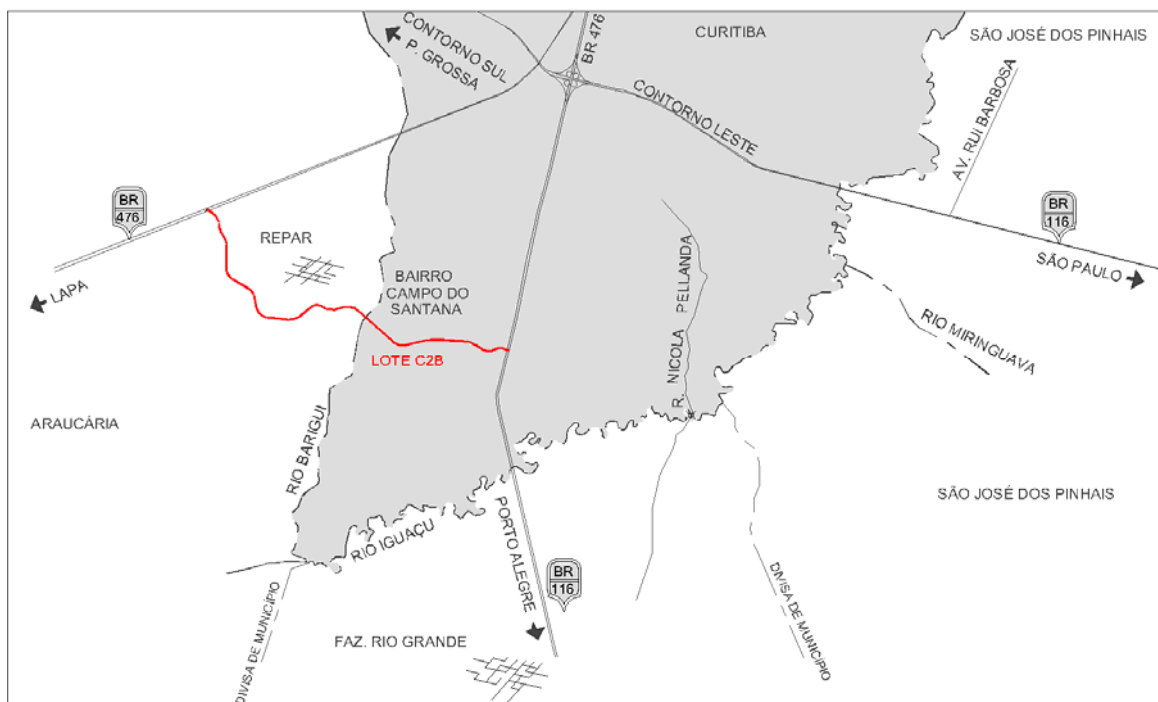
O quadro abaixo apresenta as principais informações referentes aos serviços e ao Contrato firmado entre o consórcio ESTEIO/ENGEMIN/CONSPEL e a COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba:

Objetivo:	Estudos e Projetos de Engenharia para Implantação do Corredor Metropolitano
Via:	Corredor Metropolitano
Trecho:	Contorno Leste (São José dos Pinhais) - BR-476 (Araucária)
Subtrecho:	BR-116 (Est. 995=PP Curitiba) e a BR-476 (Est.1463+16,71 Araucária)
Extensão Aprox.(trecho):	9,37 km
Edital:	Concorrência Pública 03/2011 - COMEC (Lote 03)
Contrato:	11/2011
Ordem de Serviço:	11/2011



2 MAPA DE SITUAÇÃO

2 MAPA DE SITUAÇÃO





3 RESUMO DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS

3 ESTUDOS

3.1 Informativo do Projeto

Em termos gerais esta diretriz é parte integrante de um antigo projeto, rodoviário, do DER/PR para facilitar a movimentação entre as sedes dos municípios do entorno e que fazem parte da Região Metropolitana de Curitiba. Para implementação do mesmo, dentro do Programa de mobilidade urbana do Governo Federal, foi intitulado “Corredor Metropolitano da Região Metropolitana de Curitiba” e tendo sido desmembrado em 3 lotes. Este relatório é relativo ao Lote 03 e que faz a interligação entre as cidades de São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande e Araucária.

Originalmente o Lote 03 era composto por dois subtrechos, a saber: Contorno Leste (São José dos Pinhais) – BR-116 (Fazenda Rio Grande) e BR-116 (Fazenda Rio Grande) – BR-476 (Araucária).

Devido às diferentes pendências no desenvolvimento dos estudos preliminares, o lote 3, foi subdividido em subtrechos, com o intuito de agilizar o desenvolvimento do projeto, como se segue:

C.1 - 0PP (Av. Rui Barbosa/Contorno Leste) – Est. 579+14,74=577 (Av. Francisco Ferreira da Cruz).

C.2a - Est. 577=PP (Av. Francisco Ferreira da Cruz) – Est. 843+0,10=995 (BR-116).
Ramal FRG 622+2,03 (C.2a)=0PP – 120+3,58=PF(Via Local esquerda BR-116).

C.2b - 995 (BR-116) – 1463+16,71 (BR-476 Araucária).

Este relatório é especificamente referente ao subtrecho C.2b.

Conforme o planejamento viário elaborado para a região, o trecho em projeto tem a finalidade de interligar as sedes municipais e as áreas urbanizadas do entorno da região metropolitana de Curitiba. São abrangidos pelo Lote 03 os municípios de São José dos Pinhais, Curitiba, Fazenda Rio Grande e Araucária, através da implantação de uma via em pista dupla, unindo setores em crescente atividade comercial e industrial, bem como possibilitando ligação e acesso às áreas urbanizadas adjacentes, representadas por inúmeros imóveis, loteamentos residenciais, instalações comerciais e plantas industriais em expansão e ou implantação.

Desta forma, para elaboração do Projeto de Engenharia foram considerando os aspectos funcionais de mobilidade e acessibilidade ao eixo viário, enquadrando o presente subtrecho no Sistema Arterial Principal da rede viária, sendo então elaborado de forma a lhe fornecer características técnicas correspondentes às Vias Arteriais Primárias, conforme recomendado pelas Normas contidas no Manual para Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT.

Os relevos atravessados de forma geral foram considerados planos e ondulados.

No que tange à geologia regional, a linha de projeto está assentada sobre os sedimentos da Bacia de Curitiba, depositados sobre o Embasamento Cristalino e compostos pela Formação Guabirotuba e Sedimentos Recentes (aluviões e coluviões).

Quanto aos dispositivos de interconexão, entre o Corredor Metropolitano e a BR-116, foi projetado um trevo completo, em desnível, com trincheira por sob a BR-116, contendo ramos de acesso e retornos as vias principais. Cruzamento da Rua Del. Bruno de Almeida, rotula alongada com ilhas divisórias e disciplinadoras de fluxos de tráfego. Interseção com a BR-476 em Araucária, para incorporação do Corredor ao dispositivo existente, visando um melhor direcionamento do tráfego foi feita a adequação dos ramos e a criação de Rotatórias disciplinadoras.

Também foram contemplados acesso e incorporação as ruas transversais nas estacas 1080, 1256 e 1384.

Na transposição em pista dupla do Rio Barigui foram projetadas duas pontes paralelas, porem independentes com extensão de 45,0 m na estaca 1189.

Transposições sobre dutos da PETROBRAS, nas alças da interseção com a BR-116 e na estaca 1142.

Passagem Inferior, de ligação entre os dois lados do loteamento Rio Bonito na estaca 1164

Considerando os aspectos construtivos, está previsto a execução do presente subtrecho em lote único de construção, constituído de implantação, pavimentação e obras de arte especial.

3.2 Síntese dos Estudos e Projetos Elaborados

Objetivando uma rápida noção de conjunto, estão apresentadas no presente item, as informações mais importantes do projeto em pauta.

Desta forma, são descritos sumariamente os resultados obtidos, bem como as metodologias aplicadas aos vários itens do Escopo Básico do projeto, a seguir relacionados:

- Estudos de Traçado
- Estudos de Tráfego
- Estudos Geológicos e Geotécnicos
- Estudos Hidrológicos
- Estudos Topográficos
- Estudos de Interferências
- Projeto Geométrico
- Projeto de Terraplenagem
- Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes

- Projeto de Interseções Retornos e Acessos
- Projeto de Pavimentação
- Projeto de Sinalização
- Projeto de Obras de Arte Especiais
- Projeto de Transposição de Dutos
- Projeto de Paisagismo
- Projeto de Obras Complementares
- Projeto de Iluminação Pública
- Projeto de Desapropriação
- Plano de Controle Ambiental

3.2.1 Estudos de Traçado

O traçado elaborado é parte de um estudo como um todo no Corredor Metropolitano de Curitiba e realizado para o trecho entre o Contorno Leste e a BR-476, sendo especificamente o presente subtrecho, entre a BR-116 km 121,4 (Curitiba) e a BR-476 (Araucária) tendo sido selecionada a diretriz mais econômica e de menor impacto Sócio-ambiental, na travessia do Bairro Campo de Santana, Loteamento Rio Bonito, na transposição do Rio Barigui, linha divisória entre os municípios de Curitiba e Araucária, onde com a mesma diretriz, margeia no limite interno a área da refinaria REPAR de Petrobras, evitando com isto o atingimento de núcleos habitacionais populares.

3.2.2 Estudos de Tráfego

Uma vez que a diretriz principal do lote 3 do programa “Corredor Metropolitano da Região Metropolitana de Curitiba” é a ligação entre o Contorno Leste em São Jose dos Pinhais com a BR-476 em Araucária, os estudos de tráfego foram desenvolvidos como um todo para o trecho, desconsiderando a divisão em 3 subtrechos. Contudo, levando em consideração o tráfego existente atualmente nas vias de acesso, o seu crescimento natural em virtude do encurtamento de distancias, o levantamento de dados econômicos que pudessem definir as taxas de crescimento para a região mas sem a possibilidade de previsão dos investimentos futuros no entorno, que possam vir a alterar significativamente o fluxo viário existente na localidade.

Os 3 subtrechos que compõem o lote 3 são:

Subtrecho C.1: Contorno Leste (São José dos Pinhais – Interseção I-01) – Entroncamento com a Av. Francisco Ferreira da Cruz (Ponto F);

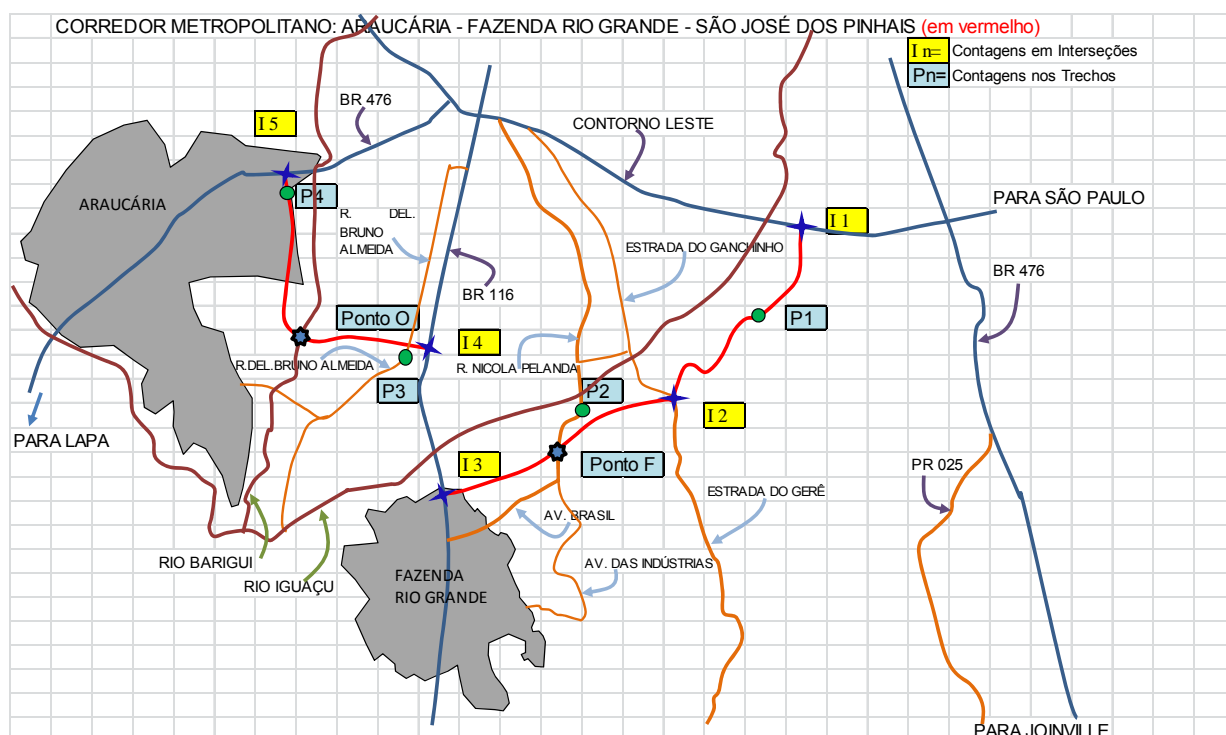
Subtrecho C.2a: Entroncamento com a Av. Francisco Ferreira da Cruz (Ponto F) - BR-116 (Fazenda Rio Grande – Interseção I-04);

Subtrecho C.2b: BR-116 (Fazenda Rio Grande – Interseção I-04) – BR-476 (Araucária – Interseção I 5).

a. Pesquisas de Tráfego

As pesquisas de tráfego foram realizadas no período de 17 de março a 23 de março de 2012 em 9 pontos. (P 1, P 4; I 1, I 5) conforme visualização no croquis adiante inserido, sendo os pontos Pn, postos de contagens volumétricas de 7 dias consecutivos de 24 horas diárias e os pontos I n, postos de contagens em interseções (contagens direcionais para identificação dos fluxos de tráfego).

O croqui abaixo inserido mostra a localização esquemática dos pontos de contagens.



No Apêndice em anexo são apresentados os dados de campo e seus processamentos em escritório, o detalhe dos cálculos, bem como os diversos resultados das contagens realizadas.

3.2.2.1 Determinação do TMDA

O TMDA foi determinado a fim de se identificar o volume de tráfego dos trechos homogêneos e dos diversos movimentos direcionais nas interseções.

As diversas interseções estão localizadas nos trechos em estudo e os diferentes movimentos podem ser visualizados no croqui esquemático apresentado juntamente com os

resultados das contagens no Apêndice acima referido. Ali, também é possível verificar, os parâmetros de correção da sazonalidade.

No presente relatório não será apresentado o resultado da contagem propriamente dita, mas tão somente o tráfego corrigido e médio representativo do ano do estudo, para os diversos segmentos homogêneos considerados.

A metodologia para sua determinação, assim como os fluxogramas nas Interseções, estão apresentados no presente volume.

3.2.2.2 Fatores de correção e expansão

Os Fatores de Correção da amostragem pesquisada corrigiram o tráfego determinado nas pesquisas com o objetivo de se estimar o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA).

Os Fatores de Variação Mensal (FVM) foram determinados a partir dos dados do radar instalado a Avenida Marechal Floriano Peixoto esquina com a Rua Antonio Polito, em Curitiba e fornecidos pela URBS – Companhia de Urbanização de Curitiba.

Os Fatores de Variação Semanal (FVS) e Fatores de Variação Horária (FVH) foram determinados a partir dos Postos de Pesquisas de 7 dias consecutivos de 24 horas diárias.

Os diversos fatores utilizados no estudo são apresentados adiante.

RADAR MARECHAL FLORIANO PEIXOTO x ANTONIO POLITO - CURITIBA						
DADOS DE TRÁFEGO REGISTRADO NO RADAR						
FATORES DE VARIAÇÃO MENSAL						
SENTIDO SÃO JOSÉ DOS PINHAIS						
	CAMINHÃO	CAMIONETE	MOTOCICLETA	ONIBUS	AUTOMOVEI	TOTAL
NOV	1,015	1,033	1,027	1,043	0,999	1,003
DEZ	0,977	0,932	1,056	0,977	0,934	0,939
JAN	1,040	1,049	1,036	1,044	1,014	1,017
FEV	1,030	1,049	1,082	1,047	1,060	1,059
MAR	0,839	0,914	0,929	0,866	1,015	0,997
ABR	1,153	1,043	0,898	1,053	0,987	0,992
MÉDIA	1,009	1,003	1,005	1,005	1,002	1,001
SENTIDO CENTRO DE CURITIBA						
	CAMINHÃO	CAMIONETE	MOTOCICLETA	ONIBUS	AUTOMOVEI	TOTAL
NOV	1,058	1,030	1,012	1,047	0,996	1,002
DEZ	1,019	0,964	1,013	0,974	0,935	0,944
JAN	1,075	1,042	1,013	1,071	1,033	1,035
FEV	1,050	1,011	1,013	1,029	0,986	0,992
MAR	0,840	0,958	0,951	0,898	1,060	1,032
ABR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MÉDIA	1,007	1,001	1,000	1,003	1,002	1,001
SENTIDO AMBOS						
	CAMINHÃO	CAMIONETE	MOTOCICLETA	ONIBUS	AUTOMOVEI	TOTAL
NOV	1,041	1,031	1,017	1,046	0,997	1,003
DEZ	1,003	0,953	1,026	0,975	0,935	0,942
JAN	1,061	1,045	1,020	1,060	1,024	1,027
FEV	1,042	1,024	1,034	1,036	1,018	1,020
MAR	0,839	0,942	0,944	0,885	1,039	1,016
ABR	1,053	1,015	0,966	1,021	0,994	0,997
MÉDIA	1,007	1,002	1,001	1,004	1,001	1,001

Verifica-se que, no sentido São José dos Pinhais, o movimento de Automóveis foi fraco nos meses de janeiro, fevereiro e março. No mês de março do presente ano, foi o mês de carnaval, razão porque o movimento é bem menor que o do mês de abril. Todavia, no sentido Curitiba somente no mês de janeiro e março verificou-se baixo volume de Automóveis.

O caminhão, por seu turno teve o maior volume registrado no mês de março, tanto no sentido Curitiba, como no sentido São José dos Pinhais.

Os ônibus apresentam fatores quase inalterados nos diversos meses, porque devem cumprir uma programação de viagens previamente estipulada; a variação que existe é em relação a número de passageiros e não em viagens/dia, conforme estudo detalhado apresentado no Volume 3.

A metodologia para sua determinação, assim como os fluxogramas nas Interseções, serão apresentados no Volume 3.

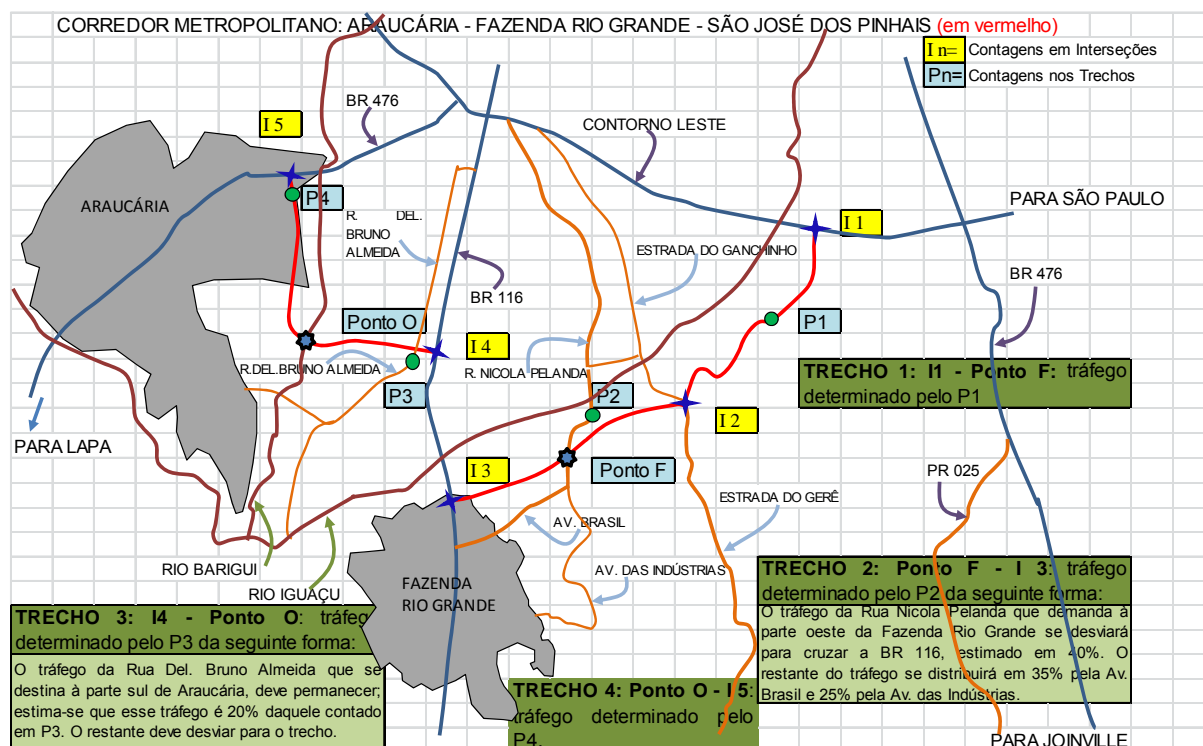
3.2.2.3 TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) por trechos homogêneos

A via em projeto encontra-se implantada e o tráfego consolidado. O grande volume a ser registrado na via em projeto deverá ser do tráfego de longa distância que deverá percorrer todo o segmento. Todavia, continuará existindo uma pequena parcela de tráfego gerado nos diferentes perímetros urbano o que faz com que haja diversos segmentos homogêneos ao longo do trecho em projeto. Esses segmentos foram determinados, bem como o tráfego que deverá circular ao longo dos mesmos.

Os segmentos homogêneos e o tráfego em cada um deles foram definidos e são apresentados no croqui de alocação adiante.

Verifica-se no quadro abaixo que, o subtrecho C.2b: BR-116 (Curitiba – Interseção I 4) – BR-476 (Araucária – Interseção I 5) relativo a fluxo de tráfego é distinto em 2 segmentos e assim deverá ser tratado em termos de tráfego e dimensionamento de pavimento.

TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL (TMDA) - ANO BASE (2012)					
TRECHOS HOMOGÊNEOS		CP	ON	CM	TT
TRECHO C1	Contorno Leste(Interseção I 1) - Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F)	1.612	58	326	1.996
TRECHO C2a	Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F) - BR 116(Interseção I 4)	3.798	27	239	4.064
TRECHO C2b	BR 116 (Interseção I 4) - Rio Barigui	4.322	237	537	5.096
TRECHO C2b	Rio Barigui - BR 476(Interseção I 5)	6.582	100	329	7.011



3.2.2.4 Taxas de Crescimento de tráfego

As taxas de crescimento para automóveis e caminhões foram determinadas a partir de variáveis econômicas, como preconiza o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT.

Foi realizada análise da evolução verificada nos últimos 10 anos das diversas variáveis econômicas, tendo sido descartadas aquelas que não apresentaram ajustes de curvas bem como as que não tem boas correlações com a frota de veículos. Devido à dificuldade de realizar correlações entre a frota e o tráfego de veículos pela carência de dados, utilizou-se a série histórica da Rodovia BR 277, trecho Curitiba – Paranaguá.

As variáveis econômicas selecionadas conforme análise acima relatada foram: População, PIB, Valor adicionado Indústria, Valor adicionado Serviços, Valor adicionado Total, Receita Tributária, ICMS, produção de Cebola, Feijão, Soja, Tomate, Aves, Suínos.

Portanto, as taxas de crescimento de automóveis e caminhões foram determinadas a partir da análise das variáveis econômicas.

Quanto aos ônibus, devido ao fato de a maior parte dos mesmos serem ônibus urbanos, procurou-se obter uma série histórica do movimento de passageiros. A taxa de crescimento de ônibus é função do movimento de passageiros, o que deve ser determinado pela série histórica do movimento ao longo de um período. Assim sendo, utilizou-se uma série histórica que foi disponibilizada pela URBS – Companhia de Urbanização de Curitiba.

Aplicou-se, conforme recomendação do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, a metodologia que utiliza a curva logística aplicada à série histórica. Foi utilizada a série histórica do movimento de passageiros do Terminal do Boqueirão ao Aeroporto Afonso Pena.

Os movimentos de passageiros do Terminal do Boqueirão ao Terminal Central de São José dos São José dos Pinhais e o movimento de passageiros da linha PUC – São José dos São José dos Pinhais também foram analisados, porém, como não se encontrou um bom ajuste de curvas, não foram considerados para a determinação da taxa de crescimento.

Verificou-se que não houve um bom ajuste de curvas para as duas últimas linhas citadas acima. Então, as taxas foram calculadas para a linha Boqueirão – Aeroporto Afonso Pena.

3.2.2.5 Projeção de tráfego

A projeção de tráfego foi realizada utilizando-se a equação:

$$TN_n = TNo (1+g)^t$$

Onde:

TN_n = Tráfego Futuro

TN_o = Tráfego no Ano Base

“g” = taxa de crescimento anual do tráfego.

TRÁFEGO MÉDIA DIÁRIO ANUAL (TMDA)

PROJEÇÃO DE TRÁFEGO

TAXAS DE CRESCIMENTO ANUAL

CP	ON	CM
4,11%	2,31%	4,53%

ANO	TRECHO C1				TRECHO C2a			
	Contorno Leste(Interseção I 1) - Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F)				Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F) - BR 116(Interseção I 4)			
	CP	ON	CM	TT	CP	ON	CM	TT
2012	1.612	58	326	1.996	3.798	27	239	4.064
2014	1.747	61	356	2.164	4.117	28	261	4.406
2015	1.819	62	372	2.253	4.286	29	273	4.588
2016	1.894	63	389	2.346	4.462	30	285	4.777
2017	1.972	64	407	2.443	4.645	31	298	4.974
2018	2.053	65	425	2.543	4.836	32	311	5.179
2019	2.137	67	444	2.648	5.035	33	325	5.393
2020	2.225	69	464	2.758	5.242	34	340	5.616
2021	2.316	71	485	2.872	5.457	35	355	5.847
2022	2.411	73	507	2.991	5.681	36	371	6.088
2023	2.510	75	530	3.115	5.914	37	388	6.339

ANO	TRECHO C2b				TRECHO C2b			
	BR 116 (Interseção I 4) - Rio Barigui				Rio Barigui - BR 476(Interseção I 5)			
	CP	ON	CM	TT	CP	ON	CM	TT
2012	4.322	237	537	5.096	6.582	100	329	7.011
2014	4.685	248	587	5.520	7.134	105	359	7.598
2015	4.878	254	614	5.746	7.427	107	375	7.909
2016	5.078	260	642	5.980	7.732	109	392	8.233
2017	5.287	266	671	6.224	8.050	112	410	8.572
2018	5.504	272	701	6.477	8.381	115	429	8.925
2019	5.730	278	733	6.741	8.725	118	448	9.291
2020	5.966	284	766	7.016	9.084	121	468	9.673
2021	6.211	291	801	7.303	9.457	124	489	10.070
2022	6.466	298	837	7.601	9.846	127	511	10.484
2023	6.732	305	875	7.912	10.251	130	534	10.915

3.2.2.6 Determinação do número “N”

A partir da composição de veículos comerciais, ônibus e caminhões, verificada nas contagens realizadas foram determinados os Fatores de Veículos de ônibus e caminhões.

Os Fatores de Veículos de ônibus e caminhões por tipo de veículo foram determinados considerando-se que os mesmos transitarão com a carga máxima mais a tolerância permitida pela Lei da Balança. No Apêndice Anexo é apresentado a metodologia utilizada para o cálculo do Fator de Veículo.

Conhecendo-se o Fator de Veículo de cada tipo de veículo, considerando-o totalmente carregado com a carga máxima e vazio em outra situação, e, a composição dos caminhões obtida nas contagens de tráfego realizada, determinou-se o Fator de Veículo de Caminhões e de ônibus comum.

Foi considerada a incidência de 75%/25% de caminhões carregados/vazios e a incidência de 70%/30% de ônibus carregados/vazios e definido o Fator de Veículo para cada categoria de veículos, como mostrado abaixo (ver detalhes de cálculo no Apêndice).

Os Fatores de Veículos considerados foram conforme demonstrado no Volume 3.

FATOR DE VEÍCULO DE ÔNIBUS PARA 70% CARREGADO E 30% VAZIO

USACE	4,400
AASHTO	2,628

FATOR DE VEÍCULOS DE CAMINHÕES PARA: 75% CARREGADOS E 25% VAZIOS

TRE-CHO C1	USACE	7,348
	AASHTO	2,56
TRE-CHO C2a	USACE	7,17
	AASHTO	2,692
TRE-CHO C2b1	USACE	7,221
	AASHTO	2,549
TRE-CHO C2b2	USACE	6,218
	AASHTO	2,777

O Número “N” foi determinado utilizando-se a expressão:

$$N_n = 365 \times TMDA \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

365 = número de dias de um ano

TMDA = Tráfego Médio Diário Anual na rodovia

FV = Fator de Veículos

FR = Fator Climático Regional (adotado = 1,0 conforme observação constante da Apostila “Tráfego” do Módulo I – Fundamentos – Prof. Marcílio Augusto Neves do Curso de Pós-Graduação em Pavimentação – Faculdade de Engenharia e Arquitetura da FUMEC – edição 1997).

FD = Fator Direcional (considerado 50% para segmento de mão dupla e 45% para segmento de pista dupla)

O número “N” por segmento homogêneo é apresentado adiante.

CÁLCULO DO NÚMERO "N"						
TRECHO C1 Contorno Leste(Interseção I 1) - Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F)						
ANO	MÉTODO USACE			MÉTODO AASHTO		
	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE
2.014	473.744	473.744	4,7E+05	176.021	176.021	1,8E+05
2.015	493.778	967.522	9,7E+05	183.181	359.202	3,6E+05
2.016	515.018	1.482.540	1,5E+06	190.761	549.963	5,5E+05
2.017	537.465	2.020.004	2,0E+06	198.761	748.724	7,5E+05
2.018	559.912	2.579.916	2,6E+06	206.761	955.485	9,6E+05
2.019	584.288	3.164.205	3,2E+06	215.614	1.171.099	1,2E+06
2.020	609.872	3.774.077	3,8E+06	224.887	1.395.985	1,4E+06
2.021	636.663	4.410.739	4,4E+06	234.580	1.630.565	1,6E+06
2.022	664.660	5.075.399	5,1E+06	244.694	1.875.259	1,9E+06
2.023	693.864	5.769.264	5,8E+06	255.228	2.130.487	2,1E+06
TRECHO C2a Entr.Rua Nicola Pelanda(Ponto F) - BR 116(Interseção I 4)						
ANO	MÉTODO USACE			MÉTODO AASHTO		
	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE
2.014	327.608	327.608	3,3E+05	127.490	127.490	1,3E+05
2.015	342.463	670.071	6,7E+05	133.228	260.718	2,6E+05
2.016	357.318	1.027.389	1,0E+06	138.965	399.683	4,0E+05
2.017	373.350	1.400.739	1,4E+06	145.145	544.828	5,4E+05
2.018	389.383	1.790.121	1,8E+06	151.325	696.153	7,0E+05
2.019	406.593	2.196.714	2,2E+06	157.947	854.100	8,5E+05
2.020	424.980	2.621.694	2,6E+06	165.011	1.019.111	1,0E+06
2.021	443.368	3.065.063	3,1E+06	172.075	1.191.186	1,2E+06
2.022	462.934	3.527.996	3,5E+06	179.581	1.370.767	1,4E+06
2.023	483.677	4.011.673	4,0E+06	187.529	1.558.296	1,6E+06

CÁLCULO DO NÚMERO "N"						
TRECHO C 2b.1 BR 116 (Interseção I 4) - Rio Barigui						
ANO	MÉTODO USACE			MÉTODO AASHTO		
	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE
2.014	875.441	875.441	8,8E+05	352.810	352.810	3,5E+05
2.015	911.800	1.787.241	1,8E+06	366.704	719.514	7,2E+05
2.016	949.346	2.736.586	2,7E+06	381.017	1.100.531	1,1E+06
2.017	988.077	3.724.663	3,7E+06	395.748	1.496.280	1,5E+06
2.018	1.027.995	4.752.658	4,8E+06	410.898	1.907.178	1,9E+06
2.019	1.070.285	5.822.943	5,8E+06	426.886	2.334.064	2,3E+06
2.020	1.113.761	6.936.704	6,9E+06	443.292	2.777.356	2,8E+06
2.021	1.160.331	8.097.035	8,1E+06	460.967	3.238.323	3,2E+06
2.022	1.208.088	9.305.123	9,3E+06	479.061	3.717.384	3,7E+06
2.023	1.258.217	10.563.339	1,1E+07	497.992	4.215.376	4,2E+06
TRECHO C 2b.2 Rio Barigui - BR 476(Interseção I 5)						
ANO	MÉTODO USACE			MÉTODO AASHTO		
	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE	ANUAL	ACUMULADO	EXPOENTE
2.014	442.533	442.533	4,4E+05	209.071	209.071	2,1E+05
2.015	460.319	902.851	9,0E+05	217.232	426.303	4,3E+05
2.016	479.126	1.381.978	1,4E+06	225.850	652.153	6,5E+05
2.017	499.678	1.881.656	1,9E+06	235.355	887.508	8,9E+05
2.018	521.251	2.402.907	2,4E+06	245.316	1.132.824	1,1E+06
2.019	542.824	2.945.731	2,9E+06	255.277	1.388.101	1,4E+06
2.020	565.418	3.511.149	3,5E+06	265.695	1.653.796	1,7E+06
2.021	589.034	4.100.183	4,1E+06	276.568	1.930.364	1,9E+06
2.022	613.671	4.713.853	4,7E+06	287.898	2.218.262	2,2E+06
2.023	639.329	5.353.182	5,4E+06	299.684	2.517.946	2,5E+06

3.2.2.7 Estudos de capacidade

Os Estudos de Capacidade não foram realizados pelos motivos que se seguem:

- O Nível de Serviço da Via Urbana é condicionado ao Nível de Serviço das interseções existentes;
- Quando as interseções são reguladas por semáforos, os mesmos têm dimensionamento por sincronização com os diversos semáforos da área;
- Todos os semáforos da área deverão ser redimensionados devido ao programa de sincronização;

- No presente estudo, os tempos de semáforos somente poderiam ser determinados considerando-se a operação isolada do semáforo existente, o que não seria real;
- Se os cálculos dos Níveis de Serviço pelos tempos do semáforo isolado conduzirem a um baixo nível de serviço, mudanças no sistema viário podem ser realizadas para contornar o problema, o que exige uma análise e uma programação que foge do contexto do presente trabalho;
- O Manual de Capacidade não apresenta uma metodologia para determinação dos Níveis de Serviço para as vias urbanas normais; apenas indica como referência, o volume de 1.900 veículos/hora por faixa de tráfego como capacidade máxima da via.

3.2.3 Estudos Geológicos e Geotécnicos

3.2.3.1 Geologia

A região em estudo situa-se geologicamente sobre a Bacia de Curitiba, formada por sedimentos do Terciário médio ao superior correspondente a Formação Guabirota, caracterizada por argilitos, arenitos arcoseanos e diamictitos.

O trecho compreende também sedimentos do Quaternário bem como depósitos alúvio-coluvionares recentes, compostos por sedimentos aluvionares inconsolidados constituídos por seixos, areias finas a grossas, com níveis de cascalhos, lentes de material silto-argiloso e solos orgânicos, relacionados a planícies de inundação e canais fluviais atuais.

Estas unidades estão sobrepostas a metamorfitos do embasamento cristalino (gnaisses e migmatitos).

Os subleitos em corte no presente trecho são predominantemente constituídos por solos residuais e transportados da Formação Guabirota, classificados como A-7, formado por argilas siltosas e argilas arenosas, de coloração variada, entre vermelha, amarela e cinza esverdeada. Quanto ao suporte têm comportamento variável, apresentando má drenagem interna.

As porções mais baixas dos terrenos, ao longo do trecho apresentam solos aluvionares associados às linhas de drenagens principais, constituídos por solos hidromórficos argilosos, arenosos finos a grosseiros e níveis com matéria orgânica e turfas de baixa capacidade de suporte.

3.2.3.2 Geotecnia

Os Estudos Geotécnicos desenvolvidos ao longo do trecho objetivaram a identificação das características e classificação dos materiais ocorrentes, partindo dos subsídios fornecidos pelos Estudos Geológicos e pelo Projeto Geométrico.

Estes estudos foram realizados visando proporcionar aos demais projetos, conhecimento das características físicas e mecânicas dos materiais a serem escavados, e de fundação destes, definindo o perfil geotécnico do terreno e a localização do lençol freático, bem como permitir uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais ocorrentes na região, passíveis de utilização na construção da obra.

Os processos utilizados no estudo, consistiram na realização de sondagens a trado, com coleta de amostras para ensaios de caracterização e ISC.

Com estes resultados foi possível fornecer as informações e os subsídios necessários ao projeto do pavimento, distribuição dos diversos materiais que compõe o local e as características físicas e técnicas mais adequadas de intervenção no terreno.

a) Serviços de Campo

a.1) Sondagens Manuais

A programação das sondagens manuais baseou-se na IS-206: Estudos Geotécnicos do DNIT.

a.2) Sondagem a Trado

A sondagem foi realizada utilizando equipamento composto por hastes metálicas e broca de perfuração helicoidal, com diâmetro de 6" e 8". Em seguida foi realizado um boletim de sondagem constando a análise tátil visual das camadas de solo, determinação da profundidade do nível d'água, bem como a coleta de amostra para os ensaios de laboratório. A execução das sondagens seguiu a norma da ABNT, NBR-9603/86.

a.3) Investigação do Material dos Cortes

Nos cortes foram executadas sondagens a trado, com profundidades de 2,0 m abaixo do greide, a cada 150 m aproximadamente. Em todos os furos foram coletadas amostras para ensaios completos de laboratório (Granulometria, LL, LP, Compactação e ISC).

a.4) Fundação de Aterros

Além da programação normal executada para este estudo ao longo de todo o subtrecho, foram também realizadas investigações complementares, através sondagens a trado e barra-mina na várzea do Rio Barigui e onde mais se fez necessário, visando melhor definir a extensão e profundidade das camadas de solo mole.

Posteriormente, toda vez que houve dúvida sobre a capacidade de suporte dos terrenos de fundação dos aterros, foram realizadas sondagens percussivas SPT e ensaios especiais de adensamento, para subsidiar o projeto de estabilização dos aterros a serem construídos.

Os boletins de sondagem, perfis individuais e ensaios dos estudos acima realizados são apresentados no Volume 3A – Estudos Geotécnicos.

a.5) Fundação das Obras de Arte Especiais

Foram executadas sondagens percussivas com ensaio SPT nas trincheiras da Interseção I-08 (BR-116) e de Campo do Santana, e sondagens mistas nas margens do Rio Barigui, para determinação dos valores de resistência à penetração, estratigrafia do terreno e posição do lençol freático.

Os perfis individuais das sondagens realizadas são apresentados no Volume 3A- Estudos Geotécnicos.

3.2.3.3 Ocorrência de Materiais de Construção

A pesquisa realizada com as ocorrências disponíveis na região em condições de suprir a obra levou em consideração além da qualidade e capacidade de produção do material, a distância de transporte mais favorável.

a) Ocorrência de Rocha

Das pedreiras pesquisadas na região foram selecionadas:

- a JP-Costa, situada na localidade de Cachoeira, a 13,4 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo de projeto com a BR-116 (Indicada);
- a JP-Marc, localizada na estrada de Campo Largo da Roseira, a 37,9 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116; e
- a JP-Boscardin, localizada em Piraquara, a 45,8 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116.

b) Ocorrência de Saibro

As jazidas selecionadas foram:

- a JS-Costa, situada na localidade de Cachoeira, a 13,4 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116 (Indicada);
- a JS-Santana, localizada na localidade do Agaraú, a 18,9 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116; e
- a JS-Marc, localizada na estrada de Campo Largo da Roseira, a 37,9 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116 (Sul).

c) Ocorrência de Solo

Das ocorrências pesquisadas, somente foi possível viabilizar para utilização o material proveniente da decapagem da Pedreira Costa, localizada a 13,4 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116.

d) Ocorrência de Areia

Os areais pesquisados foram:

- o Areal Excoletto Comércio de Areia Ltda., localizado no Agaraú, a 16,1 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116 (Indicado); e
- o areal da SSR Mineração, situado na margem do Rio Iraí, Município de Piraquara, a 28,2 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116 (Sul).

Os ensaios realizados com o material das ocorrências indicadas são mostrados no Volume 3A - Estudos Geotécnicos e os croquis com a localização, indicações gerais e características técnicas das ocorrências indicadas são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

3.2.3.4 Depósito de Material Excedente – DME

Foram ainda pesquisadas na região, áreas disponíveis em condições de serem utilizadas como depósito do material excedente da obra.

Dos locais pesquisados foi possível viabilizar:

- Parque Costa de propriedade do Areal Costa situado a 10,6 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116 (Indicado); e

- SSR Mineração, localizada a 28,23 km da estaca 1012 do trecho, no cruzamento do eixo do projeto com a BR-116.

Os croquis de localização com as características gerais do DME indicado é apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

3.2.4 Estudos Hidrológicos

3.2.4.1 Introdução

Os Estudos Hidrológicos objetivam o fornecimento de 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:

- a) Coleta dos dados climáticos e pluviométricos existentes;
- b) Estabelecimento do regime de chuvas;
- c) Consulta a Cartas Geográficas, em escala 1:20.000, editadas pela COMEC, das seguintes localidades:
 - Araucária – A133;
 - Araucária – A134;
 - Fazenda Rio Grande – A136;
 - Fazenda Rio Grande – A137;
 - São José dos Pinhais – A139;
 - São José dos Pinhais – A140;
- d) Consulta a Base Geral da Suderhsa em SAD-69, arquivo digital com mapa da região metropolitana de Curitiba, com pontos cotados e curvas de nível, fornecido pela COMEC.
- e) Estudos complementares de campo e escritório (observações “in loco”).

3.2.4.2 Características Gerais da Região

Segundo (MENDONÇA e DUBREUIL, 2005) são três os principais sistemas atmosféricos encontrados na porção Leste do Paraná, onde se localiza a Região Metropolitana de Curitiba (RMC). São eles: MTa – Massa Tropical Atlântica, MTC - Massa Tropical Pacífica e MEc – Massa Equatorial Continental, sistemas responsáveis pelo tempo quente. Ainda observa-se um quarto tipo de sistema atmosférico, o MPa – Massa Polar

Atlântica que associado com a altitude da região, aproximadamente 900 m, gera as baixas temperaturas regionais.

Em função desses sistemas atmosféricos os tipos climáticos predominantes na RMC, são segundo classificação de Koppen, Cfa e Cfb. De acordo com o (IAPAR, 2000), Cfa caracteriza-se como um clima subtropical, a temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C, e a temperatura quente fica acima de 22°C; apresenta verões quentes, geadas poucos freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. O Cfb caracteriza-se como um clima temperado, a temperatura no mês mais frio encontra-se abaixo de 18°C e a temperatura no mês mais quente acima de 22°C, com verões frescos e não há estação seca definida.

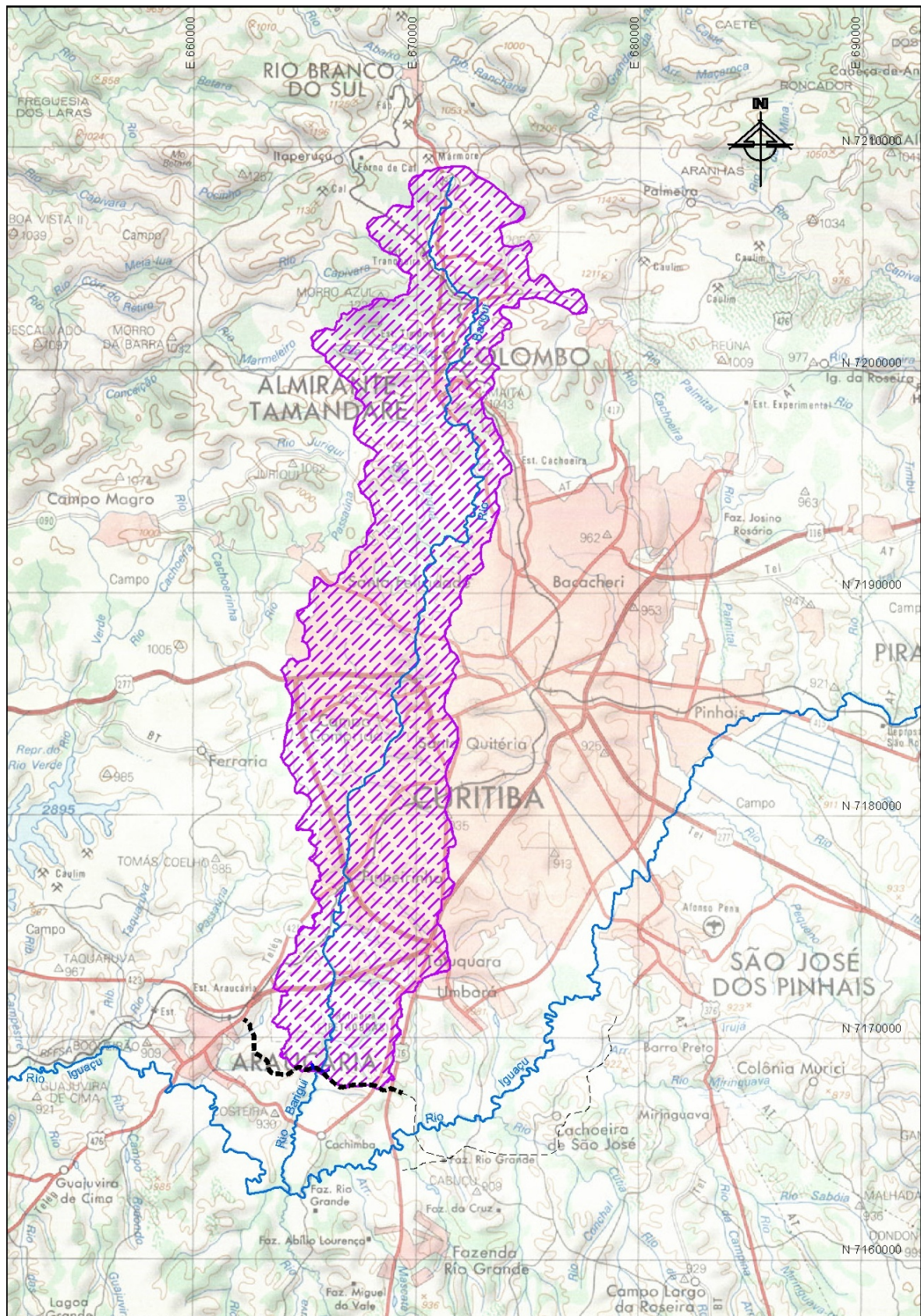
As unidades morfológicas predominantes na região em estudo são: Planalto de Curitiba, Planícies Fluviais, Planalto do Alto Iguaçu, Blocos Soerguidos do Primeiro Planalto Paranaense, Blocos Soerguidos da Serra do Mar, Serra do Mar.

Quanto à hidrografia, o estado do Paraná é formado pela bacia do Rio Paraná e dividida em seis unidades hidrográficas principais: Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tiete. A bacia hidrográfica do Iguaçu está subdividida em cinco unidades menores da qual a primeira (Iguaçu 01) inclui a bacia do Alto Iguaçu, que engloba os rios formadores do Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba, nos locais de travessia do nosso estudo.

3.2.4.3 Bacia Hidrográfica

As áreas das bacias foram, então, obtidas diretamente das referidas cartas topográficas, através da análise das curvas de nível, onde foram determinados os espigões e localizados os fundos de vale.

Para a determinação da bacia do Rio Barigui foi utilizada a carta topográfica Curitiba (SG.22-X-D/SG.23-D-C) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na escala 1:250.000, do ano de 1983.



FONTE

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA
E ESTATÍSTICA - IBGE
FOLHA: CURITIBA (SG.22-X-D/SG.23-V-C)
ESCALA 1:250.000

CONVENÇÃO

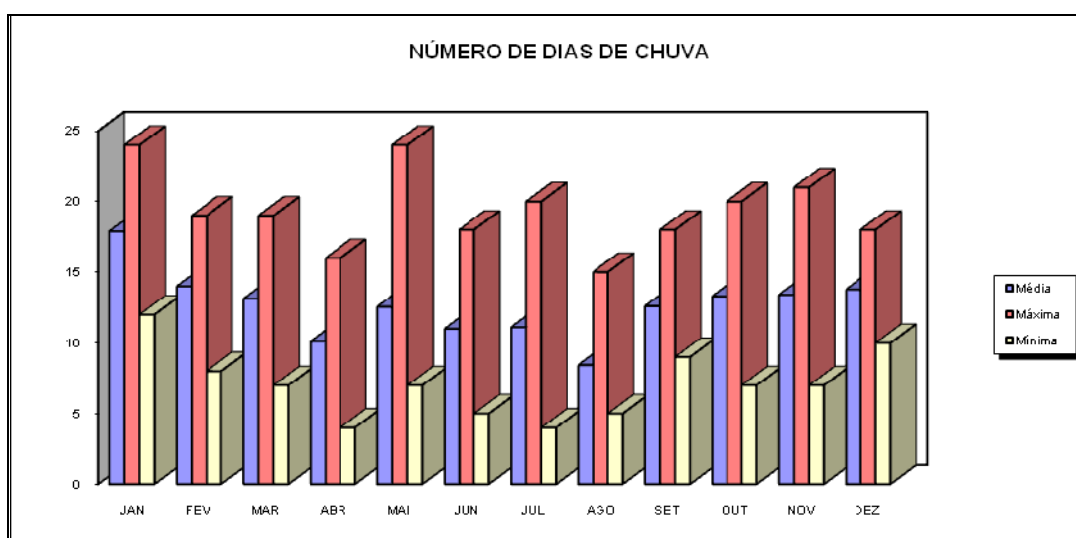
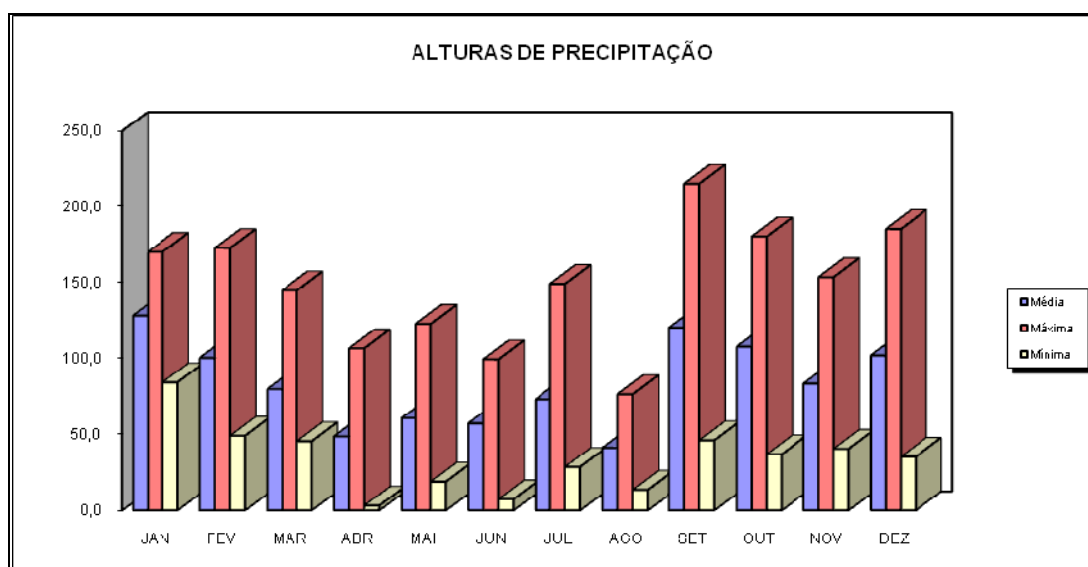
----- EIXO LOTE C2B
~~~~~~ HIDROGRAFIA  
DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

### 3.2.4.4 Pluviometria

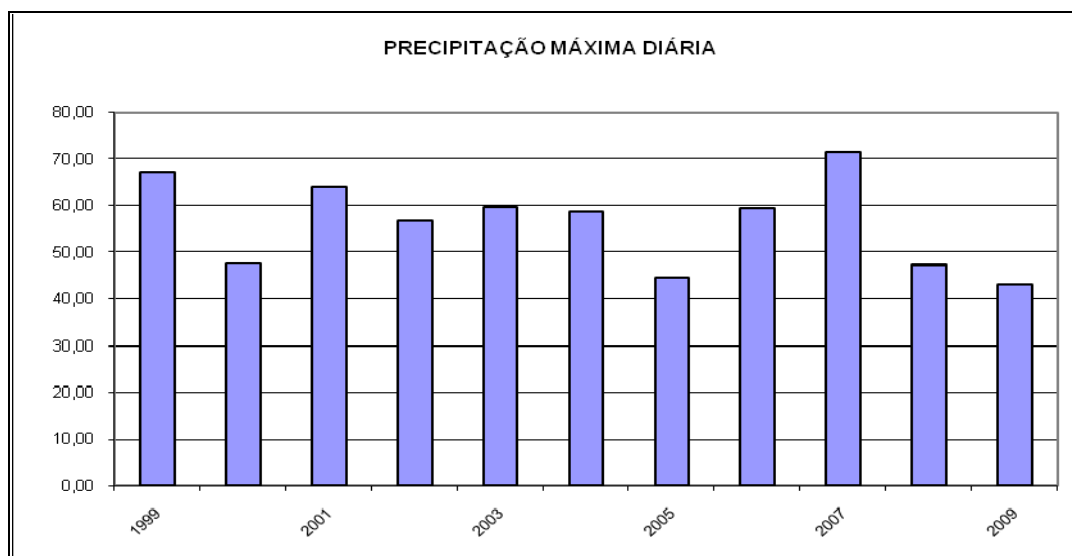
Foi desenvolvida coleta de dados pluviométricos para permitir a caracterização do regime de chuvas na área do projeto. Para tal considerou-se o Posto de Araucária, operado pela SUDERHSA.

- Precipitações diárias e mensais da região, com base no Posto (período 1999 a 2009);
- Máximas chuvas diárias para o posto e período acima;
- Número de dias de chuva para o posto e período acima;
- Inspeções de Campo.

Os dados pluviométricos obtidos apresentam precipitação média anual de 1.004,8mm, distribuídos em cerca de 151 dias de chuva durante o ano.







### Determinação da Intensidade Pluviométrica

Para a análise das precipitações foram pesquisados nos bancos de dados da ANA – Agência Nacional de Águas todos os postos pluviométricos e pluviográficos existentes na Região de projeto, bem como, os que se encontram no seu entorno e possam fornecer dados úteis para o estudo.

A intensidade pluviométrica será obtida através da expressão da PUC/PR, calculada através da fórmula:

$$i = \frac{99,167 \times TR^{0,217}}{(T_c + 26)^{1,15}}$$

Sendo:

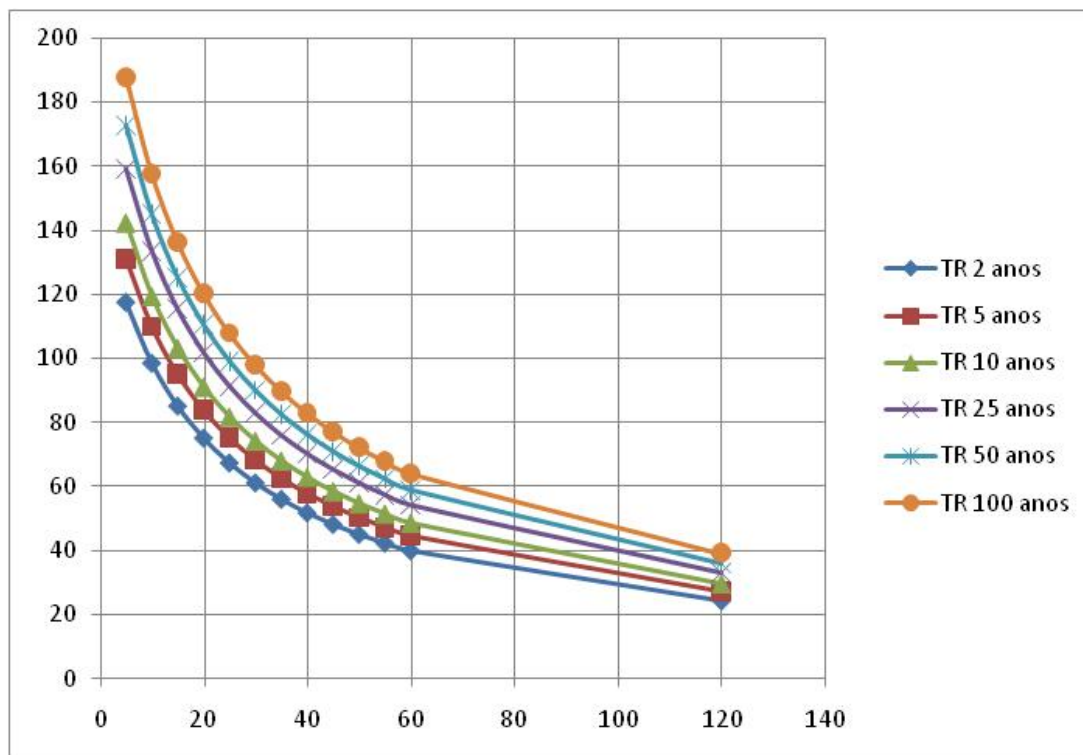
i = intensidade pluviométrica (mm/min.);

T = tempo de recorrência (anos);

T<sub>c</sub> = tempo de concentração (minutos)



### Gráfico de Intensidade, Duração e Frequência



### Coeficiente de Deflúvio

O coeficiente de deflúvio foi obtido por ponderação, conforme os parâmetros listados abaixo:

| Cobertura da Bacia                    | Coeficiente |
|---------------------------------------|-------------|
| Áreas Calçadas ou Impermeabilizadas   | 0,90        |
| Taludes e canteiros                   | 0,70        |
| Área Intensamente urbanizada          | 0,70        |
| Áreas Residenciais com áreas gramadas | 0,20        |
| Áreas Integralmente gramadas          | 0,20        |

### Tempo de Concentração

O tempo de concentração foi calculado conforme a expressão recomendada pelo “California Highways and Public Roads”, utilizando-se a fórmula de Kirpich para bacias menores ou iguais a 100 ha e Kirpich Modificada no caso de bacias maiores que 100 ha, expressa por:

$$t_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{ou} \quad t_c = 85,2 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = tempo de concentração (min.);

L = comprimento do talvegue (km);

H = desnível entre o ponto mais alto do talvegue e a cota na seção de referência (m).

### Tempos de Recorrência

Foram adotados os seguintes tempos de recorrência:

- TR = 10 anos para a rede de drenagem superficial.
- TR = 25 anos para obras-de-arte correntes em geral.
- TR = 100 anos para obras-de-arte especiais.

### 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 km<sup>2</sup>;
- Método do Hidrograma Unitário Triangular: utilizado em bacias de contribuição cuja área é superior a 10 km<sup>2</sup>.

### Método Racional

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

$$Q_c = \frac{CIA}{6} \cdot D$$

Onde:

$Q_c$  = vazão de contribuição, em m<sup>3</sup>/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 km<sup>2</sup> e 10,00 km<sup>2</sup>. É calculado pela expressão:

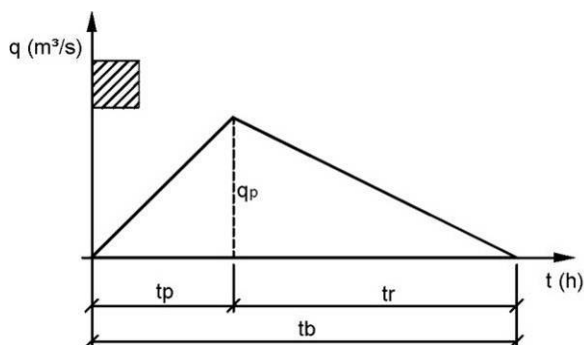
$$D = A^{-0,1}, \text{ sendo } A = \text{área da bacia em km}^2.$$

### Método do Hidrograma Unitário Triangular

Este método, desenvolvido pelo U.S. Soil Conservation Service, foi utilizado para estudo de bacias hidrográficas com área superior a 10,00 km<sup>2</sup>, 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:

#### a) Parâmetros do Hidrograma Unitário



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

Onde:

$q_p$  = vazão máxima do HU, em m<sup>3</sup>/s;

$A$  = área da bacia contribuinte, em km<sup>2</sup>

$T_p$  = tempo de pico, em horas;

$t_p = \Delta t/2 + 0,6 \cdot t_c$ , sendo:

$t_c$  = tempo de concentração, em horas;

$\Delta t = t_c/5$  (tempo unitário), em horas;

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

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

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

b) Precipitação Efetiva

A avaliação da precipitação efetiva (Pe) a partir da precipitação total (P) foi 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:

S = variável dependente da retenção e infiltração da bacia.

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 foi 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).

| <b>Solo – Cobertura Vegetal para Condição de Umidade Ascendente II (média) e Ia =0,20s</b> |                                         |                                  |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| <b>Cobertura vegetal</b>                                                                   | <b>Condição de Retenção Superficial</b> | <b>Grupo hidrológico do solo</b> |          |          |          |
|                                                                                            |                                         | <b>A</b>                         | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |
| Terreno não cultivado com pouca vegetação                                                  | Pobre                                   | 7                                | 6        | 1        | 4        |
| Terreno cultivado                                                                          | Pobre                                   | 2                                | 1        | 8        | 1        |
|                                                                                            | Boa                                     | 1                                | 7        | 6        | 0        |
| Pasto                                                                                      | Pobre                                   | 8                                | 9        | 6        | 9        |
|                                                                                            | Boa                                     | 9                                | 1        | 4        | 0        |
| Mata ou bosque                                                                             | Pobre                                   | 5                                | 6        | 7        | 3        |
|                                                                                            | Boa                                     | 5                                | 5        | 0        | 7        |
| Área Urbana                                                                                | Pobre                                   | 4                                | 0        | 7        | 0        |
|                                                                                            | Boa                                     | 0                                | 6        | 3        | 6        |

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.

E, a precipitação efetiva foi calculada a partir da relação:

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

Onde:

$P_e$  = precipitação efetiva, em polegadas

$P'$  = precipitação total, em polegadas (retirada das curvas de precipitação-duração-frequência para períodos de tempo unitário  $\Delta t$ ).

Quando a área da bacia for maior do que 25 km<sup>2</sup>, corrige-se esta precipitação pela seguinte expressão:

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

Onde:

$P'$  = precipitação total corrigida, em cm;

$P$  = precipitação total real, em cm;

$A$  = área da bacia hidrográfica, em  $\text{km}^2$ .

c) Hidrograma de Projeto

Conhecidas as precipitações efetivas, para cada intervalo ( $\Delta t$ ), 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, foram dados por:

$$Q_i = P_{ei}.q_1 + P_{ei-1}.q_2 + P_{ei-2}.q_3 \dots + P_{e1}.q_i$$

| HIDROGRAMA TRIANGULAR               |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |
|-------------------------------------|--------------|----------------------|---------|------|---------|---------------------------|------|-----------|------|--------------|-------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |
| RODOVIA:                            |              |                      |         |      |         | TRANSPOSIÇÃO: Rio Barigui |      |           |      |              |             |
| ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS           |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |
| A (Km²) = 258,72                    |              |                      |         |      |         | i % = 0,34                |      |           |      |              |             |
| L (Km) = 64,03                      |              |                      |         |      |         | CN= 87                    |      |           |      |              |             |
| ΔH (m) = 215,00                     |              |                      |         |      |         | K = 3                     |      |           |      |              |             |
| ELEMENTOS CALCULADOS                |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |
| tc (hs) = 16,57                     |              |                      |         |      |         | tb (hs) = 30,97           |      |           |      |              |             |
| tp (hs) = 11,60                     |              |                      |         |      |         | Δt (hs) = 3,31            |      |           |      |              |             |
| tr (hs) = 19,37                     |              |                      |         |      |         | qp (m³/s) = 46,39         |      |           |      |              |             |
| PRECIPITAÇÃO EFETIVA                |              |                      |         |      |         |                           |      | CN: 87    |      | TR: 100 anos |             |
| Δt (hs)                             | P (cm)       |                      | P' (cm) |      | Pe (cm) |                           |      | Δ Pe (cm) |      |              |             |
| 0,00                                | 0,00         |                      | 0,00    |      | 0,00    |                           |      | 0,00      |      |              |             |
| 3,31                                | 14,75        |                      | 13,26   |      | 9,59    |                           |      | 9,59      |      |              |             |
| 6,62                                | 15,56        |                      | 13,98   |      | 10,27   |                           |      | 0,69      |      |              |             |
| 9,93                                | 15,83        |                      | 14,22   |      | 10,50   |                           |      | 0,23      |      |              |             |
| 13,24                               | 15,95        |                      | 14,33   |      | 10,60   |                           |      | 0,11      |      |              |             |
| 16,55                               | 16,02        |                      | 14,39   |      | 10,66   |                           |      | 0,06      |      |              |             |
| 19,86                               | 16,06        |                      | 14,43   |      | 10,70   |                           |      | 0,03      |      |              |             |
| 23,17                               | 16,08        |                      | 14,45   |      | 10,72   |                           |      | 0,02      |      |              |             |
| 26,48                               | 16,10        |                      | 14,46   |      | 10,73   |                           |      | 0,01      |      |              |             |
| HIDROGRAMA DE PROJETO               |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |
| Δt (hs)                             | qi<br>(m³/s) | Precipitação Efetiva |         |      |         |                           |      |           |      |              | Q<br>(m³/s) |
|                                     |              | 9,59                 | 0,69    | 0,23 | 0,11    | 0,06                      | 0,03 | 0,02      | 0,01 | -            |             |
| 0,00                                | 0,00         | 0,00                 | -       |      |         |                           |      |           |      |              | 0,00        |
| 3,31                                | 13,24        | 126,89               | 0,00    | -    |         |                           |      |           |      |              | 126,89      |
| 6,62                                | 26,47        | 253,79               | 9,11    | 0,00 | -       |                           |      |           |      |              | 262,89      |
| 9,93                                | 39,71        | 380,68               | 18,21   | 2,99 | 0,00    | -                         |      |           |      |              | 401,88      |
| 13,24                               | 42,46        | 407,05               | 27,32   | 5,98 | 1,39    | 0,00                      | -    |           |      |              | 441,74      |
| 16,55                               | 34,54        | 331,06               | 29,21   | 8,97 | 2,78    | 0,76                      | 0,00 | -         |      |              | 372,78      |
| 19,86                               | 26,61        | 255,07               | 23,76   | 9,59 | 4,17    | 1,52                      | 0,45 | 0,00      | -    |              | 294,55      |
| 23,17                               | 18,68        | 179,07               | 18,30   | 7,80 | 4,46    | 2,28                      | 0,90 | 0,28      | 0,00 | -            | 213,10      |
| 26,48                               | 10,75        | 103,08               | 12,85   | 6,01 | 3,63    | 2,43                      | 1,35 | 0,56      | 0,18 | 0,00         | 130,10      |
| Q <sub>máx</sub> = 441,74 m³/s      |              |                      |         |      |         |                           |      |           |      |              |             |

### 3.2.4.5 Dimensionamento Hidráulico

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

#### a) Obras de Arte Correntes

As obras existentes foram 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, foram utilizadas as expressões de dimensionamento relativas ao regime crítico, apresentadas nas Instruções para Drenagem de Rodovias, do DNIT, e transcritas a seguir:

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

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).

$\eta$  = 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, foram, ainda, verificados face à vazão esperada para 25/50 anos de recorrência. 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:

$$Q = C \times A \times \sqrt{2 \times g \times h} \quad \text{- Fórmula do Orifício, sendo:}$$

Q = vazão escoada, em m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente, adimensional;

A = área da seção transversal, em m<sup>2</sup>;

g = aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>;

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

Tomando-se C=0,63, g=9,81 m/s<sup>2</sup> e fazendo-se h = CH (carga hidráulica) e ainda, chamando-se de H a altura requerida para o aterro, teremos:

| Bueiros Tubulares                    | Bueiros Quadrados                    | Bueiros Retangulares                     |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| $CH = \frac{(Q_{25})^2}{4,8035.D^4}$ | $CH = \frac{(Q_{25})^2}{7,7872.L^4}$ | $CH = \frac{(Q_{25})^2}{7,7872.B^2.A^2}$ |
| $H = CH - \frac{D}{2}$               | $H = CH - \frac{L}{2}$               | $H = CH - \frac{A}{2}$                   |

Onde:

Q<sub>25</sub> = vazão de projeto para TR = 25 anos;

D = diâmetro do bueiro, em m;

CH = carga hidráulica, em m;

L = lado da célula, em m;

B = base da célula, em m;

A = altura da célula, em m.

H = altura mínima de aterro, em m.

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

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

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

b) Drenagem Superficial

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

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

Onde:

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 foi feita em função da vazão a ser conduzida pelos mesmos, avaliada através da utilização do Método Racional.

c) Obras de Arte Especiais

O dimensionamento hidráulico da seção de vazão da obra de arte especial que transpõem o Rio Barigui, foi feito através da expressão de Manning aliada à Equação da Continuidade, de forma a estabelecer a descarga máxima admissível:

$$Q = 1/n \times A \times R^{2/3} \times i^{1/2}, \text{ sendo:}$$

Q = vazão escoada, em m³/s;

A = área da seção de vazão da ponte projetada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade, adimensional. Foi adotado o valor n=0,05.

i = declividade longitudinal do rio em m/m.

R = raio hidráulico, calculado pela expressão  $R = A / 2p$ , em m, sendo:

A = área da seção de vazão da ponte em m²;

2p = perímetro molhado, em m.

O valor obtido foi comparado com a vazão calculada para uma recorrência de 100 anos e free-board de 1,00m (folga entre a face inferior da viga principal e o nível de enchente máximo de projeto).

O dimensionamento hidráulico da ponte obedeceu à seguinte premissa:

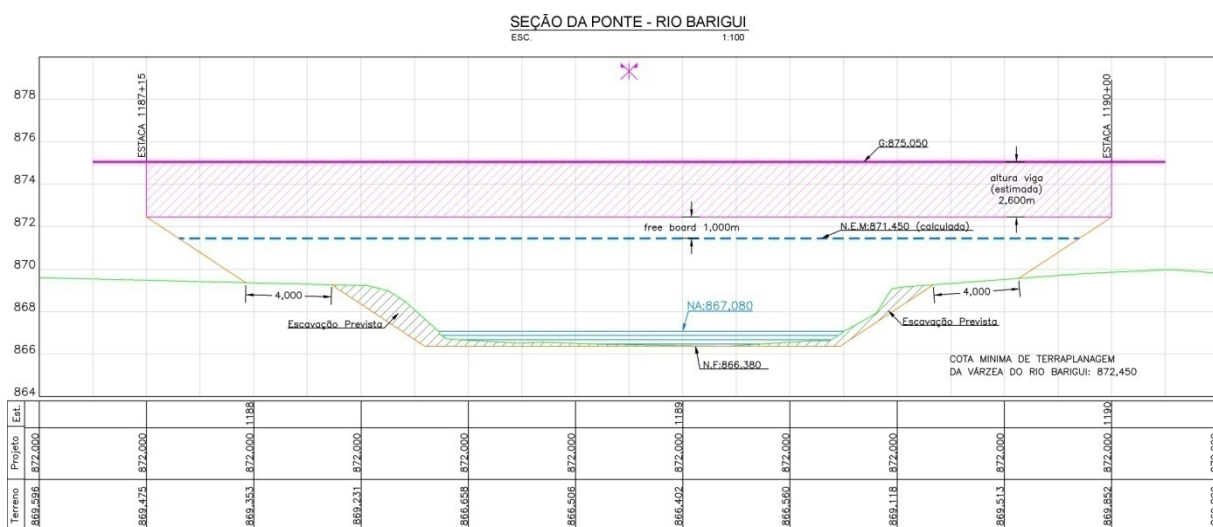
$Q \geq Q_{100}$  anos, onde  $Q_{100}$  anos é a vazão calculada para uma recorrência de 100 anos e 1,00 m de folga.

A relação  $(Q / Q_{100} - 1,00) \times 100$  fornece o coeficiente de segurança obtido no dimensionamento da ponte.

Na travessia sobre o Rio Barigui foi dimensionada uma ponte, para a vazão centenária  $Q_{100}$  anos = 441,74 m<sup>3</sup>/s, conforme apresentado a seguir:

| Cota MEC (m) | Área (m <sup>2</sup> ) | Raio Hidráulico (m) | Declividade (m/m) | Coeficiente rugosidade | Vazão calculada (m <sup>3</sup> /s) | Vazão escoada (m <sup>3</sup> /s) | Free-board | Coef. Segurança |
|--------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------------|
| 871,45       | 152,43                 | 3,39                | 0,0055            | 0,05                   | 441,74                              | 510,21                            | 1,00       | 1,34            |

Neste dimensionamento considerou-se o alargamento do canal de modo a possibilitar a verificação hidráulica da obra, para um período de recorrência de 100 anos. Além deste alargamento também foi considerada uma passagem livre para animais de 4,00m, sob a estrutura, em ambas as margens do rio.



O nível de máxima enchente adotado foi confirmado pelo estudo das cotas da estação fluviométrica 65019700 (Ponte do Cachimba). O estudo foi realizado pelo método estatístico de Gumbel para o período de dados de 1976 a 2011 (36 anos).

Os resultados obtidos para o local deste posto foram acrescidos da altura entre o zero da régua e o fundo do rio (1,284 m), obtido por levantamento topográfico. Como o posto fluviométrico encontra-se 2,6 km a jusante do local da ponte, estas profundidades foram transferidas para o local da ponte através da proporcionalidade das áreas de drenagem, conforme abaixo.

A área de drenagem do posto fluviométrico, obtida da carta topográfica, é de 266,48 km<sup>2</sup>, e a área de drenagem do local da ponte em estudo é de 258,72 km<sup>2</sup>, portanto o coeficiente de proporcionalidade, que multiplicará as profundidades, é igual a 0,97088.

As profundidades obtidas foram somadas ao nível de fundo do rio, resultando nos níveis de enchente para os períodos de recorrência, apresentados na tabela a seguir.

| TR<br>(ano) | K     | Cota<br>(cm) | Prof. no<br>Posto<br>(cm) | Prof.<br>Posto<br>(m) | Prof.<br>Ponte<br>(m) | NA<br>(m) |
|-------------|-------|--------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| 5           | 0,836 | 262,66       | 391,06                    | 3,91                  | 3,80                  | 870,17    |
| 10          | 1,490 | 294,53       | 422,93                    | 4,23                  | 4,11                  | 870,48    |
| 15          | 1,859 | 312,51       | 440,91                    | 4,41                  | 4,28                  | 870,66    |
| 20          | 2,117 | 325,09       | 453,49                    | 4,53                  | 4,40                  | 870,78    |
| 25          | 2,316 | 334,79       | 463,19                    | 4,63                  | 4,50                  | 870,87    |
| 30          | 2,478 | 342,68       | 471,08                    | 4,71                  | 4,57                  | 870,95    |
| 35          | 2,615 | 349,33       | 477,73                    | 4,78                  | 4,64                  | 871,01    |
| 40          | 2,733 | 355,07       | 483,47                    | 4,83                  | 4,69                  | 871,07    |
| 45          | 2,837 | 360,14       | 488,54                    | 4,89                  | 4,74                  | 871,12    |
| 50          | 2,929 | 364,66       | 493,06                    | 4,93                  | 4,79                  | 871,16    |
| 55          | 3,013 | 368,74       | 497,14                    | 4,97                  | 4,83                  | 871,20    |
| 60          | 3,090 | 372,47       | 500,87                    | 5,01                  | 4,86                  | 871,24    |
| 65          | 3,160 | 375,90       | 504,30                    | 5,04                  | 4,90                  | 871,27    |
| 70          | 3,225 | 379,07       | 507,47                    | 5,07                  | 4,93                  | 871,30    |
| 75          | 3,286 | 382,02       | 510,42                    | 5,10                  | 4,96                  | 871,33    |
| 80          | 3,342 | 384,78       | 513,18                    | 5,13                  | 4,98                  | 871,36    |
| 85          | 3,395 | 387,37       | 515,77                    | 5,16                  | 5,01                  | 871,38    |
| 90          | 3,446 | 389,81       | 518,21                    | 5,18                  | 5,03                  | 871,41    |
| 95          | 3,493 | 392,12       | 520,52                    | 5,21                  | 5,05                  | 871,43    |
| 100         | 3,538 | 394,31       | 522,71                    | 5,23                  | 5,07                  | 871,45    |

Diante do acima exposto deverá ser implantada uma obra com 45,0 m de extensão, localizada entre a estaca 1187+15 e a estaca 1190. A cota mínima de terraplenagem da várzea do Rio Barigui é de 872,450, sendo igual ao nível de enchente máxima (871,450) acrescida de 1,00 metro de borda livre.

Nesta cota (872,450) deverá ser posicionada a face inferior da viga da ponte. Na seção da ponte apresentada anteriormente, estimou-se uma viga com 2,60 m de altura, resultando na cota do greide igual a 875,050.

### 3.2.5 Estudos Topográficos

O Estudo Topográfico elaborado consistiu da obtenção do modelo do terreno através de processo constituído por levantamentos convencionais de pontos em campo, de forma a representar analiticamente e cadastrar a área determinada para o desenvolvimento dos estudos e projetos previstos no subtrecho.

O desenvolvimento de alguns dos projetos previstos foram baseados nos estudos topográficos, que forneceu um levantamento planialtimétrico cadastral rico em detalhes e feições, pelo qual podemos caracterizar fielmente o terreno e objetos de interesse às especialidades, assim auxiliando na definição de um projeto que melhor se adapte às condições das vias, relevo e interferências existentes.

O planejamento dos serviços de campo foi executado a partir de informações fornecidas pelo contratante, a saber:

Determinação da área de interesse e limites dos estudos;

- Especificações técnicas dos serviços;
- Informações cartográficas da área de estudos;
- Estudo de corredores.

#### 3.2.5.1 Descrição dos Serviços

O objetivo desta etapa de serviço foi de cadastrar todas as interferências, sejam aéreas ou subterrâneas e propiciando uma composição de uma planta topográfica em escala 1:1000 e/ou 1:2.000 para orientar e subsidiar a definição de diretrizes do projeto. O levantamento topográfico foi dividido em:

- Levantamento Planimétrico, compreendendo o conjunto de operações necessárias para a determinação de pontos, elementos interferentes, edificações, vias e demais feições de interesse os quais foram projetados em uma planta topográfica em Sistema UTM/SAD-69 conforme preconizado no Termo de Referencia do Edital de Concorrência Pública e ao Sistema Geodésico Brasileiro.
- Levantamento Altimétrico, compreendendo o conjunto de operações necessárias para a determinação de pontos e feições do terreno, que além de serem projetados em Sistema UTM/SAD-69 foram representados em relação a um plano de referência vertical ou de nível, tridimensionalmente por coordenadas X,Y,Z vinculada ao Datum Altimétrico Imbituba - SC.

Tecnicamente os estudos topográficos fundamentaram-se nas orientações preconizadas pela norma NBR-13.133 - Execução de Levantamento Topográfico e na Instrução de Serviço DNIT IS-204 – Instrução de Serviço para Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia.

Os elementos coletados em campo foram depurados, processados e concatenados em escritório através de aplicativos específicos para topografia, cartografia e projetos viários e representados em planta topográfica em projeção UTM.

Os arquivos gráficos em CAD foram gerados em formato compatível com Autocad 2007.

### **3.2.5.2 Locais de Estudos**

Para este subtrecho a região de estudos ficou limitada entre a BR-116 km 121,4, no município de Curitiba e a interseção com BR-476 no município de Araucária

Trata-se da implantação de uma nova via de acesso e interligação, em uma região com características sub-urbana atingindo diversas propriedades e em especial uma grande parcela, em extensão, da área da refinaria REPAR, margeando diversos loteamentos populares nos municípios de Curitiba como em Araucária .

Os levantamentos planialtimétricos totalizaram aproximadamente 40,0 hectares dentro de uma largura mínima de 40,00m e incluindo a região onde estão previstos os dispositivos de interseção. A extensão deste subtrecho é aproximadamente 9,37 km.

### **3.2.5.3 Levantamento da Poligonal Principal**

Para a determinação das coordenadas planimétricas dos marcos da poligonal principal, foi adotada a metodologia de posicionamento geodésico por satélites, sistema Navstar-GPS, através do método estático, com a utilização de receptores de dupla frequência (L1+L2) das fabricantes Leica e Topcon.

#### **3.2.5.3.1 Metodologia**

Ao longo da diretriz da rodovia foram monumentados pares de marcos intervisíveis para compor a poligonal principal impondo-se uma distância entre pares convenientes para a diminuição das incertezas provenientes das medições topográficas. Estes vértices foram locados de forma que sempre houvesse intervisibilidade topográfica, com uma equidistância entre pontos na ordem de 180,00m

Para a medição dos marcos da poligonal, foram utilizados receptores de sinal GPS da fabricante Trimble, modelo 5700 e Topcon, modelo Legacy, operando no modo estático, durante um período conveniente de ocupação para os pontos.

Empregou-se o método de irradiação, tendo como referencia de origem à estação do IBGE SAT-91105 situada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

Os rastreio foram programados de forma que sempre houvesse uma constelação favorável com no mínimo de 05 satélites em condições de uso e um tempo de ocupação conveniente para a coleta de informações.

#### **3.2.5.3.2 Processamento**

Para o processamento dos dados obtidos, utilizou-se o software TBC (Trimble Business Center) fornecido pela Trimble-Navigation.

Nesta etapa do processamento foram verificados a consistência dos vetores e seus respectivos fechamentos pelos informes de precisões apresentados pelo aplicativo.

Durante o processamento, fixou-se as coordenadas de pontos conhecidos e pré-estabelecidos, no sistema de referência WGS-84, datum nativo do sistema Navstar-GPS.

#### **3.2.5.3.3 Ajustamento**

Para que houvesse plena compatibilidade com o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) o ajustamento foi realizado fixando-se um vértice oficial, a saber: A estação SAT-91105 pertencente a rede a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE, localizado no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba.

As coordenadas estão apresentadas no Datum oficial brasileiro SAD-69 (2005), seguindo-se os seguintes parâmetros UTM para transformação:

- Meridiano central: 51° W (Zona 22 South);
- Amplitude do fuso: 6°;
- $K_0 = 0,99960000$ ;
- Origem: Interseção do Meridiano central com o Equador, acrescido das constantes
- 10.000.000 metros em N, e 500.000 metros em E;
- Semimajor Axis: 6378160.000000;
- Reciprocal Flattening (1/f): 298.25000000;
- X shift to WGS 84: -67,35
- Y Shift to WGS 84: 3,88;
- Z Shift to WGS 84: -38,22;
- Datum altimétrico: Marégrafo de Imbituba / SC.

#### **3.2.5.4 Qualidade Planialtimétrica**

Para a realização do ajustamento da rede optou-se pela escolha de pontos de controle de boa precisão, o que justificou a escolha dos pontos do IBGE, assim como sua

distribuição geométrica em torno da área de trabalho. Os vetores que compõe a rede tiveram um período de coleta de observações suficientes para a solução das ambigüidades.

Com a realização do ajuste livre (sem restrições internas) foi possível verificar a consistência interna da rede, detectando erros ou observações não conformes.

Por padrão, todos os erros propagados são exibidos com erro padrão de  $2\sigma$ , equivalendo a um nível de confiança de 95% para as escalares sigma unidimensional e bidimensional.

Nesta rede o estilo de ajuste escolhido foi de 95% de confiança, e ao ajustamento de mínimos quadrados foi aplicado um valor aos erros (variâncias) baseado no nível de qualidade desejado.

Na análise do histograma de residual padronizado a maioria das linhas verticais esteve próxima ao centro, apontando que os resíduos planimétricos e altimétricos, individuais e combinados, estavam próximos a zero.

Com base nos indicadores citados conclui-se que a poligonal básica está dentro dos parâmetros de qualidade esperados, equivalendo a uma poligonal fundamental de alta precisão.

#### **3.2.5.5 Monumentação**

Os vértices foram implantados em locais seguros, a salvo de danos, materializados por marcos de concreto e encabeçados por uma chapa de metal não ferroso com 0,06 m de diâmetro e pino de 0,07 m de altura.

Nesta chapa, foram puncionados os dados de identificação do ponto, foram rastreados um total de 08 marcos para a poligonal principal identificados de T-08 a T-15.

#### **3.2.5.6 Levantamento para Poligonal Auxiliar**

Para a determinação das coordenadas planimétricas dos vértices da poligonal auxiliar foi adotado o método das direções, com o emprego de Estações Totais Leica TC-407 com precisão de  $\pm 5''$ .

Os procedimentos para os levantamentos das poligonais auxiliares seguiram o recomendado pela NBR-13.133 quanto à classe de poligonal mais adequada para adensamento do apoio topográfico para projetos básicos, executivos, como executado e obras de engenharia.

A poligonal empregada foi de classe IIIP – Poligonal para Levantamento Planimétrico. Buscou-se que em campo os lados da poligonal fossem sempre superiores aos preconizados valores médios preconizados pela norma.



### 3.2.5.7 Metodologia, Processamento e Ajustamento

Tomando-se como base os marcos monumentados para poligonal principal, foram levantadas com auxílio de Estações Totais poligonais auxiliares apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento retilíneo e com duas séries de leituras conjugadas direta e inversa para as medidas angulares.

As medidas lineares foram realizadas através de leituras recíprocas (vante e ré) tomadas com medidor eletrônico de distancia (MED) das próprias Estações Totais.

Estas poligonais foram ajustadas atendendo o preconizado pela classe 3 da NBR-13.133. Esta classe é a recomendada para ajustamento de poligonais para projetos viários.

Ao todo foram implantadas 02 poligonais auxiliares totalizando 78 vértices, materializados através de piquetes em madeira de lei.

As incertezas lineares encontradas sempre superaram a relação de 1:10.000 em todas as poligonais topográficas implantadas, o que caracteriza o pleno atendimento às normas técnicas.

As cadernetas eletrônicas dos levantamentos foram processadas com auxílio de softwares de automação topográfica, a saber: Sistema de Automação Topográfica Posição e Topograph.

No item Anexo - Estudos Topográficos encontra-se os informes dos processamentos eletrônicos referente as poligonais.

### 3.2.5.8 Nivelamento Geométrico

Os vértices da poligonal principal e as referencias de nível foram determinadas através de nivelamento geométrico com auxilio de Nível Digital Sprinter 250 de acordo com as especificações da classe I N - Nivelamento de linhas ou circuitos e seções (NBR-13.133), que tem as seguintes características:

- Executado com nível classe 3, precisão menor ou igual a  $\leq \pm 3\text{mm/km}$ ;
- Nivelamento e contranivelamento ou circuito fechado;
- Tolerância de fechamento de  $12\text{mm}\sqrt{k}$ , sendo k a extensão nivelada em quilômetros, medida em um único sentido.
- Foram utilizados como referencia de nível oficial a Estação Altimétrica RN-2053X do IBGE, localizada a 34,00m margem direita; aquém da estrada principal para a Eletrosul; 20,10 km do trevo e cruzamento das BR-116 e BR-277, em Curitiba, RN-2042-J e 2,76 além da RN-2053-V conforme descreve o itinerário oficial.

Ao longo da diretriz foram implantadas referências de nível a cada 1000,00m, perfazendo 07 unidades identificadas de RN-13 a RN-19. Os vértices da poligonal principal também possuem cotas compatíveis e amarradas às referências de nível.

No item Anexos encontra-se as monografias destes elementos.

### **3.2.5.9 Levantamento Planialtimétrico Cadastral**

O levantamento cadastral objetivou a determinação planialtimétrica da posição de certos detalhes visíveis ao nível e acima do solo e de interesse à sua finalidade, tais como: limites de vegetação, taludes, cercas, edificações, estradas, ruas, postes, árvores isoladas, valas, drenagens natural e/ou artificial e etc.

O levantamento topográfico planimétrico foi acrescido da determinação altimétrica do relevo e da drenagem natural e artificial para que fosse possível a perfeita restituição do relevo existente. Os pontos de detalhe foram levantados através de nivelamento trigonométrico, e irradiados com estação total classe 2 (NBR-13133) com precisão melhor ou igual a  $\pm 7''$ . Para as medidas lineares, foi empregado o medidor eletrônico de distância (MED) integrado à própria estação. O equipamento utilizado para estas operações foi a Estação Total Leica TC 407.

Para isto tomou-se os vértices com coordenadas tridimensionais conhecidas da poligonal principal e auxiliar.

A poligonal empregada foi de classe IIIPA – Levantamento topográfico planialtimétrico.

As cadernetas eletrônicas dos levantamentos foram processadas com auxílio de softwares de automação topográfica, a saber: Sistema de Automação Topográfica Posição e Topograph.

### **3.2.6 Estudos de Interferências**

O estudo consistiu do cadastramento das interferências existentes ao longo do subtrecho, tendo por objetivo verificar e propriamente cadastrar as redes de serviços das concessionárias que se utilizam da via pública para implantação de suas infraestruturas.

#### **a. Consulta às Concessionárias para Elaboração do Cadastro**

Com a delimitação das áreas afetadas pelo projeto, foi obtido junto às concessionárias (COPEL, SANEPAR, EMBRATEL, GVT, COMPAGÁS) os respectivos cadastros das redes de serviços públicos existentes ao longo das diretrizes a serem implantadas. O posicionamento das redes assim informadas, foi então lançado sobre as

plantas de projeto, com o objetivo de indicar suas posições para serem protegidas ou remanejadas durante a execução da obra.

b. Apresentação do Cadastro

Tendo por base as plantas elaboradas pelo projeto, os cadastros das redes de serviços existentes foram lançados nas mesmas, de acordo com as informações fornecidas pelas concessionárias, gerando assim as plantas de Cadastro Geral de Interferências, apresentadas no Volume 3E. Durante a execução da obra entretanto, deverá ser confirmado em campo as localizações precisas das redes apresentadas no referido cadastro.



---

## 4 PROJETOS

## 4 PROJETOS

### 4.1 Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com base nas características técnicas preconizadas pelas Normas do DNIT, contidas no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, assim como foi adequado ao sistema viário existente e elaborado em função dos elementos básicos fornecidos pelos demais estudos e projetos correlacionados que abrangem o presente Projeto de Engenharia.

#### a. Definição do Eixo da Via

O projeto do eixo da via foi fundamentado com base nos Estudos Topográficos na escala 1:1000, obtida com levantamentos convencionais processados na faixa determinada pelos Estudos de Traçado, previamente realizados.

O projeto então elaborado com o objetivo de dar continuidade ao Corredor Metropolitano no subtrecho entre a BR-116 (km 121,5) e a BR-476 (Araucária), definiu a geometria final da via e assim possibilitou o fornecimento de dados para os demais estudos e projetos constituintes do escopo.

Basicamente, o eixo projetado para este subtrecho, ficou definido por uma diretriz geral com extensão de 9.376,71 m, sendo suas extremidades respectivamente implantadas no limite da área da Interseção com a BR-116 e a interseção existente na BR-476 (Araucária).

#### b. Tipo de Via Definida pelo Projeto

O tipo de via empregada ao longo do subtrecho foi definida em função dos diversos estudos realizados no sistema viário, que consideraram o tráfego previsto, os planos diretores, a largura dos alinhamentos prediais existentes e as recomendações emitidas pela COMEC. Assim sendo foi definido, como um todo, que o lote 3 do Corredor Metropolitano, seria implantado como pista dupla, com duas faixas de trânsito de 3,60 m, estacionamento de 2,50 m, separadas por canteiro central de 3,00 m, sendo ainda prevista a implantação de ciclovia do lado direito.

#### c. Características Técnicas e Operacionais

De forma geral, no desenvolvimento do projeto foram considerados basicamente o aspecto funcional da via, a redução do impacto ambiental e a minimização dos custos de implantação e desapropriação, obedecendo entretanto, às limitações técnicas pré-determinadas para a via.

Tendo em vista os aspectos funcionais do Corredor Metropolitano na área respectiva, o presente subtrecho foi enquadrado no Sistema Arterial Principal da rede viária e em função dos fatores acessibilidade e mobilidade, dotado de características técnicas correspondentes às Vias Arteriais Primárias, conforme classificação das Normas empregadas.

O projeto então desenvolvido atravessa relevos planos e ondulados com rampa máxima entorno de 8,5% e raio mínimo de 219,0 m com transição e em função das características adotadas, fornece condições geométricas para o desenvolvimento de velocidades diretrizes até 70 km/h.

O Quadro de Características Técnicas e Operacionais ilustrado nos Volumes 2, apresenta os elementos técnicos principais da via, com os respectivos valores resultantes no projeto elaborado.

d. Projeto Planialtimétrico

O projeto em planta foi elaborado sobre base cartográfica executada em faixa de terreno pré-determinada nos Estudos de Traçado e consistiu do lançamento do eixo da via, com definição analítica por coordenadas.

A etapa de locação do eixo foi reservada para a fase de construção e deverá ser executada com base na poligonal indicada em planta, cujos vértices estão referenciados ao sistema de coordenadas UTM (SAD-69) estabelecido para o projeto.

O projeto altimétrico consistiu do lançamento de greides de pavimentação, com base no perfil do terreno obtido através de um modelo digital gerado e representado por curvas de nível na referida base cartográfica.

O projeto planialtimétrico então definido, este sendo apresentado em pranchas tamanho A-1, constantes do Volume 2.

e. Seção Transversal

O projeto da seção transversal da via foi desenvolvido considerando as dimensões atribuídas pelas Normas do DNIT, aliadas às instruções e recomendações emitidas pela COMEC. Considerando o tipo da via a ser implantada, foi projetada seção tipo em pista dupla.

A seção transversal de terraplenagem tipo caixão foi definida em função das dimensões dos elementos da respectiva seção pavimentada, com plataforma igual em cortes e em aterros, dotada de superelevação nas curvas, conforme critérios recomendados pelas Normas e apresentados nos Volumes 2.

Os taludes de cortes e aterros, considerados os aspectos geotécnicos e os limites do alinhamento predial ao longo do subtrecho, deverão ser implantados com declividades 1:1 em cortes e 1:1,5 em aterros, estendendo-se a partir do alinhamento predial definido, até no máximo o limite da faixa de domínio estabelecida no local.

As seções tipo de terraplenagem e pavimentação previstas no projeto, indicam as respectivas dimensões de seus elementos e serão apresentadas em detalhes no Volume 2.

As Notas de Serviço de Terraplenagem, estão sendo apresentadas no Anexo 3C, foram calculadas em função dos elementos referentes à geometria projetada e de acordo com os critérios estabelecidos no projeto.

## 4.2 Projeto de Terraplenagem

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido com base nos dados coletados no Estudo Geotécnico e Projeto de Pavimentação, obedecendo a configuração da rodovia definida no Projeto Geométrico.

### 4.2.1 Perfil Geotécnico

No projeto em perfil da rodovia, foram apresentados individualmente os furos de sondagem e resultados de ensaios realizados ao longo do eixo, como também foram estimados os perfis que limitam as ocorrências dos materiais de 1.<sup>a</sup> categoria, 2.<sup>a</sup> categoria, 3.<sup>a</sup> categoria e solos moles em função das sondagens executadas

### 4.2.2 Fundação de Aterros

Os estudos realizados nos terrenos de fundação, constataram a presença de solos com baixa capacidade de suporte, conforme demonstraram as sondagens e ensaios apresentados pelo Estudo Geotécnico.

Foram selecionados e estudados os seguintes locais de fundações de aterros, a saber:

| Aterro | Estaca Inicial | Estaca Final |
|--------|----------------|--------------|
| 1      | 1053+10,00     | 1055+0,00    |
| 2      | 1179+10,00     | 1204+0,00    |
| 3      | 1277+10,00     | 1282+0,00    |
| 4      | 1341+5,00      | 1348+0,00    |

As análises foram realizadas com parâmetros obtidos à partir do Projeto Geométrico e Estudos Geotécnicos.

#### 4.2.2.1 Análises

Percebe-se que neste trecho as espessuras de solo mole são relativamente delgadas, com também as alturas dos aterros estudados.

Assim, a despeito da qualidade geotécnica não favorável, tem-se recalques pequenos e tempos de deformação relativamente curtos.

A exceção está na várzea do Rio Barigui. Nesta região indicou-se uma solução híbrida no que diz respeito ao reforço e, ainda, será necessária a aceleração do processo através de processo de drenagem vertical.

A seguir apresentam-se as determinações de alturas críticas e previsões pertinentes ao adensamento.

Os valores obtidos baseiam-se nas seguintes formulações:

$$H_{CRIT} = \frac{5,5 \cdot C}{\gamma} \quad (\text{eq.1})$$

Cujas variáveis são:

Hcrit – Altura crítica de aterro;

C – Coesão não drenada do solo de fundação;

$\gamma$  - Peso específico do material de aterro

$$\rho = \frac{H}{1+e_0} \cdot \left[ C_r \cdot \log \left( \frac{\sigma'_{pa}}{\sigma'_i} \right) + C_c \cdot \log \left( \frac{\sigma'_f}{\sigma'_{pa}} \right) \right] \quad (\text{eq.2})$$

Cujas variáveis são:

$\rho$  – Recalque por adensamento;

H – Espessura da camada adensável;

$e_0$  – Índice de vazios inicial da camada adensável;

$C_c$  e  $C_r$  – Índices de compressibilidade do solo;

$\sigma'_i$ ,  $\sigma'_f$  e  $\sigma'_{pa}$  – Tensões efetivas inicial, final e de pré-adensamento, respectivamente.

As tabelas apresentadas na sequência resumem os valores obtidos.



### Alturas críticas

| Aterro | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'_{pa}$ (kPa) | C (kPa) | H <sub>crit</sub> (m) | H <sub>proj</sub> (m) | Situação |
|--------|-------------------------------|----------------------|---------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 2      | 13,00                         | 70                   | 15      | 4,18                  | 1,00                  | ok!      |
| 3      | 12,20                         | 32                   | 10      | 2,34                  | 5,00                  | Ruptura! |
| 4      | 13,00                         | 70                   | 15      | 4,18                  | 2,50                  | ok!      |
| 7      | 13,00                         | 70                   | 15      | 4,18                  | 4,00                  | * ok!    |

\* Valor próximo à altura critica

### Recalques por adensamento

| Aterro | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma_i$ (kPa) | e <sub>0</sub> | $\sigma_{pa}$ (kPa) | $\Delta\sigma$ (kPa) | C <sub>c</sub> | C <sub>r</sub> | $\sigma_f$ (kPa) | $\rho$ (m) |   |
|--------|-------------------------------|------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------|------------------|------------|---|
| 2      | 13                            | 3                | 4,060          | 70                  | 19                   | 1,61           | 0,17           | 22               | 0,06       | * |
| 3      | 12,2                          | 3,3              | 5,237          | 32                  | 95                   | 2,00           | 0,23           | 98,3             | 0,58       | * |
| 4      | 14                            | 4,4              | 4,060          | 70                  | 47,5                 | 1,61           | 0,17           | 51,9             | 0,08       |   |
| 7      | 14                            | 5                | 4,060          | 70                  | 76                   | 1,61           | 0,17           | 81               | 0,14       | * |

Há possibilidade de remoção

Verifica-se que, no que refere-se à ruptura e recalque, apenas o aterro 2 apresenta instabilidade, assim foi objeto de uma solução especial, detalhada a frente.

O aterro 4, apesar de ter altura menos que a crítica, está quase no limite de segurança, o que significa dizer que qualquer variação de propriedade geotécnica não detectável em ensaios pode levar a obra ao colapso. Ocorre, no entanto, que trata-se de uma região de pouca espessura de fundação, o que facilita sobremaneira a remoção dos solos compressíveis e substituindo-os por solos de melhor qualidade.

Para obtenção dos tempos necessários à estabilização do adensamento utiliza-se a equação clássica da teoria do adensamento unidimensional.

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_d^2} \quad (\text{eq.3})$$

Cujas variáveis são:

T – Fator Tempo (Tempo adimensionalizado);

C<sub>v</sub> – Coeficiente de adensamento (obtido do ensaio de adensamento);

t – tempo decorrido;

H<sub>d</sub> – Distância de drenagem (maior distância percorrida por uma partícula de água para ser drenada da camada de solo mole).

Salienta-se que o tempo necessário para estabilização integral do processo normalmente é longo, assim é comum considerar nestas análises o tempo necessário para

que o processo transcorra. Tal expediente foi utilizado neste estudo. Seguem os tempos obtidos.

| Aterro | H - m | D | Hd - m | Cv - m <sup>2</sup> / dia | t - dias | t - ano |
|--------|-------|---|--------|---------------------------|----------|---------|
| 2      | 2,00  | 1 | 2      | 7,50E-02                  | 45       | 0,12    |
| 3      | 3,00  | 2 | 1,5    | 1,90E-03                  | 1004     | 2,75    |
| 4      | 2,20  | 1 | 2,2    | 7,50E-02                  | 55       | 0,15    |
| 7      | 2,50  | 1 | 2,5    | 7,50E-02                  | 71       | 0,19    |

Destaca-se, na tabela anterior, mais uma vez o aterro 2, cujo processo de adensamento é extremamente longo.

#### a) Aterro 2

##### *Determinação da altura da berma:*

$$H_2 = H_1 - \frac{5,5 \cdot C}{\gamma \cdot F} \quad (\text{eq.4})$$

Cujas variáveis são:

H<sub>2</sub> – Altura da Berma de Equilíbrio;

H<sub>1</sub> – Altura do Aterro;

C – Coesão não drenada do solo de fundação;

F – Fator de segurança.

Em adição aos valores já explicitados anteriormente no texto, considerou-se para este projeto fator de segurança de 1,5. Desta forma o aterro 2 deverá ser detalhado com bermas de 3,00 metros de altura e largura de 7,00 metros.

Como a berma foi dimensionada com altura acima da crítica, optou-se por reforçá-la com geogrelha para estabilizá-la.

##### *Determinação do reforço do aterro com geogrelha:*

$$T = \left(1 - \frac{F_0}{F_R}\right) \cdot \frac{\gamma \cdot H^2}{I_R} \quad (\text{eq.5})$$

Cujas variáveis são:

T – Esforço de tração mobilizado no reforço;

$F_0$  e  $F_R$  – Fatores de segurança sem e com reforço;

g – Peso específico do aterro;

H – Altura do aterro;

$I_R$  – Coeficiente função da geometria, altura do aterro e espessura da fundação.

Para determinação da resistência à tração da geogrelha também levou-se em consideração fatores de segurança quanto a qualidade executiva e degradações físicas e químicas possíveis.

Desta forma, recomenda-se utilização de uma camada de geogrelha (bidirecional) com resistência à tração de 215 kN/m e módulo de rigidez de 2700 kN/m.

Quanto ao tempo de estabilização do processo, previu-se uma malha de drenos verticais.

Nesta etapa do estudo foi, primeiramente, escolhido o tipo de dreno, no caso fibroquímico de 10cm x 0,8 cm, e então utilizou-se a sequencia dada:

1. Determinação arbitrária do tipo de malha (triangular) e espaçamento entre os drenos ( $e=1,0$  metros);
2. Cálculo do diâmetro de influência do dreno ( $d_e = 1,05e = 1,05m$ );
3. Cálculo do diâmetro equivalente do dreno ( $d_w = (10+0,8) \times 0,5 = 5,4cm$ );
4.  $n = d_e/d_w = 19$ ;
5.  $F(n) = \ln(n) - 0,75 = 2,218$  (Trata-se de um parâmetro matemático oriundo da resolução da equação diferencial do adensamento radial);
6.  $k_h/k_v$  – Relação entre permeabilidade horizontal e vertical. Aproximadamente pode ser considerada a mesma relação para coeficientes de adensamento horizontal e vertical. Na falta de ensaios adotou-se 1,5, valor comum;
7.  $d_m = (4 \times 5 \times 12 / \pi)^{1/2} = 8,7$  cm; 5cm e 12cm são as dimensões aproximadas do mandril de instalação dos drenos.
8.  $d_s = 2 \times d_m = 17,4cm$
9.  $F_s = ((k_h/k_v) - 1) \times \ln(d_s/d_w) = 0,43$
10. Fator tempo  $T_h = - ( F(n) + F_s ) / 8 ) \times \ln ( 1 - U )$ .

Sendo U a porcentagem desejada de adensamento (já discutido anteriormente, 90%),  $T_h = 0,761$ .

Assim, como  $t = Th \times de^2 / ch$ , temos  $t = 295$  dias, aceitável.

### **Recomendações construtivas**

Para os aterro 4, recomenda-se a substituição de solos, para os aterros 1 e 3 a construção deverá ser feita iniciando-se por uma camada de 50 cm de areia sobre a fundação e abaixo do aterro. Tal camada faz-se bastante importante pois, além de garantir a drenagem do solo mole colabora com a uniformização dos recalques. Então deverá ser aguardado o tempo previsto de estabilização para, então, se proceder o reperfilamento e conclusão da terraplenagem.

O acompanhamento da evolução do adensamento pode ser feito diretamente através de nivelamento geométrico.

Para o aterro 2, os drenos deverão ser executados sob toda a projeção da pista e offsets.

A instalação da geogrelha, por sua vez, deverá ser realizada somente sob a berma (7 metros de largura) e talude do aterro. Após instalação dos drenos e geogrelha, bem como camada de drenante e manta geotextil de separação, o aterro poderá ser executado em sua plenitude.

Separar os aterros das camada de areia com geotêxtil não tecido de 300g/m<sup>2</sup>.

Após término do aterro deverão ser observados 295 dias para reperfilamento e conclusão da terraplenagem.

Alerta-se que todo o volume de material necessário para a recomposição dos aterros adensados já estão computados no Quadro de Distribuição de Materiais, ou seja já foram previstos todo os movimentos necessários para essa recomposição.

### **4.2.3 Projeto dos Taludes de Cortes e Aterros**

Tendo em vista a obtenção de um equilíbrio técnico-econômico e os aspectos geotécnicos e topográficos específicos ao presente trecho rodoviário, foram projetados taludes em solo com inclinação constante 1:1 nos cortes e 1:1,5 nos aterros. Eventuais alargamentos de cortes, deverão ser executados com os taludes previstos para o corte normal. Para os cortes em rocha, foram indicados taludes 4:1

A tabela a seguir, resume os taludes indicados pelo projeto.

| INCLINAÇÕES DOS TALUDES |                |
|-------------------------|----------------|
| OBRA                    | INCLINAÇÃO     |
| Corte em solo           | 1 (V): 1(H)    |
| Corte em rocha          | 4 (V): 1 (H)   |
| Aterro                  | 1 (V): 1,5 (H) |

a. Estabilidade de Taludes

O estudo de estabilidade de taludes ficou limitado à observação prática dos taludes da estrada atual e às pesquisas existentes com os materiais que ocorrem ao longo do trecho.

Em face da dificuldade de detectar pontos de escorregamento, mesmo se elaborados estudos mais precisos, os problemas de estabilidade foram genericamente solucionados através do emprego de banquetas com largura de 3,00 m, nos eventuais cortes com alturas superiores a 8,00 m, a serem executados conforme instrução apresentada no Volume 2.

#### 4.2.4 Seção Transversal Tipo de Terraplenagem

A seção transversal tipo de terraplenagem, foi projetada em função das dimensões da plataforma acabada, tanto em cortes como em aterros, com inclinação transversal contínua de 2,0% nas tangentes. Nas curvas a plataforma é superelevada a uma taxa padrão de 3% para todas as curvas e sem a aplicação de superlargura

As seções tipo de terraplenagem encontram-se detalhadas com todos os elementos que as definem no Volume 2.

#### 4.2.5 Volumes de Escavação e Dados Complementares

Os volumes a escavar e dados complementares, foram calculados com precisão para projeto através do método da média das áreas consecutivas, levando-se em consideração os coeficientes de homogeneização - relação entre a densidade do material compactado no aterro e a densidade do material no corte - aplicado conforme a natureza do física e mecânica do material escavado o que possibilitou a obtenção efetiva dos volumes a movimentar, a saber:

- Materiais classificados de 1ª categoria: são constituídos por solos em geral, de origem residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15m, independentemente do teor de umidade apresentado. Fator de Homogeneização adotado 1,30;

- Materiais classificados de 2ª categoria: compreendem aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração se torne possível somente com a combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento escarificador pesado. A extração poderá envolver, eventualmente, o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Consideram-se como inclusos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m³ e os matacões ou blocos de diâmetro médio compreendido entre 0,15 a 1,00 m. Fator de Homogeneização adotado 1,20;
- Materiais classificados de 3ª categoria: correspondem a aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha sã e blocos de rocha que apresentem diâmetro médio superior a 1,00 m ou volume superior a 2,00 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos. Fator de Homogeneização adotado 1,00.

A compensação longitudinal foi elaborada com base no Diagrama de Brückner, o que permitiu prever as movimentações dos cortes para os aterros, detectar os locais de empréstimos e depósitos de material excedente, determinar as respectivas distâncias de transporte e processar os cálculos dos volumes de terraplenagem específicos.

Para os referidos cálculos foi considerando um coeficiente de homogeneização para os aterros em solo e para as constituições em rocha, possibilitaram o conhecimento dos seguintes elementos:

- Volumes de cortes (1.ª, 2.ª e 3.ª categoria), aterros, remoção da camada vegetal, rebaixos e reposições no subleito em cortes, volumes das camadas finais dos aterros e volumes totais acumulados.
- Informes sobre a compensação de volumes e respectivas distâncias de transporte.

#### **4.2.6 Classificação dos Materiais a Escavar – Orientação da Execução da Terraplenagem**

Com o intuito de se uniformizar as características do subleito e visando o melhor aproveitamento possível dos materiais a serem escavados, procedeu-se a análise das características dos materiais a movimentar, classificando-os em UTILIZÁVEIS e NÃO UTILIZÁVEIS.

Os materiais UTILIZÁVEIS foram classificados em duas categorias “S” e “I”, em função de suas características de suporte e expansão, prevendo-se a sua utilização na camada superior (S) ou inferior dos aterros (I), respectivamente. Os materiais considerados

Não Utilizáveis foram designados para “DME” e destinados ao depósito de material excedente.

Sendo os solos utilizados em função da classificação geotécnica, através do ISC e expansão, a tabela a seguir esclarece a técnica descrita.

Para o segmento compreendido entre as estacas 995=PP a 1052:

| <b>Discriminação</b>                                                                                          | <b>Material</b> | <b>Destino</b>                               | <b>Classificação</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|----------------------|
| ISC $\geq 8$ e Exp. $\leq 2$<br>1. <sup>a</sup> Categoria<br>Não orgânicos                                    | S               | Camada Superior ou Inferior de Terraplenagem | Utilizáveis          |
| ISC $< 8$ ou Exp. $> 2$<br>1. <sup>a</sup> , 2. <sup>a</sup> e 3. <sup>a</sup><br>Categorias<br>Não orgânicos | I               | Camada Inferior de Terraplenagem             |                      |
| Solos Moles, Solos Descartados e Camada Vegetal                                                               | DME             | Depósito de Material Excedente               | Não Utilizáveis      |

Para o segmento compreendido entre as estacas 1052 a 1463+16,71=PF

| <b>Discriminação</b>                                                                                          | <b>Material</b> | <b>Destino</b>                               | <b>Classificação</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|----------------------|
| ISC $\geq 7$ e Exp. $\leq 2$<br>1. <sup>a</sup> Categoria<br>Não orgânicos                                    | S               | Camada Superior ou Inferior de Terraplenagem | Utilizáveis          |
| ISC $< 7$ ou Exp. $> 2$<br>1. <sup>a</sup> , 2. <sup>a</sup> e 3. <sup>a</sup><br>Categorias<br>Não orgânicos | I               | Camada Inferior de Terraplenagem             |                      |
| Solos Moles, Solos Descartados e Camada Vegetal                                                               | DME             | Depósito de Material Excedente               | Não Utilizáveis      |

A espessura adotada de material com qualificação “S” que constituirá a camada final dos aterros é de 60 cm. Nos trechos em corte com solos “I”, a espessura de rebaixamento e posterior reposição com material “S”, será de 1,00 m.

Foram previstos rebaixamentos para substituição de solos ao nível do subleito nos seguintes locais:

| Segmento de substituição de solo |            | Sondagem de referência | Expansão (%) |
|----------------------------------|------------|------------------------|--------------|
| Início                           | Final      |                        |              |
| 1031+0,00                        | 1034+0,00  | ST-04                  | 2,5          |
| 1082+0,00                        | 1090+0,00  | ST-11                  | 2,2          |
| 1095+0,00                        | 1099+0,00  | ST-12                  | 2,2          |
| 1119+0,00                        | 1128+0,00  | ST-15                  | 3,2          |
| 1151+0,00                        | 1155+0,00  | ST-20                  | 2,3          |
| 1202+0,00                        | 1208+0,00  | ST-25                  | 2,5          |
| 1218+0,00                        | 1224+10,00 | ST-27                  | 2,3          |
| 1235+0,00                        | 1241+0,00  | ST-28A                 | 3,7          |
| 1304+0,00                        | 1310+0,00  | ST-40                  | 2,3          |
| 1316+10,00                       | 1326+5,00  | ST-42 e ST-43          | 2,4 e 2,1    |
| 1329+0,00                        | 1333+0,00  | ST-45                  | 2,9          |
| 1345+10,00                       | 1347+10,00 | ST-49                  | 2,1          |
| 1363+0,00                        | 1361+0,00  | ST-53                  | 2,7          |
| 1396+0,00                        | 1398+0,00  | ST-57                  | 2,6          |
| 1421+0,00                        | 1426+10,00 | ST-60A                 | 2,3          |
| 1434+0,00                        | 1439+0,00  | ST-62                  | 2,9          |
| 1442+0,00                        | 1448+0,00  | ST-63                  | 2,3          |
| 1454+10,00                       | 1457+0,00  | ST-64                  | 2,6          |

Os corpos dos aterros serão compactados a 95% do Proctor Normal e os últimos 60 cm correspondentes as camadas finais, a 100% do Proctor Normal.

Nos cortes em que o nível da plataforma projetada, atinge os horizontes de rocha ou rocha alterada, deverão ser efetuados respectivamente rebaixamentos de 30 cm e 40 cm além do greide, sendo os volumes posteriormente repostos com material granular (DER/PR ES-P 02/05) e com solos de 1.<sup>a</sup> categoria nos rebaixos em rocha alterada.

Foram ainda previstos nos bordos da plataforma alargada ou em todo limite dos off-sets, os casos de remoção de camada vegetal, nas espessuras médias indicadas pelos boletins de sondagem.

Como as profundidades médias de camada vegetal não ultrapassam 20 cm, os serviços foram quantificados em unidades de área trabalhada na superfície e sua remoção considerada como serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

Em encostas acentuadas, ou em trechos implantados onde os aterros existentes impedem a execução e compactação dos taludes do novo aterro projetado, foram previstos engastes - denteamentos - de forma a permitir a utilização de equipamento mecânico, como também proporcionar a um perfeito entrosamento entre os maciços e prover estabilidade da obra.



#### **4.2.7 Quantidades**

As quantidades foram obtidas com a utilização de todos os elementos fornecidos pelos relatórios dos cálculos de cubação e estão apresentadas no Volume 2, através do Quadro Resumo de Movimento de Materiais e Volume 3C - Notas de Serviço e Memória de cálculo de Volumes de Terraplenagem.

#### **4.2.8 Escavações Extraordinárias, Caminhos de Serviço, Desvios e Provisórias**

Tendo em vista uma melhor precisão orçamentária, foi estimado um volume em torno de 5% do volume total escavado em 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> categoria destinado a quantitativos referentes a escavações extraordinárias ou para a execução de caminhos de serviço, desvios e provisórias. A obtenção dos volumes reais entretanto, deverá ser objeto da Fiscalização durante a execução da obra.

### **4.3 Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes**

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 laterais, controlando-as e dirigindo-as de modo a evitar a saturação das camadas do pavimento e proporcionar estabilidade e proteção contra a erosão do corpo estradal;
- Rebaixamento do lençol freático quando ele possa atingir alturas próximas ao greide de terraplenagem.

#### **4.3.1 Obras de Arte Correntes**

Para o dimensionamento hidráulico foram analisadas as condições de escoamento e verificados os níveis de inundação, de maneira a evitar prejuízos à terraplanagem do local. Para tal, as seguintes orientações deverão ser seguidas:

- 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 foram previstas em bueiros de greide.

#### 4.3.2 Drenagem Superficial

Foram previstas sarjetas com revestimento vegetal e em concreto posicionadas no canteiro central da linha geral. As sarjetas executadas em concreto serão utilizadas quando a declividade do greide for superior a 3% e nos 50 m finais de todas as sarjetas revestidas com grama.

Nas laterais da plataforma das vias, dos trechos em cortes, foram previstas sarjetas, todas 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.

Os meios fios foram utilizados ao longo de todo o segmento, junto ao estacionamento e nas interseções. Para drenagem junto a estes meios fios foram previstas caixas de captação (bocas de lobo) executadas em concreto.

Quando necessário foram previstas, também, descidas d'água em degraus, além de dissipadores quando necessários.

#### 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 foram indicados, nos trechos em corte, drenos longitudinais, tipo 6. Para deságüe dos drenos, foi prevista a implantação de saídas com tubos perfurados, com extensão tal que a boca possa ser posicionada em local adequado.

#### 4.3.4 Dispositivos Projetados

Todos os dispositivos projetados devem seguir as normas, especificações e tipo consubstanciados no Álbum de Projetos-Tipo do DER/PR e estão representados no Esquema Linear do Volume 2 Projeto Executivo – Pranchas.

#### 4.4 Projeto de Interseções Retornos e Acessos

Neste subtrecho de projeto, foram selecionados três locais onde foram elaborados projetos específicos de Interseção.

- Cruzamento com a Rodovia Federal BR-116, no km 121+500;

- Cruzamento com a Rua Delegado Bruno de Almeida no Município de Curitiba e;
- Cruzamento com a Rodovia federal BR-476, no Município de Araucária.

Os acessos às vias projetadas foram permitidos em todos os cruzamentos, sendo no entanto, vedado o acesso com retorno à esquerda.

O projeto prevê também a implantação de uma passagem inferior com célula de 4,0m x 4,0m, para acesso ao Bairro Rio Bonito.

Os projetos foram elaborados tomando como base as recomendações contidas no Manual de Projeto de Interseções do DNIT e as características locais quanto à geometria e volume de tráfego.

O veículo tipo de projeto utilizado para o dimensionamento das pistas dos dispositivos foi o Semi-Reboque (SR).

#### **a. Características das Interseções Projetadas**

Os projetos dos dispositivos previstos estão apresentados em planta e perfil no Volume 2 - Projeto de Execução. Na sequência, estão descritas sucintamente as características e as soluções adotadas nos respectivos cruzamentos.

- **Interseção I-08 (Entroncamento com a BR-116, km 121+500)**

O dispositivo está localizado na estaca 1011+0,00 do Corredor, no cruzamento com a Rodovia BR-116 na altura do km 121+500.

O dispositivo adotado resultou em interseção em dois níveis, com passagem inferior à BR-116, contendo quatro ramos de acesso e respectivas alças, canalizados, contendo tapers e faixas de aceleração, configurando uma interseção do tipo trevo completo. Nesta fase do projeto este dispositivo estão sendo apresentado em detalhe devido à concordância da Concessionária da Rodovia BR-116, portanto foi feito detalhamento do projeto.

- **Interseção I-08 (Entroncamento com a Rua Delegado Bruno de Almeida)**

Este dispositivo está localizado na estaca 1049+3,00 do Corredor. Trata-se de uma Rótula alongada, não vazada, que disciplina o fluxo de tráfego, permitindo o acesso a ambos os sentidos da Rua, bem como o retorno para o tráfego do corredor.

- **Interseção I-10 (Entroncamento com a BR-476, Araucária)**

O dispositivo está localizado no Final do trecho, estaca 1463+16,71 do Corredor, no cruzamento com a Rodovia BR-476, Rodovia do Xisto em Araucária.

O dispositivo adotado trara-se de uma radequação da interseção existente em dois níveis, com passagem inferior à BR-476, com inserção de duas rótulas, uma de cada lado da rodovia, permitindo a interligação do Corredor com a rodovia e os respectivos retornos e acessos.

- **Passagem Inferior**

Este dispositivo está localizado na estaca 1164+17,00. Foi definido com o objetivo de permitir a interligação dos bairros adjacentes ao Corredor.

Trata-se de uma passagem inferior definida por uma célula com dimensões de 4,0m x 4,0m.

#### **4.4.1 Características das Interseções Projetadas**

Os projetos foram elaborados com base nas recomendações contidas no Manual de Projeto de Interseções do DNIT e os dispositivos foram adequados às características locais, principalmente no que tange ao volume de tráfego e as características geométricas necessárias. O veículo tipo de projeto utilizado para o dimensionamento das pistas dos dispositivos foi o ônibus (O), sendo no entanto, adotadas larguras que permitem o trânsito de semi reboques (SR) com algumas restrições.

Os projetos dos dispositivos previstos estão sendo apresentados em planta e perfil no Volume 2 - Projeto de Execução.

#### **4.5 Projeto de Pavimentação**

Para a definição da estrutura de pavimento a ser utilizada no trecho de projeto foram utilizados os valores provenientes dos ensaios nos materiais coletados nas sondagens realizadas. Todos os resultados dos materiais de corte ensaiados foram considerados, desde que a sua expansão não fosse maior do que 2%. Foram também utilizados os dados de tráfego, considerando-se o número de solicitações ao eixo-padrão de 8,2 tf pela metodologia da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e pela United States Army Corps of Engineers (USACE). Estes parâmetros subsidiaram o dimensionamento dos pavimentos pelas metodologias preconizadas pelo Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes (DNIT) e indicadas no termo de referência de projeto.

#### 4.5.1 Número de Solicitações ao Eixo Padrão de Projeto

Os valores utilizados para o dimensionamento do pavimento estão apresentados na tabela abaixo.

| SEGMENTO                               | N <sub>AASHTO</sub>  | N <sub>USACE</sub>    |
|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Segmento 1 ( estaca 995 a estaca 1052) | 4,20x10 <sup>6</sup> | 1,10 x10 <sup>7</sup> |
| Segmento 2 (estaca 1052 a estaca 1460) | 2,50x10 <sup>6</sup> | 5,40x10 <sup>6</sup>  |

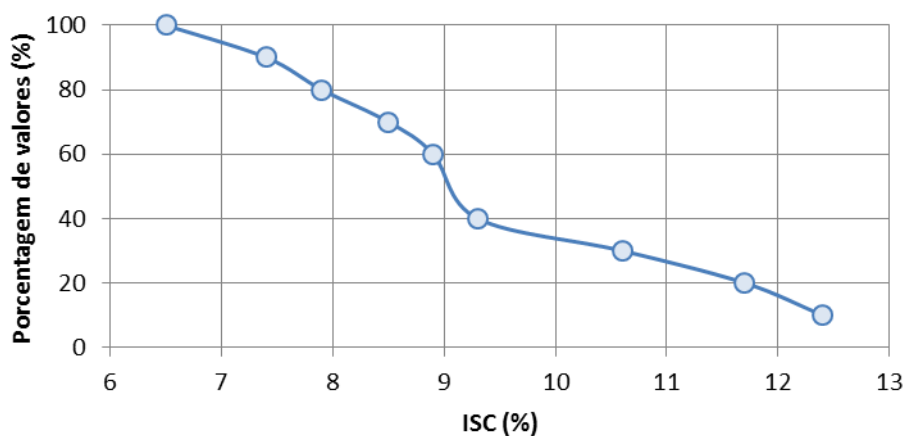
#### 4.5.2 Capacidade de Suporte do Subleito

Para cada um dos segmentos definidos pelo comportamento do tráfego foram calculados os valores característicos de Índice de Suporte Califórnia (ISC). Para estas determinações foram eliminados os valores referentes a materiais que apresentaram expansão maior que 2%. Todos os resultados, mesmo os que não estão na posição de suporte do pavimento novo, foram considerados porque estes materiais deverão ser utilizados nas regiões de aterro como camada final e terraplenagem, dando ao enfoque estatístico uma abrangência maior dos casos estudados. Os valores calculados pelos modelos constantes do Manual de Pavimentação do DNIT resultaram nos valores de ISC (%) apresentados abaixo.

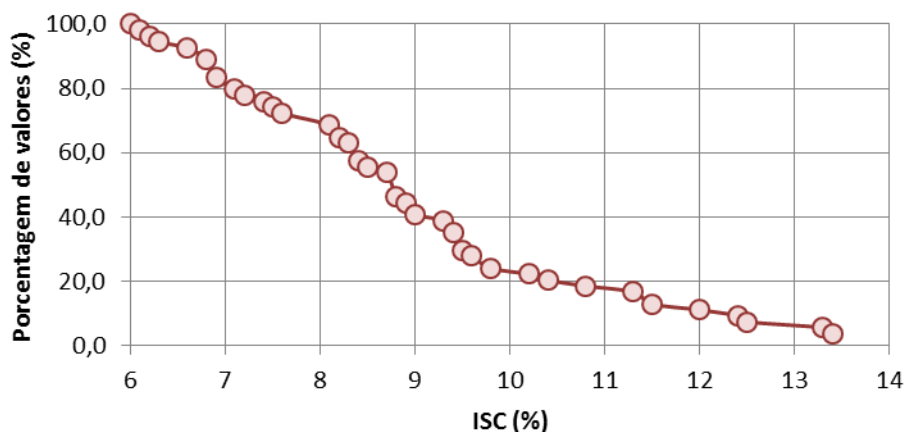
| SEGMENTO                               | Número de Amostras | ISC (%) mínimo | ISC (%) máximo | ISC (%) característico |
|----------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------|
| Segmento 1 (estaca 995 a estaca 1052)  | 10                 | 6,5            | 12,4           | 9,7                    |
| Segmento 2 (estaca 1052 a estaca 1460) | 54                 | 6,0            | 13,4           | 9,9                    |

Para garantir a abrangência de valores atendidos pelo valor característico calculado foi feita a verificação de acordo com um procedimento do Instituto do Asfalto, no qual é definido o valor característico por confiabilidade de 80% de valores.

**Porcentagem de Ocorrência de Valores de ISC no Segmento 1 ( Est 995 a Est 1052)**



**Porcentagem de Ocorrência de Valores de ISC no Segmento 2 ( Est 1052 a Est 1460)**



Como pode ser observado, os valores de ISC para confiabilidade de 80% são 8% para o segmento 1 e 7% para o segmento 2.

#### 4.5.3 Dimensionamento dos pavimentos novos

O dimensionamento foi efetuado de acordo com as metodologias preconizadas pelo DNIT que são o método do Departamento de Estradas de Rodagem (DNER) e o método da Resiliência (Tecnapav). Os valores obtidos pelos cálculos assim como os valores adotados para o projeto estão apresentados na tabela na sequência. Para cada trecho homogêneo de tráfego foram feitos dois cálculos, um para a pista e outro para os acostamentos. Admitiu-se a solicitação de 1% do fluxo de pista para dimensionamento do revestimento dos acostamentos, como é preconizado na metodologia.

| Segm | N<br>(USACE) | ISC<br>(%) | DNER       |             |             |               |              | Tecnapav   |             |             | Adotado     |               |             |
|------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
|      |              |            | Ht<br>(cm) | Hcb<br>(cm) | H20<br>(cm) | Hbase<br>(cm) | Hsbs<br>(cm) | Tipo<br>SL | Hcb<br>(cm) | Hcg<br>(cm) | Hcb<br>(cm) | Hbase<br>(cm) | Hsb<br>(cm) |
| 1    | 1,20E+07     | 8          | 49         | 10          | 28          | 8             | 21           | III        | 10,47       | 28,0        | 11          | 15            | 15          |
|      | 1,20E+05     | 8          | 39         | TS          | 23          | 20            | 17           | III        | 3,46        | 32,3        | 6           | 15            | 15          |
| 2    | 5,90E+06     | 7          | 51         | 7,5         | 27          | 12            | 24           | III        | 8,96        | 33,3        | 9,5         | 15            | 20          |
|      | 5,90E+04     | 7          | 41         | TS          | 22          | 19            | 19           | III        | 2,82        | 35,4        | 5           | 15            | 20          |

As estruturas finais de pavimento ficaram então definidas como apresentado abaixo:

| Segmento 1   |       | Segmento 2   |       |
|--------------|-------|--------------|-------|
| P Principal  |       | P Principal  |       |
| CBUQ C       | 5 cm  | CBUQ C       | 4 cm  |
| CBUQ B       | 6 cm  | CBUQ B       | 5 cm  |
| BGS          | 15 cm | BGS          | 15 cm |
| Brita 4A     | 15 cm | Brita 4A     | 20 cm |
| Acostamentos |       | Acostamentos |       |
| CBUQ B       | 6 cm  | CBUQ B       | 5 cm  |
| BGS          | 15 cm | BGS          | 15 cm |
| Brita 4A     | 15 cm | Brita 4A     | 20 cm |

A execução das camadas de base e sub-base de pista e acostamento concomitantemente resultará em degrau entre pista e acostamento de 5 cm no trecho 1 e de 4 cm no trecho 2.

Para as regiões de ciclovias e/ou passeios, deverá ser executado 5cm de CBUQ sobre uma camada de 15 cm de BGS.

Foi observada a ocorrência de subleitos expansivos em algumas sondagens. Nestas regiões há a necessidade de se executar a substituição do solo, com espessura de 1m.

| Segmento de substituição de solo |            | Sondagem de referência | Expansão (%)<br>Início |
|----------------------------------|------------|------------------------|------------------------|
| Início                           | Final      |                        |                        |
| 1031+0,00                        | 1034+0,00  | ST-04                  | 1031+0,00              |
| 1082+0,00                        | 1090+0,00  | ST-11                  | 1082+0,00              |
| 1095+0,00                        | 1099+0,00  | ST-12                  | 1095+0,00              |
| 1119+0,00                        | 1128+0,00  | ST-15                  | 1119+0,00              |
| 1151+0,00                        | 1155+0,00  | ST-20                  | 1151+0,00              |
| 1202+0,00                        | 1208+0,00  | ST-25                  | 1202+0,00              |
| 1218+0,00                        | 1224+10,00 | ST-27                  | 1218+0,00              |
| 1235+0,00                        | 1241+0,00  | ST-28A                 | 1235+0,00              |
| 1304+0,00                        | 1310+0,00  | ST-40                  | 1304+0,00              |
| 1316+10,00                       | 1326+5,00  | ST-42 e ST-43          | 1316+10,00             |
| 1329+0,00                        | 1333+0,00  | ST-45                  | 1329+0,00              |
| 1345+10,00                       | 1347+10,00 | ST-49                  | 1345+10,00             |
| 1363+0,00                        | 1361+0,00  | ST-53                  | 1363+0,00              |
| 1396+0,00                        | 1398+0,00  | ST-57                  | 1396+0,00              |
| 1421+0,00                        | 1426+10,00 | ST-60A                 | 1421+0,00              |
| 1434+0,00                        | 1439+0,00  | ST-62                  | 1434+0,00              |
| 1442+0,00                        | 1448+0,00  | ST-63                  | 1442+0,00              |
| 1454+10,00                       | 1457+0,00  | ST-64                  | 1454+10,00             |

#### 4.6 Projeto de Sinalização

O Projeto de Sinalização foi desenvolvido a partir das 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 completo de sinalização foi baseada no Projeto Geométrico, em planta e perfil, no cadastro topográfico do trecho.

Para este projeto de sinalização foi prevista a velocidade regulamentada de 70 km/h com redução para 30 km/h nas rotatórias, com possibilidade de parada total.

##### 4.6.1 Sinalização Vertical

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



### **Placas de Regulamentação**

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via.

- Placa Octogonal: fundo vermelho revestido com película refletiva com borda interna e letras de cor branca revestida com película refletida.
- Placa Circular: fundo branco revestido com película refletiva com orla e diagonal vermelha refletivas com inscrições ou símbolos pretos não refletivos.
- Placa Triangular: fundo branco revestido com película refletiva com orla vermelha refletiva.

### **Placas de Advertência**

As placas de advertência têm função de chamar a atenção dos condutores de veículos para a existência e natureza de perigo na via ou adjacente a ela.

- Placa Quadrada: fundo amarelo refletivo com tarja e símbolos pretos não refletivos.

### **Placas Indicativas**

Estas placas têm a finalidade de indicar as direções e distâncias das localidades que se quer atingir.

- Placa Retangular: fundo verde pintado com esmalte sintético ou similar, com símbolos, tarja e letras brancas revestido com película refletiva com esferas inclusas.
- Placas Retangulares/Quadradas de Indicação da via: fundo azul pintado com letras ou setas branco revestido com película refletiva. Escudo com fundo branco com letras e símbolo pretos não refletivos.

### **Placas de Marcadores de Perigo**

São placas destinadas a incrementar a percepção do condutor quanto a obstáculos físicos na via, como bifurcações, ilhas de canalização.

- Placa Retangular: fundo amarelo revestido com película refletiva com esferas inclusas e símbolo preto não refletivo.

### **Material das Placas**

**Chapas:** As placas serão confeccionadas com chapas retas de ferro galvanizadas com cristais minimizados, nº 18 ou 16, lisas e isentas de graxa ou manchas.

**Reflexibilidade:** A sinalização vertical está subdividida em placas refletivas e semi-refletivas (fundo pintado).

**Película Refletiva:** A reflexão do fundo, setas e letreiros indicativos será feita mediante aplicação de películas refletivas, grau técnico (GT), com coloração invariável, tanto de dia como à noite. As cores e o sistema de pintura serão conforme as normas vigentes.

**Pintura:** Deverá ser à base de poliéster a pó, pelo processo elástico, polimerizado com estufa e com uma espessura de filme mínimo de 0,05 mm. A pintura deverá ser executada depois de realizados os processos: corte, furação e de terem sido feitos os arremates.

**Cor:** A placa deverá ter uma das faces pintadas de preto semi-fosco e a outra na cor citada na planilha das Notas de Serviço e quantidades de sinalização vertical.

**Postes de Sustentação:** Os postes serão em tubo de aço 1010/1020, com seção circular, comprimento variável em função da placa a ser implantada, sem emenda e rosca, dotado de sistema antigiro. As placas, com lado horizontal maior que 1,00 m de comprimento deverão ter 2 (dois) postes de sustentação.

#### **4.6.2 Sinalização Horizontal**

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

- *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.

Foi adotada a largura de 0,15 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).

- *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. Foi adotada a largura de 0,12 m tanto para as linhas do eixo quanto para as linhas de canalização.

Tinta: A tinta para a sinalização horizontal deverá ser do tipo plástico a frio retro-refletiva à base de resinas acrílicas ou vinílicas, aplicadas por “Spray”, por meio de máquinas apropriadas.

Micro Esferas: São de dois tipos:

11. PREMIX, pré-misturadas à tinta na proporção de 0,20 a 0,25 kg/l.
12. DROP-ON, por aspersão na proporção de 40 kg/l e taxa de aplicação mínima de 0,60 l/m<sup>2</sup>.

Duração: Para um bom desempenho da sinalização horizontal, a qualidade da tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões exigidos para uma duração mínima de dois anos.

#### **4.6.3 Sinalização Por Condução Ótica**

A sinalização por condução ótica é constituída por dispositivos auxiliares à sinalização, constituídos de materiais de composição, formas, cores e refletividade diversas, aplicados ao pavimento da via ou adjacentes à mesma. Têm a função de incrementar a visibilidade da sinalização ou de criar à circulação.

##### Tachas

Além da função delineadora especialmente à noite ou em trechos sujeitos a neblina e chuvas intensas, as tachas são muito importantes na função de canalização devido a sua forma e dimensões, ao qual vem a implicar num desconforto acentuado no caso de sua transposição.

##### 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 separa mesmo sentido e amarela quando separar fluxos opostos. A cadência se faz nos espaços sem pintura das linhas tracejadas e zebrados e a cada 16,0 m nas linhas de bordo.

#### 4.6.4 Sinalização de Obras

Num trecho em obras, todas as operações de construção serão programadas, para que a manutenção do trânsito seja efetuada sem interferência na obra e não prejudique o movimento normal. Assim sendo as áreas afetadas exigem sinalização específica, com cuidados criteriosos de implantação e manutenção.

A utilização de sinais não incluídos no mesmo deverá ser submetida previamente à fiscalização e à aprovação da autoridade de trânsito. A sinalização para obras divide-se em vertical, horizontal, dispositivos de canalização e dispositivos de segurança.

Quanto às cores, as placas de obras terão fundo laranja com orla e legenda pretas.

Ressalta-se ainda que a segurança e o controle do trânsito em trechos da rodovia em obras são de inteira responsabilidade do empreiteiro contratado para a execução dos serviços.

#### 4.7 Projeto de Obras de Arte Especiais

##### 4.7.1 Ponte Sobre o Rio Barigui

Este projeto da obra-de-arte especial necessária à transposição do Rio Barigui está localizado no trecho que liga o Contorno Leste BR-116 a BR-476. Constituído por duas pontes uma ao lado da outra, cada uma delas com duas pistas de rolamento e passeio protegido para pedestres.

Dados característicos dessa obra.

##### a) Posição

- Entre as Estacas 1187 +15,00 e 1190+0,00.

##### b) Dimensões

- Comprimento total:.....45,00 m;
- Vão central:..... 16,50 m;
- Altura da superestrutura: ..... 1,50 m;
- Largura da obra (seção transversal).....13,50 m

##### c) Cargas Acidentais

- Classe 45 NBR-7187

**d) Materiais**

- Concretos:
  - Superestrutura..... fck = 25 MPa;
  - Meso e infraestrutura ..... fck = 25 MPa.
- Formas..... convencionais de chapas de madeira;
- Aço..... CA-50/60;
- Pilares:
  - Seção circular.....  $\phi = 70$  cm
- Fundações da Ponte (blocos) ..... Estacas Hélice contínua diâmetro 40 cm

**e) Descrição**

Cada obra possui três longarinas moldadas “in-loco”, afastadas entre si de 4,20m na seção transversal. Por se tratar de via urbana, teremos passeios de pedestres nas laterais do tabuleiro.

Ponte rodoviária com três vãos contínuos, apoiado nas extremidades e no centro em linhas de pilares circulares. Ao optar por estrutura com 3 vãos atingimos uma altura econômica para a estrutura e um sistema construtivo convencional de fácil execução.

Os taludes das cabeceiras em escala 1:1,5 possibilitam um acabamento suave aos aterros e sem risco de erosão. Nos acessos das obras estão previstas placas de transição para evitar que recalque no aterro provoquem desconfortos aos usuários.

As lajes serão armadas transversalmente, apoiadas nas longarinas. As transversinas ligam as longarinas na região dos apoios, com seção de 25x90 cm.

Nas extremidades, em toda largura da obra, teremos cortinas de contenção para conter os aterros.

A mesoestrutura é constituída por pilares circulares um sob cada longarina. Cada pilar transfere a carga para blocos apoiados sobre estacas em hélice contínua.

Nos topos, a transição de carga super/mesoestrutura é feita através de aparelhos de neoprene fretado nos apoios externos e rótulas de concreto nas duas linhas centrais.

A construção segue os procedimentos normais e convencionais para obras do tipo.

**f) Normas utilizadas**

Norma ABNT NBR 6118:2003 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

Norma ABNT NBR 6122:1996 - Projeto e execução de fundações – Procedimento.

Norma ABNT NBR 8953:1992 - Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência – Classificação.

Norma ABNT NBR 7187:2003 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento.

Norma ABNT NBR 7188:1982 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre.

#### **g) Elementos deste projeto**

- Trem tipo Rodoviário TB 45
- Materiais: Concreto C25  
Aço CA 50
- Bibliografia
- Construções de concreto – F. Leonhardt / E. Monnig
- Beton Kalender
- Software CONDE3 – versão 3.1 - Prof. Lauro Modesto Santos
- Software MIDAS CIVIL - Information Technology Co. Ltda. – Versão 2012

#### **4.7.2 Passagem Inferior BR-116 – Faz. Rio Grande**

Este projeto da obra-de-arte especial necessária à transposição do eixo do corredor Metropolitano pela BR 116, está localizado no trecho que liga o Contorno Leste BR-116 a BR-476. Constituído por três obras uma ao lado da outra, cada uma delas com duas pistas de rolamento e passeio protegido para pedestres. As obras são identificadas como Eixo Norte, Eixo Sul e Eixo Ippuc sendo esta para implantação futura.

Dados característicos dessa obra.

#### **a) Posição**

- Aproximadamente entre as Estacas 121 + 520 e 121 + 560.

#### **b) Dimensões**

- Comprimento total:..... 35,60 m;
- Vãos ..... 16,60 m;
- Altura da superestrutura: ..... 1,00 m;
- Largura da obra (seção transversal)..... 14,45 m (Pista Eixo Norte)
- Largura da obra (seção transversal)..... 10,50 m (Pista Eixo Sul)
- Largura da obra (seção transversal)..... 15,45 m (Pista Eixo Ippuc)

### c) Cargas Acidentais

- Classe 45 NBR-7187

### d) Materiais

- Concretos:
  - Superestrutura..... fck = 25 MPa;
  - Meso e infraestrutura ..... fck = 25 MPa.
- Formas..... convencionais de chapas de madeira;
- Aço..... CA-50/60;
- Pilares:
  - Seção retangular ..... (60x200 e 60x150)
- Fundações da Ponte (blocos dos pilares)..... Estacas Hélice Contínua diâmetro 50 e 60 cm
- Estacas das contenções ..... Metálicas com Perfil W530x66

### e) Descrição

A estrutura principal das obras é constituída por laje vazada com altura variável em torno de 100 cm e larguras variáveis em função de cada uma das pistas. As obras externas (pista Norte e Pista Ippuc tem passeio para pedestres nas laterais do tabuleiro e por isso são mais largas.

Pontes rodoviárias apoiadas nas extremidades nas cortinas de contenção e no meio do vão em vigas transversais que por sua vez se apóiam em pares de pilares retangulares. Esta opção permite uma altura capaz de não inviabilizar o gabarito do eixo do corredor metropolitano. Trata-se de uma solução adequada e econômica para o vão da estrutura e um sistema construtivo convencional de fácil execução.

Nos acessos das obras estão previstas placas de transição para evitar que recalques no aterro provoquem desconfortos aos usuários.

Nos topos das vigas de coroamento, nas extremidades da obras, a transferência de esforços é feita através de aparelhos de neoprene fretado. Já na linha central esta transferência é feita por rótulas de concreto.

A construção segue os procedimentos normais e convencionais para obras do tipo.

#### **f) Normas utilizadas**

Norma ABNT NBR 6118:2003 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

Norma ABNT NBR 6122:1996 - Projeto e execução de fundações – Procedimento.

Norma ABNT NBR 8953:1992 - Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência – Classificação.

Norma ABNT NBR 7187:2003 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento.

Norma ABNT NBR 7188:1982 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre.

#### **g) Elementos deste projeto**

- Trem tipo Rodoviário Classe 45
- Materiais: Concreto C25  
Aço CA 50
- Bibliografia
- Construções de concreto – F. Leonhardt / E. Monnig
- Beton Kalender
- Software CONDE3 – versão 3.1 - Prof. Lauro Modesto Santos
- Software MIDAS CIVIL - Information Technology Co. Ltda. – Versão 2012

#### **4.7.3. Projeto de Transposição de Dutos**

Neste subtrecho o traçado definido para o Corredor Metropolitano, intercepta a Faixa da Petrobras entre as estacas 1140+19,07 e 1142+17,00. Esta faixa de dutos possui vinte metros de largura total e atualmente abriga três linhas de dutos; A linha do Gasoduto Brasil Bolívia - GASBOL com diâmetro de 24"; o OSPAR com diâmetro de 30" e o OPASC com diâmetro de 10". Além deste cruzamento, a faixa de dutos Araucária Paranguá "OLAPA" é interceptada pelos ramos direcionais da Interseção do corredor com a BR-116.

Nestes locais houve a necessidade de estudos especiais e desenvolvimento de projeto específico para transposição da faixa de dutos. As linhas de dutos existentes foram previamente localizadas através de técnicas de rastreamento e sondagens geofísicas, sem interferência física com as tubulações existentes.



### **Características das Obras de Cruzamento**

Nos locais dos cruzamentos, o greide definido para o corredor cruza a faixa em seção configurada geometricamente por aterros e apresenta as seguintes características básicas:

#### **Estaca 1140+19,07 a 1142+17,00 do Eixo do Corredor**

Denominação da linha existente: GASBOL;

Diâmetro nominal: 24";

Largura da Faixa: 20,00m;

Sobre cobertura média do duto existente: 1,40

Altura média de aterro projetado: 1,70m

Denominação da linha existente: OSPAR;

Diâmetro nominal: 30";

Largura da Faixa: 20,00m;

Km da linha de duto: 115+400

Sobre cobertura média do duto existente: 1,40

Altura média de aterro projetado: 1,70m

Denominação da linha existente: OPASC;

Diâmetro nominal: 10";

Largura da Faixa: 20,00m;

Sobre cobertura média do duto existente: 1,70

Altura média de aterro projetado: 1,70m

#### **Estaca 9+300 - Ramo 450 da Interseção I-08**

Denominação da linha existente: OLAPA;

Diâmetro nominal: 12";

Largura da Faixa: 20,00m;

Km da linha de duto: 134+150

Sobre cobertura média do duto existente: 1,06

Altura média de aterro projetado: 0,80m

### **Estaca 8+200 - Ramo 400 da Interseção I-08**

Denominação da linha existente: OLAPA;

Diâmetro nominal: 12";

Largura da Faixa: 20,00m;

Km da linha de duto: 134+300

Sobre cobertura média do duto existente: 1,85

Altura média de aterro projetado: 1,60m

- **Metodologia**

Na sequência, estão descritas sucintamente a metodologia adotada para a respectiva transposição da faixa.

O projeto define a transposição através da execução de aterro convencional, em conformidade com as normas da Petrobras. Por se tratar de uma linha existente já consolidada e em funcionamento, o projeto define a execução de placas de concreto, lançadas sobre a cobertura do duto para melhor distribuição e absorção dos esforços transmitidos pela carga do aterro, tela de segurança e fita de aviso.

O aterro deverá ser executado com compactação mecânica, porém sem vibração do equipamento sobre o duto e no seu entorno imediato. As obras deverão ser executadas em conformidade com as normas pertinentes e supervisão de técnicos da PETROBRAS.

Os projetos específicos desenvolvidos estão apresentados em planta e perfil no Volume 2 - Projeto de Execução.

#### **4.8 Projeto de Paisagismo**

O projeto de paisagismo que liga a BR-116 km 121,4 em Curitiba a BR-476 em Araucária (subtrecho C2B) foi desenvolvido de acordo com as instruções da Contratante, mediante informações da Prefeitura Municipal de Curitiba e Araucária, englobando os serviços de plantio de grama em leivas e execução de ciclovia compartilhada.

Nos passeios do subtrecho C2B, há diferentes modulações conforme apresentado abaixo:

- No lado esquerdo da via, será projetada uma área em grama com 2,50m.
- No lado direito da via, será projetada uma faixa de serviço em grama com 1,35m, seguida de uma ciclovia compartilhada em CBUQ com 2,50m.

Já no passeio do Ramal de Ligação Fazenda Rio Grande, há previsão para:

- No lado direito da via, será projetada uma área em grama com 2,50m.

- No lado esquerdo da via, será projetada uma faixa de serviço em grama com 1,35m, seguida de uma ciclovia compartilhada em CBUQ com 2,50m.

O projeto prevê a execução de CBUQ na ciclovia e plantio de grama na faixa de serviço. As entradas de veículos e pedestres também serão executadas com CBUQ. Neste caso, o projeto especifica:

- Ciclovia compartilhada em CBUQ 5 cm sobre base de brita graduada 15 cm.

Indica-se a implantação de guias rebaixadas nos acessos às entradas de automóveis nos lotes e rampas de acesso às pessoas portadoras de necessidades especiais em todos os pontos previstos para travessia de pedestres.

#### 4.9 Projeto de Obras Complementares

Com base no Projeto Geométrico aprovado pela COMEC e obedecendo o novo alinhamento predial definido para a via, foi verificada a necessidade de implantação de obras complementares previstas ou não em outros projetos.

##### a. Obras a Serem Implantadas

Como obras complementares, foram então selecionados os seguintes serviços, atividades ou implantações ao longo da via:

- Demolição, remoção e posterior reconstrução das cercas, muros de divisas ou
- edificações nos imóveis atingidos pelo novo alinhamento predial, além de outros serviços que poderão ocorrer em consequência destes;
- Meio-Fios/Sarjetas;
- Proteção Vegetal;
- Abrigos para paradas de ônibus.

Os serviços de demolição, remoção e posterior reconstrução das cercas, muros de divisas ou edificações, serão relacionados nas fichas cadastrais individuais dos lotes a serem desapropriados e constarão especificamente no orçamento da obra, não cabendo entretanto, a apresentação de projetos específicos para execução dos mesmos.

Foram previstos meio-fios/sarjetas pré-moldados transponíveis ou intransponíveis ao longo das vias e nas ilhas e rótulas das Interseções. Deverão ser implantados conforme o projeto-tipo indicado no projeto de drenagem.

A proteção vegetal está prevista com o objetivo de preservar as áreas expostas, fornecendo resistência contra a erosão, bem como para atenuar os efeitos de agressão ao meio ambiente e melhorar o aspecto paisagístico ao longo das vias.

Os serviços de implantação de meio-fios/sarjetas, proteção vegetal e abrigos para paradas de ônibus, estão indicados e quantificados respectivamente nos itens correspondentes ao Projeto de Drenagem e de Paisagismo.

#### **4.10 Projeto de Iluminação Pública**

##### **4.10.1 Introdução**

O presente projeto elétrico e anexos têm por finalidade proporcionar a implantação do sistema de iluminação pública, padronização da Rede Elétrica de Distribuição Urbana existente para o Corredor Metropolitano, Lote 03, Subtrecho C.2b, no trecho da Av. Projetada entre a BR-116 em Curitiba e BR-476 em Araucária, o Subtrecho contempla as cidades de Curitiba e Araucária, nos períodos noturnos ou nos escurecimentos diurnos ocasionais.

Para tanto, foram considerados os procedimentos definidos nas Normas Brasileiras Registradas - NBR, da Associação Brasileira de Normas Técnicas e NTC's Copel.

##### **4.10.2 Componentes do Projeto**

Memorial Técnico Descritivo

Orçamento Detalhado – Relação de Materiais

##### **Av. Projetada**

Pranchas 12 / 28 A 18 / 28 - Plantas Baixas com Rede de Distribuição Urbana

Pranchas 28 / 28 - Detalhes das Luminárias - Montagens

##### **4.10.3 Sistemas de Iluminação**

###### **4.10.3.1 Iluminação Externa**

Na via Projetada, no início do trecho compreendido entre a BR-116, e o seu final na interseção com a BR-476, foi sugerido um sistema de iluminação pública no canteiro central fixado em postes de aço galvanizado de 15m de comprimento total e independentes da rede de distribuição de Energia Elétrica da Copel, em cada poste foram projetados 02 (duas), 03 (três) e 04 (quatro) luminárias conforme a necessidade da via, cada luminária possuirá lâmpadas a vapor metálico de potência 400W, temperatura de cor de 4000k em suporte

duplo, triplo ou quádruplo em cada poste, onde os vãos médios são de 33 metros, totalizando 167 ( cento e sessenta e sete ) postes. O tipo de luminária utilizado para iluminação neste trecho está descrita no item 3.2 deste.

As Luminárias que iluminam a pista de rolagem das ruas perpendicular ao Corredor possuirão lâmpadas a vapor metálico de potência 250W, temperatura de cor de 4000k, Instalados em Braços do Tipo BR-3, que estão inseridas em um sistema de iluminação pública unilateral tendo as luminárias fixadas diretamente nos postes de concreto armado da rede de distribuição de energia elétrica da concessionária Copel

Os sistemas de iluminação pública com postes independentes da Rede de distribuição Urbana (RDU) da Copel, interligados por ramais subterrâneos serão acionados por chave de comando em grupo bifásicas de 80 ou 100 A, conforme o trecho e a necessidade.



Para cada luminária foi projetado reator específico do tipo interno, tensão 220V, 60Hz, fator de potência mínimo de 0.92, com ignitor incorporado.

Os relés foto elétricos das luminárias que serão instaladas nos postes da Copel serão com tensão de alimentação entre 105 a 305V (fase-fase e fase neutro), 60Hz, acionamento com diferença de potencial igual a zero, perdas menores que 0,3W, grau de proteção IP 67, circuito temporizador opcional, reconhecimento gradativo do amanhecer e anoitecer, pinos de latão estanhado, garantia de 10 anos, capacidade de chaveamento 1.000W, 1800VA, liga-desliga entre 10 e 15 lux, tampa resistente a impacto e com estabilizador UV.

Para cada luminária foi projetado reator específico do tipo interno, tensão 220V, 60Hz, fator de potência mínimo de 0.92, com ignitor incorporado.

Os relés foto elétricos das luminárias que serão instaladas nos postes da Copel serão com tensão de alimentação entre 105 a 305V (fase-fase e fase neutro), 60Hz, acionamento com diferença de potencial igual a zero, perdas menores que 0,3W, grau de proteção IP 67, circuito temporizador opcional, reconhecimento gradativo do amanhecer e anoitecer, pinos de latão estanhado, garantia de 10 anos, capacidade de chaveamento 1.000W, 1800VA, liga-desliga entre 10 e 15 lux, tampa resistente a impacto e com estabilizador UV.

#### 4.10.3.2 Cálculo Luminotécnico

Para o cálculo Luminotécnico foi utilizada uma luminária integrada, composta de corpo superior e inferior, em alumínio injetado, resistente a impactos mecânicos, com acabamento em pintura poliéster pó eletrostático.

Refletor fabricado em uma única chapa de alumínio, independente do corpo, com alto grau de pureza, mínimo de 99,8%, selado e anodizado.

Soquete em base E-40 em porcelana reforçado.

Conexões elétricas através de conector de encaixe rápido 3 vias

Grau de proteção: IP-66 para o grupo ótico, e para o compartimento de equipamentos auxiliares.

A luminária permitiu a utilização de lâmpadas tubulares de 250 e 400 W vapor de sódio ou vapor metálico.

Fixação ao braço com encaixe para tubos 48 a Ø 60,3 mm.







### **TRECHO TÍPICO**

Largura da via: 10 m

Canteiro central: 3,0 m

Calçada: 3 m

Inclinação de 5°

Luminárias instaladas em topo de poste com duas pétalas com 400 W cada uma.

### **Pista**

Eméd = 35.9 Lux

Uo = 0,4

### **Calçada**

Eméd = 17.4 Lux

Uo = 0,5

#### **4.10.4 Queda de Tensão**

Todos os ramais foram dimensionados a fim de não permitirem uma queda de tensão superior a 5% entre o ponto de entrega da Copel e os postes mais distantes da rede e ainda

suportar a corrente máxima de seus respectivos circuitos sem alterar suas características elétricas e sendo calculado pela fórmula:

$$QT = (I \cdot K \cdot L / V) \cdot 100$$

Onde:

QT: Queda de tensão em porcentagem;

Cos  $\varphi$ : Cosseno correspondente ao fator de potência;

L: Distância em quilômetros;

V: Tensão de operação do trecho (em função da utilização) em Volts;

K: Constante em função da bitola do condutor;

I: Corrente elétrica nominal em Ampères.

#### 4.10.5 Rede de Distribuição

##### 4.10.5.1. Rede Secundária em Baixa Tensão

Para atendimento em Baixa Tensão aos consumidores com rede trifásica em 127/220V e sistema de iluminação na Av. Projetada, foram utilizados os padrões vigentes estabelecidos pela Copel com Rede Secundária Isolada com cabos multiplex isolados auto-sustentados, de forma a assegurar condições técnico-econômicas das instalações e da qualidade dos serviços de energia elétrica de acordo com a Norma Técnica Copel NTC 841200 ( projeto de Rede de Distribuição Secundária Isolada).

Este sistema foi utilizado na implantação de redes novas, assim como em substituição ao sistema de rede secundária de baixa tensão convencional com cabo nú, garantindo assim mais confiabilidade e segurança nas instalações elétricas.

A rede secundária Isolada e o posteamento foram distribuídos observando-se critérios como:

- a) grau de urbanização do trecho,
- b) arborização das ruas,
- c) divisas de lotes e acessos de garagens,
- d) quedas de tensões admissíveis desde os terminais de conexão dos transformadores de distribuição até a entrada de energia dos consumidores,
- e) compatibilização de distâncias mínimas de segurança exigidas nas NTC's Copel com as edificações e alinhamentos existentes e/ou modificados.
- f) Tramo: o comprimento máximo de cada tramo não ultrapassou a 500 metros.



g) Aterramento do Mensageiro: o neutro da rede secundária (mensageiro) será contínuo e aterrado conforme MIT 163104 – Aterramento de Redes de Distribuição. Onde houve o aterramento do mensageiro da rede compacta, foi também conectado ao neutro da rede Secundária.

h) Equilíbrio das fases.

#### **4.10.5.1.1 Dimensionamento da Rede Secundária de Baixa Tensão**

No dimensionamento dos condutores foram observadas:

As características construtivas, elétricas e mecânicas (tração) dos condutores de rede secundária isolada;

Os coeficientes de queda de tensão secundária isolada.

a) Bitolas

Foram utilizados cabos de alumínio multiplexado auto-sustentados, neutro em alumínio com alma de aço nú e fase de alumínio isolado XLPE para 0,6/1,0 kV, nas bitolas:

| <b>Bitola</b>       | <b>NTC</b> |
|---------------------|------------|
| 70 mm <sup>2</sup>  | 810874     |
| 120 mm <sup>2</sup> | 810875     |

#### **4.10.5.1.2. Transformadores de Distribuição**

Foram observados os critérios de dimensionamento de transformadores estabelecidos na NTC 841001 - Projeto de Redes de Distribuição Urbana.

Não foram utilizados os transformadores trifásicos autoprotegidos de distribuição.

#### **4.10.5.2. Rede Primária de Média Tensão**

Para atendimento em Média Tensão, ou seja, tensão primária de distribuição, foram utilizados os padrões e normas vigentes para as redes de distribuição trifásicas compacta protegida na tensão 13,8kV, composta basicamente de três condutores cobertos (XLPE), sustentados por uma cordoalha de fios de aço zincado, em configuração compacta, de forma a assegurar boas condições técnico-econômicas das instalações e da qualidade dos serviços de energia elétrica.

Este sistema com cabos cobertos protegidos foi utilizado na implantação de redes novas e na substituição ao sistema de rede primária de baixa tensão convencional com cabo nú, garantindo assim mais confiabilidade e segurança nas instalações elétricas.

Além disto, são indicados em locais onde são constantes os desligamentos causados por contatos de objetos estranhos à rede e, em locais onde se necessita melhores índices de confiabilidade e segurança e otimização das instalações elétricas da Empresa, conforme segue:

a) Áreas de congestionamento de circuitos

Com a compactação das redes há a possibilidade da instalação de até quatro circuitos na mesma estrutura;

b) Áreas onde se exige um alto índice de confiabilidade devido às características dos consumidores especiais, tais como hospitais, emissoras de televisão, centros de processamento de dados, empresas altamente automatizadas e outros;

c) Condomínios fechados, quando houver exigência de áreas fechadas, considerando os aspectos de segurança e confiabilidade;

d) Em travessias de difícil acesso;

e) Em locais com densa arborização;

f) Em áreas de difícil convívio da rede convencional com as edificações.

g) Em áreas com frequentes ações de vandalismo, neste caso a implantação da rede compacta deverá ser somente nos pontos detectados de vandalismo;

h) Em áreas rurais com vegetação preservada por lei.

#### **4.10.5.2.1. Dimensionamento de Condutores**

a) Critérios Gerais

O dimensionamento dos condutores foi efetuado observando-se:

O coeficiente de queda de tensão máxima permitida;

Condições da rede.

b) Bitolas

Foram utilizados cabos de alumínio cobertos em XLPE, nas seguintes bitolas:

| <b>Bitola</b>       | <b>NTC</b> |
|---------------------|------------|
| 35 mm <sup>2</sup>  | 810631     |
| 185 mm <sup>2</sup> | 8106343    |

#### 4.10.6 Postes

Foram utilizados postes de concreto armado seção duplo T, padronizados na NTC 810100/9999 - Materiais de Distribuição Padrão, observando a NTC 850001 - Dimensionamento de Estruturas de Redes.

a) Tipos

10,5 metros D/150  
B/300  
B/600  
B-1,5/1000  
B-4,5/2000

12,0 metros D/200  
B/300  
B/600  
B-1,5/1000  
B-4,5/2000  
B-6/3000

b) Comprimento mínimo

Foi obedecido o comprimento mínimo de:

10,5 metros: Para redes onde havia apenas a necessidade de Rede Secundária, sem estruturas Primárias;

12,0 metros: Onde havia a necessidade de redes Primárias de distribuição, travessias, circuitos duplos, equipamentos em que o poste de 10,5 metros, se mostrou insuficiente;

- Postes maiores foram considerados especiais.

c) Poste posição de Topo

Nos trechos onde houve a necessidade de se instalar postes na posição de topo, sem sustentação transversal, estes foram dimensionados considerando-se a atuação do vento no poste, equipamentos e condutores de acordo com a NTC 850001 – Dimensionamento de Estruturas de Redes.

d) Vãos

Os vãos entre postes não excederam a 40 metros.

#### 4.11 Projeto de Desapropriação

O Projeto de Desapropriação esta sendo desenvolvido considerando os limites do alinhamento predial e da faixa de domínio estabelecida no Projeto Geométrico.

Nos trabalhos constarão os dados referentes ao cadastro físico e jurídico, identificando-se as propriedades e benfeitorias atingidas. Compõem-se de planta cadastral geral, planta individual do imóvel atingido, descrição e avaliação das áreas, edificações e benfeitorias atingidas, como também obtenção da documentação dos imóveis. O projeto elaborado em detalhes será apresentado em Volume 3B.

a. Identificação das Propriedades

Os dados levantados sobre os proprietários e informações gerais sobre a propriedade, serão apresentados na ficha cadastral onde também constara a área total do imóvel de acordo com o registro de imóveis, a área atingida e a área remanescente.

O registro do imóvel de cada propriedade esta sendo levantado por meio de pesquisa em cartório e informações fornecidas pelas Prefeituras de Curitiba e Araucária.

Uma descrição dos terrenos, edificações e benfeitorias atingidas, acompanhada de foto com vista parcial dos imóveis e foto específica das benfeitorias atingidas, complementarão a ficha cadastral elaborada.

b. Delimitação das Áreas Atingidas

Tendo como base os levantamentos topográficos realizados na área, com o auxílio das plantas de loteamentos e das documentações obtidas em cartório, serão identificadas as divisas de cada propriedade atingida, sendo a partir destes levantamentos, elaborada a planta geral de áreas atingidas pelo projeto.

Com base na planta geral, foram obtidas as plantas cadastrais individuais onde constam as delimitações das áreas atingidas, tendo como referência o estaqueamento do eixo projetado, com identificação do proprietário e número da ficha cadastral.

Devido ao caráter sigiloso em relação às desapropriações, não houve entradas nas propriedades para a realização do levantamento topográfico, restringindo-se o cadastro a medições e verificações apenas com os dados obtidos a partir das testadas dos imóveis.

Os levantamentos dos imóveis serão apresentados em escala variável, de acordo com as suas dimensões.

c. Cálculo das Áreas a serem Desapropriadas

A partir da identificação das divisas e o lançamento do projeto geométrico sobre o levantamento topográfico, foram calculadas as áreas atingidas.

d. Custo das Desapropriações

Os imóveis foram avaliados de acordo com as metodologias de avaliação constantes na Norma de Avaliação de Bens NBR-14653, aplicadas conforme o tipo do imóvel, o mercado imobiliário em que ele se insere e o objetivo da avaliação.

Para a determinação do valor de mercado foi aplicado o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado. Na impossibilidade de aplicação deste método faz-se uso de outros: Método Evolutivo, Método Involutivo e Método da Capitalização da Renda.

Os custos foram obtidos em função da finalidade da avaliação (Desapropriação), sendo o valor da área de terreno atingida dado pela diferença entre o valor do terreno original e o valor do terreno remanescente.

Assim sendo, calculou-se:

- O valor do terreno na situação atual → valor “antes”
- O valor do terreno depois do atingimento (terreno remanescente) → valor “depois”
- Pela diferença entre os dois valores, obteve-se o valor da área de terreno atingido

Será então determinado um valor para cada imóvel atingido, considerando os elementos: área atingida, valor do terreno, edificações e benfeitorias atingidas. O valor total da indenização para cada imóvel representa a soma dos itens referidos.

Assim, através da somatória dos valores estimados para cada imóvel atingido, foi obtido o custo global das desapropriações, não incluídos no orçamento do projeto.

#### **4.12 Plano de Controle Ambiental**

O Plano de Controle Ambiental tem como objetivo primordial assessorar o Licenciamento Ambiental do Corredor Metropolitano de Curitiba e, conseqüentemente, levá-lo à execução com o menor dano ambiental possível.

Para tanto foi contratada uma equipe interdisciplinar habilitada, de especialistas, composta por 10 técnicos de nível superior, sendo: 1 Advogado, 1 Geólogo, 4 Biólogos, 1 Acadêmico de Biologia, 1 Economista, 1 Engenheiro Civil e 1 Publicitária.

A região do projeto caracteriza-se por estar inserida dentro da AIERI - Área de Interesse Especial Regional do Iguaçu, a qual tem por objetivo promover a proteção, manutenção e recuperação ambiental e paisagística das áreas contíguas ao leito do Rio Iguaçu, de acordo com a Lei Federal N.º 9.985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC e Resolução CONAMA N.º 13/90.

Este Lote 3, objeto do PCA em tela, está dividido em 3 subtrechos denominados: C.1, C.2a e C.2b que estão situados, respectivamente, nos municípios de São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande e em Curitiba e Araucária, todos eles integrantes da Região Metropolitana de Curitiba e, portanto, situados em áreas já bastante ocupadas.

Os trabalhos foram iniciados por um planejamento geral, seguindo-se a contratação dos especialistas necessários, cuja primeira tarefa foi discutir, em reunião, a metodologia de trabalho. Decidiu-se que, a partir da obtenção de informações sobre o Projeto de Engenharia e a definição das áreas de Influência Direta e Indireta, partir-se-ia para a execução dos trabalhos, na sequência: levantamento para o conhecimento do problema, legislação incidente e diagnóstico de campo. Para este último serviram as incursões dirigidas aos meios: físico, biológico e sócio-econômico.

O projeto de implantação, pavimentação e revitalização do Corredor Metropolitano, prevê intervenções no meio ambiente devido às diferentes atividades transformadoras, como limpeza de áreas, abertura de acessos e caminhos de serviço, execução de obras de terraplenagem, obras de drenagem, desapropriações e remanejamentos entre outras, necessárias para a sua realização.

No intuito de estabelecer critérios técnicos e procedimentos operacionais, que estabeleçam medidas de controle e ações que garantam a prevenção e a redução dos impactos ambientais, decorrentes das obras de engenharia para a implantação do empreendimento, foi criado o Programa de Controle Ambiental (PCA).

No contexto do projeto, as medidas mitigadoras, compensatórias e os programas ambientais recomendados, constituem-se no principal instrumento indutor de ações proativas e reativas para a mitigação dos impactos, sendo que o detalhamento desses estudos encontra-se no Plano de Controle Ambiental – PCA, o qual foi desenvolvido durante a fase de pré detalhamento, observando as características do local de implantação do empreendimento e o Termo de Referência Padrão estabelecido pelo Instituto Ambiental do Paraná.

Os impactos sobre o ambiente geológico/geomorfológico correspondem fundamentalmente aos movimentos de terra durante a construção da obra, relacionando-se com as operações de terraplenagem, escavações e estabilização de taludes de cortes e aterros.

Após a fase de campo, foram previstos e avaliados os possíveis impactos ambientais decorrentes das fases de construção e operação do Corredor Metropolitano. Estes impactos ambientais foram valorados de acordo com o Método de Pastakia que é alfa-numérico.

Uma vez detectados e valorados os impactos ambientais, a equipe desenvolveu Planos e Programas de Controle Ambiental a fim de mitigar os impactos ambientais negativos.

Os efeitos positivos sobre a população local se darão com a melhoria dos acessos e da circulação, promovendo a expansão dos negócios e serviços como também a ampliação da qualidade de vida da população. Encontramos aqui uma importante contribuição do projeto do Corredor Metropolitano na promoção do desenvolvimento da qualidade de vida da população local.

Finalmente, de posse dos Planos e Programas de Controle e Proteção Ambiental propostos pela equipe técnica que elaborou o PCA discutiu-se a viabilidade do ambiental do Empreendimento.

A título de contribuição para o bom desempenho da obra, no item Sugestão Final, foram incluídas ações anteriormente testadas e aprovadas, com vistas a serem utilizadas pela Supervisão Ambiental; estas, sugestões estas incluídas no livro “**Gestão Ambiental de Empreendimentos**” de 2012, pelos autores (LOPES, José Antonio Urroz, QUEIROZ Sandra Mara Pereira e REIS, Luis Filipe Sanches de Sousa Dias).



---

## 5 ANEXOS





---

## 5.1 POLIGONAL PRINCIPAL

| ADJUSTMENT                                                 |                                | SUMMARY                        |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Item Name                                                  |                                | Item Value                     |
| SubNet                                                     |                                |                                |
|                                                            | Name                           | CONT LESTE SAD                 |
|                                                            | Number of points               | 8                              |
|                                                            | Number of unknowns             | 21                             |
|                                                            | Degree of freedom              | 3                              |
|                                                            | Declared adjustment type       | with fixed and weighted points |
| Aposteriori                                                | standard error of unit weight  | 0.949                          |
|                                                            | Adjustment Date and Time       | 24.May.12 11:46:42             |
|                                                            | Reference points               |                                |
|                                                            | Number                         | 1                              |
|                                                            | Plane coordinates - fixed      | 2                              |
|                                                            | Heights - fixed                | 1                              |
|                                                            | Plane coordinates - weighted   | 0                              |
|                                                            | Heights - weighted             | 0                              |
| Apriori                                                    | standard error of unit weight  | 1.000                          |
|                                                            | Processed vectors              |                                |
|                                                            | Total number                   | 8                              |
|                                                            | Unused vectors                 | 0                              |
|                                                            | Rejected vectors               | 0                              |
|                                                            | Downweighted vectors           | 0                              |
| Apriori                                                    | standard error of unit weight  | 1.000                          |
| Aposteriori                                                | standard error of unit weight  | 0.949                          |
|                                                            | Vectors' VPV test              |                                |
|                                                            | Confidence level (%)           | 95                             |
|                                                            | Lower bound                    | 0.22                           |
|                                                            | Upper bound                    | 9.36                           |
|                                                            | Degree of freedom              | 3                              |
|                                                            | VPV                            | 2.70                           |
|                                                            | VPV test                       | passed                         |
|                                                            | Vectors' Tau test              |                                |
|                                                            | Confidence level (%)           | 95                             |
|                                                            | Tau critical value             | 3.00                           |
|                                                            | Number of flagged observations | 0                              |
| SUBNET '2305' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in WGS84( BLH ) |                                |                                |

| ---   |       |         |                  |                  |            |      |      |          |     |     |     |
|-------|-------|---------|------------------|------------------|------------|------|------|----------|-----|-----|-----|
| #     | Point |         | Coordinates      |                  | Sigmas(mm) |      |      | Corr.(%) |     |     |     |
|       | Name  | Comment | Latitude         | Longitude        | height(m)  | s(N) | s(E) | s(U)     | N-E | N-U | E-U |
| ----- |       |         |                  |                  |            |      |      |          |     |     |     |
| 1     | T09   |         | 25°36'04.71875"S | 49°19'02.30576"W | 903.5892   | 9.8  | 8.1  | 21.3     | -4  | -10 | 14  |
| 2     | T10   |         | 25°35'51.93437"S | 49°19'02.03120"W | 903.8087   | 6.2  | 5.6  | 15.4     | -9  | -7  | 28  |
| 3     | T11   |         | 25°35'25.97625"S | 49°21'31.67744"W | 914.1248   | 8.9  | 9.4  | 24.4     | -1  | 33  | 34  |
| 4     | T12   |         | 25°35'24.65105"S | 49°21'37.71623"W | 914.8227   | 5.7  | 5.4  | 14.5     | -8  | -5  | 33  |
| 5     | T13   |         | 25°35'22.75315"S | 49°21'27.28912"W | 910.3105   | 10.1 | 12.0 | 81.5     | 54  | 75  | 76  |
| 6     | T14   |         | 25°34'18.35902"S | 49°23'01.86148"W | 905.3307   | 6.8  | 5.9  | 16.1     | -14 | -6  | 23  |
| 7     | T15   |         | 25°34'23.42914"S | 49°23'08.33351"W | 909.2702   | 6.2  | 5.5  | 15.0     | -10 | -9  | 31  |
| 8     | UFPR  |         | 25°26'54.13648"S | 49°13'51.41227"W | 919.2634   | 0.0  | 0.0  | 0.0      | 0   | 0   | 0   |

SUBNET '2305' POINTS: ADJUSTED COORDINATES in UTM22S(Grid, Zone UTM22S)

| # | Point |         | Coordinates   |              |            | Sigmas(mm) |      |      | Corr.(%) |     |     |
|---|-------|---------|---------------|--------------|------------|------------|------|------|----------|-----|-----|
|   | Name  | Comment | Northing(m)   | Easting(m)   | Height (m) | s(N)       | s(E) | s(U) | N-E      | N-U | E-U |
| 1 | T09   |         | 7167438.97586 | 669028.81088 | 906.35520  | 9.8        | 8.1  | 21.3 | -4       | -10 | 14  |
| 2 | T10   |         | 7167832.23876 | 669041.46435 | 906.57810  | 6.2        | 5.6  | 15.4 | -9       | -7  | 28  |
| 3 | T11   |         | 7168683.26812 | 664876.10900 | 916.86974  | 8.9        | 9.4  | 24.4 | -1       | 33  | 34  |
| 4 | T12   |         | 7168726.12658 | 664708.11756 | 917.56675  | 5.7        | 5.4  | 14.5 | -8       | -5  | 33  |
| 5 | T13   |         | 7168780.92185 | 664999.78123 | 913.05721  | 10.1       | 12.0 | 81.5 | 54       | 75  | 76  |
| 6 | T14   |         | 7170794.62458 | 662385.12843 | 908.07461  | 6.8        | 5.9  | 16.1 | -14      | -6  | 23  |
| 7 | T15   |         | 7170640.82499 | 662202.61986 | 912.01143  | 6.2        | 5.5  | 15.0 | -10      | -9  | 31  |
| 8 | UFPR  |         | 7184267.12799 | 677928.35400 | 922.24000  | 0.0        | 0.0  | 0.0  | 0        | 0   | 0   |

SUBNET '2305' PROCESSED VECTORS (Distance-Azimuth-Elevation)

| # | Stations |     | Coordinates |               | Sigmas (mm)   |      |      | Corr.(%) |     |     |     |
|---|----------|-----|-------------|---------------|---------------|------|------|----------|-----|-----|-----|
|   | from     | to  | Distance(m) | Azimuth       | Elevation     | s(D) | s(A) | s(E)     | D-A | D-E | A-E |
| 1 | T12      | T09 | 4509.2535   | 105°52'49.97" | - 0°09'46.76" | 6.6  | 8.2  | 16.4     | 16  | 4   | 13  |
| 2 | T12      | T10 | 4425.4768   | 100°56'49.75" | - 0°09'44.89" | 2.0  | 2.5  | 5.5      | 26  | -1  | 20  |
| 3 | T12      | T11 | 173.4099    | 103°36'13.91" | - 0°13'52.98" | 8.0  | 7.3  | 20.7     | -8  | 22  | -64 |
| 4 | T12      | T13 | 296.8622    | 78°39'05.35"  | - 0°52'20.11" | 11.3 | 7.0  | 84.6     | -64 | 85  | -87 |
| 5 | T12      | T14 | 3111.1355   | 310°58'30.61" | - 0°11'20.77" | 14.2 | 9.0  | 23.4     | 37  | 28  | -30 |
| 6 | T12      | T15 | 3154.0242   | 306°40'44.27" | - 0°06'54.11" | 2.1  | 1.9  | 4.1      | 50  | -35 | -36 |
| 7 | T15      | T14 | 238.7558    | 49°10'55.83"  | - 0°56'45.69" | 2.3  | 3.3  | 6.5      | -24 | -20 | -21 |
| 8 | UFPR     | T12 | 20407.0721  | 219°37'28.15" | - 0°06'15.69" | 5.6  | 6.0  | 15.3     | -8  | -16 | -27 |

-----  
Mean weight matrix's estimations:

3.0 3.2 7.6 24 -18 -20  
-----

SUBNET '2305': CONTROL POINTS SUMMARY in WGS84( BLH )  
-----

| # | Point name | Status |        | Coordinates      |                  | Sigmas (mm) |        |        |        |
|---|------------|--------|--------|------------------|------------------|-------------|--------|--------|--------|
|   |            | Plane  | Height | Latitude         | Longitude        | height (m)  | s(Lat) | s(Lon) | s(Hei) |
| 1 | UFPR       | Fixed  | Fixed  | 25°26'54.13648"S | 49°13'51.41227"W | 919.2634    |        |        |        |

-----  
--



---

## 5.2 POLIGONAIS AUXILIARES



| Meridiano central: 51°00'00" |            | Datum: SAD-69     |          | Hemisfério: Sul                |               |             |          |
|------------------------------|------------|-------------------|----------|--------------------------------|---------------|-------------|----------|
| Estação                      | AH Plano   | DH Plana          | Desnível | Azim Plano                     | Norte         | Este        | Altitude |
| T9                           |            |                   |          |                                | 7.167.438,976 | 669.028,811 | 906,263  |
|                              | 1°19'49"   | 274,528           | -10,642  | 3°10'21"                       |               |             |          |
| J1                           |            |                   |          |                                | 7.167.713,083 | 669.044,004 | 895,621  |
|                              | 86°00'32"  | 289,388           | 9,677    | 269°10'51"                     |               |             |          |
| J2                           |            |                   |          |                                | 7.167.708,947 | 668.754,645 | 905,297  |
|                              | 172°47'54" | 303,418           | 10,527   | 261°58'44"                     |               |             |          |
| J3                           |            |                   |          |                                | 7.167.666,608 | 668.454,195 | 915,824  |
|                              | 229°07'45" | 142,138           | -4,261   | 311°06'27"                     |               |             |          |
| J4                           |            |                   |          |                                | 7.167.760,060 | 668.347,098 | 911,563  |
|                              | 161°19'15" | 300,707           | 5,301    | 292°25'41"                     |               |             |          |
| J5                           |            |                   |          |                                | 7.167.874,786 | 668.069,137 | 916,865  |
|                              | 161°26'33" | 86,797            | -1,154   | 273°52'13"                     |               |             |          |
| J6                           |            |                   |          |                                | 7.167.880,645 | 667.982,537 | 915,710  |
|                              | 180°33'59" | 267,806           | -3,4     | 274°26'11"                     |               |             |          |
| J7                           |            |                   |          |                                | 7.167.901,360 | 667.715,534 | 912,310  |
|                              | 178°04'24" | 447,895           | -7,497   | 272°30'33"                     |               |             |          |
| J8                           |            |                   |          |                                | 7.167.920,970 | 667.268,068 | 904,812  |
|                              | 164°40'27" | 305,396           | -4,925   | 257°10'58"                     |               |             |          |
| J9                           |            |                   |          |                                | 7.167.853,221 | 666.970,281 | 899,887  |
|                              | 193°03'00" | 544,104           | -9,609   | 270°13'56"                     |               |             |          |
| J10                          |            |                   |          |                                | 7.167.855,426 | 666.426,181 | 890,278  |
|                              | 221°58'38" | 120,303           | -4,072   | 312°12'31"                     |               |             |          |
| J11                          |            |                   |          |                                | 7.167.936,249 | 666.337,073 | 886,206  |
|                              | 179°50'58" | 359,004           | -14,214  | 312°03'26"                     |               |             |          |
| J12                          |            |                   |          |                                | 7.168.176,736 | 666.070,521 | 871,992  |
|                              | 179°32'04" | 149,103           | -0,39    | 311°35'29"                     |               |             |          |
| J13                          |            |                   |          |                                | 7.168.275,712 | 665.959,007 | 871,602  |
|                              | 180°52'40" | 84,413            | -1,827   | 312°28'07"                     |               |             |          |
| J14                          |            |                   |          |                                | 7.168.332,707 | 665.896,741 | 869,775  |
|                              | 184°16'24" | 61,713            | 3,702    | 316°44'30"                     |               |             |          |
| J15                          |            |                   |          |                                | 7.168.377,650 | 665.854,449 | 873,478  |
|                              | 166°30'35" | 71,178            | -3,693   | 303°15'04"                     |               |             |          |
| J16                          |            |                   |          |                                | 7.168.416,678 | 665.794,925 | 869,784  |
|                              | 189°21'13" | 174,262           | 0,331    | 312°36'17"                     |               |             |          |
| J17                          |            |                   |          |                                | 7.168.534,642 | 665.666,661 | 870,115  |
|                              | 181°06'23" | 119,756           | 13,1     | 313°42'40"                     |               |             |          |
| J18                          |            |                   |          |                                | 7.168.617,396 | 665.580,097 | 883,215  |
|                              | 147°06'32" | 171,676           | 5,118    | 280°49'12"                     |               |             |          |
| J19                          |            |                   |          |                                | 7.168.649,624 | 665.411,473 | 888,333  |
|                              | 157°04'53" | 149,012           | 11,12    | 257°54'05"                     |               |             |          |
| J20                          |            |                   |          |                                | 7.168.618,392 | 665.265,771 | 899,453  |
|                              | 183°36'34" | 289,377           | 8,913    | 261°30'39"                     |               |             |          |
| J21                          |            |                   |          |                                | 7.168.575,675 | 664.979,565 | 908,366  |
|                              | 217°29'14" | 310,353           | 9,079    | 298°59'53"                     |               |             |          |
| T12                          |            |                   |          |                                | 7.168.726,127 | 664.708,118 | 917,445  |
|                              | 345°18'52" |                   |          | 104°18'45"                     |               |             |          |
|                              |            | <b>Observados</b> |          | <b>Compensados</b>             |               |             |          |
| <b>Perímetro</b>             |            | 5.023,2083m       |          | 5.022,3269m                    |               |             |          |
| <b>Área</b>                  |            |                   |          |                                |               |             |          |
|                              |            | <b>Erros</b>      |          | <b>Tolerâncias</b>             |               | <b>Fora</b> |          |
| <b>Angular</b>               |            | 0°00'26,1"        |          | 0°00'48,0" (= 0°00'10,0" × N½) |               |             |          |
| <b>Relativo</b>              |            | 1:34863           |          | 1:10000                        |               |             |          |
| <b>Linear</b>                |            | 0,1441m           |          |                                |               |             |          |
| <b>Eixo Norte</b>            |            | 0,0559m           |          |                                |               |             |          |
| <b>Eixo Este</b>             |            | 0,1328m           |          |                                |               |             |          |
| <b>Altimétrico</b>           |            | 0,031m            |          | 0,045m (= 20mm × K½)           |               |             |          |



| Meridiano central: <input type="text" value="51°00'00"/> Datum: <input type="text" value="SAD-69"/> Hemisfério: <input type="text" value="Sul"/> |            |          |          |            |               |            |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|------------|---------------|------------|----------|
| Estação                                                                                                                                          | AH Plano   | DH Plana | Desnível | Azim Plano | Norte         | Este       | Altitude |
| T12                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.726,127 | 664.708,12 | 917,445  |
| J22                                                                                                                                              | 135°27'23" | 93,081   | 1,004    | 239°46'10" | 7.168.679,263 | 664.627,70 | 918,449  |
| J23                                                                                                                                              | 180°02'04" | 43,544   | -2,082   | 239°48'15" | 7.168.657,362 | 664.590,06 | 916,367  |
| J24                                                                                                                                              | 174°17'34" | 46,617   | -3,360   | 234°05'50" | 7.168.630,025 | 664.552,30 | 913,007  |
| J25                                                                                                                                              | 174°27'13" | 57,415   | 0,067    | 228°33'04" | 7.168.592,019 | 664.509,27 | 913,073  |
| J26                                                                                                                                              | 181°39'15" | 48,589   | 0,494    | 230°12'20" | 7.168.560,920 | 664.471,93 | 913,568  |
| J27                                                                                                                                              | 179°43'12" | 91,751   | -6,133   | 229°55'33" | 7.168.501,853 | 664.401,72 | 907,435  |
| J28                                                                                                                                              | 178°58'29" | 68,704   | 0,176    | 228°54'02" | 7.168.456,689 | 664.349,95 | 907,612  |
| J29                                                                                                                                              | 182°17'45" | 58,019   | -6,752   | 231°11'47" | 7.168.420,332 | 664.304,74 | 900,86   |
| J30                                                                                                                                              | 188°06'11" | 85,319   | -5,627   | 239°17'58" | 7.168.376,772 | 664.231,37 | 895,233  |
| J31                                                                                                                                              | 202°36'02" | 74,034   | 0,905    | 261°53'59" | 7.168.366,340 | 664.158,08 | 896,138  |
| J32                                                                                                                                              | 178°38'38" | 41,834   | -4,841   | 260°32'35" | 7.168.359,466 | 664.116,81 | 891,297  |
| J33                                                                                                                                              | 195°56'43" | 72,833   | -3,213   | 276°29'17" | 7.168.367,696 | 664.044,45 | 888,084  |
| J34                                                                                                                                              | 169°21'05" | 29,867   | 3,969    | 265°50'21" | 7.168.365,529 | 664.014,66 | 892,053  |
| J35                                                                                                                                              | 188°37'44" | 80,112   | -2,103   | 274°28'03" | 7.168.371,769 | 663.934,79 | 889,95   |
| J36                                                                                                                                              | 180°11'59" | 108,032  | -5,172   | 274°40'01" | 7.168.380,559 | 663.827,12 | 884,779  |
| J37                                                                                                                                              | 186°41'23" | 49,512   | -0,470   | 281°21'21" | 7.168.390,308 | 663.778,57 | 884,308  |
| J38                                                                                                                                              | 174°39'13" | 81,783   | 6,594    | 276°00'32" | 7.168.398,869 | 663.697,24 | 890,902  |
| J39                                                                                                                                              | 189°40'45" | 70,583   | -2,526   | 285°41'15" | 7.168.417,954 | 663.629,29 | 888,376  |
| J40                                                                                                                                              | 164°42'24" | 40,446   | 0,533    | 270°23'36" | 7.168.418,232 | 663.588,84 | 888,909  |
| J41                                                                                                                                              | 180°44'31" | 59,464   | -1,497   | 271°08'05" | 7.168.419,410 | 663.529,39 | 887,412  |
| J42                                                                                                                                              | 202°10'50" | 82,918   | 3,259    | 293°18'52" | 7.168.452,227 | 663.453,24 | 890,671  |
| J43                                                                                                                                              | 200°55'06" | 66,975   | 3,548    | 314°13'55" | 7.168.498,946 | 663.405,25 | 894,219  |
| J44                                                                                                                                              | 186°18'13" | 49,313   | 2,153    | 320°32'05" | 7.168.537,016 | 663.373,91 | 896,372  |
| J45                                                                                                                                              | 210°41'03" | 47,047   | -4,896   | 351°13'05" | 7.168.583,511 | 663.366,73 | 891,476  |
| J46                                                                                                                                              | 179°54'48" | 65,085   | 6,264    | 351°07'50" | 7.168.647,818 | 663.356,69 | 897,74   |
| J47                                                                                                                                              | 177°26'35" | 104,458  | 3,763    | 348°34'22" | 7.168.750,206 | 663.336,00 | 901,504  |
|                                                                                                                                                  | 179°27'31" | 60,079   | -2,500   | 348°01'51" |               |            |          |



| Meridiano central: <input type="text" value="51°00'00"/> Datum: <input type="text" value="SAD-69"/> Hemisfério: <input type="text" value="Sul"/> |            |          |          |            |               |            |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|------------|---------------|------------|----------|
| Estação                                                                                                                                          | AH Plano   | DH Plana | Desnível | Azim Plano | Norte         | Este       | Altitude |
| J48                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.808,979 | 663.323,54 | 899,004  |
|                                                                                                                                                  | 182°04'23" | 34,949   | 0,538    | 350°06'11" |               |            |          |
| J49                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.843,408 | 663.317,53 | 899,542  |
|                                                                                                                                                  | 178°01'55" | 28,503   | -5,585   | 348°08'04" |               |            |          |
| J50                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.871,302 | 663.311,67 | 893,957  |
|                                                                                                                                                  | 179°32'43" | 79,481   | 2,775    | 347°40'45" |               |            |          |
| J51                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.948,952 | 663.294,71 | 896,732  |
|                                                                                                                                                  | 159°49'23" | 33,005   | 1,731    | 327°30'06" |               |            |          |
| J52                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.168.976,789 | 663.276,98 | 898,463  |
|                                                                                                                                                  | 180°10'39" | 44,241   | -0,348   | 327°40'44" |               |            |          |
| J53                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.014,175 | 663.253,32 | 898,115  |
|                                                                                                                                                  | 155°50'26" | 58,621   | 6,408    | 303°31'08" |               |            |          |
| J54                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.046,547 | 663.204,45 | 904,523  |
|                                                                                                                                                  | 179°18'16" | 64,504   | 2,664    | 302°49'23" |               |            |          |
| J55                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.081,511 | 663.150,24 | 907,187  |
|                                                                                                                                                  | 177°23'27" | 71,331   | 0,782    | 300°12'48" |               |            |          |
| J56                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.117,406 | 663.088,60 | 907,97   |
|                                                                                                                                                  | 179°14'26" | 105,488  | 4,930    | 299°27'12" |               |            |          |
| J57                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.169,276 | 662.996,75 | 912,899  |
|                                                                                                                                                  | 180°00'13" | 45,507   | -1,906   | 299°27'23" |               |            |          |
| J58                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.191,654 | 662.957,12 | 910,993  |
|                                                                                                                                                  | 178°58'41" | 133,167  | -5,060   | 298°26'02" |               |            |          |
| J59                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.255,061 | 662.840,02 | 905,933  |
|                                                                                                                                                  | 180°32'17" | 44,561   | -0,682   | 298°58'17" |               |            |          |
| J60                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.276,645 | 662.801,04 | 905,251  |
|                                                                                                                                                  | 194°19'58" | 93,154   | -1,736   | 313°18'13" |               |            |          |
| J61                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.340,536 | 662.733,25 | 903,515  |
|                                                                                                                                                  | 191°46'16" | 41,379   | -0,556   | 325°04'27" |               |            |          |
| J62                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.374,462 | 662.709,56 | 902,96   |
|                                                                                                                                                  | 181°40'01" | 56,263   | -2,000   | 326°44'26" |               |            |          |
| J63                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.421,509 | 662.678,70 | 900,96   |
|                                                                                                                                                  | 118°20'29" | 46,351   | -1,033   | 265°04'53" |               |            |          |
| J64                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.417,535 | 662.632,52 | 899,927  |
|                                                                                                                                                  | 278°17'12" | 196,134  | -7,042   | 3°22'02"   |               |            |          |
| J65                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.613,330 | 662.644,04 | 892,884  |
|                                                                                                                                                  | 176°13'24" | 384,530  | -6,781   | 359°35'25" |               |            |          |
| J66                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.169.997,850 | 662.641,29 | 886,103  |
|                                                                                                                                                  | 184°26'05" | 118,168  | -0,526   | 4°01'30"   |               |            |          |
| J67                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.115,726 | 662.649,58 | 885,578  |
|                                                                                                                                                  | 219°12'44" | 33,680   | 3,502    | 43°14'15"  |               |            |          |
| J68                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.140,263 | 662.672,66 | 889,08   |
|                                                                                                                                                  | 106°08'38" | 60,965   | 7,030    | 329°22'54" |               |            |          |
| J69                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.192,728 | 662.641,61 | 896,11   |
|                                                                                                                                                  | 177°47'08" | 56,212   | 0,005    | 327°10'02" |               |            |          |
| J70                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.239,960 | 662.611,13 | 896,115  |
|                                                                                                                                                  | 178°43'26" | 80,708   | 1,893    | 325°53'29" |               |            |          |
| J71                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.306,785 | 662.565,87 | 898,008  |
|                                                                                                                                                  | 188°07'32" | 65,743   | -1,107   | 334°01'02" |               |            |          |
| J72                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.365,883 | 662.537,07 | 896,902  |
|                                                                                                                                                  | 196°02'04" | 35,860   | 2,560    | 350°03'07" |               |            |          |
| J73                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.401,203 | 662.530,87 | 899,462  |
|                                                                                                                                                  | 179°50'19" | 46,162   | -1,437   | 349°53'27" |               |            |          |
| J74                                                                                                                                              |            |          |          |            | 7.170.446,648 | 662.522,77 | 898,026  |
|                                                                                                                                                  | 187°06'25" | 80,335   | 1,343    | 356°59'54" |               |            |          |





| Meridiano central: <div>51°00'00"</div> Datum: <div>SAD-69</div> Hemisfério: <div>Sul</div> |            |          |          |            |               |            |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|------------|---------------|------------|----------|
| Estação                                                                                     | AH Plano   | DH Plana | Desnível | Azim Plano | Norte         | Este       | Altitude |
| J75                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.526,873 | 662.518,56 | 899,369  |
|                                                                                             | 169°31'00" | 72,014   | 3,903    | 346°30'55" |               |            |          |
| J76                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.596,902 | 662.501,77 | 903,273  |
|                                                                                             | 158°23'06" | 77,037   | -3,474   | 324°54'04" |               |            |          |
| J77                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.659,931 | 662.457,48 | 899,799  |
|                                                                                             | 165°22'01" | 59,221   | 1,169    | 310°16'07" |               |            |          |
| J78                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.698,210 | 662.412,29 | 900,968  |
|                                                                                             | 178°26'37" | 50,558   | 5,409    | 308°42'46" |               |            |          |
| J79                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.729,830 | 662.372,84 | 906,377  |
|                                                                                             | 242°01'38" | 65,950   | 1,531    | 10°44'25"  |               |            |          |
| T14                                                                                         |            |          |          |            | 7.170.794,625 | 662.385,13 | 907,908  |
|                                                                                             | 39°08'17"  |          |          | 229°52'45" |               |            |          |

|           | Observados  | Compensados |
|-----------|-------------|-------------|
| Perímetro | 4.242,0946m | 4.241,1950m |
| Área      |             |             |

|             | Erros      | Tolerâncias                    | Fora |
|-------------|------------|--------------------------------|------|
| Angular     | 0°00'46,9" | 0°01'17,5" (= 0°00'10,0" × N½) |      |
| Relativo    | 1:16752    | 1:10000                        |      |
| Linear      | 0,2532m    |                                |      |
| Eixo Norte  | 0,0371m    |                                |      |
| Eixo Este   | 0,2505m    |                                |      |
| Altimétrico | 0,028m     | 0,041m (= 20mm × K½)           |      |

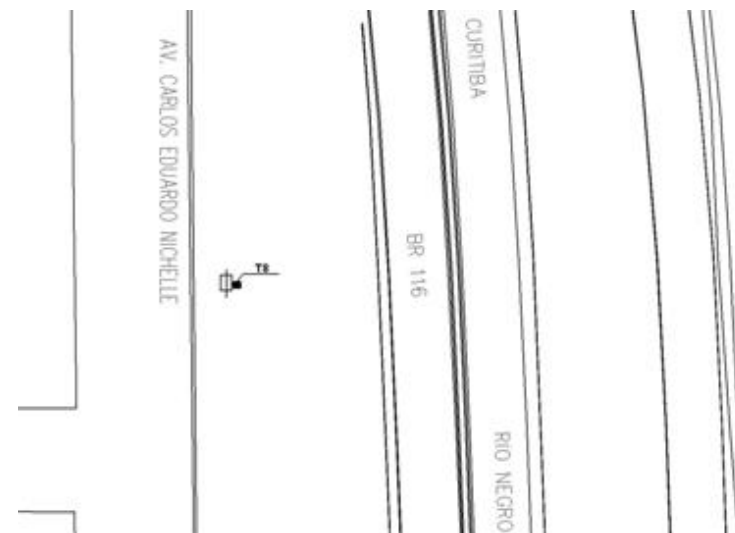


---

### 5.3 MONOGRAFIA DE MARCOS

|                                                                                                                          |                         |                             |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                | <b>COMEC / 2012</b>     | Nome da Estação:            | <b>T08</b>                |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                      |                         |                             |                           |
| Estado:                                                                                                                  | <b>PARANÁ</b>           | Município:                  | <b>FAZENDA RIO GRANDE</b> |
| Bairro:                                                                                                                  |                         | Local:                      | <b>BR-116</b>             |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                               |                         |                             |                           |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                            |                         | <b>SIRGAS</b>               |                           |
| $\phi =$                                                                                                                 | 25°37'58,6421"S         | $\phi =$                    | 25°38'00,41475"S          |
| $\lambda =$                                                                                                              | 49°18'47,5092"W         | $\lambda =$                 | 49°18'49,22454"W          |
| N=                                                                                                                       | 7.163.874,4984m         | N =                         | 7.163.829,818 m           |
| E=                                                                                                                       | 669.348,4665m           | E =                         | 669.298,663 m             |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                |                         |                             |                           |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                               |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                           |
| H =                                                                                                                      | -                       | H =                         | 875,732m                  |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TOPCON</b><br><b>Modelo: LEGACY</b>                                 |                         |                             |                           |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.  |                         |                             |                           |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                        |                         |                             |                           |
| Marco localizado no km 125,44 da BR-116 sentido Fazenda Rio Grande lado direito da marginal Av. Carlos Eduardo Nichelle. |                         |                             |                           |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                 | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                           |
| <b>T08</b>                                                                                                               | <b>T04/T07</b>          |                             |                           |

**CROQUI**

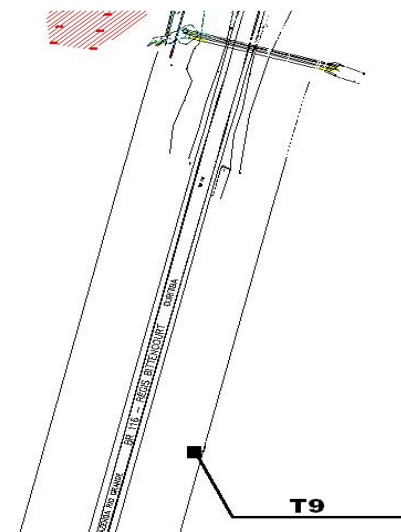


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                         |                     |                             |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                               | <b>COMEC / 2012</b> | Nome da Estação:            | <b>T09</b>             |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                     |                     |                             |                        |
| Estado:                                                                                                                 | <b>PARANÁ</b>       | Município:                  | <b>CURITIBA</b>        |
| Bairro:                                                                                                                 |                     | Local:                      | <b>BR-116 - KM 122</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                              |                     |                             |                        |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                           |                     | <b>SIRGAS</b>               |                        |
| $\phi =$                                                                                                                | 25°36'02,9466"S     | $\phi =$                    | 25°36'04,7187"S        |
| $\lambda =$                                                                                                             | 49°19'00,5908"W     | $\lambda =$                 | 49°19'02,3057"W        |
| N=                                                                                                                      | 7.167.438,9758 m    | N=                          | 7.167.394,291 m        |
| E=                                                                                                                      | 669.028,8108 m      | E=                          | 668.979,017 m          |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                               |                     |                             |                        |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                              |                     | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                        |
| H =                                                                                                                     | -                   | H =                         | 906,263 m              |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TOPCON</b><br><b>Modelo: LEGACY</b>                                |                     |                             |                        |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo. |                     |                             |                        |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                       |                     |                             |                        |
| Marco localizado no km 121,80 da BR-116, sentido Fazenda Rio Grande ao lado esquerdo, a 660m do portão da Eletrosul.    |                     |                             |                        |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                |                     | VÉRTICES INTERVISÍVEIS:     |                        |
| <b>T09</b>                                                                                                              |                     | <b>T10</b>                  |                        |

**CROQUI**

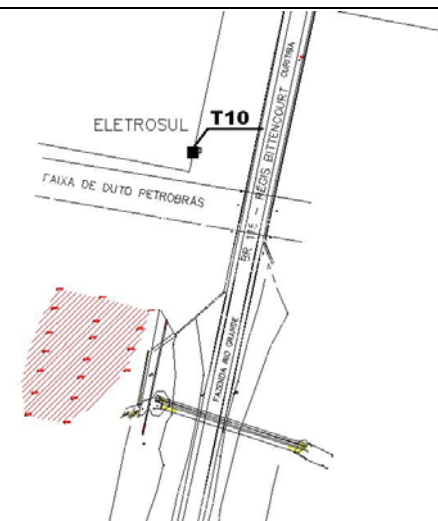


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                                                      |                     |           |                             |                       |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                            | <b>COMEC / 2012</b> |           | Nome da Estação:            | <b>T10</b>            |                                            |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                  |                     |           |                             |                       |                                            |
| Estado:                                                                                                                                              | <b>PARANÁ</b>       |           | Município:                  | <b>CURITIBA</b>       |                                            |
| Bairro:                                                                                                                                              |                     |           | Local:                      | <b>BR116 - KM 122</b> |                                            |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                           |                     |           |                             |                       |                                            |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                        |                     |           | <b>SIRGAS</b>               |                       |                                            |
| $\phi =$                                                                                                                                             | 25°35'50,1622"S     | <b>N=</b> | 7.167.832,2387 m            | $\phi =$              | 25°35'51,9343"S <b>N =</b> 7.167.787,553 m |
| $\lambda =$                                                                                                                                          | 49°19'00,3163"W     | <b>E=</b> | 669.041,4643 m              | $\lambda =$           | 49°19'02,0312"W <b>E =</b> 668.991,671 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                            |                     |           |                             |                       |                                            |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                           |                     |           | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                       |                                            |
| <b>H =</b>                                                                                                                                           |                     |           | <b>H =</b>                  | 906,444m              |                                            |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TRIMBLE</b><br><b>Modelo: 5700</b>                                                              |                     |           |                             |                       |                                            |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                              |                     |           |                             |                       |                                            |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                    |                     |           |                             |                       |                                            |
| Marco localizado no km 121,40 da BR-116, sentido Fazenda Rio Grande ao lado direito, a 250m do portão da Eletrosul, entre a cerca de tela e o poste. |                     |           |                             |                       |                                            |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                             |                     |           | VÉRTICES INTERVISÍVEIS:     |                       |                                            |
| <b>T10</b>                                                                                                                                           |                     |           | <b>T09</b>                  |                       |                                            |

**CROQUI**



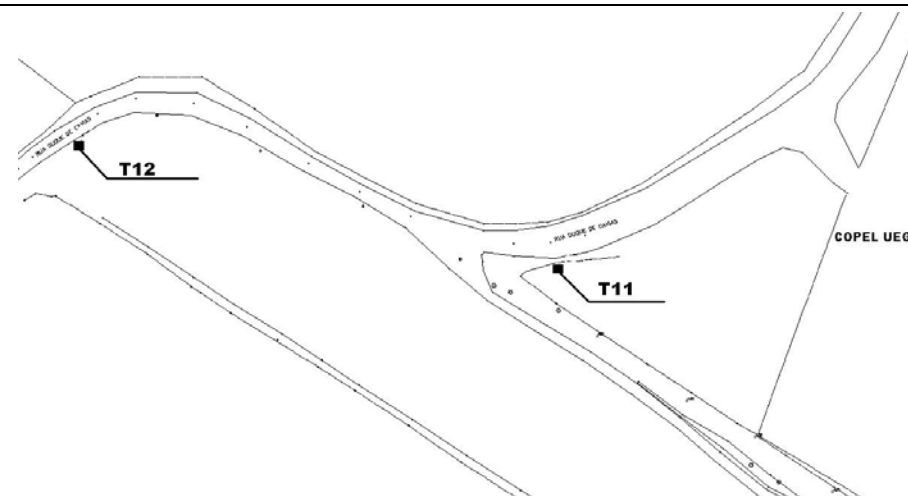
**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**





|                                                                                                                                                                                                                    |                     |                             |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                          | <b>COMEC / 2012</b> | Nome da Estação:            | <b>T11</b>                 |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                |                     |                             |                            |
| Estado:                                                                                                                                                                                                            | <b>PARANÁ</b>       | Município:                  | <b>ARAUCÁRIA</b>           |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                            |                     | Local:                      | <b>RUA DUQUE DE CAXIAS</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                         |                     |                             |                            |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                      |                     | <b>SIRGAS</b>               |                            |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                           | 25°35'24,2047"S     | $\phi =$                    | 25°35'25,9762"S            |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                        | 49°21'29,9614"W     | $\lambda =$                 | 49°21'31,6774"W            |
| N=                                                                                                                                                                                                                 | 7.168.683,2681 m    | N =                         | 7.168.638,580 m            |
| E=                                                                                                                                                                                                                 | 664.876,1090 m      | E =                         | 664.826,327 m              |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                          |                     |                             |                            |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                         |                     | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                            |
| H =                                                                                                                                                                                                                | -                   | H =                         | 916,818 m                  |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TOPCON</b><br><b>Modelo: LEGACY</b><br><b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze enrustada no topo do mesmo. |                     |                             |                            |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                  |                     |                             |                            |
| Marco localizado na Rua Duque Caxias a 100m do portão principal da usina da COPEL.                                                                                                                                 |                     |                             |                            |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                           |                     | VÉRTICES INTERVISÍVEIS:     |                            |
| <b>T11</b>                                                                                                                                                                                                         |                     | <b>T10 - T12</b>            |                            |

**CROQUI**

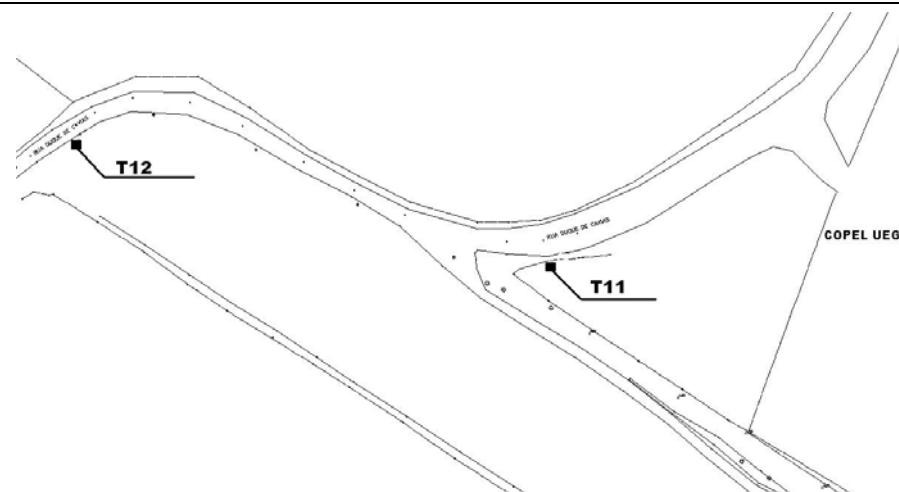


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                                                                                                                   |                     |                             |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                         | <b>COMEC / 2012</b> | Nome da Estação:            | <b>T12</b>                 |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                               |                     |                             |                            |
| Estado:                                                                                                                                                                                                           | <b>PARANÁ</b>       | Município:                  | <b>ARAUCÁRIA</b>           |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                           |                     | Local:                      | <b>RUA DUQUE DE CAXIAS</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                        |                     |                             |                            |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                     |                     | <b>SIRGAS</b>               |                            |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                          | 25°35'22,8795"S     | $\phi =$                    | 25°35'24,6510"S            |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                       | 49°21'36,0002"W     | $\lambda =$                 | 49°21'37,7162"W            |
| N=                                                                                                                                                                                                                | 7.168.726,1265 m    | N=                          | 7.168.681,439 m            |
| E=                                                                                                                                                                                                                | 664.708,1175 m      | E=                          | 664.658,336 m              |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                         |                     |                             |                            |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                        |                     | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                            |
| H =                                                                                                                                                                                                               | -                   | H =                         | 917,445 m                  |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TRIMBLE</b><br><b>Modelo: 5700</b><br><b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze enrustada no topo do mesmo. |                     |                             |                            |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                 |                     |                             |                            |
| Marco localizado na Rua Duque Caxias a 300m do portão principal da usina da COPEL, próximo ao poste.                                                                                                              |                     |                             |                            |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                          |                     | VÉRTICES INTERVISÍVEIS:     |                            |
| <b>T12</b>                                                                                                                                                                                                        |                     | <b>T11</b>                  |                            |

**CROQUI**

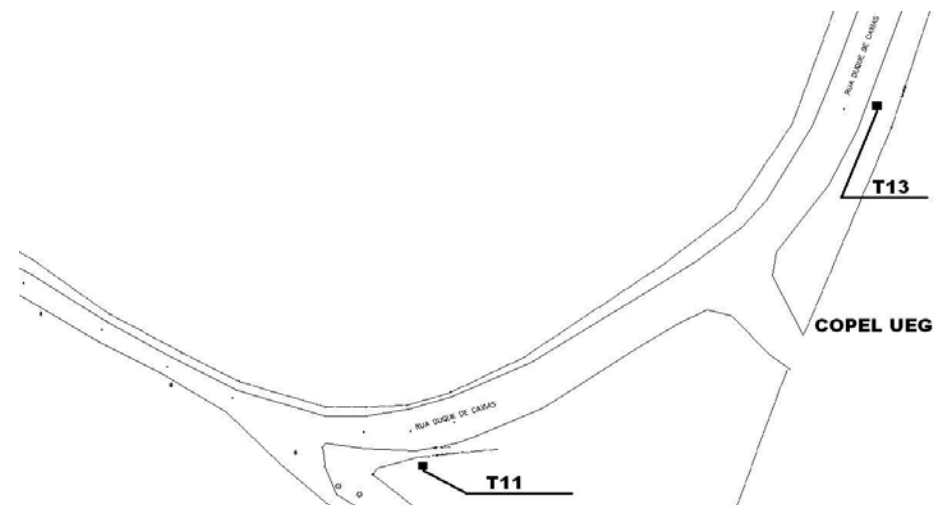


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                           | <b>COMEC / 2012</b>     | Nome da Estação:            | <b>T13</b>                 |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                 |                         |                             |                            |
| Estado:                                                                                                                                                                                                             | <b>PARANÁ</b>           | Município:                  | <b>ARAUCÁRIA</b>           |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                             |                         | Local:                      | <b>RUA DUQUE DE CAXIAS</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                          |                         |                             |                            |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                       |                         | <b>SIRGAS</b>               |                            |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                            | 25°35'20,9816"S         | $\phi =$                    | 25°35'22,7531"S            |
| $N =$                                                                                                                                                                                                               | 7.168.780,9218 m        | $N =$                       | 7.168.736.234 m            |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                         | 49°21'25,5731"W         | $\lambda =$                 | 49°21'27,2891"W            |
| $E =$                                                                                                                                                                                                               | 664.999,7812 m          | $E =$                       | 664.949,999 m              |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                           |                         |                             |                            |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                          |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                            |
| $H =$                                                                                                                                                                                                               | -                       | $H =$                       | 913,097m                   |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TOPCON</b><br><b>Modelo: LEGACY</b><br><b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo. |                         |                             |                            |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                   |                         |                             |                            |
| Marco localizado na Rua Duque Caxias a 50m após entrada do portão principal da usina da COPEL, próximo ao poste.                                                                                                    |                         |                             |                            |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                            | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                            |
| <b>T13</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>T11</b>              |                             |                            |

**CROQUI**



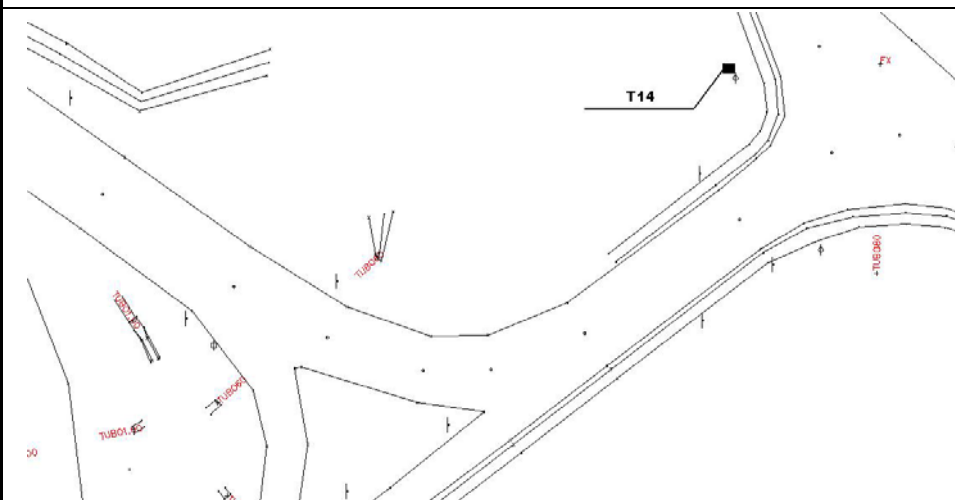
**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**





|                                                                                                                                                                                                                    |                         |                             |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                          | <b>COMEC / 2012</b>     | Nome da Estação:            | <b>T14</b>              |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                |                         |                             |                         |
| Estado:                                                                                                                                                                                                            | <b>PARANÁ</b>           | Município:                  | <b>ARAUCÁRIA</b>        |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                            |                         | Local:                      | <b>RODOVIA DO XISTO</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                         |                         |                             |                         |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                      |                         | <b>SIRGAS</b>               |                         |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                           | 25°34'16,5880"S         | $\phi =$                    | 25°34'18,3590"S         |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                        | 49°23'00,1450"W         | $\lambda =$                 | 49°23'01,8614"W         |
| N=                                                                                                                                                                                                                 | 7.170.794,6245 m        | N =                         | 7.170.749,931 m         |
| E=                                                                                                                                                                                                                 | 662.385,1284 m          | E =                         | 662.335,358 m           |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                          |                         |                             |                         |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                         |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                         |
| H =                                                                                                                                                                                                                | -                       | H =                         | 907,914m                |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TOPCON</b><br><b>Modelo: LEGACY</b><br><b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze enrustada no topo do mesmo. |                         |                             |                         |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                  |                         |                             |                         |
| Marco localizado na interseção da BR 476 (rodovia do Xisto) entroncamento com PR 423, no acesso a empresa CSN.                                                                                                     |                         |                             |                         |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                           | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                         |
| <b>T14</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>T15</b>              |                             |                         |

**CROQUI**

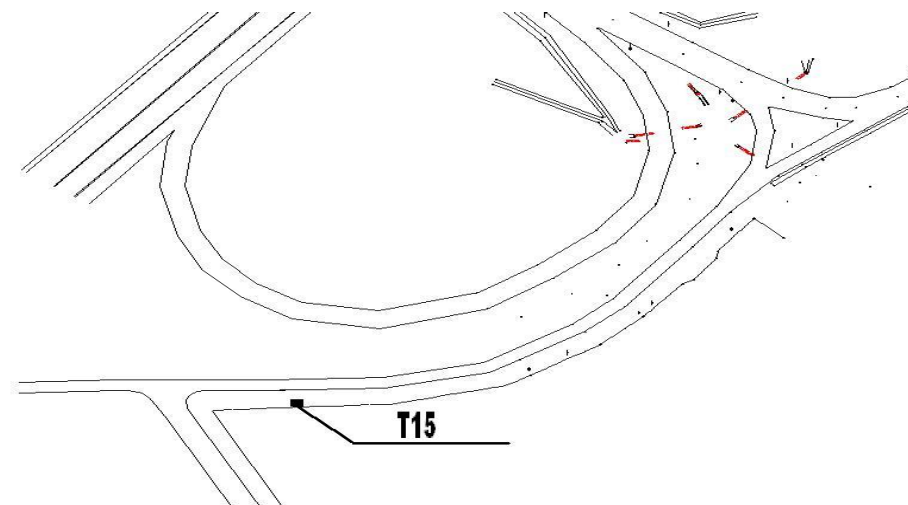


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                         |                     |                             |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                               | <b>COMEC / 2012</b> | Nome da Estação:            | <b>T15</b>              |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                     |                     |                             |                         |
| Estado:                                                                                                                 | <b>PARANÁ</b>       | Município:                  | <b>ARAUCÁRIA</b>        |
| Bairro:                                                                                                                 | <b>GUATUPÊ</b>      | Local:                      | <b>RODOVIA DO XISTO</b> |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                              |                     |                             |                         |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                           |                     | <b>SIRGAS</b>               |                         |
| $\phi =$                                                                                                                | 25°34'21,6581"S     | $\phi =$                    | 25°34'23,4291"S         |
| $\lambda =$                                                                                                             | 49°23'06,6169"W     | $\lambda =$                 | 49°23'08,3335"W         |
| N=                                                                                                                      | 7.170.640,8249 m    | N =                         | 7.170.596,132 m         |
| E=                                                                                                                      | 662.202,6198 m      | E =                         | 662.152,850 m           |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                               |                     |                             |                         |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                              |                     | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                         |
| H                                                                                                                       | -                   | H                           | 911,844 m               |
| <b>Equipamento utilizado: GPS L1/L2</b><br><b>Marca: TRIMBLE</b><br><b>Modelo: 5700</b>                                 |                     |                             |                         |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo. |                     |                             |                         |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                       |                     |                             |                         |
| Marco localizado na interseção da BR-476 (Rodovia do Xisto) entroncamento com PR-423.                                   |                     |                             |                         |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                |                     | VÉRTICES INTERVISÍVEIS:     |                         |
| <b>T15</b>                                                                                                              |                     | <b>T14</b>                  |                         |

**CROQUI**



**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



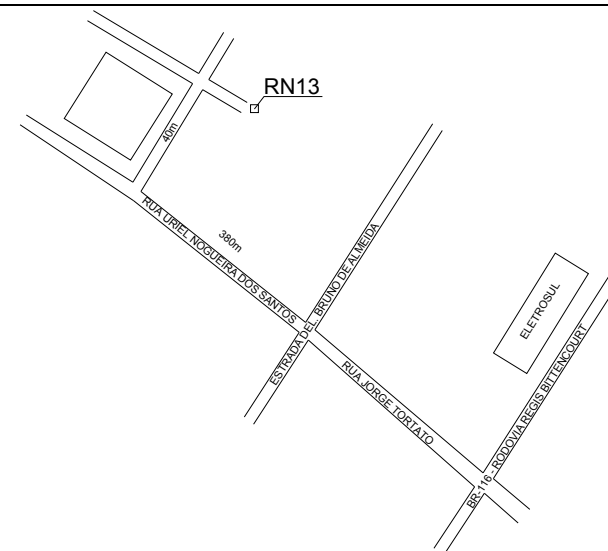


---

#### 5.4 MONOGRAFIA DE REFERÊNCIA DE NÍVEL

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |                             |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>COMEC / 2012</b>     | Nome da Estação:            | <b>RN13</b>     |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                 |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>PARANÁ</b>           | Município:                  | <b>CURITIBA</b> |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>CAMPO DE SANTANA</b> | Local:                      |                 |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |                             |                 |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         | <b>SIRGAS</b>               |                 |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25°35'50,0496"S         | $\phi =$                    | 25°35'51,8401"S |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 49°19'35,3426"W         | $\lambda =$                 | 49°19'37,0804"W |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7.167.848,076 m         | N=                          | 7.167.803,392 m |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 668.064,236 m           | E=                          | 668.014,444 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                             |                 |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                 |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | -                       | H =                         | 917,703 m       |
| <b>Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                 |
| <b>Descrição:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                             |                 |
| Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                             |                 |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                             |                 |
| Seguindo pela BR-116 (Rodovia Regis Bittencourt) segue sentido Fazenda Rio Grande, passando a empresa Eletrosul vira a primeira rua a direita na Rua Jorge Tortato. Segue reto até cruzar a Estrada Del. Bruno de Almeida e continua reto pela Rua Uriel Nogueira dos Santos. Passando 380 m vira a direita, na esquina da quadra vira a direita novamente passa uns 40 m em uma estrada de chão e chega no marco RN13. |                         |                             |                 |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                 |
| <b>RN13</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                       |                             |                 |

**CROQUI**



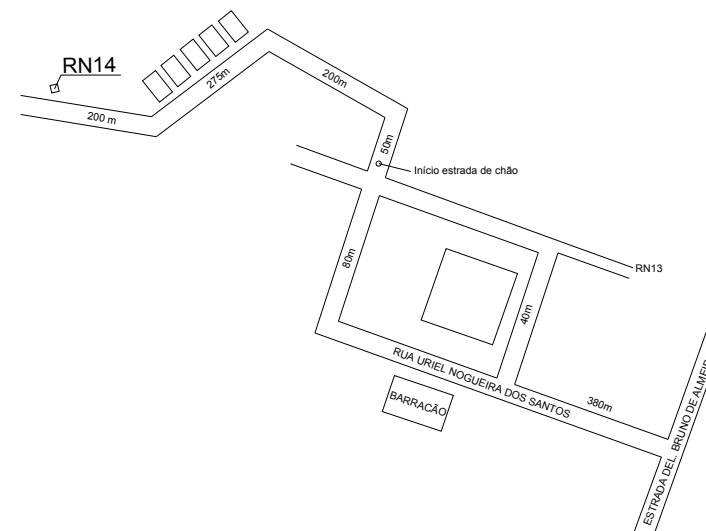
**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                             |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>COMEC / 2012</b>     | Nome da Estação:            | <b>RN14</b>     |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                             |                 |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>PARANÁ</b>           | Município:                  | <b>CURITIBA</b> |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>CAMPO DE SANTANA</b> | Local:                      |                 |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |                             |                 |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         | <b>SIRGAS</b>               |                 |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 25°35'46,8944"S         | $\phi =$                    | 25°35'48,6848"S |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 49°20'08,1891"W         | $\lambda =$                 | 49°20'09,9272"W |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7.167.956,693m          | N=                          | 7.167.912,009 m |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 667.149,002m            | E=                          | 667.099,212 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                             |                 |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                 |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                       | H =                         | 901,869 m       |
| <b>Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |                             |                 |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                                                                                                                                                                                               |                         |                             |                 |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                 |
| Seguindo pela Rua Uriel Nogueira dos Santos passa um barracão do lado esquerdo, terminando a rua vira a direita, segue 80 m e a vira estrada de chão, segue reto 250 m, na primeira rua vira a esquerda, segue na estrada de chão por mais 475 m e do lado direito próximo de um posto de luz chega-se ao marco RN14. |                         |                             |                 |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                 |
| <b>RN14</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -                       |                             |                 |

### CROQUI

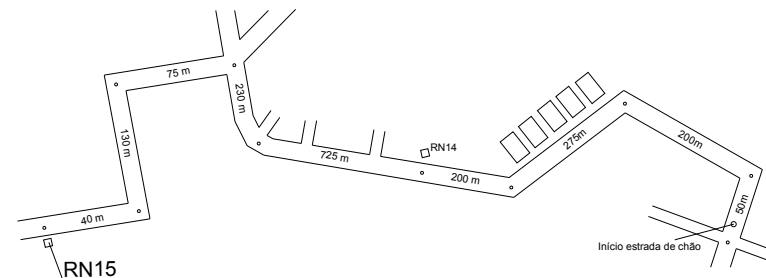


### FOTO DA LOCALIZAÇÃO



|                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                             |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                      | COMEC / 2012            | Nome da Estação:            | RN15            |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                            |                         |                             |                 |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                        | PARANÁ                  | Município:                  | CURITIBA        |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                        | CAMPO DE SANTANA        | Local:                      |                 |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                 |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | <b>SIRGAS</b>               |                 |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                       | 25°35'47,1236"S         | $\phi =$                    | 25°35'48,9139"S |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                    | 49°20'40,0713"W         | $\lambda =$                 | 49°20'41,8095"W |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.167.960,779 m         | N =                         | 7.167.916,094 m |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                             | 666.259,364 m           | E =                         | 666.209,576 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                             |                 |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                 |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                            | -                       | H =                         | 878,853m        |
| Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250                                                                                                                                                                                                   |                         |                             |                 |
| <p><b>Descrição:</b></p> <p>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.</p>                                                                                                                             |                         |                             |                 |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                              |                         |                             |                 |
| <p>Passando o marco RN14, segue reto 725 m pela estrada de chão, vira a primeira rua a esquerda, segue 75 m, vira a esquerda novamente. Segue 130m, vira a direita e 40m para frente do lado esquerdo próximo a um poste de luz encontra-se o marco RN-15.</p> |                         |                             |                 |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                       | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                 |
| RN15                                                                                                                                                                                                                                                           | -                       |                             |                 |

**CROQUI**



**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |                             |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | COMEC / 2012            | Nome da Estação:            | RN16            |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                             |                 |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PARANÁ                  | Município:                  | ARAUCÁRIA       |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                       | Local:                      | -               |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |                             |                 |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         | <b>SIRGAS</b>               |                 |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 25°35'24,4154"S         | $\phi =$                    | 25°35'26,2057"S |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 49°21'05,1475"W         | $\lambda =$                 | 49°21'06,8857"W |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7.168.668,195m          | N=                          | 7.168.623,508 m |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 665.568,397m            | E=                          | 665.518,613 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |                             |                 |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                 |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                       | H =                         | 877,531 m       |
| Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                             |                 |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |                             |                 |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                             |                 |
| Seguindo pela BR-476 (Rodovia do Xisto) sentido Araucária, vira a esquerda na Rua Manoel Ribas e segue reto por 3415 m, na Rua Carlos Vicente Zapxon vira a esquerda e segue por 1146 m até a Rua Francisco do Vale Joslin na primeira rua vira a esquerda na Rua Pedro Budziak. E novamente vira a esquerda na Rua Minas Gerais, seguindo reto por mais 125m até a Rua Duque de Caxias percorrendo 1605 m contornando uma fábrica. O marco RN16 se encontra do lado direito, 80 m da rua. |                         |                             |                 |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                 |
| RN16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                       |                             |                 |

CROQUI

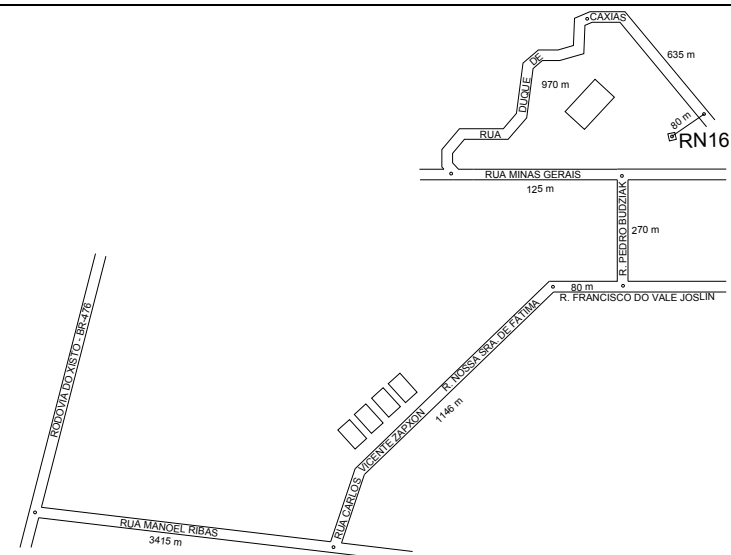


FOTO DA LOCALIZAÇÃO





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                             |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | COMEC / 2012            | Nome da Estação:            | RN17            |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |                             |                 |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PARANÁ                  | Município:                  | ARAUCÁRIA       |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         | Local:                      |                 |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                             |                 |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         | <b>SIRGAS</b>               |                 |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25°35'31,9598"S         | $\phi =$                    | 25°35'33,7499"S |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 49°22'14,1425"W         | $\lambda =$                 | 49°22'15,8811"W |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7.168.459,861 m         | N =                         | 7.168.415,172 m |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 663.640,418 m           | E =                         | 663.590,639 m   |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |                             |                 |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                 |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                       | H =                         | 891,905 m       |
| Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                             |                 |
| <p><b>Descrição:</b></p> <p>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                             |                 |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                             |                 |
| <p>Seguindo pela BR-476 (Rodovia do Xisto) sentido Araucária, vira a esquerda na Rua Manoel Ribas e segue reto por 2835 m, na Rua Vicente Strugala vira a esquerda e segue por 370 m, vira a direita na Rua Segismundo Kuchenny e segue reto por mais 270 m, vira a esquerda e segue reto mais 50 metros até a esquina da Rua Bernardo Lemos. O marco RN17 se encontra a uns 20m a direita da esquina, vira a esquerda e segue reto por mais uns 370 m até o início de um matagal.</p> |                         |                             |                 |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                 |
| RN17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                       |                             |                 |

CROQUI

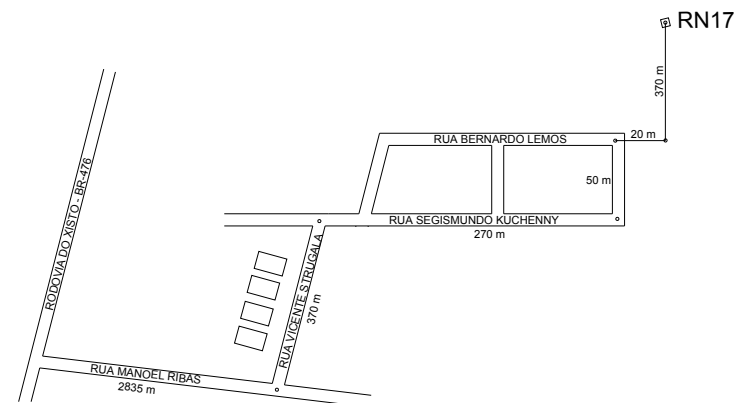


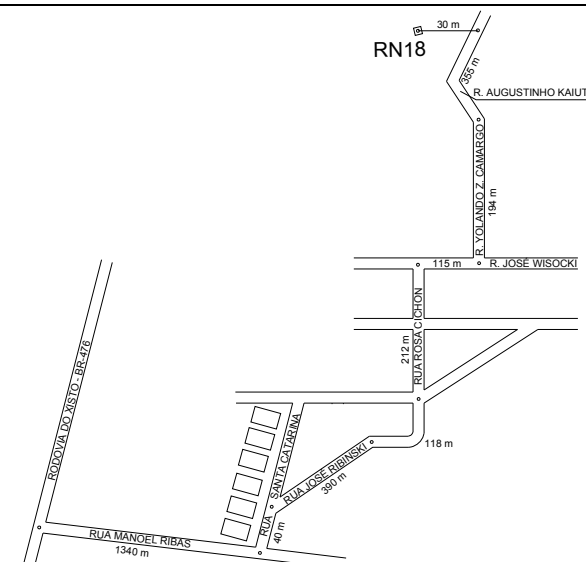
FOTO DA LOCALIZAÇÃO





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                             |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | COMEC / 2012            | Nome da Estação:            | RN18             |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                             |                  |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PARANÁ                  | Município:                  | ARAUCÁRIA        |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -                       | Local:                      | CAMPO DE SANTANA |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                             |                  |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | <b>SIRGAS</b>               |                  |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 25°35'14,2119"S         | $\phi =$                    | 25°35'16,0019"S  |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 49°22'30,3218"W         | $\lambda =$                 | 49°22'32,0603"W  |
| N=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7.169.011,472 m         | N =                         | 7.168.966,782 m  |
| E=                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 663.195,678 m           | E =                         | 663.145,902 m    |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                             |                  |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                  |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -                       | H =                         | 900,357 m        |
| Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                             |                  |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |                             |                  |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                             |                  |
| Seguindo pela BR-476 (Rodovia do Xisto) sentido Araucária, vira a esquerda na Rua Manoel Ribas e segue reto por 1340 m. Vira a esquerda na Rua Santa Catarina segue 40m e vira a direita na Rua José Ribinski, segue reto por 508 m, está rua continua com o nome Rua Rosa Cinhon, segue 212m, vira a direita na Rua José Wisocki e na primeira rua vira a esquerda, seguindo 194 m pela Rua Yolando Zanardini Camargo até virar Rua Augustinho Kaiut. Segue reto por mais 355m e virando a esquerda encontra-se o marco RN18, cerca de 30m da rua perto de um poste de luz na frente de uma casa verde. |                         |                             |                  |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                  |
| RN18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | -                       |                             |                  |

**CROQUI**

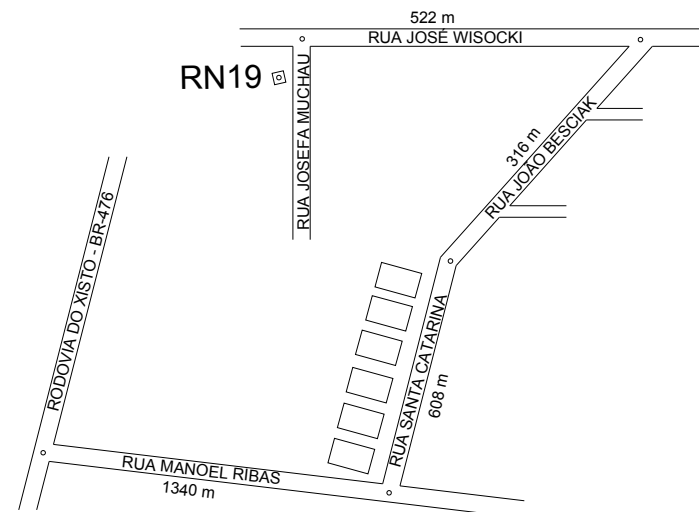


**FOTO DA LOCALIZAÇÃO**



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                             |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| Obra/Ano:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | COMEC / 2012            | Nome da Estação:            | RN19             |
| <b>DADOS GERAIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |                             |                  |
| Estado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PARANÁ                  | Município:                  | ARAUCÁRIA        |
| Bairro:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -                       | Local:                      | CAMPO DE SANTANA |
| <b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                             |                  |
| <b>SAD-69</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         | <b>SIRGAS</b>               |                  |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25°34'46,6984"S         | $N =$                       | 7.169.864,765 m  |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 49°22'50,0985"W         | $E =$                       | 662.654,185 m    |
| $\phi =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25°34'48,4883"S         | $N =$                       | 7.169.820,073 m  |
| $\lambda =$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 49°22'51,8370"W         | $E =$                       | 662.604,412 m    |
| <b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |                             |                  |
| <b>ALTITUDE GEOMÉTRICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | <b>ALTITUDE ORTOMÉTRICA</b> |                  |
| H =                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                       | H =                         | 888,030 m        |
| Equipamento utilizado: Nível Eletrônico Digital Sprinter 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                             |                  |
| <b>Descrição:</b><br>Marco de concreto em forma de tronco de pirâmide, com chapa de bronze encrustada no topo do mesmo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                             |                  |
| <b>ITINERÁRIO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                             |                  |
| Seguindo pela BR-476 (Rodovia do Xisto) sentido Araucária, vira a esquerda na Rua Manoel Ribas e segue reto por 1340 m. Vira a esquerda na Rua Santa Catarina e segue reto por 608 m, continua pela Rua João Besciak por mais 316m, vira a esquerda na Rua José Wisocki e segue reto por 522m, vira a esquerda na Rua Josefa Muchau, segue por uns 15m e do lado direito próximo a uma torre encontra-se o marco RN19. |                         |                             |                  |
| ESTAÇÃO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VÉRTICES INTERVISÍVEIS: |                             |                  |
| RN19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                       |                             |                  |

### CROQUI



### FOTO DA LOCALIZAÇÃO

