

Projeto de Pavimentação

Avenida Pedro Euzébio Lemos

Estrada do Tietê – Trecho 01

Início OPP-Rodovia do Xisto (BR-476) e final do trecho PF no entroncamento em frente a Igreja, totalizando 2.201,17m.

JANEIRO/ 2018



SUMÁRIO

<u>1. APRESENTAÇÃO</u>	<u>4</u>
<u>DADOS DA VIA URBANA PROJETADA</u>	
<u>2. MAPA SITUAÇÃO DA OBRA</u>	<u>6</u>
<u>3. ESTUDO TOPOGRÁFICO</u>	<u>8</u>
<u>4. ESTUDO GEOTÉCNICO</u>	<u>8</u>
4.1. <u>INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS</u>	<u>9</u>
4.2. <u>MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO</u>	<u>12</u>
<u>5. ESTUDO HIDROLÓGICO</u>	<u>21</u>
<u>6. PROJETO GEOMÉTRICO</u>	<u>25</u>
<u>7. PROJETO DE TERRAPLENAGEM</u>	<u>27</u>
7.1. <u>Cálculo e distribuição dos volumes</u>	<u>28</u>
<u>8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO</u>	<u>31</u>
8.1. <u>Número “N”</u>	<u>31</u>
8.2. <u>Método DNER</u>	<u>31</u>
8.3. <u>Estrutura Dimensionada</u>	<u>33</u>
8.4. <u>Estrutura Final</u>	<u>34</u>
8.5. <u>Particularidades Construtivas</u>	<u>35</u>
8.6. <u>Regularização e compactação do Subleito</u>	<u>35</u>
8.7. <u>Base de Brita Graduada</u>	<u>36</u>
8.8. <u>Imprimação com Emulsão Asfáltica (EAI)</u>	<u>37</u>
8.9. <u>Pintura de Ligação</u>	<u>38</u>
8.10. <u>Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)</u>	<u>38</u>
<u>9. PROJETO DE DRENAGEM</u>	<u>44</u>
9.1. <u>Planilha de dimensionamento da Rede de Drenagem</u>	<u>48</u>
9.2. <u>Especificações Técnicas</u>	<u>50</u>
<u>10. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES</u>	<u>51</u>
10.1. <u>Calçadas e Rampas de Acessibilidade</u>	<u>52</u>



10.2. Grama e Proteção Vegetal 52

10.3. Plantio de Árvores 53

10.4. Meio Fio 53

10.5. Especificações 53

11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO 55

11.1. Sinalização horizontal 55

11.2. Sinalização vertical 55

12. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO 57

a) Terraplenagem 57

b) Drenagem e Obras de Arte Correntes 57

c) Pavimentação 57

d) Serviços Complementares 57

13. ANEXOS – ENSAIOS DE SONDAGEM 58



1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar os Estudos e Projetos para a pavimentação do primeiro trecho da Avenida Pedro Euzébio Lemos, atendendo as normas vigentes.

DADOS DA VIA URBANA PROJETADA

- Estrada Pedro Euzébio Lemos
- Tipo de Pavimento:
Concreto Asfáltico Usinado à Quente
- Rua:
Avenida Pedro Euzébio Lemos: Início na Rodovia do Xisto (BR-476) até o entroncamento em frente a igreja. Estaca 0PP à Estaca 10+ 13,10m – Extensão 213,10m;
Largura Total 7,0m de pavimentação. Não haverá calçada ou meio fio.
- Projetos: Geométrico, Drenagem, Pavimentação, Sinalização
- Extensão Total das vias projetadas: 2.201,17m
- Área de Pavimentação: 15.408,19m²
- Inclinação Transversal: 2%
- Composição do Pavimento (Estaca 0PP a Estaca 20) – Método DNER – Eng^o Murilo Lopes de Souza
 - o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – e=3,5cm
 - o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Binder) – e=4,0cm
 - o Base de Brita Graduada - e =20,0cm
 - o Sub-base em Rachão – e=30,0cm.



- o Remoção de Solo mole – e=60,0cm
- o Reforço do Subleito com Rachão – e=60,0cm
- Composição do Pavimento (Estaca 20 a Estaca 110+1,17 PF) – Método DNER – Engº Murilo Lopes de Souza
 - o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) – e=3,5cm
 - o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Binder) – e=4,0cm
 - o Base de Brita Graduada - e =20,0cm
 - o Sub-base em Rachão – e=30,0cm.



2. MAPA SITUAÇÃO DA OBRA



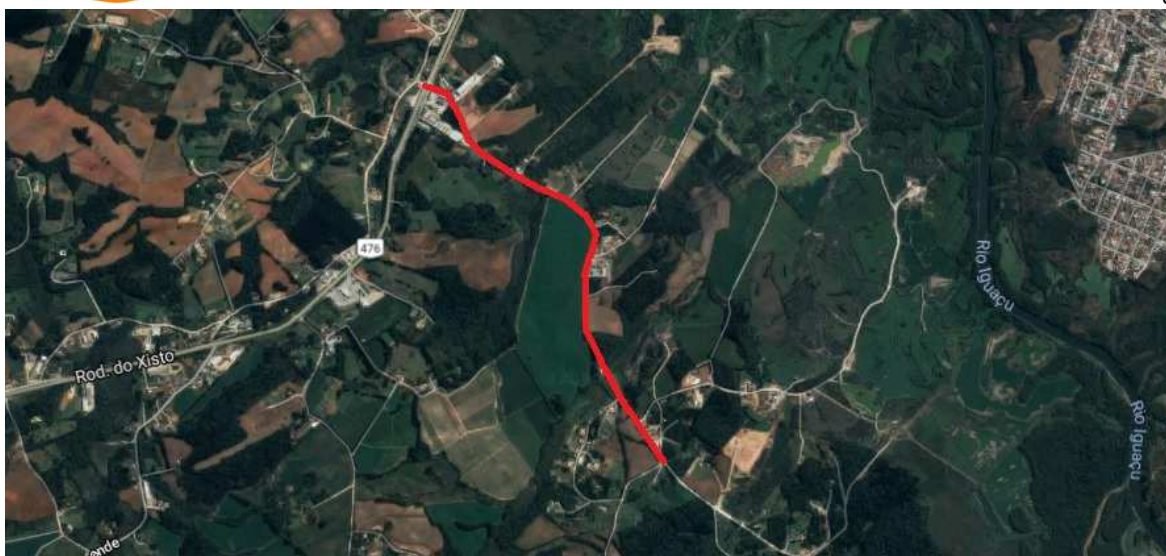


PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

7



R. Pedro Drusch, 111 – Centro
Fone: 41 3614.1400 - CEP:83702-080 – Araucária-PR
www.araucaria.pr.gov.br



3. ESTUDO TOPOGRÁFICO

Para subsidiar a elaboração dos projetos foi desenvolvido um estudo topográfico constituído pelo levantamento planialtimétrico cadastral onde se pode caracterizar fielmente o terreno.

Os serviços topográficos executados foram constituídos de levantamento planialtimétrico dos pontos característicos e cadastrais por irradiação.

4. ESTUDO GEOTÉCNICO

Os estudos geotécnicos têm objetivo de fazer o reconhecimento dos solos do subleito através da determinação dos perfis geotécnicos e a caracterização das camadas quanto a classificação, densidade, resistência, compactação, CBR e outros parâmetros determinados pela Mecânica dos Solos, conforme as necessidades específicas para solucionar situações especiais.

4.1. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

Foram programadas pela Contratante a execução de 06 (seis) sondagens a trado, denominadas ST 01 a 06, distribuídas ao longo do trecho 1 da via em



estudo. As posições das sondagens foram definidas pela Fiscalização da Prefeitura Municipal de Araucária diretamente em campo.

Os locais das sondagens foram amarrados em campo pela Contratada, através da determinação das coordenadas geográficas de cada ponto de sondagem, tendo-se empregado para este fim GPS de navegação, marca Garmin, modelo Etrex 10. O aparelho foi configurado para operar em coordenadas UTM no sistema WGS 84 e em relação ao norte verdadeiro, possibilitando a obtenção das coordenadas dos pontos de sondagem programados com a precisão do equipamento.

4.2. EXECUÇÃO

As sondagens foram executadas, com trado helicoidal de 20 cm (8") de diâmetro, até a profundidade de 1,50 m.

Todas as camadas identificadas foram descritas tátil visualmente em campo. Para a execução de ensaios laboratoriais, foram coletadas amostras representativas do perfil identificado até a profundidade de 1,50 m.

Na tabela que segue são apresentadas as coordenadas geográficas das sondagens bem como a profundidade atingida e posição do nível freático quando encontrado.

SONDAGENS EXECUTADAS					
SONDAGEM	COORDENADAS			PROFUNDIDADES (m)	
	WGS 84			ATINGIDA	NÍVEL D'ÁGUA
	ZONA	W	S		
ST 01	22 J	658.706	7.166.803	1,50	NFE
ST 02	22 J	659.069	7.166.497	1,50	1,20
ST 03	22 J	659.312	7.166.323	1,50	NFE
ST 04	22 J	659.267	7.165.598	1,50	NFE
ST 05	22 J	659.390	7.165.598	1,17*	1,15
ST 06	22 J	659.547	7.165.339	1,50	NFE

*impenetrável ao trado

4.3. MAPA DE LOCALIZAÇÃO E BOLETINS DE SONDAGEM

São apresentados na sequencia o mapa de localização das sondagens executadas, fornecido pela Contratante, e os respectivos boletins das sondagens realizadas.





PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

11

										BOLETIM DE SONDAGEM MANUAL									
CLIENTE				PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAUCÁRIA - SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS															
OBRA				TITETÊ - TRECHO 01												14/12/17			
Nº	POSICÃO			SEÇÃO	COORDENADAS		PROF. PROG. (m)	HORIZONTES (m)		ST	IDENTIFICAÇÃO DE CAMPO QUANTO À TEXTURA, COR, PLASTICIDADE E UMIDADE	N. A. (m)	ENSAIOS						
	ESTACA	PROGRESSIVA	M		DATUM	WGS84		DE	A				PP	AVL	REG.	IN SITU	COLETA		
																		W	N
ST 01		E		658.706	7.166.803	1,50	0,00	0,21	ST	SAIBRO.									
							0,21	1,50	ST	SILTE POUCO ARGILOSO AMARELO (VARIEGADO), COM MICAS, COM UMIDADE E PLASTICIDADE MÉDIAS.	NFE	243	DCP		X				
ST 02		EIXO		659.069	7.166.497	1,50	0,00	0,18	ST	SAIBRO.									
							0,18	0,58	ST	ATERRO - ARGILA MARROM AVERMELHADA, COM MATERIAL GRANULAR, COM UMIDADE E PLASTICIDADE MÉDIAS.			DCP						
							0,58	1,50	ST	ARGILA ARENOSA MARROM AVERMELHADA, COM RESTOS VEGETAIS, COM POUCA MICA, COM UMIDADE E PLASTICIDADE MÉDIAS.	1,20	244			X				
ST 03		E		659.312	7.166.323	1,50	0,00	0,13	ST	SAIBRO.									
							0,13	1,50	ST	ARGILA POUCO SILTOSA VERMELHA AMARELADA, COM POUCA MICA, COM UMIDADE E PLASTICIDADE ALTAS.	NFE	245	DCP		X				
ST 04		D		659.267	7.165.598	1,50	0,00	0,16	ST	SAIBRO.									
							0,16	1,50	ST	SILTE POUCO ARGILOSO VERMELHO CLARO , COM POUCA MICA, COM UMIDADE E PLASTICIDADE ALTAS.	NFE	246	DCP		X				
ST 05		D		659.390	7.165.598	1,50	0,00	0,28	ST	SAIBRO.									
							0,28	0,52	ST	ATERRO - ARGILA ARENOSA MARROM AVERMELHADA, COM SEIXOS E MATERIAL GRANULAR, COM UMIDADE E PLASTICIDADE BAIXAS.									
							0,52	1,17	ST	ARGILA CINZA ESCURA, COM POUCA MICA, COM UMIDADE E PLASTICIDADE ALTAS.	1,15	247	DCP		X				
							1,17			IMPENETRÁVEL AO TRADO									
ST 06		EIXO		659.547	7.165.339	1,50	0,00	0,05	ST	SAIBRO.									
							0,05	1,50	ST	SILTE ARGILOSO VERMELHO (VARIEGADO) COM POUCA MICA, COM UMIDADE E PLASTICIDADE ALTAS.	NFE	248	DCP		X				

4.4. ENSAIOS IN SITU

Os ensaios in situ constaram da execução de ensaios penetrométricos com DCP (Dynamic Cone Penetrometer), também denominado como Cone Sul Africano.

Os ensaios penetrométricos foram executados diretamente sobre o subleito após a remoção da camada de revestimento primário, conforme a metodologia preconizada pela Overseas Road Note 31 do TRL (Transportation Research Laboratory).

Os ensaios consistem no registro do número de golpes e a leitura da penetração correspondente de uma haste com ponteira cônica de 60o sob a energia gerada pela queda livre de um peso de 8 kg de uma altura padrão de 57 cm.

Os dados de campo foram processados eletronicamente em software específico, gerando gráficos golpes x penetração cujos coeficientes angulares das retas produzidas correspondem ao valor de mm/golpe característico do segmento.



Este valor corresponde à resistência da camada e é correlacionada ao ISC (CBR) por expressões de correlação tendo-se adotado neste trabalho a expressão do próprio TRL, qual seja:

$$\log 10 (\text{ISC}) = 2,48 - 1,057 \times \log 10 (\text{mm/golpe})$$

Os resultados obtidos são apresentados de forma resumida na tabela que segue:

ESTRADA DO TIETÊ - TRECHO 1		
RESUMO DCP		
ST	PROF. (m)	ISC DCP (%)
1	0,350 - 1,175	6
2	0,500 - 1,028	3
	1,028 - 1,300	9
3	0,250 - 0,380	10
	0,380 - 1,075	6
4	0,170 - 0,314	6
	0,314 - 0,990	3
5	0,500 - 0,601	11
	0,601 - 1,124	7
	1,124 - 1,330	11
6	0,050 - 0,221	14
	0,221 - 0,875	5

4.5. REGISTRO DE AMOSTRAS E PROGRAMAÇÃO DE ENSAIOS

As amostras coletadas através das sondagens a trado executadas foram encaminhadas ao Laboratório Central da Datageo, situado a rua Gov. Agamenom Magalhães, nº 1225 em Curitiba (PR).

As amostras foram devidamente identificadas, pesadas e registradas, passando a constituir a Ordem de Serviço Laboratorial (OSL) 33 17, conforme se apresenta na sequência:



As amostras foram submetidas a ensaios de análise granulométrica por peneiramento, determinação dos limites de plasticidade e liquidez, compactação na energia normal e determinação do Índice de Suporte Califórnia (ISC) e expansão.

4.6. EXECUÇÃO

Depois de registradas, as amostras foram secas ao sol, sendo para isto espalhadas em tabuleiros de madeira e constantemente aeradas.

Quando secas, foram destorroadas manualmente, peneiradas e devidamente quarteadas para compor a amostra padrão.

Os ensaios foram executados com amostras virgens, sem reuso, e seguiram, sempre que possível, as diretrizes preconizadas pelas Normas Brasileiras (NBR) abaixo discriminadas:

- NBR 6457/86 - Amostras de Solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- NBR 7181/84 - NBR-NM 248/2003 - Solo - Análise Granulométrica;
- NBR 6459/84 - Solo - Determinação do limite de liquidez
- NBR 7180/84 - Solo - Determinação do limite de plasticidade;
- NBR 7182/86 – Solo – Ensaio de compactação;
- NBR 9895/87 – Solo – Índice de suporte Califórnia;



5. DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTES – DMT

Material	DMT (Km)
CAP (Usina CBUQ)	20,6
Areia (Usina CBUQ)	0,9
Cal (Usina CBUQ)	39,6
Brita (Usina CBUQ)	0,0
CBUQ (massa)	23,3
Emulsão Asfáltica	5,4
Brita	23,8
Areia	8,9
Saibro	8,9
Cimento	32,4
Tubos e Meio-fio de concreto pré moldado	6,0

6. ESTUDO HIDROLÓGICO

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos a fim de fornecer subsídios ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem necessários ao segmento de projeto.

Para tal, os estudos tiveram como objetivo definir as vazões de dimensionamento dos dispositivos de drenagem existentes e projetados, analisando as características atuais de escoamento superficial das bacias interferentes ao local, tomando-se por base o regime pluviométrico da região, e tipo e o uso do solo.

Estabelecimento da Equação da Curva Intensidade-Duração-Frequência

As relações de intensidade, duração e recorrência, podem ser determinadas a partir de “Equação de Chuvas”.



A equação utilizada foi a obtida pelo Posto Pluviográfico do Prado Velho - Curitiba, reconhecida pela SUDERHSA, PUC-PR e ANA, apresentada a seguir:

$$i_{\max} = \frac{5.726,64 * T_R^{0,159}}{(t + 41)^{1,041}}$$

Onde:

I = intensidade pluviométrica, em mm / min;

Tr = tempo de recorrência, em anos;

tc = tempo de concentração, em minutos;

Cálculo das Vazões de Projeto

Para o cálculo das Vazões de Projeto é necessário que sejam determinados parâmetros como: os tempos de recorrência, as características das bacias hidrográficas, o tempo de concentração e o coeficiente de escoamento.

Portanto, na seqüência é apresentada a determinação dos parâmetros mencionados e as considerações realizadas em cada um, a saber:

Tempo de Recorrência – TR

O tempo de recorrência ou período de retorno é o período de tempo médio (medido em anos) em que um determinado evento (chuva) deve ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

Foi adotado $Tr = 10$ anos, apesar do valor usualmente utilizado para projetos de drenagem urbana ser de 5 anos, como o período de projeto é de 10 anos, achamos ideal adotar esse parâmetro também para drenagem, visto que é o tempo de durabilidade da via.

Determinação das Descargas de Projeto

Para o cálculo das vazões necessárias ao dimensionamento hidráulico da obra, foi adotado o Método Racional na determinação das vazões de cheia das bacias hidrológicas.



A aplicação deste método pressupõe as seguintes hipóteses:

A chuva possui distribuição homogênea sobre a bacia;

A chuva possui intensidade constante ao longo do tempo;

A duração da chuva é igual ou superior ao tempo de concentração da bacia;

O coeficiente de escoamento superficial é constante em toda a bacia e independe da intensidade de chuva, mantendo-se constante ao longo do tempo.

A equação do Método Racional é dada por:

$$Q = \frac{1}{6} * c * I * A$$

onde:

Q = vazão, em m³/s;

i = intensidade média de precipitação, em mm/min;

A = área drenada em hectares;

c = coeficiente de deflúvio, adimensional.

Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial também conhecido como “run-off” (c) é a variável do Método Racional menos suscetível de determinações mais precisas e requer, portanto, muitos cuidados quando da sua seleção. Seu uso na equação implica numa relação fixa para qualquer área de drenagem. Na realidade isso não acontece. O coeficiente engloba os efeitos de infiltração, armazenamento por detenção, evaporação, retenção, encaminhamento das descargas e interceptação, efeitos esses que afetam a distribuição cronológica e a magnitude do pico de deflúvio superficial direto.

Este coeficiente é determinado em função dos tipos de solo existentes na área de projeto, o tipo de cobertura das edificações, bem como a declividade do terreno.



Para este projeto foi adotado o valor de $c = 0,80$; que é o valor utilizado em áreas bem urbanizadas.

Tempo de concentração

É o intervalo de tempo da duração da chuva necessário para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir para a vazão na seção de drenagem. Seria também o tempo de percurso, até a seção de drenagem, de uma porção da chuva caída no ponto mais distante da bacia.

O tempo de concentração depende de diversas características fisiográficas na bacia hidrográfica, mas as mais freqüentes na formulação empírica são o comprimento e a declividade do talvegue principal.

Para determinação do tempo de concentração foi adotada a fórmula proposta pelo Califórnia Highways and Public Works estabelecida por Kirpich:

$$T_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em quilômetros;

H = desnível em metros.

Porém, o tempo de concentração mínimo adotado é de 10 min.

Para as galerias de drenagem urbana o tempo de concentração compreende um tempo inicial de entrada, ou o tempo requerido pelo escoamento superficial para fluir, sobre a superfície, até atingir a primeira boca de lobo de montante, e um tempo de percurso na galeria até o ponto em estudo. Esse último tempo pode ser estimado a partir das características hidráulicas da galeria de águas pluviais.

Portanto, quando os cálculos se restringiram a rede de galerias pluviais, o tempo de concentração inicial adotado foi de 10 minutos, sendo acrescido do tempo de percurso na galeria, a cada segmento, que é a distância percorrida pelo fluxo, dividida pela velocidade calculada no tubo, ou seja:

$$T_c = 10 + T_p$$



Onde:

T_c = tempo de concentração (min);

$10 = T_c$ (anterior);

T_p = comprimento do trecho anterior dividido pela velocidade real de escoamento no trecho anterior.

7. PROJETO GEOMÉTRICO

Entende-se por projeto geométrico de uma via ao processo de correlacionar os seus elementos físicos com as características de operação, frenagem, aceleração, condições de segurança, conforto, uso do solo e das diretrizes urbanísticas.

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com base nos estudos topográficos, e servirá de base para o desenvolvimento dos projetos de terraplenagem, pavimentação, drenagem, paisagismo, e sinalização.

O projeto foi desenvolvido buscando-se, principalmente, a maior adequação possível com as vias existentes, evitando-se demolições, remoções de interferências, ou desapropriações.

No Cadastramento Geral foram obtidas as coordenadas de todas as ocorrências de interesse para o projeto:

- . Alinhamento predial existente;
- . Divisas entre lotes;
- . Entradas de veículo das propriedades;
- . Pavimentos e meios-fios existentes;
- . Caixas de passagem de eletricidade, água e esgoto e telefonia;
- . Postes com seus respectivos diâmetros;
- . Árvores com seus respectivos diâmetros;
- . Córregos, rios;
- . Bueiros.



Planimetria

A planimetria foi realizada de forma a utilizar-se da maneira mais adequada a plataforma e os alinhamentos prediais existentes. Com os dados obtidos no Cadastramento Geral foram geradas as plantas plani-altimétricas. Nas plantas foram definidos os traçados com a determinação do eixo de locação e a implantação do estaqueamento de 20 em 20 metros, além dos pontos notáveis (início e final de curvas) e dos pontos de interseção horizontal.

Altimetria

Para a altimetria aplicada procurou-se que o nível do greide projetado estivesse o mais próximo possível da cota das soleiras das residências e dos cruzamentos com as demais vias.

Desta forma definiram-se as rampas e concordâncias verticais do greide de pavimentação. Esse greide forneceu subsídios ao desenvolvimento do Projeto de Terraplenagem.

Apresentação das Pranchas

Em planta estão representados, na escala 1: 500:

- Eixo de projeto estaqueado de 20,00 em 20,00 m;
- Plataforma contendo largura das pistas e dos passeios;
- Elementos do cadastro, tais como: alinhamentos prediais, divisas, entradas de garagens, árvores, postes, caixas de inspeção, etc.

No perfil longitudinal em escala vertical 1:50 e horizontal 1:500, estão apresentados:

- O terreno natural;
- O greide de pavimentação;
- Percentagem das rampas e seus comprimentos;
- Comprimento das projeções horizontais das curvas de concordância vertical;
- Cotas do PCV, PIV e PTV de cada curva vertical;
- Estaqueamento.



8. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido a partir de informações fornecidas pelos Estudos Topográficos e Projeto Geométrico que fixaram os elementos geométricos básicos, e ainda pelos Estudos Geotécnicos, que forneceram informações a respeito dos materiais a serem movimentados.

Com base nos estudos geotécnicos, os materiais foram classificados em 1ª categoria.

O greide calculado e apresentado no projeto geométrico é o de pavimentação. O de terraplenagem é obtido pela subtração da espessura do pavimento.

A terraplenagem deste trecho consiste em remoção de camada de solo mole expansivo da est 0PP a est. 20. A partir da est. 20 será necessária apenas a regularização do subleito que será feita com adição de camada de rachão nos bordos para nivelar o trecho existente, para executar a via em um local já consolidado.

Os volumes de corte foram calculados a partir das seções transversais. Após definição do greide de projeto, as seções foram gabaritadas de acordo com a seção transversal tipo, possibilitando a planimetria das áreas correspondentes de corte.

Os materiais de eventuais escavação correspondente à alguma regularização necessária, serão reaproveitados como aterros laterais para alargamentos de pista e área de paisagismo, e eventuais sobras serão utilizadas para aterros de áreas públicas a ser indicados pela fiscalização.

As confecções dos aterros deverão seguir as especificações ES-T06-05, do DER/PR.

8.1. Cálculo e distribuição dos volumes

Os volumes de terraplenagem foram calculados a partir das seções transversais. Após definição do greide de projeto, as seções foram gabaritadas de



acordo com a seção transversal tipo, possibilitando a planimetria das áreas correspondentes de corte e aterro.

Pelo produto da soma das áreas acumuladas de seções contíguas e a semi-distância entre as mesmas, obtiveram-se os volumes, descritos abaixo.

[illegible]

[illegible]

www.araucaraia.pr.gov.br

[illegible]

www.araucaraia.pr.gov.br



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

24

ESTACA	Área Corte (m ²)	VOLUME Corte (m ³)	Área Aterro (m ²)				
101	0,09	6,00	1,01				
102	0,05	1,40	0,51				
103	0,14	1,90	0,00				
104	0,31	4,50	0,00				

Especificações Técnicas

- **Compactação de Aterros:** Após a execução de cortes, proceder-se-á a várias etapas até atingir-se a homogeneização do solo do subleito; primeiro será realizado uma escarificação geral, com motoniveladora, na profundidade de 0,20 m, seguida de umedecimento, com caminhão pipa, posterior secagem utilizando-se da grade de disco arrastada por trator agrícola; com esse procedimento será realizada a homogeneização do material para posterior compactação, com rolo vibratório liso. Já a adição de material necessário para atingir o greide correto será executada com saibro para posterior compactação. O grau de compactação deverá ser de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida na energia do Proctor Normal. Na execução do serviço deverão ser obedecidas as especificações técnicas.

- **Escavação, Carga e Transporte:** A escavação dos materiais constituintes do terreno natural deverá ser executada até a cota do greide de terraplenagem indicado no projeto, procedendo então a carga e transporte destes para bota-foras com DMT de 1000 até 2000m ou em eventuais aterros na área referente aos passeios. São materiais classificados em 1ª categoria compreendendo solos em geral, residual ou sedimentar. Poderá haver ocorrência de pedras isoladas com diâmetro máximo de 0,10m.



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

25

9. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

9.1. Número “N”

Para o dimensionamento do pavimento novo, foi feita contagem de tráfego e chegamos ao resultado abaixo.

CALCULO DO NUMERO N - SOLICITAÇÕES DO EIXO PADRÃO

Local	Av. Pedro Euzébio Lemos	Cidade	Araucária	Horizonte de Projeto	10 anos
Trecho	A partir da Igreja até a BR 476 Rodovia do Xisto			Taxa de Crescimento	5 %

EQUIVALÊNCIA DE CARGA

Classe / Tipo	Eixo 1 (t)	Eixo 2 (t)	Eixo 3 (t)	Eixo 4 (t)	VDMi (veic/dia)	%	Fator de Equivalência (f) USACE	Equivalência de Operações USACE	Numero de Eixos	Fator de Eixo (Considerando USACE)
P/U	2	2			699	67,54%	0,007	0,005	2	1,351
III-1	6	6			27	2,61%	0,556	0,014	2	0,052
III-2	6	10			15	1,45%	3,567	0,052	2	0,029
I-1	6	6			12	1,16%	0,556	0,006	2	0,023
I-2	6	10			114	11,01%	3,567	0,393	2	0,220
I-3	6	17			135	13,04%	8,827	1,151	2	0,261
I-6	12	17				0,00%	18,837	0,000	2	0,000
I-10	6	10	17		30	2,90%	12,116	0,351	3	0,087
I-12	6	10	25,5			0,00%	12,867	0,000	3	0,000
I-18	6	17	25,5		3	0,29%	18,127	0,053	3	0,009
I-41	6	17	10	17		0,00%	20,665	0,000	4	0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
						0,00%	0,000	0,000		0,000
TOTAL					1035			2,025		2,032

RESULTADOS

VDM i	1035	veic/dia
VDM f	1686	veic/dia
VDM m	1361	veic/dia

Fator Climático - FR	1,000
Fator de Carga - FC	2,025
Fator de Eixo - FE	2,032

NUMERO DE SOLICITAÇÕES DO EIXO PADRÃO

N= 2,04E+07

(obtido pelo método da USACE)

Utilizando o valor de $N=2,04E+07$, calculamos o pavimento.



9.2. Método DNER

Os pavimentos flexíveis foram dimensionados pelo Método do DNIT, desenvolvido pelo Engº Murillo Lopes de Souza, adotado pelo DNIT, calcado nos estudos do “U.S. Corps of Engineers”, usualmente empregado para o dimensionamento de pavimentos viários.

O método consiste na resolução de um sistema de inequações que determinam as espessuras das diversas camadas:

$$R.KR + B.KB \geq H20$$

$$R.KR + B.KB + HSB.KSB \geq Hn$$

$$R.KR + B.KB + HSB.KSB + HRef. KRef \geq Hm$$

Onde H20; Hn e Hm designam as espessuras mínimas para proteger a base, a sub-base e o subleito com índice de Suporte Califórnia igual a 20. Esses valores são obtidos no ábaco que acompanha o método.

Os símbolos R, B, HSB e HRef designam, respectivamente, as espessuras do revestimento, da base, da sub-base e do reforço, quando necessário.

O símbolo K é representativo do coeficiente estrutural de cada camada, expresso em equivalente de camada granular (k=1), é apresentado em função do tipo de material de cada camada, e é sintetizado na tabela a seguir.

Componentes de Equivalência Estrutural – K	Coeficiente K
Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Camada de Binder	2,00
Base de Brita Graduada Simples	1,00
Sub-Base de Rachão	1,00
Sub-Base de Rachão	1,00

O método estabelece ainda a espessura mínima a adotar para o revestimento betuminoso, visando especialmente proteger as bases de comportamento puramente granular, em função do número N, e de suportar as tensões de tração na fibra inferior do revestimento betuminoso, de acordo com a tabela abaixo.



N	Espessura mínima do revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

O CBR utilizado para calculo foi:

- Para Estacas de 0PP a est.20 CBR=3,0% e Exp=2,7% - Substituição do Subleito em 60,0 cm com Rachão.
- Para Estaca 20 a est 110+1,17PF CBR=8,5% e Exp=0,9%

9.3. Estrutura Dimensionada

O resultado da aplicação do método de dimensionamento do pavimento flexível pelo Método do Eng. Murillo Lopes de Souza (DNER) é apresentado de maneira sintética no quadro a seguir.

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Assim, têm-se:

- Para Estaca 1 a 20:

H20 = 29,1 para proteger a sub-base com CBR=20%.

Ht = 90,6 para proteger o subleito com CBR=3%.

Para os coeficientes de equivalência estrutural foram adotados os seguintes valores:

- Revestimento KR = 2,00
- Base KB = 1,00



- Sub-base KS = 1,0
- Reforço do Subleito KS = 1,0

No cálculo das espessuras das camadas, fez-se uso das expressões abaixo, adotando-se cm R 7,5 = de revestimento em concreto asfáltico.

32

a) Espessura da Base

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$7,5 \times 2 + B \times 1 \geq 29,10 \text{ cm}$$

$$B = 14,10 \text{ cm} , \text{ porém} , \text{ foi adotado } B = 20,00 \text{ cm}$$

b) Espessura da Sub-base

Foi reaproveitada a Sub-base existente no local, executada em saibro.

- Concreto Asfáltico e=7,5 cm
- Base de Brita Graduada e=20,0 cm
- Sub-base de Bica Corrida e = 30,0cm
- Reforço do Subleito em Rachão e = 60,0cm

- Para Estaca 20 a 110,00 + 1,17:

H20 = 29,1 para proteger a sub-base com CBR=20%.

Ht = 48,6 para proteger o subleito com CBR=8,5%.

Para os coeficientes de equivalência estrutural foram adotados os seguintes valores:



29

- Revestimento KR = 2,00
- Base KB = 1,00
- Sub-base KS = 1,0
- Reforço do Subleito KS = 1,0

No cálculo das espessuras das camadas, fez-se uso das expressões abaixo, adotando-se cm R 7,5 = de revestimento em concreto asfáltico.

32

c) Espessura da Base

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$7,5 \times 2 + B \times 1 \geq 29,10 \text{ cm}$$

$$B = 14,10 \text{ cm} , \text{ porém} , \text{ foi adotado } B = 20,00 \text{ cm}$$

d) Espessura da Sub-base

Foi reaproveitada a Sub-base existente no local, executada em saibro.

- Concreto Asfáltico e=7,5 cm
- Base de Brita Graduada e=20,0 cm
- Sub-base de Bica Corrida e = 30,0cm

Para os trechos em que o material do subleito apresente capacidade de suporte inferior a 8,5% ou expansão superior a 2%, o mesmo deverá ser substituído por material de primeira categoria na espessura de 60 cm apresentando as seguintes características:

- a) Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 50 mm (2 polegadas);



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

30

- b) Índice Suporte Califórnia $ISC \geq 8,5\%$ conforme indicações do projeto e expansão igual a 0,0% quando determinados através dos ensaios;
- c) % de silte na fração fina que passa na peneira de abertura de 0,075 mm inferior a 65%.

9.4. Estrutura Final

A estrutura de pavimento adotada para as vias tratadas nesse projeto, em atendimento ao dimensionamento, é apresentada a seguir.

Avenida Pedro Euzébio Lemos – Estaca 0 até Estaca 20		
Camada	Esp. (cm)	Material
Revestimento	3,0	Concreto Asfáltico Usinado à Quente – Faixa “C”
Pintura de Ligação	-	Emulsão Asfáltica de Ruptura Média RM-2C
Binder	4,5	Binder
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica de Ruptura Média RM-2C
Base	20,0	BGS - Brita Graduada Simples - 100% P. M.
Sub-base	30,0	Bica Corrida – 100% P.I.
Reforço do Subleito	60,0	Rachão – 100% P.I.
Subleito	-	Solo Local



Avenida Pedro Euzébio Lemos – Estaca 20 até Estaca 110+1,17		
Camada	Esp. (cm)	Material
Revestimento	3,0	Concreto Asfáltico Usinado à Quente – Faixa “C”
Pintura de Ligação	-	Emulsão Asfáltica de Ruptura Média RM-2C
Binder	4,5	Binder
Imprimação	-	Emulsão Asfáltica de Ruptura Média RM-2C
Base	20,0	BGS - Brita Graduada Simples - 100% P. M.
Sub-base	30,0	Bica Corrida – 100% P.I.
Subleito	-	Solo Local

9.5. Particularidades Construtivas

A pavimentação da Avenida Pedro Euzébio Lemos consiste em construir uma estrutura presente ao usuário conforto, segurança e estabilidade, e seja capaz de resistir a ação do tráfego intenso que existe na via, devido a grande tráfego de caminhões carregados de areia, sem ruptura pelo período mínimo de 10 anos, período de projeto.

Foi dimensionada e projetada apenas uma seção tipo para a pavimentação asfáltica em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (Capa + Binder).

Foi adotada a densidade aparente do CBUQ= 2,40ton/m³.

9.6. Regularização e compactação do Subleito

Este item tem como objetivo descrever o conjunto de operações que destina a conformar geometricamente o subleito existente mediante pequenas concordâncias, nas cotas de greide, conferindo-lhe condições adequadas de geometria e compactação no sentido transversal e longitudinal de acordo com os perfis e cotas indicadas. A regularização desse trecho será executada com uma camada de rachão para nivelar o abaulamento existente na via rural em terra.



9.7. Sub-base e Reforço do Subleito em Material Estabilizado granulometricamente

A camada complementar á base e tem as mesmas funções que ela: resistir aos esforços verticais oriundo dos veículos e distribuir adequadamente as camadas subjacentes. Ver norma DNIT ES 139/2010.

A sub-base deverá se constituída de material com ISC igual ou superior a 20% (DNER-ME 049/94) e expansão máxima de 1%, isento de material orgânico, rocha sã, apresentando grau de compactação igual ou superior a 100% do Próctor Intermediário (DNER-ME 129/94)

- O material distribuído é homogeneizado com a ação conjunta de grade de disco e motoniveladora. Nesta etapa devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo;
- O teor de umidade admitido é de 2% para mais ou 1% para menos da umidade ótima de compactação;
- Não deve ser executada em espessura menor que 10cm nem em superior a 20cm. Quando tiver necessidade subdividir em camadas parciais;
- A Compactação deve ser executada em segmentos experimentas obedecendo o número de passadas estabelecidas para atingir o grau de compactação especificado;
- A compactação deve evoluir longitudinalmente iniciando pelas bordas;
- O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratórios;
- Não deve ser submetida ao tráfego;
- A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento da camada seguinte, de forma a não ficar exposta a intempéries.



9.8. Base de Brita Graduada

Esta camada tem por objetivo resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos e distribuir adequadamente a camada subjacente. Ver norma DNIT ES 141/2010.

A base deverá se constituída de material com ISC igual ou superior a 60% (DNER-ME 049/94) e expansão máxima de 0,5%, isento de material orgânico, rocha sã, apresentando grau de compactação igual ou superior a 100% do Próctor Modificado (DNER-ME 129/94).

- Não deve ser permitida a execução do serviço em dias de chuva;
- O material transportado por caminhão basculante, deve ser depositado na pista em montes adequadamente espaçados;
- Deve ser espalhado pela motoniveladora;
- A variação do teor de umidade admitida para o material é de 2% da umidade ótima.
- A espessura da camada não pode ser inferior a 10 cm, nem superior a 20 cm, estas devem ser divididas em camadas parciais;
- Estabelecer o número de passadas por seguimentos experimentais.
- A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas.
- O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratórios.
- Não deve ser aberta ao tráfego e deve ser imprimada imediatamente após ser liberada pelos controles, para não ficar exposta a ação de intempéries.

9.9. Imprimação com Emulsão de Ruptura Média (RM-2C)

Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado (Norma DNIT 144/2014-ES).



A execução deve ser realizada somente após a perfeita conformação geométrica da base, procede-se a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente. Aplica-se a seguir a emulsão impermeabilizante na temperatura compatível, na quantidade certa e de maneira uniforme. A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente na obra. A taxa de aplicação da emulsão asfáltica é da ordem de 0,5 a 0,8 l/m², o equipamento utilizado é o caminhão espargidor.

9.10. Pintura de Ligação

Consiste na aplicação de material betuminoso sobre a superfície da base, para promover aderência entre um revestimento betuminoso e a camada subjacente. O material utilizado será emulsão asfáltica tipo RM-2C, diluído em água na proporção 1:1, e aplicado na taxa de 0,50 a 0,80 litros/ m² de tal forma que a película de asfalto residual fique em torno de 0,3mm. O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual. Na execução do serviço deverão ser obedecidas as especificações técnicas.

9.11. Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)

Após executada a pintura de ligação, será executado os serviços de pavimentação asfáltica com CBUQ.

DESCRIÇÃO

A camada de rolamento de CBUQ consistirá em uma camada de mistura íntima, devidamente dosada, preparada e aplicada a quente, constituída de material betuminoso e agregado mineral (pedra britada, areia e pedregulho britado). A mesma será construída segundo o alinhamento, perfil, seção transversal típica e dimensões indicadas pelo projeto, tudo de acordo com a presente instrução.

MATERIAIS



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

35

O agregado mineral deve satisfazer as seguintes condições:

- a) Distribuição granulométrica que satisfaça uma das graduações constantes do quadro abaixo:

PENEIRA DE MALHA QUADRADA		% PASSANDO, EM PESO DAS FAIXAS			
Discriminação	Abertura m.m	A	B	C	Tolerancias fixas de Projeto
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95-100	100	-	+/- 7%
1"	25,4	75-100	95-100	-	+/- 7%
3/4"	19,1	60-90	80-100	100	+/- 7%
1/2"	12,7	-	-	85-100	+/- 7%
3/8"	9,5	35-65	45-80	75-100	+/- 7%
Nº 4	4,8	25-50	28-60	50-85	+/- 7%
Nº 10	2	20-40	20-45	30-75	+/- 5%
Nº 40	0,42	10-30	10-32	15-40	+/- 5%
Nº 80	0,18	5-20	8-20	8-30	+/- 5%
Nº200	0,074	1-8	3-8	5-10	+/- 2%
Betume solúvel no CS ² (+) %		4,0-7,0 Camada de Ligação (binder)	4,5-7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5-9,0 Camadas de rolamento	+/- 0,3%

A faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento.

NOTA: a graduação entre os limites supra deverá ser tal que pelo menos 10% do agregado total passem pela peneira de 4,75 mm e sejam retidos pela de 2,00 mm.



b) Abrasão Los Angeles, inferior a 40% na pedra britada e 50% no pedregulho;

c) Fragmentos moles ou alterados, em porcentagem total inferior a 2%;

d) Substâncias nocivas e impurezas, em porcentagens inferiores a: torrões de argila – 0,5%, matéria orgânica, gravetos, etc. – 0,5%;

e) O pedregulho só poderá ser aplicado quando, pelo menos, 95% dos fragmentos retidos na peneira de 4,76 mm apresentem uma face fragmentada pela britagem.

Caso seja usado “filler”, mineral, o mesmo deverá estar perfeitamente pulverizado e isento de argila, silte, mica e de matéria orgânica, todo o “filler” deverá passar pela peneira de 0,42 mm (número 40) podendo, até 35% ficar retido na de 0,074 mm (número 200), para efeito de dosagem o material trazido pelos demais agregados e que passa na peneira de 0,074 mm é considerado como “filler”.

O material betuminoso poderá ser um dos seguintes:

a) Cimento Asfáltico – 50-60, 150-200, 85-100 e 100-120.

b) Cap7 ou Cap 20

No caso dos materiais deixarem de cumprir alguma das exigências especificadas, a fiscalização poderá, excepcionalmente autorizar sua aplicação.

EQUIPAMENTO

O equipamento mínimo a ser utilizado na construção de camadas de rolamento de pré-misturado a quente é o seguinte:

a) Veículos para transporte de materiais;

b) Equipamento de aquecimento do material betuminoso, capaz de aquecer o mesmo e mantê-lo dentro dos limites especificados de temperatura;

c) Equipamento de secagem e aquecimento de agregado, capaz de eliminar a umidade do mesmo, de aquecê-lo e mantê-lo dentro dos limites especificados de temperatura;

d) Termômetro para o controle de temperatura do material betuminoso e do agregado;



e) Equipamento misturador capaz de efetuar a mistura homogênea e intimamente, entre o agregado mineral e o material betuminoso;

f) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e comprimento de aproximadamente 4,00m;

g) Gabarito de madeira ou metálico, cuja borda inferior tenha a forma de seção transversal estabelecida pelo projeto;

h) O equipamento para a compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm² a 8,4kgf/cm² (35 a 120 psi), devendo estar lastrados de acordo com as especificações do fabricante, para o serviço a ser executado;

i) Soquetes manuais de qualquer tipo aprovado pela fiscalização;

j) Pequenas ferramentas tais como pás, garfos, ancinhos, enxadas, etc.

Outros equipamentos, tais como usinas misturadoras fixas ou móveis, esparramadora-acabadoras, soquetes mecânicos, etc., poderão ser usados, uma vez aprovados pela fiscalização.

EXECUÇÃO

Deverá ser seguido o processo para construção de camadas de rolamento de pré-misturado a quente, com os equipamentos relacionados acima.

Trabalhos preliminares e condições atmosféricas.

A camada subjacente será preparada pela forma prescrita na respectiva instrução. A superfície devidamente imprimada deverá estar seca e livre de todo e qualquer material solto, devendo ser feita, em caso contrário, a limpeza, antes do início das operações de construção da camada de rolamento.

Não se executará o trabalho de que trata a presente instrução em tempo úmido ou quando as condições reinantes forem desfavoráveis, a critério da fiscalização.

Preparo dos materiais e da mistura

Preparo do agregado:



a) Caso o agregado mineral resulte de composição de materiais de dois ou mais depósitos, as frações devem ser reunidas em proporção tal que permita a obtenção de uma das graduações especificadas;

b) Se o teor de umidade do agregado mineral for superior a 1% do peso desse agregado seco, o agregado deverá ser seco antes de ser levado para o misturador;

c) O agregado deverá ser aquecido até a temperatura indicada pela fiscalização;

d) A fiscalização poderá exigir que o agregado aquecido, antes de entrar no misturador, seja separado, por peneiração, em duas frações pelo menos, a fim de corrigir a graduação;

e) Não será permitido, sem expressa autorização da fiscalização, o adicionamento de qualquer ingrediente ao agregado mineral.

Preparo do aglutinante

a) o aglutinante betuminoso deverá ser aquecido até uma temperatura, para misturação, que fique entre os limites abaixo: Cimento Asfáltico – 135 a 160 oC.

Preparo da mistura

a) A composição da mistura será indicada pela fiscalização, devendo ficar entre os seguintes limites em peso: agregado – 94 a 96%, mat. Betuminoso – 6 a 4%.

b) O agregado mineral e o material betuminoso, nas quantidades e nas temperaturas preconizadas pela fiscalização, deverão ser intimamente misturados de forma que todas as partículas de agregado fiquem completamente cobertas do aglutinante betuminoso; o tempo de mistura não poderá ser inferior a 30 segundos.

c) Em caso algum o agregado poderá ser introduzido no misturador, a uma temperatura de mais de 15 graus centígrados acima da temperatura do material betuminoso.

Transporte de mistura



No transporte da mistura a fiscalização não tolerará segregação e nem que a queda de temperatura seja muito elevada, de forma a prejudicar as operações seguintes.

Esparrame, compressão e acabamento.

A mistura betuminosa deverá ser esparramada de forma tal que permita, posteriormente a obtenção de uma camada de acordo com o projeto, sem novas adições, a menos que expressamente autorizadas pela fiscalização.

A temperatura da mistura, por ocasião das operações do esparrame, não poderá ser inferior a 110 graus centígrados, quando tiver sido usado cimento asfáltico.

Logo após o esparrame e assim que a mistura suporte o peso do rolo deve ser iniciada a compressão, pelo compressor especificado. A compressão deverá começar nos lados e progredir longitudinalmente, em cada passada, pelo menos metade da largura do seu rastro da passagem anterior; nas curvas, a rolagem progredirá do lado mais baixo para o mais alto, paralelamente ao eixo da via as mesmas condições de recobrimento do rastro.

Para impedir adesão do aglutinante betuminoso aos rolos, estes deverão ser molhados, não sendo, no entanto, permitido excesso de água, óleo diesel e outros materiais nocivos ao cimento asfáltico. Podendo ser utilizados óleo vegetal, água e sabão, etc.

Os compressores não poderão fazer manobra sobre as camadas que estejam sofrendo rolagem. As passadas sucessivas de compressor deverão ser feitas ao longo de extensões levemente diferentes.

A camada acabada deve apresentar-se uniforme, isenta de ondulações e sem saliências ou rebaixos. Nos lugares onde essas condições não forem respeitadas, critério da fiscalização o material será removido e substituído por mistura fresca, ainda à temperatura de aplicação que será comprimida até que adquira densidade igual a do material circunjacente, com o qual deverá ficar intimamente ligada, de forma que o serviço acabado não tenha aspecto de remendo.



Não será permitida aplicação da mistura após o anoitecer, tal prática deverá ser aprovada pela Fiscalização quando apresentados equipamentos que reproduzam a qualidade e quantidade de iluminação necessária para que os serviços não sejam prejudicados.

Processos alternativos de construção

A sequência das operações poderá ser modificada pela Empreiteira, com a aprovação da fiscalização, desde que resulte camada idêntica à que se obteria pelo processo de construção descrito.

No caso de utilização das máquinas citadas acima. Deverá a Empreiteira apresentar o esquema de trabalho contendo a sequência de operações, a fim de ser aprovada pela fiscalização.

10. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes foi desenvolvido a partir de informações fornecidas pelos Estudos Topográficos, Estudos Hidrológicos e Projeto Geométrico que fixaram os elementos para se desenvolver uma metodologia de cálculo, utilizada no dimensionamento das Galerias de Águas Pluviais, em toda a área abrangente do projeto.

Estas obras de Drenagem e Obras de Arte Correntes deverão ser executadas concomitantemente com as obras de terraplenagem e pavimentação, com o acompanhamento da fiscalização da obra.

Galerias de Águas Pluviais

O sistema de galerias de águas pluviais compreende bueiros de grotas e greides, dispositivos para captação de águas superficiais e de dispositivos complementares, que permitem coletar e conduzir as descargas resultantes de uma chuva inicial de projeto, para o ponto final de lançamento. Quanto mais distante se situar esse ponto de lançamento, mais extenso será o sistema de condução.



Dimensionamento Hidráulico

Os cálculos hidráulicos foram efetivados através da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente e lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,80, conforme apresentado na sequência:

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2}$$

Sendo:

v = velocidade de escoamento (m/s);

η = coeficiente de rugosidade, 0,015 para o concreto;

R = raio hidráulico (m);

i = declividade da tubulação (m/m).

A vazão será dada por:

$$Q = A \times v$$

Onde:

Q = vazão de escoamento (m³/s);

A = seção transversal da tubulação (m).

A vazão de escoamento foi comparada com a vazão de projeto, calculada através do Método Racional, conforme consta nos Estudos Hidrológicos, sendo que a vazão de escoamento deve ser maior que a vazão de projeto.

10.1. Especificações Técnicas

- **Escavação Mecânica de Valas / Transporte / Aterros:** A escavação deverá ser executada com retro escavadeira ou escavadeira hidráulica, na profundidade estipulada em projeto, seguindo as diversas declividades, e com largura excedendo em 40cm o diâmetro interno do tubo a ser assentado.



No caso da rede ser executada sob o passeio, o material escavado deverá ser colocado ao lado da vala para posterior reaterro e compactação, já no caso de travessias, estas deverão ser preenchidas com saibro com apiloamento gradativo, o material excedente deverá ser transportado para bota-foras ou em eventuais aterros na área referente aos passeios.

- **Lastro de Brita / Tubos de Concreto:** Após a escavação mecânica da vala, tendo o fundo nivelado conforme declividade projetada, assenta-se o tubo. Estes devem ser rejuntados externamente na parte superior, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, podendo-se utilizar um aditivo de endurecimento e altas resistências iniciais, aguarda-se tempo de cura da argamassa e procede-se o preenchimento com o material retirado da mesma. No fundo da vala será colocada uma camada, como lastro, de 5 cm de brita nº 1. Quanto a utilização de tubos armados ou não, tubulação projetada, com indicações de diâmetro, declividade, comprimento, classe da resistência e cotas de assentamento verificar convenções no projeto executivo em anexo. Para os tubos de concreto simples os diâmetros variam de 200 a 600 mm Para os tubos de concreto armado os diâmetros variam de 300 mm até 2000 mm; A classe de resistência: Para tubos de concreto simples para águas pluviais a nomenclatura correta é PS1 ou PS2. Para tubos de concreto armado para águas pluviais a nomenclatura correta é PA1, PA2, PA3 ou PA4. Observação: PS = Pluvial Simples; PA = Pluvial Armado.

- **Bocas de Lobo:** As bocas-de-lobo são os dispositivos executados junto aos meios fios ou meios fios com sarjetas, em áreas urbanizadas, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora. Estas caixas de captação deverão ser executadas “in loco”, nos locais determinados em projeto e conforme prancha detalhada em anexo. Já a grelha de concreto, componente do conjunto deverá ser em concreto pré-moldado. As caixas de captação existentes que estão localizadas sob o leito da pista projetada, deverão ser ‘arrancadas’ ou enterradas, pois não terão mais nenhuma função específica. No projeto executivo estas caixas estão indicadas.

- **Caixas de Ligação:** Caixas de Ligação são os dispositivos auxiliares implantados nas redes de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo à rede coletora e permitir as mudanças de direção, de declividade



43

e dos diâmetros de tubos empregados deverão ser executadas “in loco”, nos locais determinados em projeto e conforme prancha detalhada em anexo.

11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O projeto de sinalização horizontal e vertical foi desenvolvido de acordo com as normas, especificações e orientações do CONTRAN, conforme as determinações do Novo Código de Trânsito Brasileiro.

11.1. Sinalização horizontal

A sinalização horizontal é composta por linhas e faixas (longitudinais e transversais), marcas de canalização, símbolos e legendas escritas no pavimento, cuja finalidade é organizar e controlar o fluxo de veículos que adentram ao empreendimento.

A sinalização horizontal é o conjunto de marcas viárias, símbolos e legendas, para atender às condições mínimas de segurança e conforto ao usuário.

11.2. Sinalização vertical

- Placas a implantar

A área de placas a implantar foi obtida através da quantidade de placas, por meio da contagem no projeto de sinalização vertical, multiplicada por suas respectivas áreas.

As placas a serem implantadas devem apresentar a mesma visibilidade, forma e cor durante o dia e a noite, e atender a NBR 14644. Estas placas devem obedecer às indicações de projeto.

As chapas de aço devem ser revestidas com zinco pelo processo contínuo de imersão a quente, conforme NBR 7008, grau ZC, revestimento mínimo Z275. Devem ter a espessura mínima de 1,25 mm.



Os suportes metálicos em aço para a fixação das placas podem ser simples. Os materiais metálicos devem atender a NBR 14890. Devem ser implantados no solo por processo de percussão ou através de escavação com posterior reaterro apiloado e concreto. Nos suportes de seção circular deve ser evitada a rotação do suporte no solo, através de dispositivos de travamento ou processos de ancoragem (indicado no projeto).

Deve ser feita a limpeza do local de forma a garantir a visibilidade da placa a ser implantada.

Para as placas laterais fixas, a altura mínima na qual deve ser colocada é de 1,20 m medida a partir do nível do bordo da pista até a borda inferior da placa, e no máximo, com altura livre de 1,50 m.

O posicionamento transversal das placas deve ser tal que garanta um espaço mínimo entre a placa e o bordo da pista de 1,20 m.

As placas de sinalização devem ser colocadas em posição vertical, fazendo um ângulo de 90 a 95 graus com o sentido do fluxo, a fim de não prejudicar a legibilidade da placa.

12. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

A seguir apresentamos as especificações que deverão ser obedecidas na execução das obras:

a) Terraplenagem

- DER/PR ES-T 01/05 – Serviços preliminares
- DER/PR ES-T 02/05 – Cortes
- DER/PR ES-T 06/05 – Aterros
- DER/PR ES-T 07/05 – Revestimento primário

b) Drenagem e Obras de Arte Correntes

- DER/PR ES-D 01/05 – Sarjetas e valetas



45

- [DER/PR ES-D 09/05 - Bueiros tubulares de concreto](#)

c) Pavimentação

- DER/PR ES-P 05/05 – Brita graduada;
- DER/PR ES-P 07/05 – Camadas estabilizadas granulometricamente;
- DER/PR ES-P 21/05 – Concreto asfáltico usinado a quente

d) Serviços Complementares

- DER/PR ES-OC 02/05 – Sinalização horizontal com tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, retro-refletiva
- DER/PR ES-OC 09/05 – Fornecimento e implantação de placas laterais para sinalização vertical
- [DER/PR ES-OC 13/05 - Meios-fios](#)
- [DER/PR ES-OC15/05 - Proteção vegetal](#)