

			PÁGINA
			2/38
			REV.
			0

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	LOCALIZAÇÃO	3
3.0	TOPOGRAFIA E GEOTECNIA	3
4.0	CÓDIGOS E NORMAS TERRAPLENAGEM	4
5.0	GEOMETRIA	5
6.0	DEFINIÇÃO E CRITÉRIOS PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM	5
7.0	CÁLCULO DO VOLUME DE TERRAPLENAGEM	8
8.0	ESTUDO HIDROLÓGICO	16
9.0	DESCRIÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM	20
10.0	DESCRIÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	28
11.0	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	31
12.0	ESPECIFICAÇÕES	
13.0	QUANTITATIVOS PARA OS MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO	36

			PÁGINA
			3/38
			REV.
			0

1.0 OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo apresentar os serviços, critérios de dimensionamento e procedimentos necessários para o desenvolvimento dos estudos referente a implantação do Projeto da Arena Multiuso, localizado no município de Araguaí – Minas Gerais.

2.0 LOCALIZAÇÃO

A implantação da Arena Multiuso de Araguaí será localizada no Quarteirão da Rua Dos Carvalhos, Bairro São Sebastião, Araguaí - Mg.



Figura 1: Mapa de localização

3.0 TOPOGRAFIA E GEOTECNIA

Para o desenvolvimento dos projetos foram utilizados os estudos topográficos fornecidos pela SEPLAN, servindo como referência para a modelagem geométrica e altimétrica de todo o empreendimento projetado (MDT do projeto), citados abaixo:

Nesta fase do projeto, não foram fornecidos dados de sondagens do solo

1	Planta Arena Multiuso_TOTAL_rev02
---	-----------------------------------

			PÁGINA
			4/38
			REV.
			0

4.0 CÓDIGOS E NORMAS TERRAPLENAGEM

Os projetos de infraestrutura deverão considerar a última edição dos principais códigos e normas publicados pelas seguintes organizações, porém não se limitando a

MTE - NR's

- DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares;
- DNIT 105/2009-ES - Terraplenagem - Caminhos de serviço;
- DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes;
- DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros
- NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI.
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas.
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto.

MTE - Portaria 3212 - Aprova as Normas regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

ABNT

- NBR 7678 - Segurança na Execução de Obras e Serviços de Construção
- BR 9061 - Segurança de Escavação a Céu Aberto
- NBR 11682 - Estabilidade de Encostas

DNIT

- DNIT 030/2004- ES - Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana
- DNIT 102/2009-ES - Proteção do corpo estradal - Proteção vegetal
- DNIT 074/2006 – ES - Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos
- DNIT 103/2009-ES - Proteção do corpo estradal - Estruturas de arrimo com gabião
- DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares
- DNIT 105/2009-ES - Terraplenagem - Caminhos de serviço
- DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes
- DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos
- DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem – Aterros

			PÁGINA
			5/38
			REV.
			0

CP-B-501	Critérios de projeto para civil/ infraestrutura, rodovias, acessos e sistema viário
EG-B-401	Especificação Geral para Drenagem
ES-V-501	Especificação de Serviços para Levantamento Topográfico
IPR-715 - DNIT	Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem
IPR-724 - DNIT	Manual de drenagem de rodovias
IPR-736 - DNIT	Álbum de projetos - tipos de dispositivos de drenagem - 5ª edição

5.0 GEOMETRIA

O projeto básico de terraplenagem teve como premissa atender as condições geométricas definidas pelo Arranjo Geral da Arena Multiuso, obedecendo ao máximo as premissas pré-aprovadas no projeto conceitual, como também a economia nos custos de transporte e a busca do equilíbrio na compensação dos materiais de corte e aterro.

Na elaboração do projeto de geométrico e terraplenagem buscou se a manutenção das dimensões dos platôs, conforme projeto conceitual necessárias para implantação das edificações, equipamentos e as larguras suficientes para os acessos de manutenção, circulação, obedecendo o que a NR 22 preconiza e permitindo diferentes tipos de veículos transitem pela unidade com perfeita segurança e respeitando a circulação de pessoas, valorizando o convívio harmonioso principalmente.

6.0 DEFINIÇÃO E CRITÉRIOS PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM

1.8 SERVIÇOS PRELIMINARES

São considerados serviços preliminares as operações correspondentes aos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza para cortes e aterros.

Considerou-se a remoção de uma espessura média de 20cm de solo superficial, nas áreas indicadas na tabela 1.

Os locais definidos em projeto para bota fora e ou praças para depósito provisório de materiais oriundos de corte, devem estar convenientemente preparados e aptos a receberem os respectivos materiais de deposição e as operações posteriores.

			PÁGINA
			6/38
			REV.
			0

Tabela 1: Remoção de camada de solo superficial – Limpeza do terreno.

LOCAL	ÁREA DE REGULARIZAÇÃO (m²)
VIA 1 -TRECHO 1	678,66
VIA 1 -TRECHO 2	297,78
ROTATÓRIA A	459,20
ESTACIONAMENTO	767,30
VIA 2	2569,78
APOIO ADM	121,05
PORTARIA	192,72
AREA DE RECREAÇÃO	630,00
ARQ+VEST 01	409,04
ARQ+VEST 02	1027,10
TOTAIS:	7.152,63

1.9 CORTES

A execução de escavação mecanizada em material de 1ª e 2ª categorias será utilizada na execução do corpo das plataformas em aterro. Materiais de 3ª categorias deverão ser destinados a bota-fora.

Nas fases posteriores dos projetos, deverá ser avaliado a possibilidade de utilização dos materiais de 3ª categoria em corpos de aterro, através do estudo de geológico geotécnico dos materiais com tais características, verificando a granulometria e diâmetro máximo, altura de camada compactada de aterro e demais fatores.

Os taludes ao final das escavações devem possuir a geometria indicada em projeto e superfície desempenada. Somente devem ser efetuadas alterações de inclinação caso novos dados geotécnicos justifiquem a alteração da inclinação, ou quando ocorrerem escorregamentos durante a execução. Neste caso, deverá ser suspensa quaisquer

			PÁGINA
			7/38
			REV.
			0

atividades de escavação na área, e o talude deverá passar por uma nova avaliação por uma equipe de geotécnica, para posterior liberação dos serviços.

Todos os cortes devem ser protegidos contra a ação erosiva das águas e mantidas em condição que assegurem drenagem eficiente (aplicação de biomanta ou hidrossemeadura com mix de sementes compatíveis com o solo da região) imediatamente ao término da execução do corte. Não devem ser permitidos materiais soltos provenientes de limpeza ou escavação nas proximidades das linhas de off sets dos cortes. Desde o início das obras até seu recebimento definitivo,

1.10 ATERROS

São segmentos cuja implantação requer depósito de materiais provenientes de cortes e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto ("off-sets").

Os solos para os aterros devem ser isentos de matérias orgânicas, micáceas, e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas, assim como solos com baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$ - DNER-ME 049/94) e expansão maior do que 4%.

O lançamento do material para a construção dos aterros deverá ser feito em camadas sucessivas com 25 cm, no máximo, no corpo dos aterros e três camadas de 20 cm nas camadas finais.

Para o corpo do aterro todas as camadas deverão ser compactadas na umidade ótima, mais ou menos 3%, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 98% da massa específica aparente máxima seca do ensaio DNER-ME 129/94, com proctor modificado para o pátio de estocagem e berma do caminho de rolamento, e proctor normalmente para demais aterros.

Para as camadas finais, isto é, 60 cm finais, a massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima e seca do referido ensaio e a umidade ótima com desvio de mais ou menos 2%, com proctor modificado para o pátio de estocagem e berma do caminho de rolamento, e proctor normalmente para demais aterros.

ITEM	DESCRIÇÃO	CRITÉRIO DE PROJETO
Cortes	Split material 1ª categoria	85%
	Split material 2ª categoria	10%
	Split material 3ª categoria	5%
	Grau de empolamento	Considerado apenas o volume geométrico
	Ângulo de talude - geometria	1,0 (H) / 1,0 (V)
	Berma de equilíbrio - largura	4,0 m
	Berma de equilíbrio - inclinação transversal	5%

			PÁGINA
			8/38
			REV.
			0

	Berma de equilíbrio - inclinação longitudinal	Acompanhando greide do projeto
	Altura máxima entre bermas	10,0 m
	DMT (distância média de transporte) - ADME	3 km (a confirmar)
	Contenções	Conforme necessidade
Aterros	Aterro - corpo	100% Proctor Normal
	Aterro - camada final (60 cm)	100% Proctor Intermediário
	Grau de empolamento	Considerado apenas o volume geométrico
	Solos moles (compressíveis)	Não será considerado
	Ângulo de talude - geometria	1,5 (H) / 1,0 (V)
	Berma de equilíbrio - largura	4,0 m
	Berma de equilíbrio - inclinação transversal	5%
	Berma de equilíbrio - inclinação longitudinal	Acompanhando greide do projeto
	Altura máxima entre bermas	10,0 m
	DMT (distância média de transporte) - Empréstimo	até 1,0 km
	Contenções	Conforme necessidade

Tabela 2: Parâmetros de Geometria e Terraplenagem

7.0 CÁLCULO DO VOLUME DE TERRAPLENAGEM

Os volumes do movimento de terra foram calculados fazendo-se a comparação entre os MTD (projetado) com o MDT da superfície do terreno primitivo, utilizando-se o software AutoCAD Civil 3D.

Os volumes podem ser verificados na versão do arquivo digital disponibilizado.

Para melhor visualização das áreas terraplenadas, o cálculo dos volumes de terraplenagem foi dividido em 02 (duas) partes conforme figura ilustrativa:

			PÁGINA
			9/38
			REV.
			0

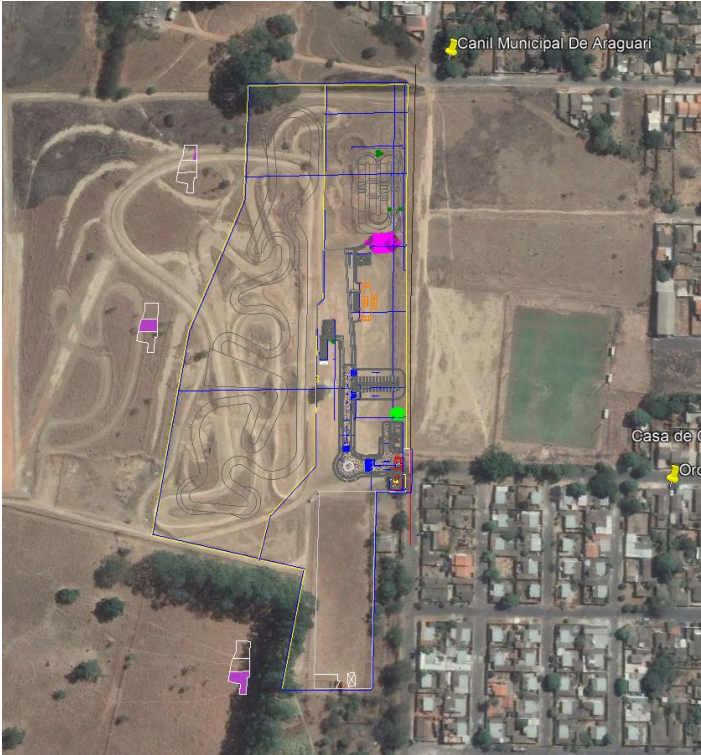


Figura 2: Croqui Esquemático de Terraplenagem

			PÁGINA
			10/38
			REV.
			0

RESUMO GERAL DE TERRAPLENAGEM												
LOCAL	CORTE (m³)				ATERRO (m³)				EMPRÉSTIMO		EXCEDENTE	
	TOTAL	1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA	TOTAL	CORPO DE ATERRO	ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM	SEM CONTROLE DO GRAU DE COMPACTAÇÃO	TOTAL (m³)	ORIGEM	TOTAL (m³)	DESTINO
VIA 1 -TRECHO 1	61,21	42,85	12,24	6,12	182,20	127,54	54,66		120,99			
VIA 1 -TRECHO 2	1,00	0,70	0,20	0,10	46,81	32,77	14,04		45,81			
ROTATÓRIA A					9,05	6,34	2,72		9,05			
ESTACIONAMENTO	28,84	20,19	5,77	2,88	48,86	34,20	14,66		20,02			
VIA 2					1.216,90	851,83	365,07		1.216,90			
APOIO ADM					17,82	12,47	5,35		17,82			
PORTARIA	12,12	8,48	2,42	1,21	38,49	26,94	11,55		26,37			
AREA DE RECREAÇÃO					493,00	345,10	147,90					
ARQ+VEST 01					400,37	280,26	120,11		400,37			
ARQ+VEST 02					477,14	334,00	143,14		477,14			
TOTAIS:	103,17	72,22	20,63	10,32	2.930,64	2.051,45	879,19		TOTAL DESTINADO A BOTA FORA = (VOLUME GEOMÉTRICO) m³			2.145,79
PERCENTUAIS:	100,00%	70,00%	20,00%	10,00%	100,00%	70,00%	30,00%		VOLUME DE EMPRÉSTIMO (JAZIDA) = (VOLUME GEOMÉTRICO) m³			2.334,47
PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PARA SELEÇÃO DOS MATERIAIS							ISC	EXPANSÃO	VOLUME DE ATERRO = (VOLUME GEOMÉTRICO x K) m³			2.334,47
MATERIAL SATISFATÓRIO COMO SUBLEITO E ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM DE CORTES E ATERROS							≥ISC 8%	≤2,0%	FATOR DE COMPACTAÇÃO K =			1,00
MATERIAL SATISFATÓRIO PARA UTILIZAÇÃO COMO CORPO DE ATERRO							≥4%	≤4,0%	CORPO DE ATERRO = 95% PN			2.051,45
									ACAB. DE TERRAP. = 100% PN			879,19
MATERIAL DE BAIXA CAPACIDADE DESTINADO À BOTA-FORA							<4%	>4,0%	GRAU MÍNIMO DE COMPACTAÇÃO: (ENERGIA DO ENSAIO DE PROCTOR NORMAL = PN)			

Tabela 3: Volumes de Terraplenagem – Projeto da Arena Multiuso.

			PÁGINA
			11/38
			REV.
			0

Tabela 4: Volumes Via 1 – Trecho 1

<u>Estaca</u>	<u>Semi Distância (m)</u>	<u>Área de Corte (m²)</u>	<u>Volume de Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso (m³)</u>	<u>Área de Aterro (m²)</u>	<u>Volume Aterro (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso Acum. (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Aterro (m³)</u>	<u>Dif. Vol. Acum. (m³)</u>
0+00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+10.000	5.00	6.40	32.01	32.01	0.01	0.05	32.01	32.01	0.05	31.96
0+15.000	2.50	2.59	22.47	22.47	0.40	1.02	54.47	54.47	1.07	53.40
1+0.000	2.50	0.06	6.60	6.60	1.94	5.85	61.08	61.08	6.92	54.16
1+5.000	2.50	0.00	0.14	0.14	6.99	22.33	61.21	61.21	29.25	31.96
1+10.000	2.50	0.00	0.00	0.00	11.13	45.30	61.21	61.21	74.55	-13.34
1+15.000	2.50	0.00	0.00	0.00	15.97	67.73	61.21	61.21	142.28	-81.07
2+0.000	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	39.92	61.21	61.21	182.20	-120.99

			PÁGINA 12/38
			REV. 0

Tabela 5: Volumes Via 1 – Trecho 2

<u>Estaca</u>	<u>Semi Distância (m)</u>	<u>Área de Corte (m²)</u>	<u>Volume de Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso (m³)</u>	<u>Área de Aterro (m²)</u>	<u>Volume Aterro (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso Acum. (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Aterro (m³)</u>	<u>Dif. Vol. Acum. (m³)</u>
0+05.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+10.000	2.50	0.00	0.00	0.00	3.33	8.32	0.00	0.00	8.32	-8.32
0+15.000	2.50	0.00	0.00	0.00	2.52	14.61	0.00	0.00	22.93	-22.93
0+20.000	2.50	0.00	0.00	0.00	1.84	10.90	0.00	0.00	33.82	-33.82
0+25.000	2.50	0.00	0.00	0.00	1.27	7.77	0.00	0.00	41.59	-41.59
0+30.000	2.50	0.09	0.24	0.24	0.82	5.22	0.24	0.24	46.81	-46.57

Tabela 6: Volumes Via 2

<u>ESTACA</u>	<u>Área de Corte (m²)</u>	<u>Volume de Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso Acum. (m³)</u>	<u>Área de Aterro (m²)</u>	<u>Volume Aterro (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso Acum. (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Aterro (m³)</u>	<u>Dif. Vol. Acum. (m³)</u>
0+00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+05.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+10.056	0.00	0.00	0.00	19.20	48.70	0.00	0.00	48.70	-48.70
0+15.003	0.00	0.00	0.00	18.21	92.94	0.00	0.00	141.64	-141.64
0+20.000	0.00	0.00	0.00	17.42	89.31	0.00	0.00	230.95	-230.95
0+25.000	0.00	0.00	0.00	16.76	85.43	0.00	0.00	316.39	-316.39

			PÁGINA 13/38 REV. 0

0+30.000	0.00	0.00	0.00	15.97	81.82	0.00	0.00	398.21	-398.21
0+35.000	0.00	0.00	0.00	15.02	77.50	0.00	0.00	475.70	-475.70
0+40.000	0.00	0.00	0.00	14.35	73.44	0.00	0.00	549.14	-549.14
0+45.000	0.00	0.00	0.00	12.82	67.94	0.00	0.00	617.08	-617.08
0+50.000	0.00	0.00	0.00	12.05	62.19	0.00	0.00	679.27	-679.27
0+55.000	0.00	0.00	0.00	12.42	61.19	0.00	0.00	740.46	-740.46
0+60.000	0.00	0.00	0.00	11.71	60.34	0.00	0.00	800.80	-800.80
0+65.000	0.00	0.00	0.00	10.29	55.01	0.00	0.00	855.81	-855.81
0+70.000	0.00	0.00	0.00	9.14	48.56	0.00	0.00	904.37	-904.37
0+75.000	0.00	0.00	0.00	8.79	44.82	0.00	0.00	949.20	-949.20
0+85.000	0.00	0.00	0.00	9.01	88.84	0.00	0.00	1038.04	-1038.04
0+90.000	0.00	0.00	0.00	9.08	45.24	0.00	0.00	1083.28	-1083.28
0+95.000	0.00	0.00	0.00	7.82	42.26	0.00	0.00	1125.53	-1125.53
1+00.000	0.00	0.00	0.00	7.42	38.09	0.00	0.00	1163.63	-1163.63
1+05.000	0.00	0.00	0.00	6.95	35.91	0.00	0.00	1199.53	-1199.53
1+10.000	0.00	0.00	0.00	0.00	17.37	0.00	0.00	1216.90	-1216.90

			PÁGINA 14/38
			REV. 0

Tabela 7: Volumes Área de Recreação

ESTACA	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+00.000	0.00	0.00	0.00	22.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+05.000	0.00	0.00	0.00	20.03	107.19	0.00	0.00	107.19	-107.19
0+10.000	0.00	0.00	0.00	18.46	96.22	0.00	0.00	203.41	-203.41
0+15.000	0.00	0.00	0.00	17.27	89.34	0.00	0.00	292.75	-292.75
0+20.000	0.00	0.00	0.00	17.93	88.01	0.00	0.00	380.76	-380.76
0+25.000	0.00	0.00	0.00	13.67	79.01	0.00	0.00	459.77	-459.77
0+30.000	0.00	0.00	0.00	0.00	34.18	0.00	0.00	493.95	-493

Tabela 8: Volumes Área de Estacionamento

ESTACA	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+05.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+10.000	0.00	0.00	0.00	6.79	16.97	0.00	0.00	16.97	-16.97
0+20.000	1.45	3.76	3.76	0.13	7.46	3.90	3.90	48.54	-44.64
0+25.000	4.26	14.28	14.28	0.00	0.32	18.18	18.18	48.86	-30.68

			PÁGINA
			15/38
			REV.
			0

0+35.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.84	28.84	48.86	-20.02
0+40.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.84	28.84	48.86	

			PÁGINA
			16/38
			REV.
			0

OBS:

1 - Volumes geométricos.

2 - O material excedente de corte será destinado ao bota-fora mais próximo do local, ou utilizado na recomposição do terreno, na etapa de regulação de terraplenagem.

8.0 ESTUDO HIDROLÓGICO

8.1 OBJETIVO

O Estudo Hidrológico tem por objetivo definir a chuva de projeto juntamente com os métodos de transformação chuva x vazão e posterior dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem superficial e profunda.

8.2 PLUVIOMETRIA

O levantamento de dados para elaboração do Projeto de Drenagem Pluvial compreenderá:

- Dados climatológicos, pluviométricos para caracterização do clima da região de interesse, com metodologia específica conforme Grupo de pesquisa em Recurso Hídricos, através do Pluvio 2.1
- Estudo topográfico da localidade com identificação dos talwegues e divisores que possibilitam o conhecimento das áreas de contribuição e áreas remanescentes oriundas ou adjacentes das alterações de relevo do terreno fornecido pela SEPLAN.

Para elaboração do Estudo de Chuvas Intensas, serão analisados os dados da Estação Pluviométrica de Araguari.

1. Determinação das alturas de precipitação máximas anuais, a partir das informações registradas na estação pluviométrica selecionada.
2. Transformação das alturas diárias em alturas de 24 horas, por meio de um fator de maximização de 10%, amplamente aplicado em estudos e referências técnicas consolidadas.
3. Para consolidação dos parâmetros utilizados na equação IDF (Intensidade x Duração x Frequência), utilizou-se os parâmetros conforme Quadro 1 a seguir:

			PÁGINA 17/38
			REV. 0

Tabela 1 – Altura Pluviométrica PT,d (mm) e Intensidade Pluviométrica

PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS - POSTO PLUVIOGRÁFICO DE ARAGUARI												MG
tc	(min.)	5	10	60	120	240	480	720	240	960	1200	1440
	(h)	0,08	0,17	0,25	0,50	4	8	12	4	16	20	24
TR (anos)	10	12,49	23,17	17,44	21,42	93,67	94,37	92,45	93,67	90,42	88,58	86,96
	15	13,47	24,99	18,81	23,09	101,00	101,76	99,69	101,00	97,50	95,52	93,77
	25	14,81	27,48	20,69	25,39	111,07	111,90	109,62	111,07	107,22	105,04	103,11
	50	16,85	31,26	23,53	28,89	126,36	127,30	124,71	126,36	121,97	119,49	117,30
	100	19,16	35,56	26,77	32,86	143,74	144,82	141,87	143,74	138,76	135,94	133,44
FONTE: ANEEL Dados fornecidos pela ANA - Agencia Nacional das Águas											SÉRIE HISTORICA	
25 anos												

INTENS. DAS PRECIPITAÇÕES - POSTO PLUVIOGRAFICO DE ARAGUARI												MG
tc	(min.)	5	10	60	120	240	480	720	240	960	1200	1440
	(h)	0,08	0,17	1,00	2,00	4,00	8,00	12,00	4,00	16,00	20,00	24
TR (anos)	10	149,85	139,03	17,44	10,71	23,42	11,80	7,70	23,42	5,65	4,43	3,62
	15	161,58	149,92	18,81	11,55	25,25	12,72	8,31	25,25	6,09	4,78	3,91
	25	177,69	164,86	20,69	12,70	27,77	13,99	9,14	27,77	6,70	5,25	4,30
	50	202,14	187,54	23,53	14,44	31,59	15,91	10,39	31,59	7,62	5,97	4,89
	100	229,96	213,35	26,77	16,43	35,94	18,10	11,82	35,94	8,67	6,80	5,56
FONTE: ANEEL Dados fornecidos pela ANA - Agencia Nacional das Águas											SÉRIE HISTORICA	
25 anos												

8.3 PERÍODO DE RECORRÊNCIA

Drenagem Superficial	10 anos
Bueiros Tubulares – Dimensionamento	20 anos
Bueiros Tubulares – Verificação	25 anos
Bueiros Celulares – Dimensionamento	25 anos
Bueiros Celulares – Verificação	50 anos
Obras-de-Arte Especiais	100 anos

8.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

passa a contribuir para a vazão no ponto em estudo. Para sua determinação utilizou-se a fórmula recomendada pelo “California Highways and Public Works - USA”:

			PÁGINA
			18/38
			REV.
			0

8.4.1 Drenagem Superficial e Bueiros de Greide

$t_c = 10$ (Dez minutos)

8.5 CÁLCULOS DAS VAZÕES DE PROJETO

8.5.1 Método Racional – Área < 4 km²

Neste método a vazão é calculada de acordo com a área de contribuição, conforme descrito a seguir:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Sendo:

Q = vazão máxima provável, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento run off;

I = intensidade de precipitação, em mm/h;

A = área da bacia, em Km².

Tabela 2.0 – valores do coeficiente de run-off "C" - Eng. Baptista Gariglio e José Paulo Ferreri

TIPO DE SOLO, PERMEABILIDADE E COBERTURA VEGETAL	COEF. DEFLÚVIO
1- Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,70 a 0,85
2- Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,65 a 0,80
3- Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,60 a 0,75
4- Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,55 a 0,70
5- Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,50 a 0,65
6- Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,45 a 0,60
7- Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com floresta	0,40 a 0,55
8- Solo argiloso – arenoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,35 a 0,50
9- Solo argiloso – arenoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,30 a 0,45
10- Solo argiloso – arenoso, de média permeabilidade, com floresta	0,25 a 0,40

			PÁGINA
			19/38
			REV.
			0

8.5.2 Método Racional com coeficiente de retardo – 4km²Área<10km²

$$Q = 0,278 \bullet C \bullet I \bullet A \bullet \phi$$

Sendo:

Q = vazão máxima provável, em m³/s;

C = coeficiente de deflúvio de Burkli-Ziegler;

I = intensidade de precipitação, em mm/h;

A = área da bacia, em Km².

A expressão para o coeficiente de retardo é:

$$\phi = \frac{1}{(100A)^{1/n}}$$

Para A em km².

n=4, pequenas declividades, inferiores a 0,5% (Burki Ziegler)

n=5, médias declividades, entre 0,5 e 1% (MC MATH)

n=6, fortes declividades, superiores a 1% (BRIX)

Tabela 3.0 – valores do coeficiente de run-off "C –

Tipo de áreas	C
Áreas densamente construídas	0.70 – 0.75
Zonas residenciais comuns	0.55 – 0.65
Zonas urbanas (região montanhosa)	0.30 – 0.45
Campos de cultura (reg. plana)	0.20 – 0.30
Parques, jardins (planta c/ alagadiço)	0.15 – 0.25

			PÁGINA
			20/38
			REV.
			0

8.5.3 Hidrograma Triangular Sintético “U.S.A. Soil Conservation Service” – Área>10km²

Todas as bacias delimitadas na área do projeto não se enquadram dentro da metodologia descrita acima.

9.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM

9.1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento da seção das canaletas, sarjetas, valetas e canais foi feito em função de suas características geométricas, área de implúvio, coeficiente de escoamento, coeficiente de rugosidade e segurança do usuário, possibilitando o posicionamento dos pontos de deságue levando em consideração os comprimentos críticos dos dispositivos projetados.

9.2 DISPOSITIVOS ADOTADOS

9.2.1 Dimensionamento hidráulico

No dimensionamento hidráulico dos dispositivos das redes coletoras de drenagem pluvial deverá ser empregada a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2}$$

onde:

Q = vazão (m³/s);

S = área molhada do conduto (m²);

n = coeficiente de rugosidade;

RH = raio hidráulico do conduto (m);

i = declividade do conduto (m/m).

A velocidade de escoamento será determinada pela fórmula de Manning, apresentada a seguir:

$$V = \frac{R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n}$$

Q = Vazão máxima admissível (m³/s).

			PÁGINA
			21/38
			REV.
			0

I = Declividade do condutor (m/m).

n = coeficiente de Manning.

RH = raio hidráulico (m).

Toda a tubulação, canaletas e sarjetas foram dimensionadas para atender ao limite mínimo e máximo de velocidade, sendo estes:

Mínimo = 0,6 m/s

Máximo = 4,5 m/s (concreto)

Os limites de declividade estabelecidos são:

Mínimo = 0,3% - desde que atenda a velocidade mínima

Máximo = Deve ser limitado pela velocidade máxima

Coeficiente de rugosidade: $n=0,013$ (concreto), $n=0,025$ (colchão Reno), $n=0,030$ (vegetação);

Lâmina máxima: $h= 0,80 \cdot H$, para uma borda livre mínima de 10cm;

Será usada canaleta retangular onde o platô ou pista não tiver declividade ou onde a vazão não permitir outro dispositivo.

9.2.2 Sarjetas

As sarjetas de corte / aterro são dispositivos que captam as águas que precipitam diretamente sobre a plataforma e as que provêm de bacias geradas pela implantação dos cortes, conduzindo-as até outros elementos de derivação que vão desaguá-las em terreno natural a jusante da estrada, onde seus efeitos nocivos não mais se farão sentir, ou serão minimizados. As valetas de banquetas de corte / aterro tem a finalidade de coletar e conduzir as águas superficiais provenientes das precipitações sobre os taludes e banquetas, conduzindo-as até o local de deságue seguro.

Estabelecida a geometria para a sarjeta, função das disponibilidades de largura da plataforma, seu dimensionamento consistiu no estabelecimento de seu comprimento crítico, para todas as situações peculiares de planta e perfil.

No projeto, estabeleceu-se que as sarjetas a serem implantadas nas bordas da plataforma serão revestidas de concreto. Assim sendo, o comprimento crítico será atingido quando a sarjeta atingir sua capacidade máxima.

			PÁGINA
			22/38
			REV.
			0

Para definição do coeficiente de escoamento das sarjetas foi considerado um valor de $C = 0,90$ para a plataforma e $C = 0,60$ para taludes de corte, resultando para a determinação dos comprimentos críticos um C médio de $0,70$ para sarjetas de corte e $0,90$ para sarjetas de aterro.

9.2.2.1 Sarjetas de concreto urbana

Neste projeto, estabeleceu-se que as sarjetas a serem implantadas nas bordas da plataforma serão p e seção trapezoidal, salvo particularidades indicadas em projeto onde serão aplicadas revestidas em concreto.

No projeto estão sendo indicadas as sarjetas TIPO 3.

Tabela 5 – Capacidade de Vazão das Sarjetas – Tipo 3

Decl. (m/m)	Vo (m/s)	Qo (m³/s)	Largura da Pista			
			10	12	15	18
0,002	0,44	24,71	24,4	23,2	21,7	20,4
0,004	0,62	35,02	34,5	32,9	30,7	28,8
0,010	0,98	55,38	54,5	52,0	48,6	45,6
0,015	1,20	67,82	66,8	63,6	59,6	55,9
0,020	1,38	78,31	77,1	73,5	68,7	64,5
0,030	1,68	95,92	94,4	90,0	84,1	79,0
0,070	2,58	146,51	144,2	137,4	128,5	120,7
0,080	2,76	156,63	154,2	146,9	137,4	129,0
0,090	2,93	166,13	163,5	155,8	146,7	136,8
0,100	3,09	175,12	172,4	164,3	153,6	144,3
0,110	3,24	183,66	180,8	172,3	161,1	151,3
0,120	3,38	191,83	188,8	180,0	168,3	158,0
0,130	3,52	199,66	196,5	187,3	175,1	164,5
0,140	3,65	207,20	203,9	194,4	181,8	168,0
0,150	3,78	214,47	211,1	201,2	188,1	176,7
0,160	3,90	221,51	218,0	207,8	194,3	182,5

*Obs.: A sarjeta tipo B destina-se às vias ditas sanitárias.

Tabela 6 – Capacidade Bocas-de-Lobo com Grelhas Combinadas

Y (cm)	Ferro Fundido		Concreto	
	BLS	BLD	BLS	BLD
3,0	17	31	17	31

			PÁGINA
			23/38
			REV.
			0

4,0	27	49	27	49
5,0	37	67	38	67
6,0	49	88	50	88
7,0	61	111	62	111
8,0	75	135	76	136
9,0	90	161	91	162
10,0	105	187	106	188
11,0	121	218	123	219
12,0	138	248	140	249

Tabela 7 – Capacidade Bocas-de-Lobo para greide contínuo – Faixa de alagamento de 1,67m

Declividade e (m/m)	SARJETA A				SARJETA B				SARJETA C			
	Qo (l/s)	Vo (m/s)	BLS Q (l/s)	BLD Q (l/s)	Qo (l/s)	Vo (m/s)	BLS Q (l/s)	BLD Q (l/s)	Qo (l/s)	Vo (m/s)	BLS Q (l/s)	BLD Q (l/s)
0,002	12,7	0,30	12,7	12,7	24,8	0,44	24,5	24,8	38,3	0,55	36,6	38,3
0,004	18,0	0,43	17,8	18,0	35,0	0,62	32,6	35,0	54,1	0,78	49,7	54,1
0,005	20,1	0,48	19,3	20,1	39,2	0,69	35,8	39,2	60,5	0,87	54,9	60,1
0,006	22,0	0,53	20,7	22,0	42,9	0,76	38,8	42,9	66,3	0,96	59,7	64,8
0,008	25,4	0,61	23,1	25,4	49,5	0,87	44,0	49,1	76,6	1,11	68,1	73,3
0,010	28,4	0,68	25,2	28,4	55,4	0,98	48,5	53,7	85,6	1,24	75,6	80,7
0,015	34,8	0,83	29,7	34,8	67,8	1,20	58,3	63,4	104,8	1,51	91,4	96,5
0,020	40,2	0,96	33,5	38,7	78,3	1,38	66,5	71,7	121,0	1,75	104,8	109,9
0,025	45,0	1,08	36,9	42,0	87,6	1,54	73,8	78,9	135,3	1,95	116,5	121,6
0,030	49,3	1,18	39,9	45,1	95,9	1,69	80,3	85,5	148,3	2,14	127,1	132,3
0,035	53,2	1,27	42,7	47,9	103,6	1,83	86,4	91,5	160,1	2,31	136,9	142,1
0,040	56,9	1,36	45,3	50,4	110,8	1,95	92,0	97,1	171,2	2,47	*120,0	151,2
0,050	63,6	1,52	50,1	55,2	123,8	2,18	102,2	107,3	191,4	2,76	*75,1	167,8
0,060	69,7	1,67	54,4	59,5	135,6	2,39	111,5	116,6	209,7	3,03	*47,0	182,8
0,070	75,3	1,80	58,3	63,4	146,5	2,58	120,0	125,1	226,5	3,27	*27,7	196,6
0,080	80,4	1,93	62,0	67,1	156,6	2,76	127,9	133,1	242,1	3,50	*13,6	209,5
0,090	85,3	2,04	65,4	70,5	166,1	2,93	*120,7	140,5	256,8	3,71	*2,7	221,6
0,100	89,9	2,15	68,7	73,8	175,1	3,09	*96,6	147,6	270,7	3,91	0,0	233,0
0,110	94,3	2,26	71,8	76,9	183,7	3,24	*77,6	154,3				
0,120	98,5	2,36	74,7	79,9	191,8	3,38	*62,1	160,7				
0,130	102,6	2,46	77,6	82,7	199,7	3,52	0,0	166,8				
0,140	106,4	2,55	80,3	85,5	207,2	3,65	0,0	172,7				
0,150	110,2	2,64	83,0	88,1	214,5	3,78	0,0	178,4				
0,160	113,8	2,73	85,5	90,6	221,5	3,90	0,0	183,9				
0,170	117,3	2,81	88,0	93,1								
0,180	120,7	2,89	90,4	95,5								
0,190	124,0	2,97	92,7	97,9								
0,200	127,2	3,05	95,0	100,1								
0,210	130,3	3,12	97,2	102,4								
0,220	133,4	3,20	99,4	104,5								
0,230	136,4	3,27	101,5	106,6								
0,240	139,3	3,34	103,6	108,7								
0,250	142,2	3,41	105,6	110,7								
0,260	145,0	3,47	107,6	112,7								
0,270	147,8	3,54	109,6	114,7								
0,280	150,5	3,61	111,5	116,6								
0,290	153,2	3,67	113,4	118,5								
0,300	155,8	3,73	115,2	120,3								

9.2.3 Valetas de proteção de corte e aterro

São dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, consequentemente afastadas das faixas de tráfego, destinadas a interceptar os deflúvios, que escoando pelos

			PÁGINA
			24/38
			REV.
			0

taludes ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego.

Neste projeto, estabeleceu-se que as valetas nas cristas de cortes e pés de aterro de seção trapezoidal serão padronizadas conforme o Albm de dispositivos de drenagem do DNIT. Adotou-se para o projeto as valetas tipo, VPA-03 e VPC 03, Valetas de Proteoão de Aterros e Valetas de Proteoão de Cortes, respectivamente, cujo dimensionamento foi feito conforme a tabela abaixo:

Tabela 8 – Comprimento crítico para VPC-03 – padrão DNIT

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALETA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	B (m)	h (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,750	0,500	0,313	1,531	0,204	0,015	10	0,700	10	139,20
LARGURA DE IMPLUVIO	12	20	30	40	50	60	70	80	90	100
i = 0,50 %	1572	943	629	472	377	314	270	236	210	189
i = 0,75 %	1926	1156	770	578	462	385	330	289	257	231
i = 1,00 %	2224	1334	890	667	534	445	381	334	297	267
i = 1,25 %	2486	1492	995	746	597	497	426	373	332	298
i = 1,50 %	2724	1634	1089	817	654	545	467	409	363	327
i = 1,75 %	2942	1765	1177	883	706	588	504	441	392	353
i = 2,00 %	3145	1887	1258	943	755	629	539	472	419	377
i = 2,50 %	3516	2110	1406	1055	844	703	603	527	469	422
i = 3,00 %	3852	2311	1541	1156	924	770	660	578	514	462
i = 3,50 %	4160	2496	1664	1248	998	832	713	624	555	499
i = 4,00 %	4448	2669	1779	1334	1067	890	762	667	593	534
i = 4,50 %	4717	2830	1887	1415	1132	943	809	708	629	566
i = 5,00 %	4973	2984	1989	1492	1193	995	852	746	663	597
i = 5,50 %	5215	3129	2086	1565	1252	1043	894	782	695	626
i = 6,00 %	5447	3268	2179	1634	1307	1089	934	817	726	654
i = 6,50 %	5670	3402	2268	1701	1361	1134	972	850	756	680
i = 7,00 %	5884	3530	2353	1765	1412	1177	1009	883	784	706
i = 7,50 %	6090	3654	2436	1827	1462	1218	1044	914	812	731
i = 8,00 %	6290	3774	2516	1887	1510	1258	1078	943	839	755
i = 8,50 %	6484	3890	2593	1945	1556	1297	1111	973	864	778
i = 9,00 %	6671	4003	2669	2001	1601	1334	1144	1001	890	801
i = 9,50 %	6854	4113	2742	2056	1645	1371	1175	1028	914	823
i = 10,0 %	7032	4219	2813	2110	1688	1406	1206	1055	938	844

			PÁGINA
			25/38
			REV.
			0

9.3 BUEIROS TUBULARES (TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES)

Os bueiros destinam-se à condução das Águas Pluviais provenientes das bacias de contribuição a montante dos acessos e/ ou recebimento das contribuições das pistas e taludes.

O dimensionamento dos bueiros face às vazões de projeto obtidas nos estudos hidrológicos, correspondentes a um período de retorno de 25 anos, foi efetuado a partir da teoria do regime crítico de escoamento, considerando-se sua operação com lâmina d'água livre à montante.

Foram especificados tubos de concreto e bueiros celulares em concreto.

Foram utilizadas as seguintes fórmulas, derivadas da fórmula de Manning e equação da continuidade para dimensionamento hidráulico dos tubos:

$$Q_P = \frac{0,1}{n} \pi D^{8/3} I^{1/2}$$

E

$$U_p = \frac{0,4}{n} D^{2/3} I^{1/2}$$

Onde:

Q_P = vazão à seção plena

D = diâmetro, em metros

I = declividade, em m/ m

n = coeficiente de rugosidade

U_p = velocidade à seção plena

Para determinação do H_w/D utilizou -se o Ábaco disponível no Manual de projeto de drenagem do DNIT (DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Manual de Drenagem de Rodovias, Publicação IPR-274, Ministério dos Transportes, 2006), para os bueiros implantados nos Talwegues.

Os bueiros de greide foram dimensionados conforme a metodologia aplicada no SISCOOH (software de uso livre para verificação hidráulica dos mesmos).

9.3.1 Bueiros de greide

Bueiros de greide são dispositivos destinados a conduzir as águas captadas pelas caixas coletoras para locais de deságüe seguro. Pode ainda ocorrer a necessidade de colocação dos bueiros nos pontos de passagem de corte para aterro, evitando-se que as águas oriundas das sarjetas de corte deságüem no terreno natural, evitando-se erosões

			PÁGINA
			26/38
			REV.
			0

Os bueiros de greide foram projetados com diâmetro mínimo de 0,60m.

Os dispositivos de drenagem relacionado acima foram dimensionados, conforme Manual de Drenagem de Rodovias do DER e Álbum de projetos – tipos de dispositivos de drenagem do DNIT.

9.1 MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Tabela 9 – Bueiros de transposição de Vias – padrão DNIT

TRECHOS	COMPRIMENTO
1	24,56
2	17,74
3	15,41
4	1,24

Tabela 10 – Caixa coletora de Sarjeta (CCS) – padrão DNIT

LOCALIZAÇÃO (ESTACA)	LADO	PROJETO TIPO	OBSERVAÇÕES
1+10,00	D	CCS	Deságue da BST 500
3+15,00	D	CCS	Deságue da BST 500
INTERLIGAÇÃO CCS 2A a CCS2	D	CCS	Deságue da Valeta de proteção

			PÁGINA
			27/38
			REV.
			0

Tabela 11 – Valeta de proteção de corte – padrão DNIT

VPA	PROJETO TIPO	EXTENSÃO
		(M)
TRECHO 01	VPC-01 (DNIT)	70,50
TRECHO 02	VPC-01 (DNIT)	33,43
TRECHO 03	VPC-01 (DNIT)	74,87
TRECHO 04	VPC-01 (DNIT)	44,01
TRECHO 05	VPC-01 (DNIT)	142,49

Tabela 12 – Sarjeta de concreto urbano – padrão DNIT

SCU	PROJETO TIPO	EXTENSÃO
		(M)
TRECHO 01	SCU-C	190,51
TRECHO 02	SCU-C	34,38
TRECHO 03	SCU-C	129,62
TRECHO 04	SCU-C	54,44

Tabela 13 – Meio Fio de Concreto tipo 5 - padrão DNIT

TRECHO	PROJETO TIPO	EXTENSÃO
		(M)
01	MFC-05	121,01
02	MFC-05	85,98
03	MFC-05	79,50
04	MFC-05	72,51
05	MFC-05	20,50
06	MFC-05	156,72
07	MFC-05	14,24
08	MFC-05	60,01
09	MFC-05	81,90

			PÁGINA 28/38
			REV. 0

Tabela 14 – Entrada para descida de água – padrão DNIT

LOCALIZAÇÃO		PROJETO TIPO (CÓDIGO)	UNIDADE (u)	EXTENSÃO	OBSERVAÇÕES
ESTACA	LADO				
1+10,00	E	EDA-02	Un	-	Jusante do bueiro 500
3+15,00	E	EDA-02	Un	-	Jusante do bueiro 500

Tabela 15 – Dissipador de energia - DEB 03– padrão DNIT

LOCALIZAÇÃO		PROJETO TIPO (CÓDIGO)	UNIDADE (u)	EXTENSÃO	OBSERVAÇÕES
ESTACA	LADO				
1+10,00	E	DEB-03	Un	-	Jusante do bueiro 500
3+15,00	E	DEB-03	Un	-	Jusante do bueiro 500

10.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

10.1 OBJETIVO

O critério para o dimensionamento do número N para o dimensionamento das camadas de pavimentação para o acesso utilizou-se da metodologia preconizada pela IP- 05/2004 - DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS TRÁFEGO MEIO PESADO E LEVE disponível em:<

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/NORMAS%20TECNICAS%20DE%20PAVIMENTACAO/INSTRUCAO%20DE%20PROJETOS/ip_05_2004_dimensionamento_de_pavimentos_flexiveis_para_trafego_meio_pesado_o_pesado_muito_pesado_e_corredores_de_onibus.pdf>. Acesso no dia 11/02/2021.

Foi utilizado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER (1981), elaborado pelo prof. Murillo Lopes de Souza.

As principais características deste método são:

- Propriedades dos Materiais;
- Intensidade de tráfego;

			PÁGINA
			29/38
			REV.
			0

- Coeficiente de Equivalência Estrutural;
- Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso;
- Espessuras das Camadas Granulares;
- Inequações de Dimensionamento;
- Capacidade de Carga do Subleito.

A espessura mínima a adotar para a compactação de camadas granulares é de 10 cm e a máxima para compactação é de 20 cm, onde para cada camada de 10 cm deve ser exposta a repetidas passagens do equipamento compactador.

A manutenção das áreas pavimentadas com revestimento betuminoso deverá ocorrer quando verificado a necessidade principalmente durante e após o período chuvoso, melhorando a durabilidade e qualidade do pavimento CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) a ser utilizado, e garantindo assim a vida útil do pavimento.

Manejo Ambiental

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- a) Durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos onde não houve alteração em forma natural, de modo a evitar a sua desfiguração;
- b) Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;
- c) Além destas, deverão ser atendidas, no que couberem, as recomendações do DNIT.

Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

10.2 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO "N"

De acordo com **IP- 05/2004** e respeitando os critérios geotécnicos para determinação do CBR de Projeto. As vias de baixo volume de tráfego classificados como tráfego Meio Pesado e com o número N adotado para o projeto no valor descrito abaixo:

- **Número N = $5,0 \times 10^5$**

Tabela 1 – IP- 05/2004 Dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego pesado e muito pesado

			PÁGINA
			30/38
			REV.
			0

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N Característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	$2,7 \times 10^4$ a $1,4 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	$1,4 \times 10^5$ a $6,8 \times 10^5$	5×10^5

A Via 01 foi dividida em Trecho 1 e 2, a Via 02 foi considerada no projeto de pavimentação como Via local e Coletora, dentro do limite de carga admissível para o transporte nesses veículos

Portando o valor não leva em consideração a presença de veículos de grande porte, fora de estradas e demais que não se classificam conforme a tabela 1.

10.3 ÍNDICE DE SUPORTE DO SUBLEITO (CBR)

O índice de suporte do subleito utilizado no dimensionamento das camadas granulares (CBR projeto) deverá ser definido a partir dos ensaios executados com as amostras coletadas ao longo do eixo projetado, com distância máxima entre os furos de 80m e com profundidade de 1,50 m abaixo da cota do greide de terraplenagem.

A partir da análise dos parâmetros do subleito obtidos pelos ensaios descritos conforme normativa do DEERMG e ou IP- 01/2004 INSTRUÇÃO GEOTÉCNICA da PMSP no qual se determinará o CBR de Projeto, este devendo ser de no mínimo 10% para o dimensionamento das camadas granulares.

Caso tenhamos uma situação no qual estas condições referentes ao CBR do local não sejam atingidas (CBR subleito < CBR do projeto), poderá ser efetuado o reforço do subleito conforme a tabela abaixo.

Tabela 2 – Dimensionamento das espessuras dos reforços de subleito

<u>SUBLEITO</u>	<u>ESPESSURA (cm)</u>
ISC ≥ 10	Não se aplica
10 > ISC > 8	20,00
8 ≥ ISC > 6	30,00
6 ≥ ISC ≥ 5	40,00
ISC < 5	60,00

			PÁGINA
			31/38
			REV.
			0

Expansão $\geq 2\%$	60,00
---------------------------------------	--------------

Conforme normativa do DER MG nos seguimentos de corte deveremos ter a retirada a umidade natural da última profundidade de cada furo sondado.

Sobre todas as amostras coletadas devem ser executados os ensaios completos Granulometria, Limites de “Atterberg”, em 50 % das amostras e ensaios de Compactação “CBR” e Expansão para 100 % das amostras.

Os ensaios deverão ser executados conforme as normativas abaixo:

- Análise granulométrica por peneiramento, método DNER-ME-080/94;
- Limite de plasticidade de solos, método DNER-ME-082/94;
- Limite de liquidez de solos, método DNER-ME-122/94;
- Compactação de solos, método DNER-ME-129/94;
- Índice de Suporte Califórnia de solos, método DNER-049/94.

11.0 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

11.1 CRITÉRIOS ADOTADOS

O dimensionamento das espessuras das camadas do pavimento foi dimensionado pela Metodologia do DNIT, com adoção do Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Engº Murilo Lopes de Souza.

11.2 ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO

Para o número de $N = 5,0 \times 10^5$ considerou-se um tratamento do tipo superficial, revestimento do tipo concreto betuminoso (CBUQ) na espessura de 5,0 cm, conforme preconiza o método.

11.3 COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Conforme indicado no método de dimensionamento do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, foram adotados os coeficientes de equivalência estrutural apresentado no Quadro 2 a seguir.

Tabela 3 – Espessura da camada asfáltica

N	Rmin (cm)	Tipo de Revestimento
$<10^6$	2,5	Tratamento Superficial

			PÁGINA
			32/38
			REV.
			0

		Betuminoso
10^6 a $5 \cdot 10^6$	5,0	Revestimento Betuminoso
$5 \cdot 10^6$ a 10^7	7,5	Concreto Betuminoso

11.4 UTILIZAÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO CBUQ FAIXA C

Conforme indicado nos manuais e nas bibliografias clássicas sobre o tema, o revestimento asfáltico em CBUQ é uma solução interessante para regiões com alto índice pluviométrico, visto que ele tem uma granulometria mais fechada e conseqüentemente uma menor infiltração das águas pluviais nas camadas de base e sub-base.

Portando mesmo que a metodologia de dimensionamento do DNIT permita utilizar revestimentos tipo TSD e outros (dimensionados através do número N da via) para a aplicação desses revestimentos deverão ser projetados drenos subsuperficiais em toda a extensão do pavimento, visando a proteção das camada de base e sub-base contra a degradação precoce diante dos problemas ocasionados pela percolação das águas pluviais em excesso nessas camada.

			PÁGINA
			33/38
			REV.
			0

11.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PAVIMENTO

Dimensionamento do Pavimento pelo Método do DNER (Eng.º Murillo Lopes de Souza)									
<u>Características do subleito</u>		<u>Características do reforço</u>							
ISC projeto	m = 10	ISC	n = 0						
<u>Características dos materiais empregados no pavimento</u>									
Coeficiente de Equivalência Estrutural		ISC (%)							
Base	K _B = 1,00	60	ISC > 60 ←						
Sub-Base	K _S = 1,00	20							
Reforço	K _{ref} = 0,71	n							
Revestimento	K _R = 1,2	espessura	TSS cm						
ESPESSURAS EQUIVALENTES									
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>H₂₀</td> <td style="background-color: #d9ead3;">24</td> </tr> <tr> <td>H_n</td> <td style="background-color: #d9ead3;">37</td> </tr> <tr> <td>H_m</td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> </table>				H ₂₀	24	H _n	37	H _m	0
H ₂₀	24								
H _n	37								
H _m	0								
<u>Parâmetros atuantes no pavimento</u>									
Número terminal de solicitações do eixo-padrão (USACE)		5,00E+05							
Pressão de contato pneu-pavimento		81,52							
<u>Cálculo das espessuras</u>									
Base $R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$ B = ■ #VALOR! cm adotado B = 20 cm		RESUMO ESPESSURAS (cm) Revestimento TSD Base 20 Sub-Base 20 Reforço 0 TOTAL 40,0							
Sub-Base $R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq H_n$ h₂₀ = 15 cm adotado h₂₀ = 20 cm									
Reforço $R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$ h_m = ■ #VALOR! cm adotado h_m = 0 cm									

			PÁGINA
			34/38
			REV.
			0

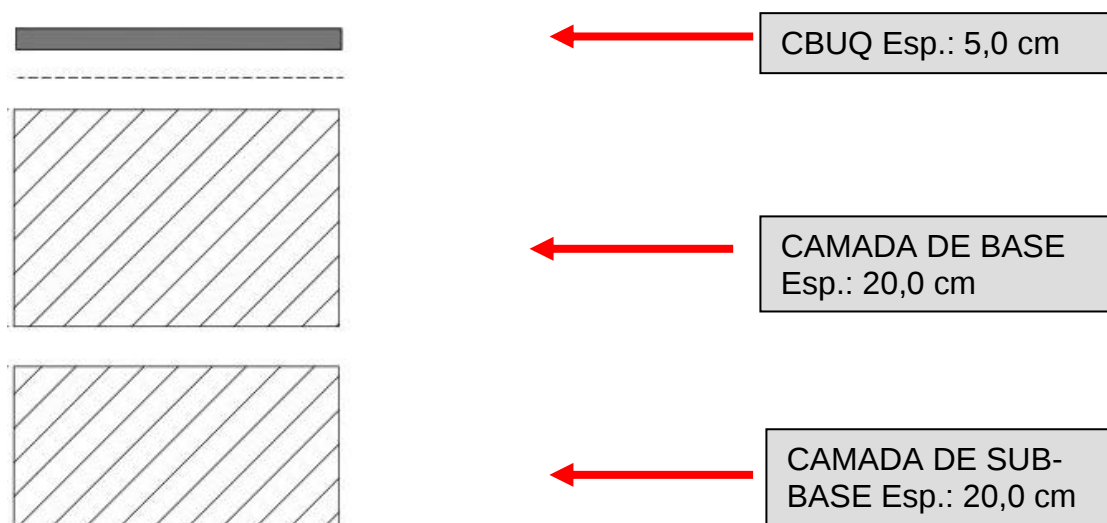
Dimensionamento do Pavimento pelo Método do DNER (Eng.º Murillo Lopes de Souza)																					
<u>Características do subleito</u>		<u>Características do reforço</u>																			
ISC projeto	m = 10	ISC	n = 0																		
<u>Características dos materiais empregados no pavimento</u>																					
Coeficiente de Equivalência Estrutural		ISC (%)																			
Base	K _B = 1,00	60	← ISC > 60																		
Sub-Base	K _S = 1,00	20																			
Reforço	K _{ref} = 0,71	n																			
Revestimento	K _R = 1,2	espessura	0,0 cm																		
ESPESSURAS EQUIVALENTES																					
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">H₂₀</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3;">24</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H_n</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3;">37</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H_m</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> </table>				H ₂₀	24	H _n	37	H _m	0												
H ₂₀	24																				
H _n	37																				
H _m	0																				
<u>Parâmetros atuantes no pavimento</u>																					
Número terminal de solicitações do eixo-padrão (USACE)		5,00E+05																			
Pressão de contato pneu-pavimento		81,52																			
<u>Cálculo das espessuras</u>																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Base</td> <td style="padding: 5px;">$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">B = 24 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">adotado</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3; text-align: right;">B = 20 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Sub-Base</td> <td style="padding: 5px;">$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq H_n$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">h₂₀ = 15 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">adotado</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3; text-align: right;">h₂₀ = 20 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Reforço</td> <td style="padding: 5px;">$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">h_m = -56 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">adotado</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9ead3; text-align: right;">h_m = 0 cm</td> </tr> </table>				Base	$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$		B = 24 cm	adotado	B = 20 cm	Sub-Base	$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq H_n$		h ₂₀ = 15 cm	adotado	h ₂₀ = 20 cm	Reforço	$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$		h _m = -56 cm	adotado	h _m = 0 cm
Base	$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$																				
	B = 24 cm																				
adotado	B = 20 cm																				
Sub-Base	$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S \geq H_n$																				
	h ₂₀ = 15 cm																				
adotado	h ₂₀ = 20 cm																				
Reforço	$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$																				
	h _m = -56 cm																				
adotado	h _m = 0 cm																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; background-color: #d9ead3;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">RESUMO</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">ESPESSURAS (cm)</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Revestimento</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">0,0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Base</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">20</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Sub-Base</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">20</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Reforço</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">TOTAL</td> <td style="padding: 5px; text-align: right;">40,0</td> </tr> </table>				RESUMO		ESPESSURAS (cm)		Revestimento	0,0	Base	20	Sub-Base	20	Reforço	0	TOTAL	40,0				
RESUMO																					
ESPESSURAS (cm)																					
Revestimento	0,0																				
Base	20																				
Sub-Base	20																				
Reforço	0																				
TOTAL	40,0																				

			PÁGINA
			35/38
			REV.
			0

11.6 APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para a elaboração do projeto dividiu-se as áreas de pavimentação em 3 areas conforme planta de projeto de pavimentação

Espessura das camadas de pavimentação para o trecho 1 e trecho 2.



11.7 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

11.8 ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM / REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Após o término da execução da plataforma obtida no final da terraplenagem, o subleito deverá ser todo regularizado e homogeneizado executando-se em seguida a compactação de acordo com a especificação do DNER-ES-299/97.

Nos locais onde está indicada a remoção e substituição do subleito, os quantitativos estão relacionados no quadro de distribuição de materiais de terraplenagem.

			PÁGINA
			36/38
			REV.
			0

11.9 BASE E SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE

Para a camada de base será utilizada de Canga de Minério de Ferro e ou Bica Corrida proveniente do depósito comercial. Para camada de Sub-base será utilizada Mistura de 3% cal com 97 % de Solo Tratado e ou Mistura de 70% de Bica Corrida proveniente do depósito comercial com 30% de Argila, provenientes dos empréstimos laterais.
Conforme já aprovado via SIT/NAP

11.10 IMPRIMAÇÃO

A imprimação da base deverá ser executada utilizando-se asfalto diluído CM-30. A taxa de aplicação deverá ser definida experimentalmente no canteiro de obras, e será aquela capaz de ser absorvida pela base em 24 horas, devendo situar-se entre 1,0 l/m² e 1,4 l/m², de acordo com a especificação DNER-ES-306/97, para o projeto utilizamos a taxa de 1,4l/m².

11.11 REVESTIMENTO

O revestimento indicado é o Concreto Betuminoso Usinado a Quente, utilizando agregados com granulometria da Faixa "C" e como ligante a emulsão RR-2C (utilizou-se a taxa de 0,5l/m²), de acordo com a especificação DNER-ES-309/97.

11.12 PASSEIO

O passeio indicado deverá ser executado com concreto com Fck= 15 mpa e armado com tela soldada Q-138 e ou similar nos trechos em corte e principalmente nos trechos em aterro.

12.0 QUANTITATIVOS PARA OS MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

			PÁGINA
			37/38
			REV.
			0

PAVIMENTAÇÃO		
Sub-leito		
REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO (PROCTOR NORMAL)	m²	1755,62
Sub-base		
SUB-BASE DE SOLO, COM MISTURA NA PISTA, COMPACTADA NA ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO (EXECUÇÃO, INCLUINDO ESCAVAÇÃO, CARGA E DESCARGA DO MATERIAL DE JAZIDA, ESPALHAMENTO, UMIDECIMENTO, HOMOGENIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DA MISTURA; EXCLUI AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DO MATERIAL)	m³	351,124
PEDRA BRITADA POSTO OBRA (NÚMERO: 2/ GRANULOMETRIA: 19-38 MM)	m³	0,0
TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA EM CAMINHÃO 2 KM < DMT <= 5 KM (DENTRO DO PERÍMETRO URBANO)	M3X KM	351,124
Base		
BASE DE SOLO COM MISTURA EM USINA, COMPACTADA NA ENERGIA DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO (EXECUÇÃO, INCLUINDO ESCAVAÇÃO, CARGA, DESCARGA, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO DA MISTURA; EXCLUI AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DO MATERIAL E DA MISTURA)	m³	351,124
PEDRA BRITADA POSTO OBRA (NÚMERO: 2/ GRANULOMETRIA: 19-38 MM)	m³	0,0
TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA EM CAMINHÃO DMT > 5 KM (DENTRO DO PERÍMETRO URBANO)	M3X KM	351,124
Imprimação		
IMPRIMAÇÃO (EXECUÇÃO E FORNECIMENTO DO MATERIAL BETUMINOSO, EXCLUSIVE TRANSPORTE DO MATERIAL BETUMINOSO)	m²	1755,62
TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA EM CAMINHÃO DMT > 5 KM (DENTRO DO PERÍMETRO URBANO)	M3X KM	27,036548
Pintura de ligação		
PINTURA DE LIGAÇÃO (EXECUÇÃO E FORNECIMENTO DO MATERIAL BETUMINOSO, EXCLUSIVE TRANSPORTE DO MATERIAL BETUMINOSO)	m²	1755,62
TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA EM CAMINHÃO DMT > 5 KM (DENTRO DO PERÍMETRO URBANO)	M3X KM	9,65591
Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ		
CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ (EXECUÇÃO, INCLUINDO USINAGEM, APLICAÇÃO, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO, FORNECIMENTO DOS AGREGADOS E MATERIAL BETUMINOSO, EXCLUI TRANSPORTE DOS AGREGADOS E DO MATERIAL BETUMINOSO ATÉ USINA E DA MASSA PRONTA ATÉ A PISTA)	m³	87,781
TRANSPORTE DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 10,10 A 15,00 KM (VOLUME COMPACTADO)	M3X KM	965,591
TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONSERVAÇÃO. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 10.10 A 15.00 KM (AREIA)	M3X KM	224,78
TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONSERVAÇÃO. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 10.10 A 15.00 KM (BRITA)	M3X KM	1276,88
TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONSERVAÇÃO. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 10.10 A 15.00 KM (CAP 50/70)	M3X KM	2220,83
OBRAS COMPLEMENTARES		
EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, USINADO, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSEURA 8 CM. ARMADO. AF_07/2016	m²	1368,11
GUIA (MEIO-FIO) CONCRETO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO RETO COM EXTRUSORA, 15 CM BASE X 30 CM ALTURA. AF_06/2016	M	436,56

			PÁGINA
			38/38
			REV.
			0