



Pavimentação Asfáltica Tabuba - Siupé



7 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM



7 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM

7.1 - INTRODUÇÃO

O projeto de terraplenagem foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem (IS-12) do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DERT.

7.2 - CRITÉRIOS DE EXECUÇÃO

O desmatamento, destocamento e limpeza serão executados na implantação da via c/ 5 m de largura na lateral da estrada.

Estes serviços serão também executados nos 02 (dois) empréstimos.

Para todos os volumes geométricos de aterros, foi considerado um fator de acréscimo de 20%.

Todos os materiais de corte destes serviços serão encaminhados para os locais indicados pela fiscalização do Projeto.

Execução do aterro

- a) A espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 20cm;
- b) Não será permitido o uso de solo com ISC < 3% e expansão > 2%;
- c) A compactação deverá atingir no mínimo, 100% da MEAS máxima obtida pelo ensaio DNER-ME-47/64 (Proctor Normal);
- d) A espessura mínima da camada compactada não deverá ser inferior a 15cm.

Em aterro com mais de 0,20m de altura, a camada final superior (última camada) deverá ser executada de acordo com as tolerâncias da DERT-ES-P-01/94 - Regularização do Subleito.

A compactação dos solos nas proximidades das obras de arte, drenagem ou áreas de difícil acesso, será feita com uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e compactadores manuais vibratórios e pneumáticos, com espessura das camadas compatíveis com controle da MEAS e umidade.

Os controles geométricos e geotécnicos serão executados de acordo com as Especificações DERT-ES-T-06/94.

A utilização dos empréstimos está condicionada ao que prescreve as Especificações DERT-ES-T-05/94.



7.3 - SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO E TALUDES

As seções transversais tipo de terraplenagem foram elaboradas em obediência à plataforma de pavimentação indicada para os aterros.

Com base nos estudos geológicos/geotécnicos e nas experiências em implantações executadas na região do Projeto, os taludes terão as seguintes inclinações:

- ◇ **Cortes** → 1,0 (H) : 1,5 (V)
- ◇ **Aterros** → 1,5 (H) : 1,0 (V)

Apresentaremos no Volume – Projeto de Execução as seções transversais – tipo em corte e aterro, com os taludes adotados.

7.4 - NOTAS DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

As notas de serviço de terraplenagem foram elaboradas, após aprovação das geometrias propostas, tomando como base o eixo projetado contendo todos os elementos necessários para a marcação e execução da terraplenagem.

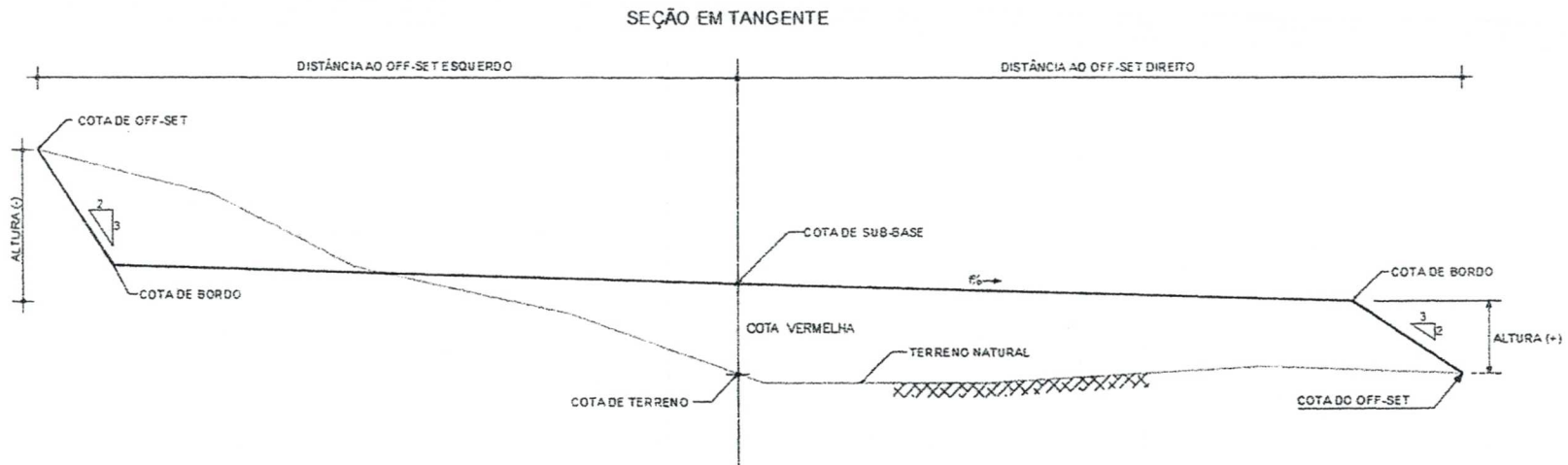
7.5 - CUBAÇÃO DOS VOLUMES

A cubação dos volumes de terraplenagem foi elaborada, após aprovação das geometrias propostas, na gabaritação das seções de projeto lançado sobre o terreno, através de Sistemas Topográficos.

7.6 - DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS

A distribuição dos materiais é apresentada no Volume 2, em quadros próprios com a origem e o destino dos materiais de terraplenagem e suas respectivas distâncias de transportes.

SEÇÃO TIPO DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM



[Handwritten signature]





8 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



8 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

8.1 - INTRODUÇÃO

O projeto de pavimentação do trecho foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação – Pavimentos Flexíveis (IS-14) contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DERT.

Desta maneira, o projeto é apresentado abordando os seguintes tópicos:

- Considerações gerais;
- Elementos básicos;
- Dimensionamento do pavimento;
- Concepção do projeto de pavimentação;
- Definição dos materiais utilizados nas camadas do pavimento;
- Memória de cálculo do dimensionamento do pavimento;
- Distância Média de Transporte (DMT).



8.2 - ELEMENTOS BÁSICOS

➤ ESTUDOS DE TRÁFEGO

Em função do tipo de tráfego da via, classificou-se a mesma como Via Local de Tráfego Leve.

Número "N" → 10⁵

➤ ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Para as camadas do pavimento admitiu-se as camadas definidas abaixo.

a) Subleito e Camadas do Pavimento

- Base de Solo Brita (30%) com ISC ≥ 40%
- Sub-base com ISC ≥ 20%
- Subleito com ISC = 7%

8.3 - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento das camadas do pavimento foi utilizado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis da autoria do Eng. Murilo Lopes de Souza, com a adoção do período de projeto de 10 anos e ano de abertura da via em 2017.

8.4 - CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Em função dos resultados obtidos nos ensaios das camadas do pavimento atual e subleito e no dimensionamento do pavimento, podemos concluir o seguinte:



- a) Para o número "N" = 10^5 e para a solução do **revestimento** em CBUQ com 5,0cm, calculou-se uma espessura de **base** de 15cm e **sub-base** de 20cm em material granular.

8.5 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO
Critério da Resistência

$$R \times K_r + B \times K_b + SB \times K_{sb} \geq H_{total}$$

$$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20}$$

- R → espessura do revestimento (cm);
K_r → coeficiente estrutural do revestimento (adimensional);
B → espessura da base (cm);
K_b → coeficiente estrutural da base (adimensional);
SB → espessura da sub-base (cm);
K_{sb} → coeficiente estrutural da sub-base (adimensional);
H_{total} → espessura total do pavimento (cm);
H₂₀ → espessura necessária acima da sub-base (cm).

Para N = 10^5

Tipo de Revestimento → CBUQ com 5,0cm

$$ISC_{sub-base} \geq 20\%$$

$$ISC_{sub-base} \geq 40\%$$

$$ISC_{sub-leito} = 7\%$$

$$K_r \text{ do CBUQ} \rightarrow 2,0$$

$$K_b \rightarrow 1,0$$

$$R \times K_r + B \times K_b \geq H_{20} \rightarrow 5,0 \times 2,0 + B \times 1,0 \geq 20$$

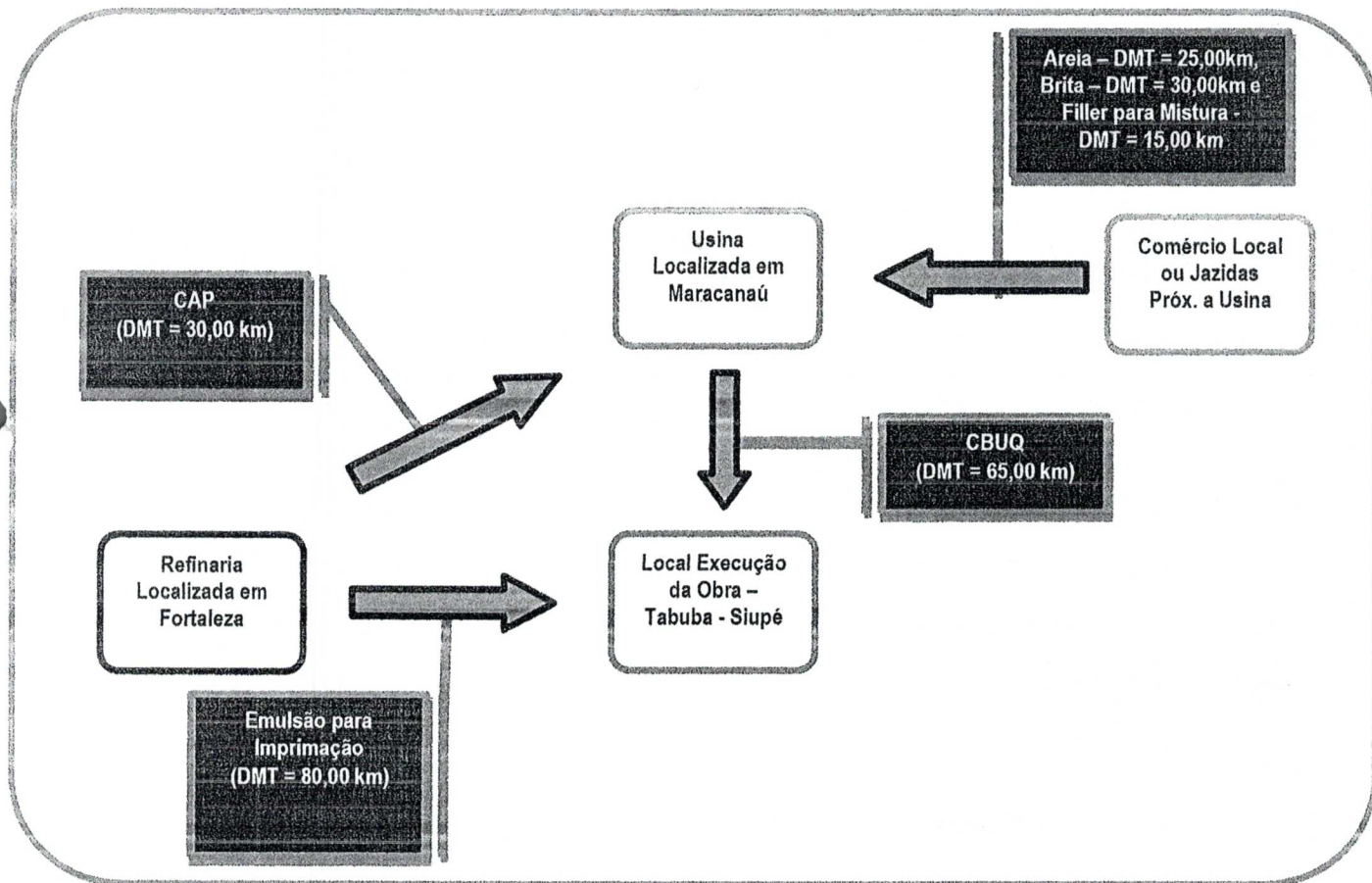
$$B \geq 10\text{cm} \rightarrow B_{adotada} = 15,0\text{cm}$$

$$5,0 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + SB \times 1,0 \geq 42 \rightarrow SB \geq 17 \rightarrow SB_{adotada} = 20\text{cm}$$





As distâncias consideradas para transporte dos componentes do CBUQ e da Mistura obedecerão ao esquema a seguir:



A composição (em peso) do CBUQ para efeito de consumos dos materiais a serem transportados foi considerada conforme tabela abaixo:

COMPOSIÇÃO DO CBUQ			
ITEM	MATERIAL	%	CONSUMO/m ² DE CBUQ
1	CAP	6,00%	0,1380 T
2	FILLER	2,00%	44,00 Kg
3	BRITA	50,00%	0,7860 m ³
4	AREIA	42,00%	0,6160 m ³

Os conceitos e definições utilizados para elaboração do orçamento deste projeto, no que diz a respeito aos custos rodoviários foram pesquisados no “Manual de Custos Rodoviários”, Volume 1, Metodologias e Conceitos, do Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes – DNIT.



O custo do transporte poderá ser pago por momento de transporte, cuja unidade de medição adotada é a t.km, ou por tonelada (T) quando a distância entra na *fórmula do preço* ou pelo Volume transportado.

O cálculo do preço de transporte seja ele para ser pago em qualquer uma das unidades anteriores é feito da mesma forma, levando em consideração, a Produção Horária dos Equipamentos, Custo Horário de operação e uma série de fatores, tais quais, o tempo de carga, manobra e descarga, eficiência de operação, velocidade de operação, capacidade do equipamento, tipo de via a transportar o material, entre outros.

A produção horária de um caminhão é dada pela expressão:

$$PH = \frac{CE}{\frac{2X}{V} + T}$$

Onde:

- ▶ PH = produção horária em t/h
- ▶ C = capacidade útil do caminhão em t
- ▶ E = fator de eficiência
- ▶ X = distância de transporte em km
- ▶ V = velocidade média em km/h
- ▶ T = tempo total de manobras, carga e descarga, em h



O custo unitário da tonelada transportada em Reais (R\$) é obtido da seguinte expressão:

$$CH (R\$) = Y = \frac{CHO}{PH} = \frac{CHO}{\frac{CE}{\frac{2X}{V} + T}}$$

Onde:

- ▶ CHO = Custo Horário Operativo em R\$/h
- ▶ PH = Produção em t/h

Desenvolvendo-se esta equação tem-se que

$$CH (RS/t) = Y = \frac{2 \text{ CHO}}{\text{VCE}} X - \frac{\text{CHOT}}{\text{CE}}$$

Fazendo:

$$a = \frac{2 \text{ CHO}}{\text{VCE}} \quad \text{e} \quad b = \frac{\text{CHOT}}{\text{CE}}$$

podemos escrever:

$$Y = a X - b$$

A equação de uma reta onde a parcela **aX** representa o custo unitário correspondente ao transporte propriamente dito e a parcela **b** representa o custo unitário correspondente aos tempos gastos em manobras, carga e descarga.

Portanto ao orçarmos os transportes deste projeto utilizamos os itens: "**Transporte Comercial em Rodovia Pavimentada**" para o transporte de Areia e Brita e Filler, ambos na unidade de **T** com seus preços já calculados na tabela SEINFRA (conforme produtividade e consumos) e para os Materiais e Misturas Betuminosas, tanto a frio como a quente, utilizamos também os preços da Tabela SEINFRA que diferenciam a Produtividade, a eficiência, a velocidade de operação destes materiais em relação aos outros.

Conforme o gráfico demonstrativo dos transportes serão executados os seguintes transportes:

Transporte Comercial de Material Betuminoso (T)

- ▶ Emulsão para Pintura de Ligação – Da refinaria ou fábrica para o local da Obra
- ▶ CAP para CBUQ – Da refinaria para Canteiro ou Usina

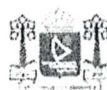
Transporte Local de Mistura Betuminosa (T)

- ▶ CBUQ – Do canteiro ou Usina para Obra

Transporte Comercial em Rodovia Pavimentada (T)

- ▶ Brita para Mistura – do fornecedor local para Canteiro ou Usina
- ▶ Areia para Mistura – do fornecedor local para Canteiro ou Usina
- ▶ Filler para Mistura – do fornecedor para Canteiro ou Usina





Pavimentação Asfáltica Tabuba - Siupé



9 - PROJETO DE DRENAGEM



9 - PROJETO DE DRENAGEM

9.1 - INTRODUÇÃO

O projeto de drenagem foi desenvolvido conforme as Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem (IS-13) contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DERT.

No trecho ao lado do riacho deverá ser executado muro de arrimo de alvenaria de pedra no pé do aterro de acordo com a finalidade de proteção do pé do talude. Os locais com necessidades de contenção deverão ser definidos junto com a fiscalização da obra conforme detectada a necessidade durante a execução do aterro.

9.2 - METODOLOGIA

Os elementos de drenagem superficial, bueiros e obras complementares, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto, obtidas dos estudos hidrológicos.

9.2.1 – BANQUETAS DE ATERRO

A capacidade teórica de vazão das sarjetas de corte e banquetas de aterro foi determinada pela fórmula de Manning modificado por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 (Z / n) i^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q = a vazão em m³/s;

Z = é o inverso da declividade transversal (m/m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional).

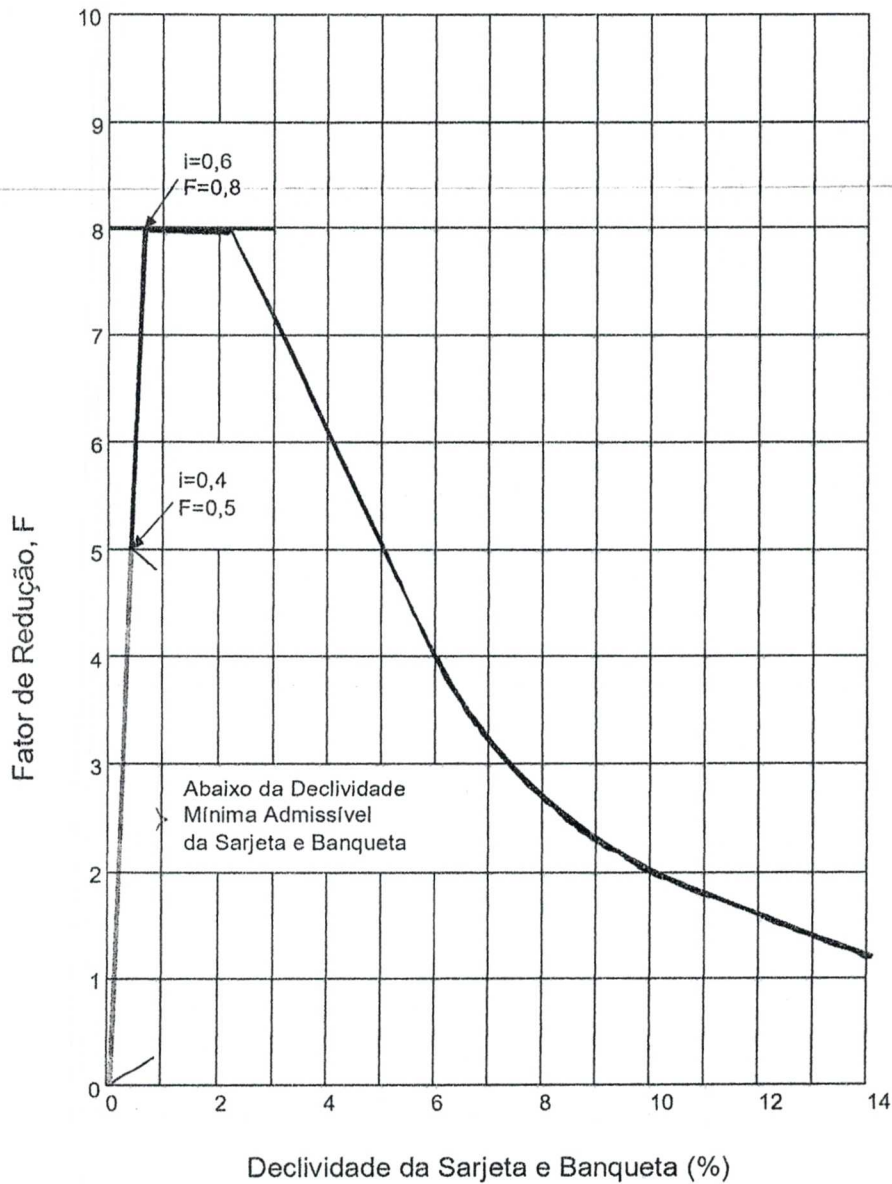
i = declividade longitudinal (m/m);

y = profundidade da lâmina d'água (m).

A descarga teórica obtida da expressão anterior será corrigida pelo fator "F", obtido em função da declividade longitudinal, do gráfico a seguir:



FATOR DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA E BANQUETA



9.2.2 - DESCIDA D'ÁGUA

A capacidade de vazão das descidas d'água foi determinada pelo teorema de Bernoulli, exposto abaixo em forma de expressão:

$$Z_1 + (V_1)^2 / 2g = Z_2 + (V_2)^2 / 2g$$

Onde:

- Z_1 = energia potencial no ponto 01;
- V_1 = velocidade no ponto 01;
- Z_2 = energia potencial no ponto 02;
- V_2 = velocidade no ponto 02;
- g = aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s².



9.2.3 – Bueiros Projetados

Os bueiros foram dimensionados como canal considerando a Energia Específica do fluxo crítico igual à profundidade do canal (diâmetro ou altura).

As vazões máximas admissíveis serão calculadas para o fluxo crítico, onde temos:

$$E_c = H$$

$$E_c = (3 / 2) h_c$$

$$V_c = \sqrt{g x h_c}$$

$$I_c = (n_2 V_c / R_c)^{4/3}$$

$$Q_c = (1 / n) \cdot A_c \cdot R_c^{2/3} \cdot I_c^{1/2}$$

Onde:

- E_c → energia específica do fluxo crítico;
- H → profundidade do canal;
- h_c → profundidade crítica;
- V_c → velocidade crítica;
- I_c → declividade crítica;
- Q_c → vazão crítica (máxima);
- R_c → raio hidráulico crítico.

O cálculo, além de ser feito funcionando como canal, considerou-se também o bueiro funcionando como orifício.

Nesta situação deve-se ter:

$$H_w > 1,2 D \text{ ou } H_w > 1,2 H \quad \text{Onde:}$$

- H_w → nível d'água a montante;
- D → diâmetro (bueiros tubulares);
- H → altura (bueiros capeados).

A vazão é dada pela expressão abaixo:

$$Q = C \times A \sqrt{2g \cdot h} \quad \text{Onde:}$$

- Q → vazão do bueiro (m³/s);
- C → coeficiente de vazão igual a 0,60 (adimensional).
- A → área do bueiro (m²);
- g → aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s²;
- h → carga hidráulica tomada a partir do eixo de seção do bueiro (m);



Pavimentação Asfáltica Tabuba - Siupé



10 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES



10 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

10.1 - INTRODUÇÃO

O projeto de sinalização e obras complementares será desenvolvido de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança (IS-18), de Defensas (IS-19) e de Cercas (IS-20) do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DERT.

O projeto foi elaborado para uma velocidade diretriz de 60 Km/h, um TMDA menor que 2000 veículos e vida útil de 02 anos.

10.2 - SINALIZAÇÃO VERTICAL

O projeto de sinalização vertical indicou a implantação das seguintes placas:

- * Regulamentar
- * Advertencia
- * Indicativas

As placas serão afixadas em tubos de ferro galvanizado e confeccionadas em chapas de aço galvanizado especial.

10.3 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

O projeto de sinalização horizontal indicou a execução de faixas brancas contínuas e tracejadas 1:1 e 1:3 e branca contínua de bordo.

A sinalização horizontal será feita através da pintura de faixas e marcas no pavimento, utilizando-se a cor branca para canalização e a cor amarela para proibição, podendo ser contínuas ou interrompidas, com cadências variáveis, executadas em comprimentos múltiplos de 4,0 metros e largura de 12cm.

As faixas de bordo serão contínuas em toda extensão do trecho.

Em função do Tráfego Médio Diário ser menor que 2.000 veículos/dia, a tinta a ser utilizada deverá ser de materiais retro-refletivos a base de resina acrílica emulsionada em água, conforme a norma NBR-13.699.

O projeto de sinalização será apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução.

10.4 - OBRAS COMPLEMENTARES

• CERCAS

O projeto indicou a remoção e re-implantação de cercas em 20% da extensão do trecho em ambos os lados, com 06 fios de arame farpado e estacas de concreto. Os segmentos de cercas existentes dentro da faixa de domínio da rodovia serão removidos e devolvidos a seus respectivos proprietários.