



**PREFEITURA DE  
TRIUNFO**



**TRIUNFO – RS**

## **VOLUME I – RELATÓRIO DO PROJETO**

**SERVIÇOS PARA AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE, ELABORAÇÃO DE PROJETO DE RESTAURAÇÃO,  
MANUTENÇÃO E MELHORIAS NA RODOVIA TF-10, NA CIDADE DE TRIUNFO-RS**



4	MAR/2020	Troca planilha SINAPI 01/2020	PFBC	PFBC	PM
3	MAR/2020	Inserção de memorial de cálculo do pavimento e retirada da limpeza final da obra, tabela Sinapi de 13/04/2019.	PFBC	PFBC	PM
2	MAR/2020	Inserção metodologia da execução correção cores orçamento	PFBC	PFBC	PM
1	MAR/2020	Inserção dados de licitação.	PFBC	PFBC	PM
0	FEV/2020	EMISSÃO INICIAL - 1º RELATÓRIO	PFBC	PFBC	PM
<b>REV</b>	<b>DATA</b>	<b>NATUREZA DA REVISÃO</b>	<b>ELAB.</b>	<b>VERIF.</b>	<b>APROV</b>
<b>CLIENTE:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO					
<b>CONTRATO:</b> Nº 208/2019					
<b>OBJETO:</b> SERVIÇOS PARA AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE, ELABORAÇÃO DE PROJETO DE RESTAURAÇÃO, MANUTENÇÃO E MELHORIAS NA RODOVIA TF-10, NA CIDADE DE TRIUNFO-RS					
<b>TÍTULO:</b> RELATÓRIO FINAL					
<b>ELABORAÇÃO:</b> Pedro Chiarelli			<b>VERIF.</b> Pedro Chiarelli		<b>APROV.</b> Pedro Chiarelli
<b>CÓDIGO:</b>					
<b>DATA:</b> Março 2020					



## ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO.....	13
2.	ASPÉCTOS CONCEITUAIS.....	13
3.	APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS.....	15
4.	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA COMUNIDADE.....	16
4.1.	Localização.....	16
4.2.	História.....	16
4.3.	Clima.....	18
5.	ESTUDOS.....	19
5.1.	Introdução.....	19
5.2.	Estudos de tráfego.....	20
5.2.1.	Levantamento das contagens de tráfego volumétricas.....	20
5.2.2.	Pontos em linha geral, de 1 dia:.....	20
5.2.3.	Execução dos serviços de campo.....	21
5.2.4.	Metodologia da contagem de tráfego.....	21
5.2.5.	Taxa de Crescimento Anual.....	22
a)	Fatores de Veículos.....	22
b)	Fator de pista.....	22
5.2.6.	Planilhas de tráfego e Cálculo das projeções e número “N”.....	23
5.2.7.	Resultados dos estudos de tráfego.....	30
5.3.	Estudos topográficos.....	31
5.3.1.	Introdução.....	31
5.3.2.	Pontos geodésicos.....	31



5.3.3. Descrição das coordenadas dos marcos .....	32
5.3.4. Cadastro do local.....	33
5.3.5. Apresentação dos estudos topográficos .....	34
5.3.6. Apresentação dos estudos topográficos .....	34
5.4. Estudos de geotécnicos .....	35
5.4.1. Caracterização geológica geral.....	35
5.4.2. Caracterização da área de influência direta (AID) .....	39
5.4.3. Ensaios geotécnicos .....	39
5.5. Condições deflectométricas com aplicação da viga Benkelman e classificação visual .....	71
5.5.1. Introdução.....	71
5.5.2. Referências .....	71
5.5.3. Metodologia.....	71
5.5.4. Cálculo da deflexão característica .....	74
5.5.5. Estimativa de vida do restante do pavimento .....	80
5.5.6. Avaliação estrutural.....	81
5.5.7. Condições deflectométricas .....	82
5.5.8. Certificado de calibração – Viga Benkelman .....	85
6. PROJETOS.....	86
6.1. Introdução.....	86
6.2. Projeto geométrico .....	86
6.2.1. Introdução.....	86
6.2.2. Projeto planialtimétrico.....	86
6.3. Projeto de pavimento e restauração .....	86
6.3.1. Considerações preliminares .....	86
6.3.2. Parâmetros de cálculo .....	87
6.3.3. Verificação das espessuras do pavimento .....	87



6.3.4. Dimensionamento do pavimento .....	87
6.3.5. Aterros da pista .....	88
6.3.6. Remoção de solos do subleito .....	89
6.3.7. Remoções e substituição do pavimento amolgado (AR) .....	93
6.3.8. Restauração do pavimento fadigado .....	93
6.3.9. Condições complementares .....	94
6.3.10. Locais para pavimentação .....	95
6.3.11. Especificações .....	95
6.3.12. Calculo das quantidades .....	96
6.3.13. Considerações finais .....	96
6.4. Projeto de sinalização .....	99
6.4.1. Considerações preliminares .....	99
6.4.2. Sinalização Vertical .....	99
6.4.2.1. Placas .....	99
6.4.2.2. Películas Refletivas .....	100
6.4.2.3. Suportes para placas .....	100
6.4.2.4. Tipos de placa .....	100
6.4.3. Sinalização Horizontal .....	101
6.4.3.1. Tipos de Pintura .....	101
7. ARTs .....	104
8. ESPECIFICAÇÕES .....	107
8.1. Remoção e substituição de solos inadequados do subleito – DAER – ES – T 07/91 .....	107
8.1.1. Definição .....	107
8.1.2. Materiais .....	107
8.1.3. Equipamentos .....	107
8.1.4. Execução .....	107
8.1.5. Controle .....	108



8.1.6. Medição .....	108
8.1.7. Pagamento .....	108
8.2. Reforço de subleito - DAER – ES – P 02/91 .....	109
8.2.1. Definição.....	109
8.2.2. Materiais .....	109
8.2.3. Equipamento .....	109
8.2.4. Execução.....	110
8.2.5. Controle .....	110
Controle tecnológico .....	110
Ensaio.....	110
Aceitação .....	110
Controle geométrico.....	110
8.2.6. Medição .....	110
8.2.7. Pagamento .....	110
8.3. Sub-base de material granular - Brita graduada DAER – EP – T 04/91.....	111
8.3.1. Definição.....	111
8.3.2. Equipamentos .....	111
8.3.3. Execução.....	111
8.3.4. Controle .....	112
Controle tecnológico .....	112
Ensaio.....	112
Aceitação .....	112
Controle geométrico.....	113
8.3.5. Medição .....	113
8.3.6. Pagamento .....	113
8.4. Base de material granular - Brita graduada DAER – EP – T 08/91 .....	113
8.4.1. Definição.....	113



8.4.2. Equipamentos .....	113
8.4.3. Execução .....	114
Dosagem .....	114
Espalhamento .....	114
Compactação .....	114
8.4.4. Controle .....	114
Controle tecnológico .....	114
Ensaio .....	114
Aceitação .....	115
Controle geométrico .....	115
8.4.5. Medição .....	115
8.4.6. Pagamento .....	115
8.5. Imprimação DAER – EP – T 12/91 .....	116
8.5.1. Definição .....	116
8.5.2. Materiais .....	116
8.5.3. Equipamentos .....	116
8.5.4. Execução .....	117
8.5.5. Controle .....	118
Controle de qualidade .....	118
Controle de temperatura .....	118
Uniformidade de espalhamento .....	118
Controle da qualidade .....	118
Aceitação .....	119
8.5.6. Medição .....	119
8.5.7. Pagamento .....	119
8.6. Pintura de ligação DAER – EP – T 13/91 .....	119
8.6.1. Definição .....	119



8.6.2.	Material asfáltico .....	119
8.6.3.	Equipamento .....	120
8.6.4.	Execução.....	120
8.6.5.	Controle de qualidade .....	121
	Controle de temperatura.....	121
	Uniformidade de espalhamento.....	121
	Controle da qualidade.....	122
	Aceitação .....	122
8.6.6.	Medição .....	122
8.6.7.	Pagamento .....	122
8.7.	Concreto asfáltico - DAER – EP – T 16/91 .....	122
8.7.1.	Definição.....	122
8.7.2.	Materiais .....	123
	Materiais asfálticos.....	123
	Agregados.....	123
	Agregados graúdo.....	123
	Agregados miúdo .....	123
8.7.3.	Mistura .....	123
8.7.4.	Ensaio .....	124
	Filler .....	124
	Mistura asfáltica.....	125
8.7.5.	Equipamentos .....	125
8.7.6.	Deposição do cimento asfáltico.....	125
8.7.7.	Usinas para misturas asfálticas.....	126
8.7.8.	Acabadora .....	127
8.7.9.	Equipamento de compactação.....	127
8.7.10.	Caminhões para transporte do CBUQ. ....	128
8.7.11.	Balança para pesagem de caminhões.....	128



8.7.12. Execução.....	128
8.7.12.1 Preparo da superfície.....	128
Imprimação .....	128
Pintura de ligação.....	128
8.7.12.2 Operação na usina.....	128
Estocagem .....	128
Secagem .....	129
Proporcionalidade .....	129
Mistura.....	131
8.7.13. Transporte da mistura.....	132
8.7.14. Espalhamento e compactação.....	133
8.7.15. Espalhamento.....	134
8.7.16. Compactação.....	135
8.7.17. Acabamento e abertura do tráfego.....	136
8.7.18. Controle.....	136
8.7.18.1 – Controle tecnológico .....	136
8.7.18.2 – Controle da qualidade do material betuminoso .....	136
8.7.18.3. Controle – qualidade dos agregados .....	137
8.7.18.4. Controle do ligante na mistura .....	137
8.7.18.5. Controle da graduação da mistura dos agregados.....	137
8.7.18.6. Controle de temperatura.....	137
8.7.18.7. Controle das características Marshall da mistura .....	138
8.7.18.8. Controle geométrico.....	138
8.7.19. Medição.....	138
8.7.20. Pagamento.....	138
8.8. Sinalização .....	138
8.8.1. Generalidades.....	138
8.8.2. Materiais .....	138



8.8.2.1.	Tintas .....	138
8.8.2.2.	Placas .....	140
8.8.2.3.	Postes de fixação .....	141
8.8.2.4.	Tachas e tachões .....	141
8.8.3.	Execução.....	141
8.8.4.	Medição .....	142
8.8.5.	Pagamento .....	142
8.9.	REMOÇÃO DE PAVIMENTO .....	143
8.9.1.	Generalidades.....	143
8.9.2.	Equipamentos .....	143
8.9.3.	Execução.....	143
8.9.4.	Medição .....	143
8.9.5.	Pagamento .....	143
8.10.	ESCAVAÇÃO MANUAL .....	144
8.10.1	Generalidades.....	144
8.10.2.	Medição .....	144
8.10.3.	Pagamento.....	144
9.	ORÇAMENTO E CRONOGRAMA (tabela SINAPI de JAN/2020).....	144

## ÍNDICE - TABELAS

Tabela 1 – Contagem 13/01/2020 .....	26
Tabela 2 – Contagem 16/01/2020 .....	27
Tabela 3 – Contagem 24/01/2020 .....	28
Tabela 4 – Média das contagens .....	29
Tabela 5 – Resumo dos veículos .....	29
Tabela 6 – Taxa de crescimento .....	29
Tabela 7 – Cálculo do trafego .....	30
Tabela 8 – Sondagem executada.....	40
Tabela 9 – Localização da sondagem.....	40
Tabela 10 – Fotos sondagem 1+100.....	41



Tabela 11 – Fotos sondagem 4+000.....	42
Tabela 12 – Fotos sondagem 7+000.....	43
Tabela 13 – Fotos sondagem 10+000.....	44
Tabela 14 – Fotos sondagem 13+000.....	45
Tabela 15 – Fotos sondagem 16+000.....	46
Tabela 16 – Fotos sondagem 19+000.....	47
Tabela 17 – Fotos sondagem 22+000.....	48
Tabela 18 – Fotos sondagem 25+500.....	49
Tabela 19 – Fotos sondagem 29+000.....	50
Tabela 20 – Ensaios proctor Normal km 1+100 .....	51
Tabela 21 – Ensaios de proctor km 4+0000.....	52
Tabela 22 – Ensaios proctor Normal km 7+000 .....	53
Tabela 23 – Ensaios proctor Normal km 10+000 .....	54
Tabela 24 – Ensaios proctor Normal km 13+000 .....	55
Tabela 25 – Ensaios proctor Normal km 16+000 .....	56
Tabela 26 – Ensaios proctor Normal km 19+000 .....	57
Tabela 27 – Ensaios proctor Normal km 22+000 .....	58
Tabela 28 – Ensaios proctor Normal km 25+500 .....	59
Tabela 29 – Ensaios proctor Normal km 29+000 .....	60
Tabela 30 – CBR, estaca 1+100 .....	61
Tabela 31 – CBR, estaca 4+000 .....	62
Tabela 32 – CBR, estaca 7+000 .....	63
Tabela 33 – CBR, estaca 10+000 .....	64
Tabela 34 – CBR, estaca 13+000 .....	65
Tabela 35 – CBR, estaca 16+000 .....	66
Tabela 36 – CBR, estaca 19+000 .....	67
Tabela 37 – CBR, estaca 22+000 .....	68
Tabela 38 – CBR, estaca 25+500 .....	69
Tabela 39 – CBR, estaca 29+000 .....	70
Tabela 40 – Reprodução da tabela 1 da pagina 8/16 da norma DNER-PRO 011/79.....	75
Tabela 41 – Fator sazonal - Fs.....	76
Tabela 42 – Critérios de avaliação estrutural .....	82
Tabela 43 – Avaliação estrutural do pavimento conforme resultados da viga benkelman .....	84
Tabela 44 – Quantitativos de sinalização .....	103
Tabela 45 - ensaios.....	124
Tabela 46 – “filler” .....	125



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização - Fonte: Google.....	16
Figura 2 – Dados climatológicos Município de Triunfo – Fonte INMET.....	18
Figura 3 – Exemplo da tabela de contagem.....	23
Figura 4 – Contagem de tráfego 1.....	24
Figura 5 – Contagem de tráfego 2.....	24
Figura 6 – Contagem de tráfego 3.....	25
Figura 7 – Situação do marco de concreto implantado. ....	31
Figura 8 – Localização do marco de concreto implantado. ....	32
Figura 9 - Províncias Geomorfológicas do Rio Grande do Sul (Fonte: Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Coordenação e Planejamento – 2ªedição 2006). ....	38
Figura 10 - Esquema da Viga Benkelman (referente a figura 1 extraída da Norma DNIT 133/2010).....	72
Figura 11 - Esquema do sistema de referência na viga e no caminhão (extraída da Norma DNER-ME 024/94). ....	73
Figura 12 – Defeitos em sua maioria no pavimento existente – DNIT 05/2003-TER .....	74
Figura 13 – Histórico de chuvas em Porto Alegre – 1961 a 1990 (fonte: Centro integrado de comando da Cidade de Porto Alegre – CEIC) .....	77
Figura 14 – deflexão admissível para concreto betuminoso (deflexões medidas com carga por eixo 8,2 ton. – figura 4 extraída da norma DNER – 011/79. ....	79
Figura 15 – Gráfico de estimativa de tempo de vida do restante estimado (DNER 011/79) .....	80
Figura 16 – Aferição da viga Benkelman.....	85
Figura 17 – Verificação das camadas de pavimento .....	89
Figura 18 – Locais das pedreiras .....	95
<b>Figura 19 – Locais de remoções e substituição do pavimento amolgado (AR) – Total de 32.454,40 [m<sup>2</sup>] .....</b>	<b>99</b>

## SIGLAS E ABREVEATURAS:

PMT – Prefeitura Municipal de Triunfo

ANA – Agência Nacional de Águas

PDDU – Plano de Diretor de Drenagem Urbana

SIG – Sistema de Informações Geográficas

QGIS – Software multiplataforma aberto do SIG

IDF – Chuvas: intensidade, duração e frequência.

PMT – Prefeitura Municipal de Triunfo.



## 1. APRESENTAÇÃO

O presente volume (PARTE I), denominado Relatório do Projeto, apresenta os trabalhos realizados e os resultados obtidos na Elaboração de Projetos Executivos de Engenharia – Pavimentação asfáltica, sinalização viária de um trecho da Rodovia TF-010, neste município.

Os serviços objeto do contrato foram adjudicados a Equipe Técnica da Empresa **RM PROJETOS E SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA.** com sede no Município de Estrela RS, sito à Rua Dona Rosália, nº 824, CNPJ nº 23.585.147/0001-96, Registrada no CREA/RS sob o nº 217.966 de 01/06/2016.

## 2. ASPÉCTOS CONCEITUAIS

A Rodovia, é em especial o pavimento, em razão da importância do transporte no complexo da atividade socioeconômica, dentro de uma perspectiva de longo prazo (de ordem de grandeza, por exemplo, secular) deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório.

Este desempenho satisfatório se traduz na oferta, ao usuário, de condições de tráfego seguras, confortáveis e econômicas – atendendo aos preceitos de otimização do custo total de transporte.

A capacidade que um pavimento tem de proporcionar um determinado nível de desempenho (funcional) é intitulada de “Serventia do Pavimento” – cujo respectivo processo de aferição pode ser efetivado através de “Avaliações Subjetivas” e/ou de “Avaliações Objetivas”.

A Avaliação Subjetiva da Serventia envolve a participação de grupo de indivíduos identificados com a Rodovia e que são previamente orientados / preparados – estando o assunto tratado na Norma DNIT 009/2003-PRO.

A Avaliação Objetiva da Serventia é calculada analiticamente, com base no conhecimento dos valores de vários parâmetros representativos das condições de superfície do pavimento, existindo, em correspondência com tais parâmetros, uma grande variedade de Índices – os quais, de uma maneira geral, estão correlacionados entre si.

Entre os vários índices existentes, cabe mencionar os seguintes: PSI – Present Serviceability Rating, VSA – Valor de Serventia Atual, LVC – Levantamento Visual Contínuo, IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito, IES – Índice de Estado de Superfície, ICPF – Índice de Condição do Pavimento Flexível e IRI – International Roughness Index (Índice de Irregularidade de Superfície).

Este último Índice é o que, é mais frequentemente, utilizado pelo DNIT. Conceitua-se Irregularidade Longitudinal de um Pavimento ou, simplesmente, Irregularidade, como “o conjunto



dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência” – desvios estes que, entre vários outros inconvenientes, afetam a qualidade do rolamento e a ação dinâmica das cargas sobre a via. A Irregularidade do Perfil Longitudinal de um Pavimento apresenta as seguintes principais particularidades.

- A partir de um valor inicial, função do processo construtivo, a Irregularidade passa a assumir valores crescentes, como decorrência da ação do tráfego, do clima e de outros fatores;
- Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos 24 MT/DNIT/DPP/IPR. A Irregularidade influi na interação da superfície da via com os veículos, gerando efeitos sobre os próprios veículos, sobre os passageiros e motoristas, e sobre as cargas transportadas. Tais efeitos dependem também, além da Irregularidade, de fatores vinculados à suspensão dos veículos e à sensibilidade dos passageiros e das cargas.
- A Irregularidade aumenta a ação das cargas dinâmicas dos veículos sobre a superfície do pavimento e, em decorrência, acelera a deterioração de sua estrutura. Ela provoca ainda efeitos adversos sobre a drenagem da superfície do pavimento, na medida em que contribui para a formação de poças d'água que vão afetar negativamente a segurança e o desempenho da Rodovia.
- A Irregularidade afeta a dinâmica dos veículos em movimento, aumentando o seu desgaste e acarreta, também, prejuízos à condução dos veículos. Em consequência, a Irregularidade tem grande influência sobre custo operacional dos veículos – com o qual apresenta, inclusive, satisfatória correlação estatística. Este último aspecto, em especial, é determinante para a escolha da Irregularidade como parâmetro básico e referencial para atividades de planejamento, programação e elaboração de projetos referentes à manutenção dos pavimentos. A Irregularidade pode ser medida em diversas escalas padronizadas e de conformidade com o equipamento de medição então usado. Os procedimentos pertinentes ao atributo Irregularidade estão devidamente normalizados pelo DNIT, que no caso, contempla especificamente o parâmetro QI – Quociente de Irregularidade, através dos seguintes Instrumentos:
  - DNER – ES 173/86 – Métodos de Nível e Mira para Calibração de Sistemas Medidores de Irregularidade, tipo resposta.



- DNER – PRO – 164/94 – Calibração e Controle do Sistema Medidor de Irregularidade da Superfície do Pavimento. – DNER – PRO – 182/94 – Medição da Irregularidade da Superfície de Pavimento com Sistemas Medidores.

- DNER – PRO – 229/94 – Manutenção de Sistemas Medidores de Irregularidade de Superfície de Pavimento – Integrador IPR/USP e Maysmeter. De outra parte, com base em pesquisa internacional de medição da Irregularidade realizada em Brasília no ano de 1992, veio a ser instituída pelo DNIT a escala “International Roughness Index”.

- IRI, que é uma escala de referência, transferível para outros sistemas de medição. O IRI é definido matematicamente a partir de um perfil levantado por nível e mira (ou equipamento similar) nas trilhas de roda, visando simular os movimentos verticais de um “Sistema Medidor de Superfície de Pavimento”.

Os conceitos de QI e IRI são bastante similares e, na prática, são altamente correlacionados.

### 3. APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

Os serviços serão apresentados em dois volumes:

- A. Volume I: Relatório do Projeto, orçamento e cronograma;
- B. Volume II: Peças Gráficas.

A Responsabilidade Técnica do Projeto Executivo de Engenharia fica a cargo do Engenheiro Civil Pedro F. B. Chiarelli CREA/RS 92.428.

Os serviços de campo tiveram como responsável o topógrafo Roque José Muller, técnico em Estradas CFT BR. 453454140-68.

Enq.º PEDRO CHIARELLI – CREA: 92.428-D

## 4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA COMUNIDADE

### 4.1. Localização

Triunfo é um município brasileiro do estado do Rio Grande do Sul. Município histórico, Triunfo é o local de nascimento de Bento Gonçalves, do dramaturgo Qorpo Santo, da atriz Iracema de Alencar e o local onde se encontra enterrado o madeirense Jerônimo de Ornelas, fundador da cidade de Porto Alegre. Atualmente apresenta o maior PIB per capita do Rio Grande do Sul, devido à indústria petroquímica: R\$ 184.668.



Figura 1 – Mapa de localização - Fonte: Google.

### 4.2. História

Triunfo tem um passado fortemente vinculado à Revolução Farroupilha, tendo sido palco de vários combates, como a Batalha do Fanfa, quando Bento Gonçalves foi preso.

Os primitivos habitantes da zona que hoje constitui o município de Triunfo foram os índios Patos, cuja memória está representada em vários objetos de seu uso, que compõem o rico acervo do Museu Farroupilha, instalado na casa onde nasceu Bento Gonçalves da Silva. A região também sofreu incursões de outras tribos indígenas como os Minuanos, Charruas e Tapes. Com



a chegada dos Portugueses, os índios foram abandonando suas terras e marinhando pelos rios, subindo às suas nascentes e estabelecendo-se às suas margens.

O povo de Triunfo nasceu de duas sesmarias doadas pelo então Governador Geral da Capitania do Rio Grande do Sul, General Gomes Freire de Andrade, no ano de 1752, localizadas entre o rio Taquari e seu afluente arroio Capote e o antigo arroio da Ponte. Pertenciam elas a Manoel Gonçalves Meirelles e a Francisco da Silva, ambos casados com filhas de Jerônimo de Ornellas Menezes e Vasconcellos, povoador inicial de Porto Alegre, e que para aí seguiria por volta de 1754, logo após a instalação dos casais açorianos em suas terras desapropriadas no Porto de Viamão.

Em 1757, Jerônimo de Ornellas, primeiro sesmeiro e fundador de Porto Alegre veio com seus familiares morar no rossio da Freguesia do Senhor Bom Jesus do Triunfo, onde veio a falecer em 1771. Manoel Gonçalves Meirelles era casado com Dona Antônia da Costa Barbosa, filha de Jerônimo de Ornellas e sua esposa Dona Lucrecia Leme Barbosa; casara em Viamão e batizara seus seis primeiros filhos, nascidos no Porto do Dornelles, também em Viamão, entre 1743 e 1754.

Pouco antes, havia Meirelles obtido a sesmaria no Triunfo, local que ele denominara Piedade e onde estabeleceu a sede da estância e pequeno povoado. (Sesmaria da Piedade: o significado de 'Piedade', voltando à época, onde tudo era desabitado, entende-se como um pedido de fé, amparo e piedade aos seus, por estarem num lugar tão sozinhos). Meirelles faleceu em Triunfo, a 28 de agosto de 1777. De sua sexta filha, Dona Perpétua da Costa Meirelles, casada com o Capitão Joaquim Gonçalves da Silva, português da Santa Marinha Real, nasceu Bento Gonçalves da Silva.

No ano de 1754, foi requerida a criação da Capela do Senhor Bom Jesus do Triunfo. Em 1756, Jerônimo de Ornellas levantou a Igreja Matriz, dando assim, origem ao povoado. A portaria de 4 de setembro de 1756, determinada pelo Bispo do Rio de Janeiro, Dom Antônio do Desterro, determina que o Padre Tomás Clarke organize a terceira paróquia do Rio Grande do Sul, instalando-a em 9 de Janeiro de 1757, e trocando-lhes os limites, escolhendo o lugar da sede da igreja e também o padroeiro. E dessa época em diante, o lugar começou a chamar-se Freguesia do Bom Jesus do Triunfo.

Triunfo, nem sempre se chamou assim. A região teve como primeira denominação Forquilha, nome proveniente do encontro dos rios Taquari e Jacuí. O município de Bom Jesus do Triunfo e a elevação à categoria de Vila foi criado pelo Decreto da Regência em nome do Imperador Dom Pedro II, de 25 de outubro de 1831. A elevação à categoria de cidade ocorreu em 31 de março de 1938, pelo Decreto Estadual 7199. Desde os primórdios, a cidade de Triunfo,



ficou estreitamente ligada a história de nosso Estado, pois sua origem provém diretamente da introdução de casais açorianos.

É berço de personagens da história gaúcha como Bento Gonçalves da Silva, Luiz José Ribeiro Barreto, Manoel José de Leão, Pe. Juliano de Faria Lobato, Mingote Martins e outras figuras importantes. *(fonte Wikipédia).*

### 4.3. Clima

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao período de 1979 a 2013, a menor temperatura registrada em Triunfo foi de -0,8 °C em 14 de julho de 2000 e 25 de julho de 2009, a maior chegou a 41,5 °C em 12 de janeiro de 2006. O maior acumulado de precipitação em 24 horas atingiu 148 mm em 25 de dezembro de 1997. Outros acumulados iguais ou superiores a 100 mm foram: 139,7 mm em 23 de janeiro de 2003, 124,3 mm em 15 de junho de 1982, 119,1 mm em 22 de fevereiro de 2012, 116,6 mm em 11 de setembro de 2002, 109,9 mm em 22 de outubro de 1982 107,1 mm em 3 de maio de 2008 e 105,3 mm em 21 de junho de 1990.[9] Junho de 1984 foi o mês de maior precipitação, com 337,2 mm .

Dados climatológicos para Triunfo													[Esconder]
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima recorde (°C)	41,5	39,8	39,1	36,5	32,3	32,4	33	35,2	38,6	35,9	39,5	39,7	41,5
Temperatura máxima média (°C)	30,9	30,4	29,5	26,3	22,4	19,9	19,6	21,4	22,5	25,3	27,8	30,2	23
Temperatura média compensada (°C)	24,6	24,1	23,1	20,1	16,6	14,4	14	15,4	16,7	19,3	21,5	23,5	19,4
Temperatura mínima média (°C)	19,6	19,3	18,5	15,6	12,3	10,3	9,5	10,8	12	14,4	16,2	18,2	14,7
Temperatura mínima recorde (°C)	12,7	10	9	5,2	0,8	-0,5	-0,8	0,2	1	6,2	7	7,6	-0,8
Precipitação (mm)	114,1	112,7	103,1	104,6	109,1	145,5	147,7	125,8	154,9	152,2	120,3	117,3	1 507,3
Dias com precipitação (≥ 1 mm)	9	9	7	8	8	9	9	9	10	9	8	9	104
Umidade relativa compensada (%)	79,1	81,2	82	83,9	85,3	86,6	84,9	84	83,3	80,7	78,7	77,6	82,3

Figura 2 – Dados climatológicos Município de Triunfo – Fonte INMET.

#### Acessos

Por via terrestre, o principal acesso a cidade de Triunfo se dá pela RS/470, a mesma é asfaltada e tem sentido sul-norte em relação à cidade, o acesso pela rodovia municipal TF 10, objeto deste estudo, segue no sentido Leste-Oeste. Por via fluvial se comunica com a Cidade de São Jerônimo através de balsa.



## 5. ESTUDOS

### 5.1. Introdução

O pavimento ao longo de sua vida pode ser dividido em três fases. A primeira se trata da fase de consolidação. Neste período o pavimento quando o pavimento é recém construído há um decréscimo acentuado do valor da deflexão. O pavimento esta se consolidando com o trafego. Quando o pavimento se estabiliza, esta fase se finaliza. A segunda, trata-se da fase elástica, o pavimento sob a ótica das deflexões se comporta de maneira constante à ligeiramente crescente. Este período pode ser indicado como a vida útil do pavimento. E por fim a fase de fadiga. O pavimento começa a apresentar patologias devido ao seu final de curso como fissuras, deformações, em fim, defeitos em sua estrutura. Nesta última fase é fundamental intervenções em sua estrutura, pois há uma degradação acelerada do pavimento.

O pavimento bem construído tem sua fase elástica estendida, para tanto um bom projeto, e boa execução trazem um melhor retorno do erário público para o contribuinte.

Admitindo-se que todas as especificações do pavimento estejam atendendo as especificações normatizadas e que fora executado dentro destas, a possibilidade de deformações e rupturas plásticas serão restringidas ao subleito. Tais patologias se apresentam a partir que a carga atuante supera a tensão admissível do pavimento. Para se verificar tal situação é necessário se garantir que a capacidade de suporte do pavimento (o CBR) atenda as camadas necessárias conforme o tráfego na via. Como a via já encontra-se consolidada, sua restauração e manutenção deve passar por uma retro análise de seu projeto, visto que o projeto original não fora encontrado partiu-se para as seguintes premissas para caracterizar as intervenções do atual pavimento e seu levantamento histórico:

- Verificação visual, conforme DNIT- 05/2003-TER, há os conceitos quanto a estas verificações;
- Verificações das deflexões recuperáveis do pavimento, trata-se de uma análise estatística de um único universo, as deflexões encontradas nas trilhas de roda externa da faixa de tráfego. Utiliza-se como ferramenta a viga Benkelman. A metodologia usada e respectivos cálculos estão norteados conforme as normas: DNER-ME 024/94 – Determinação das deflexões no pavimento pela Viga Benkelman, DNIT 133/2010 – Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de ensaio, DNER-PRO 175/94 – Aferição da viga Benkelman;
- Sondagens e ensaios dos materiais do pavimento e sub leito. A determinação das camadas do pavimento e suas respectivas capacidades de suporte são fundamentais para se verificar a situação atual e futura do pavimento assim como o dimensionamento das camadas de reforço;



- Cálculo do tráfego. A contagem do tráfego é a carga que o pavimento deve suportar, como não temos estes dados de projeto inicial, foi realizado três contagens ao longo da via, utilizou-se uma média simples destas e uma projeção futura de 6 anos, vida útil de um pavimento. É importante salientar que em decorrência de se estar realizando um projeto de restauração e manutenção, o trafego utilizado parte da pior hipótese de carga sobre o pavimento. O objetivo é garantir que sempre a carga sobre o pavimento seja inferior ao a tensão admissível do revestimento, ou seja, garantir que o pavimento trabalhe em um estado elástico. Os estudos de tráfego seguiram a IS-110/10 – Instruções de Serviço para Estudos de Tráfego, DAER-RS, Equipe de Estudos de Tráfego, 2010;

- Data de início da rodovia. Em virtude de não se ter este dado histórico e que a rodovia já passou por diversas intervenções e de forma segmentada, não há como se datar a idade do pavimento existente, assim os demais dados servirão de norte para as intervenções sugeridas.

## **5.2. Estudos de tráfego**

Os Estudos de Tráfego foram desenvolvidos conforme os critérios e procedimentos da IS-110/10 – Instruções de Serviço para Estudos de Tráfego, DAER-RS, Equipe de Estudos de Tráfego, 2010.

O objetivo dos estudos de tráfego é fazer uma retro análise do atual pavimento, verificando se sua atual estrutura é compatível com o tráfego atual. Juntamente com os estudos geotécnicos, onde foram verificados as camadas de pavimento através de uma retro análise. Foram

### **5.2.1. Levantamento das contagens de tráfego volumétricas**

Para este estudo foi realizado um ponto de Contagem Volumétrica Classificatória, com a seguinte característica:

#### **5.2.2. Pontos em linha geral, de 1 dia:**

A contagem realizada foi volumétrica, classificatória, de hora em hora, durante o período de um dia, de 24 horas nos seguintes locais:

TF-10 – km 23+500 em 13/01/2020;

TF 10 – km 23+500 em 16/01/2020;

TF 10 – km 10+400 em 24/01/2020.



### 5.2.3. Execução dos serviços de campo

Foi observado o posicionamento dos pontos de contagem de maneira a contemplar os diferentes volumes de tráfego ao longo do trecho e avaliar o tráfego de passagem que utilizará a rodovia.

### 5.2.4. Metodologia da contagem de tráfego

As contagens de tráfego, ou Contagens Volumétricas foram classificatórias, registradas separadamente os volumes para os vários tipos ou classes de veículos.

Para a realização das pesquisas foi utilizado programa específico para o armazenamento de dados, tanto para linha geral como para as interseções, coletado através de planilhas e tablets.

A coleta de dados foi realizada a cada uma hora, para a futura análise de Estudo de Capacidade.

Nos Postos de Contagem foram utilizadas equipes de pesquisadores divididos em turnos de maneira que estes pudessem manter o devido revezamento sem a sobrecarga em quaisquer dos pontos coletados.

Na realização das contagens Classificadas de Veículos foram consideradas as Categorias padrões do DNIT:

#### - Passeio

Automóveis passeio: carros e utilitários;

#### - Coletivo

Ônibus: 2C, 3C e 4C: Ônibus com eixo simples ou tandem duplo de rodas duplas ou triplas traseiras;

#### - Carga leve

Caminhões truck: 2C (um eixo simples de rodagem simples dianteiro e um eixo simples de rodado duplo traseiro), com capacidade máxima de 5 t;

#### - Carga média

Caminhões truck: 2C (um eixo simples de rodagem simples dianteiro e um eixo simples de rodado duplo traseiro), com capacidade igual ou superior a 5 t;

#### - Carga pesada

3C (um eixo simples de rodado simples dianteiro e um eixo tandem duplo de rodado duplo traseiro),



### **Carga ultrapesada**

4C (um eixo duplo de rodagem simples dianteiro e um eixo tandem duplo de rodado duplo traseiro);

Caminhões semirreboques: 2S2, 2S3, 2J3, 3S2, 3S3, 3J3, 3I3, 3T4, 3T6: Veículos articulados compostos por um cavalo mecânico que traciona um semirreboque com um eixo simples ou tandem (duplo ou triplo) com os rodados duplos traseiros;

Caminhões reboque: 2C2, 2C3, 3C2, 3C3, 3D4 e 3D6: Veículos articulados compostos por uma unidade tratora que traciona um reboque com dois eixos de rodados simples ou duplos dianteiro e um eixo simples ou tandem (duplo ou triplo) com rodados duplos traseiros.

#### **5.2.5. Taxa de Crescimento Anual**

Os dados econômicos disponíveis da região não são consistentes para a definição do crescimento anual na determinação do Tráfego Futuro. Então, foram aplicadas as taxas de crescimento anual, no valor de 5 % a. a., conforme recomendação seguidas pelo DAER/RS normalmente.

As condições de projeto para a determinação da projeção de tráfego são as seguintes:

Ano de projeto: 2020;

Ano de abertura: 2021;

Período de vida útil do pavimento: 6 anos.

#### **a) Fatores de Veículos**

O cálculo dos Fatores de Veículos (FV) foi desenvolvido a partir das cargas previstas pela Lei da Balança, segundo a Lei Federal nº 7408 de 25 de novembro de 1985, considerando a tolerância de 7,5 % conforme prescreve a Resolução 104/99 do CONTRAN.

#### **b) Fator de pista**

Utilizado o fator de 0,50.

Usuário: \_\_\_\_\_

A-B ← → B-A

**Veículos**

+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+
+	0		0	+	+	0		0	+

Figura 3 – Exemplo da tabela de contagem

### 5.2.6. Planilhas de tráfego e Cálculo das projeções e número “N”

A seguir é apresentado as planilhas de campo, Resumo das contagens, projeção de tráfego e o cálculo do número “N” para cada segmento solicitado.



Figura 4 – Contagem de tráfego 1



Figura 5 – Contagem de tráfego 2



Figura 6 – Contagem de tráfego 3



Tabela 1 – Contagem 13/01/2020

Rodovia: <b>TF - 10</b> SENTIDO : Sede_Polo Petroquímico								
Trecho: Entre Estaca 21+050 até Estaca 29+700								
Data: 13/01/2020 - Segunda feira				Local da contagem : Km 23+500				
HORÁRIOS	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				MOTOS	TOTAL
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA PESADO		
0:00 - 04:00	11	0	2	0	0	0	8	21
04:00 - 05:00	14	0	1	1	2	1	10	29
05:00 - 06:00	15	0	3	2	2	1	11	34
06:00 - 07:00	55	12	3	2	2	2	15	91
07:00 - 08:00	49	5	0	1	2	0	10	67
08:00 - 09:00	40	1	4	2	2	0	4	53
09:00 - 10:00	48	3	6	0	0	0	4	61
10:00 - 11:00	29	1	3	1	0	0	3	37
11:00 - 12:00	42	1	5	1	1	0	5	55
12:00 - 13:00	32	1	3	0	0	1	3	40
13:00 - 14:00	27	1	4	1	1	0	1	35
14:00 - 15:00	44	3	4	1	2	2	2	58
15:00 - 16:00	49	8	2	4	1	0	6	70
16:00 - 17:00	52	4	3	2	0	1	4	66
17:00 - 18:00	61	6	3	2	2	1	15	90
18:00 - 19:00	75	5	2	1	1	2	11	97
19:00 - 20:00	71	1	3	2	3	1	9	90
20:00 - 21:00	52	0	2	1	1	0	17	73
21:00 - 22:00	42	0	1	1	1	0	12	57
22:00 - 24:00	21	0	0	0	2	0	9	32
TOTAL	829	52	54	25	25	12	159	1156



Tabela 2 – Contagem 16/01/2020

Rodovia: <b>TF - 10</b> SENTIDO : Sede_Polo Petroquímico								
Trecho: Entre Estaca 21+050 até Estaca 29+700								
Data: 16/01/2020 - Quinta feira				Local da contagem : Km 23+500				
HORÁRIOS	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				MOTOS	TOTAL
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA PESADO		
0:00 - 04:00	8	0	0	1	0	0	8	17
04:00 - 05:00	15	0	3	1	0	1	9	29
05:00 - 06:00	19	0	3	4	1	1	8	36
06:00 - 07:00	61	12	1	2	3	2	12	93
07:00 - 08:00	46	5	2	1	1	0	4	59
08:00 - 09:00	38	2	5	3	0	0	2	50
09:00 - 10:00	36	1	3	2	2	0	3	47
10:00 - 11:00	40	2	5	1	0	0	3	51
11:00 - 12:00	48	2	6	0	1	1	3	61
12:00 - 13:00	35	2	3	1	0	1	2	44
13:00 - 14:00	39	2	1	1	0	0	1	44
14:00 - 15:00	37	2	8	1	1	0	1	50
15:00 - 16:00	50	2	7	3	1	0	1	64
16:00 - 17:00	42	10	8	1	0	0	3	64
17:00 - 18:00	60	7	3	1	2	1	10	84
18:00 - 19:00	68	2	1	1	1	1	12	86
19:00 - 20:00	55	1	2	2	3	0	13	76
20:00 - 21:00	51	0	3	0	1	0	8	63
21:00 - 22:00	39	0	1	1	2	1	7	51
22:00 - 24:00	21	0	1	1	0	0	8	31
<b>TOTAL</b>	<b>808</b>	<b>52</b>	<b>66</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>118</b>	<b>1100</b>



Tabela 3 – Contagem 24/01/2020

Rodovia: <b>TF - 10</b> SENTIDO : <b>Sede - Polo Petroquímico</b>								
Trecho: Entre Esta 0+800 até Estaca 21+050								
Data: 24/01/2020 - Sexta feira				Local da contagem : Km 10+400				
HORÁRIOS	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				MOTOS	TOTAL
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA PESADO		
0:00 - 04:00	41	0	2	0	0	0	6	49
04:00 - 05:00	38	0	1	0	0	0	4	43
05:00 - 06:00	41	1	3	0	0	0	6	51
06:00 - 07:00	73	15	3	4	1	1	18	115
07:00 - 08:00	96	10	2	2	1	0	9	120
08:00 - 09:00	64	3	4	3	0	0	3	77
09:00 - 10:00	56	2	7	3	0	1	4	73
10:00 - 11:00	78	0	4	4	1	1	1	89
11:00 - 12:00	74	2	6	2	1	2	6	93
12:00 - 13:00	82	4	6	3	1	1	5	102
13:00 - 14:00	67	0	5	2	1	1	12	88
14:00 - 15:00	71	4	9	7	2	2	11	106
15:00 - 16:00	83	4	10	2	1	2	18	120
16:00 - 17:00	96	2	10	3	0	1	7	119
17:00 - 18:00	78	3	3	1	0	1	8	94
18:00 - 19:00	115	4	3	1	1	1	15	140
19:00 - 20:00	67	0	3	1	1	0	10	82
20:00 - 21:00	40	0	1	0	0	0	5	46
21:00 - 22:00	38	0	0	0	0	0	3	41
22:00 - 24:00	39	0	1	0	0	0	5	45
TOTAL	1337	54	83	38	11	14	156	1693



Tabela 4 – Média das contagens

ESTUDO DE TRÁFEGO: TF 10								
Resumo da Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória por Sentido								
Rodovia:			Local:			Sentido:		
ERS-223			223ERS0070			Ibirubá - Selbach		
Dia	PASSEIO	COLETIVO	CAMINHÕES				MOTOS	Total
			LEVE	MÉDIO	PESADO	ULTRA-PESADO		
Jan/2020								
<b>Média</b>	<b>991</b>	<b>53</b>	<b>67</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>433</b>	<b>1.603</b>

Tabela 5 – Resumo dos veículos

Resumo do tráfego		
Veículos Tipo	VMD	%
Passeio	991	62
Coletivo	53	3
Carga	126	8
Motos	433	27
Total	1.603	100

Tabela 6 – Taxa de crescimento

Taxa de Crescimento do Tráfego	
Automóvel	5,00% ao ano
Ônibus	5,00% ao ano
Caminhão	5,00% ao ano
Semirreboque	5,00% ao ano
Reboque	5,00% ao ano
Moto	5,00% ao ano



Tabela 7 – Cálculo do trafego

Projeção do VMDAT e do número N										
Rodovia: TF 10										
Local: Triunfo / RS										
Ano	VEÍCULOS DE CARGA						Total	Valores do Número N		Observações
		Coletivo	Carga leve	Carga média	Carga pesada	Carga ultra pesada		Ano a Ano	Acumulado	
2020		95	241	197	358	505	1.396	1,42E+06	-	Projeto
2021		100	253	207	376	530	1.466	1,49E+06	-	Obra
2022		105	266	217	395	557	1.539	1,56E+06	1,56E+06	1º ano
2023		110	279	228	414	585	1.616	1,64E+06	3,20E+06	
2024		115	293	239	435	614	1.697	1,72E+06	4,92E+06	
2025		121	308	251	457	645	1.782	1,81E+06	6,73E+06	
2026		127	323	264	480	677	1.871	1,90E+06	8,63E+06	
2027		134	339	277	504	711	1.964	1,99E+06	1,06E+07	6º ano
Composição Percentual do Tráfego / 2020 (%)				Parâmetros Adotados no Cálculo do Número de Operações do Eixo- Padrão de 8,21 t- Numero 'N'						
Passeio	Coletivo	Cargas	Motos	Fatores de Veículos - FV					Fator Climático	Fator de Pista
61,82%	3,31%	7,86%	27,01%	Coletivo	Carga leve	Carga média	Carga pesada	Carga ultra pesada	FR	FP
Taxas de Crescimento do Tráfego (%)				0,345	0,063	1,371	4,986	11,205	1	0,5
Vículo	Passeio	Coletivo	Cargas	Ano inicial para o cálculo do número N						2020
Percentagem	5,00%	5,00%	5,00%	Período de Projeto para o Cálculo do Número 'N'-P [anos]						6

### 5.2.7. Resultados dos estudos de tráfego

Conforme, Tabela 7 – Cálculo do trafego, o número “N” final pelo para o ano de 2027, final da vida útil do pavimento asfáltico será de  $1,06 \times 10^7$ . Esta variável juntamente com os estudos geotécnicos servirão para determinar as espessuras necessárias para o pavimento, conforme o manual de dimensionamento do DNIT – 2006.

### 5.3. Estudos topográficos

#### 5.3.1. Introdução

Visando obter os dados básicos necessários para as concordâncias planialtimétricas, no início e no final do empreendimento, foram realizados os levantamentos de locação, nivelamento e seções transversais.

O relevo é relativamente plano, a Rodovia boa visibilidade, o terreno de forma geral apresenta boas condições planimétricas. Verificou-se que a maior parte da via passará ao longo da faixa de domínio do DAER, entretanto há local onde atingirá terrenos de particulares, é o caso das interseções que excedem a largura disponível. Esta verificação será estudada mais profundamente na sequência dos trabalhos.

A topografia partiu de referências de coordenadas implantadas através de GPS. Foram implantados 7 marcos conforme fotos apresentadas Abaixo. Todo o levantamento topográfico foi realizado em coordenadas UTM, SIRGAS 2000.

#### 5.3.2. Pontos geodésicos

O traçado da Rodovia TS10, está amarrado ao Marco Geodésico PM 101, conforme Monografia abaixo.

**REDE GEODÉSICA** Monografia de Estação Geodésica Triunfo 

Ponto PM101 Implantação 04/04/12 Receptor South Datum SIRGAS 2000

Coordenadas Geodésicas	
Latitude	S 29°56'08.75369"
Longitude	W 51°43'04.36559"
Solução	Fixa

Coordenadas UTM		Desvio Padrão
Leste	430.716,736	+/- 0,009
Norte	6.688.115,776	+/- 0,008
H geo.	22,873	+/- 0,015
H orto.	17,223	MAPGEO 2010

**Croqui**



**Descrição do Marco**  
Marco de concreto tipo tronco piramidal cravado no chão, com plaqueta no topo.

Figura 7 – Situação do marco de concreto implantado.

### Observação

Marco implantado na rotatória, intervisível com PM102.

### Fotografia



Figura 8 – Localização do marco de concreto implantado.

#### 5.3.3. Descrição das coordenadas dos marcos

Os pontos implantados ao longo da Rodovia TS10, estão Georreferenciados no Sistema Geodésico Brasileiro, a partir do Marco PM 101 localizado no Trevo de Acesso ao município de Triunfo com as seguintes coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema U T M - Datum SIRGAS2000 meridiano central 51°00':

- **Marco 101**  
Este (X) 430.716,736m  
Norte (Y) 6.688.115,776m  
Cota (Z) 22,873m, distante 918,82 metros em relação ao Marco 01;
- **Marco 01**  
Este (X) 431.549,386m  
Norte (Y) 6.688.504,258m  
Cota (Z) 24,383m, distante 3.744,74 metros em relação ao Marco 02;
- **Marco 02**



Este (X) 434.666,454m

Norte (Y) 6690579.574m

Cota (Z) 17,907m, distante 4.939,01 metros em relação ao Marco 03;

- **Marco 03**

Este (X) 439.432,840m

Norte (Y) 6.691.873,938m

Cota (Z) 18,256m, distante 4.882,77 metros em relação ao Marco 04;

- **Marco 04**

Este (X) 443.935,523m

Norte (Y) 6.693.762,664m

Cota (Z) 40,869m, distante 4.697,52 metros em relação ao Marco 05;

- **Marco 05**

Este (X) 448.287,006m

Norte (Y) 6.695.532,197m

Cota (Z) 13,171m, distante 4.860,17 metros em relação ao Marco 06;

- **Marco 06**

Este (X) 452.109,883m

Norte (Y) 6.696.067,485m

Cota (Z) 39,712m, distante 3.593,42 metros em relação ao Marco 07;

- **Marco 07**

Este (X) 455.607,675m

Norte (Y) 6.696.890,976m

Cota (Z) 53,799m

#### **5.3.4. Cadastro do local**

Ao longo do terreno da rodovia TF-10, efetuou-se o levantamento cadastral os limites do pavimento e suas respectivas benfeitorias que se julgou necessárias para o bom andamento do projeto. Os levantamentos cadastrais se baseiam em: marcação das intervenções no pavimento, sinalização horizontal e vertical, meios fios, a drenagem existente, postes de eletrificação e iluminação, em fim, todo o cadastro necessário para o projeto de revitalização do pavimento. O levantamento topográfico foi realizado através de irradiações com Estação Total Eletrônica.



Todo o levantamento foi acompanhado de croqui elucidativo de forma a permitir sua perfeita interpretação por ocasião da elaboração do projeto.

A topografia locou toda a área do empreendimento e delimitou seu perímetro.

### **5.3.5. Apresentação dos estudos topográficos**

Planimetria. Após o recebimento das pastas contendo os dados de campo, tais como: alinhamento, nivelamento, renivelamento, cadastro e seções transversais, procederam-se a digitação dos elementos básicos, por processamento eletrônico e, posteriormente foram geradas planilhas contendo as coordenadas da locação e plantas baixas em escalas diversas conforme as necessidades com estaqueamento do eixo a cada 20,00 m. Na planta foram desenhadas curvas de nível de 1,00 m em 1,00 m, juntamente com o registro do levantamento cadastral necessários ao longo da faixa de domínio.

Foram incluídos nos desenhos das plantas, quadro das curvas horizontais contendo os seguintes dados: ângulo central (AC), raio de curvatura (R), tangente (TG), desenvolvimento (D), além do comprimento da espiral (DE) para as curvas de transição.

Altimetria. Foi desenhado em papel nas escalas 1:1000(H) e 1:100(V), o perfil do terreno, tendo-se registrado todos os pontos nivelados, constituídos pelas estacas inteiras e intermediárias.

Houve um levantamentos complementares no que tange a localização das áreas do atual pavimento que necessitam manutenção, posicionando-as a fim de se quantificar e qualificar as respectivas intervenções. Também houveram as marcações do posicionamento a cada 20 metros para o subsequente ensaio de deflexão do atual pavimento pelo método da viga Benkelman, descrito detalhadamente nos estudos geotécnicos.

### **5.3.6. Apresentação dos estudos topográficos**

Planimetria. Após o recebimento das pastas contendo os dados de campo, tais como: alinhamento, nivelamento, renivelamento, cadastro e seções transversais, procederam-se a digitação dos elementos básicos, por processamento eletrônico e, posteriormente foram geradas planilhas contendo as coordenadas da locação e plantas baixas na escala H=1:1000 e V=1:100 com estaqueamento do eixo a cada 20,00 m. Na planta foram desenhadas curvas de nível de 1,00 m em 1,00 m, juntamente com o registro do levantamento cadastral executado ao longo da faixa de domínio.



Foram incluídos nos desenhos das plantas, quadro das curvas horizontais contendo os seguintes dados: ângulo central (AC), raio de curvatura (R), tangente (TG), desenvolvimento (D), além do comprimento da espiral (DE) para as curvas de transição. Também nesses desenhos foram representados croquis das RNs implantadas ao longo do trecho com as suas posições em relação ao eixo.

## 5.4. Estudos de geotécnicos

### 5.4.1. Caracterização geológica geral

A região de Triunfo está situada sobre parte do substrato granítico do Cinturão Dom Feliciano, setor leste do Escudo Sul-riograndense. Este Cinturão é resultante de uma erogênese que iniciou há 730 Ma e seu estágio final se deu por volta de 550 Ma. (Menegat et al, 1998). A disposição das unidades litológicas que compõem esta porção do Cinturão obedece a uma ordem cronológica de eventos estruturais e geoquímicos que possibilitam o arranjo geológico nos seguintes compartimentos crono-estruturais:

#### O município de Triunfo está compartimentado em dois domínios geológicos principais:

Uma região de afloramentos pré-cambrianos, chamado Escudo Sul Riograndense;

Uma faixa de sedimentos costeiro quaternário. A região de afloramentos, na porção leste, é composta por granitóides neoproterozóicos e metassedimentos relacionados à Orogenia Brasileira (Batólito de Pelotas de Fragozo Cesar 1982, Assembléia de Arco Magmático I de Fernandes et al. 1992).

Estruturalmente, as rochas do embasamento encontram-se alinhadas segundo a direção geral dos esforços, NE-SW, os quais atingiram as rochas mais dispostas ao longo do vale tectônico. Outro padrão da tectônica rígida, com direção E-W, ocorre também na região, que está afetando as rochas sedimentares mais recentes. Conforme o CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais), os principais domínios tectono- estruturais da região limítrofe, onde está inserido o município de Triunfo. Localmente podem ocorrer algumas rochas sedimentares de Bacia do Paraná.

#### Embasamento Cristalino e Depósitos Pleistocênicos

O embasamento é representado pelo Domínio Granítico Dom Feliciano, representados pelas fácies tipo Morrinhos e subordinadamente pelas Fácies tipo Serra do Erval a sudoeste. O Domínio Dom Feliciano, que ocupa toda a porção oriental do escudo Sul Riograndense, corresponde a um grande complexo plutônico, onde são reconhecidas rochas gnáissicas, intensamente deformadas, e numerosos plútons graníticos, cuja colocação se processou em



diversos níveis crustais e em diferente estágios de evolução da deformação regional. Os sienogranitos tipo morrinhos apresentam, em geral, limites bem definidos por falhas ou constituindo stocks de contornos ovalados a circulares, que ressaltam na topografia. São intrusões que afetam todas as unidades aflorantes no Domínio Dom Feliciano, inclusive os termos sienograníticos mais precoces (Sieno-granito Serra do Erval). A principal área de exposição desta fácies, constitui um corpo alongado a noroeste, que se estende desde Morrinhos até Guaíba, na porção leste da folha, limitando-se por falhas com o Sienogranito Serra do Erval, e parecendo constituir uma continuidade desta intrusão (CPRM, 1997).

Os corpos de sienogranitos cartografados na região de Porto Alegre (Schneider etall, 1974 apud CPRM 1997) foram relacionados ao tipo Morrinhos.

Os depósitos gravitacionais de encosta, de idade terció-quaternária (TQe), situados a nordeste da área industrial, constituem leques aluviais alimentados principalmente pelo escudo pré-cambriano. Desenvolveram morfologia de cunha de sedimentos clásticos que se espessa no sentido do interior da Bacia de Pelotas. Englobam um conjunto de fácies sedimentares resultantes de processos de transporte associados aos ambientes de encosta de terras altas. Na parte proximal incluem depósitos resultantes de processos predominantemente gravitacionais, rastejamento e fluxo de detritos (tálus, eluviões e coluviões). Na porção distal gradam para depósitos transportados e depositados em meio aquoso (aluviões). A morfologia de leque na maior parte das vezes é obscurecida e as fácies distribuem-se em forma de rampa suave, mesmo em alguns depósitos do Holoceno parcialmente ativos. As flutuações entre climas áridos e úmidos que ocorreram no Terciário Superior e Quaternário tiveram grande influência no desenvolvimento deste sistema deposicional. Litologicamente são conglomerados, diamictitos, arenitos conglomeráticos, arenitos e lamitos, de cores avermelhadas, maciços ou com estruturas acanaladas.

#### Planície Costeira e Sedimentação Quaternária

Os depósitos sedimentares da Província Costeira do Brasil Meridional constituem um espesso pacote sedimentar que foi gerado numa sequência de eventos transgressivo regressivos, relacionados aos processos glacio-eustáticos que se iniciaram no final do Terciário, conforme defendido por Villwock (1972). A porção superior desta província, que constitui a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, expõe uma série de unidades litoambientais, as quais foram objeto de mapeamento por parte da CPRM 1997. Essas unidades litoambientais, quando delimitadas em mapa, possibilitam traçar a sucessão daqueles eventos geológicos, que culminaram com o escultramento da porção superior da província e com o delineamento do perfil costeiro do Sul do Brasil. A região de Porto Alegre apresenta o contorno de suas áreas de



embasamento emoldurado pelos sedimentos cenozóicos costeiros, os quais delineiam o limite leste da folha, acompanhando o estuário do Guaíba e fazendo, na porção sul-sudeste, a interfácies com os sedimentos aluvionares do rio Camaquã.

Segundo a CPRM 1997, o estudo desses sedimentos cenozóicos, dentro dos limites da folha Porto Alegre, só pode ser entendido levando-se em conta o contexto evolutivo regional de toda a província, conforme estabelecido por Wildner et al. (1988). Na Planície Costeira, três associações litológicas distintas, a saber:

Associação Litológica Primária, gerada diretamente a partir do substrato da bacia, constituída por uma sequência de depósitos gravitacionais de encosta que gradam para sistemas de leques aluviais e canais anastomosados, e que vão culminar com o atapetamento da bacia.

Associação Litológica de Retrabalimento, resultante do retrabalimento das associações primárias, acrescidas de materiais ainda provindos das áreas-fonte continentais. As litologias desta associação estão organizadas de acordo com os processos de flutuação glacio-eustáticos, ocorridos durante a evolução do Quaternário e que estão representadas por quatro sequências justapostas, resultantes de eventos geológicos similares.

Associação de Adição e Retrabalimento, localizada, que representa a interfácies entre as duas sequências fundamentais anteriores e entre as unidades maiores de cada seqüência, gerando uma fácies de transformação. A Associação Litológica Primária é caracterizada por uma sequência de leques aluviais e deltas subaéreos, que recobriu progressivamente o fundo da bacia e, localmente, se intercalou com níveis de depósitos marinhos transgressivos. Subordinados a estes, estabeleceu-se, nas porções distais, um sistema fluvial entalhado sobre os leques aluviais e sobre os terraços gerados pelo próprio processo fluvial. Na época desta sedimentação, o nível do mar encontrava-se a cotas muito mais baixas (-120m) do que a atual, como resposta eustática a um período glacial.

As rochas-fontes desses depósitos foram o Escudo Sul-Rio-Grandense e os sedimentos da bacia gonduânica. Estão incluídas nesta associação as formações anteriormente cartografadas como Graxaim, Gravataí e Guaíba, e as unidades edafoestratigráficas associadas, tais como o Caliche Cordão e o Alterito Serra de Tapes (CPRM 1997). Junto à borda da bacia, na interfácies entre as rochas do escudo e a bacia cenozóica, encontra-se um extenso e homogêneo pacote sedimentar, dominado por arenitos arcoseanos, com fácies localizadas silticoarenosas e areno-conglomeráticas, de cores claras, variando entre o cinza-amarelado e o marrom-avermelhado, onde são comuns as estruturas do tipo cruzada acanalada, convoluta e laminação plano-paralela, dominando as estruturas de corte e preenchimento, principalmente nas porções mais próximas ao escudo.

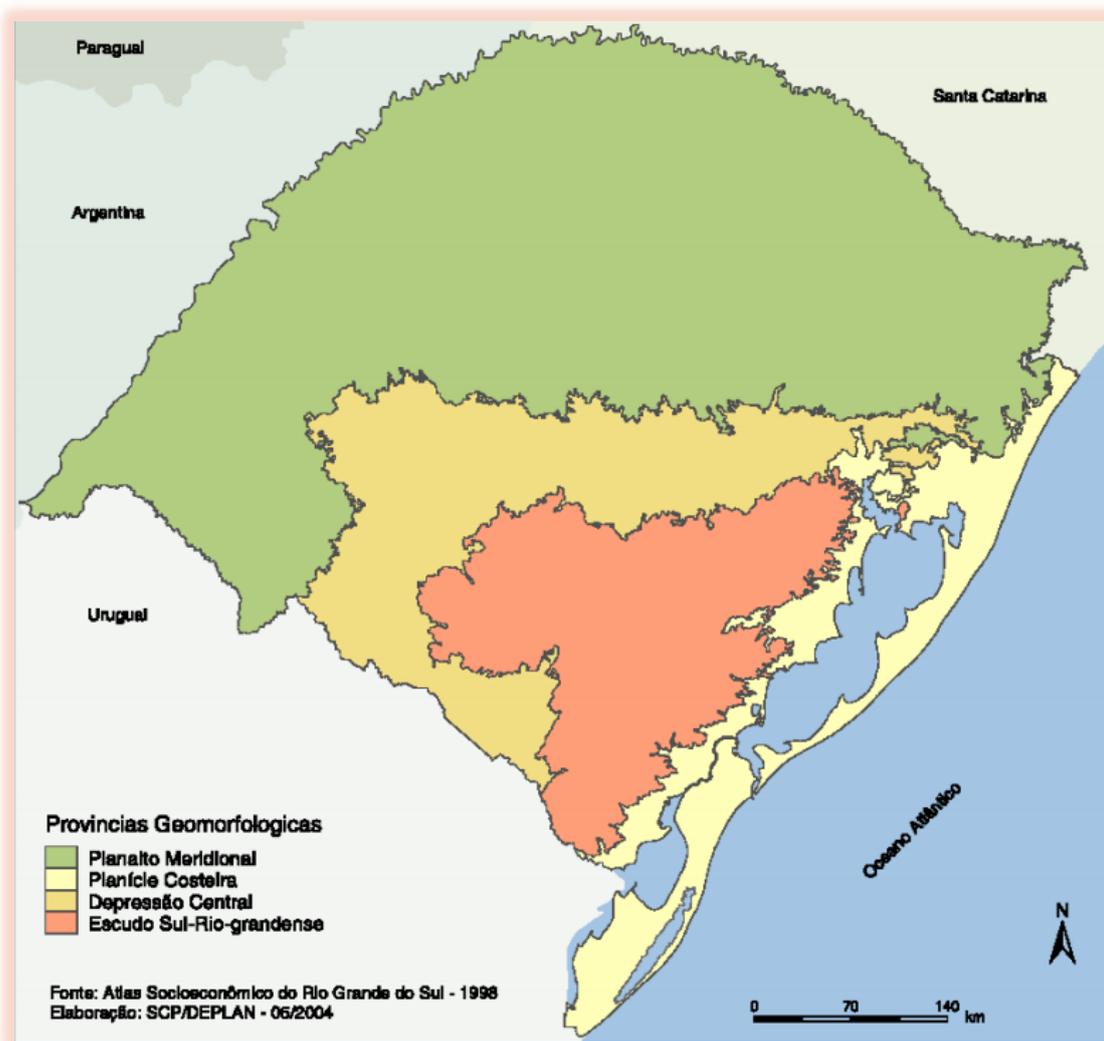


Figura 9 - Províncias Geomorfológicas do Rio Grande do Sul (Fonte: Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Coordenação e Planejamento – 2ª edição 2006).

As litologias desta associação foram descritas por Ayala (1980) como desenvolvidas em regime de deposição na forma de leques aluviais, originados a partir de enxurradas (sheet-flood) e torrentes de canal (streamflood), aos quais se associam os depósitos subordinados em regime de planícies fluviais. Apesar de toda a borda desta bacia marginal subsidente estar representada por depósitos aluviais clásticos, derivados da dissecação das terras altas adjacentes, nem todos os depósitos identificados são equivalentes em idade aos depósitos precursores da sedimentação. Isto porque os efeitos de retrabalhamento e o desenvolvimento de depósitos de encosta certamente persistem até os dias atuais, gerando dúvidas quanto aos limites entre as litologias depositadas nos primeiros estágios de desenvolvimento da bacia ou nos períodos subsequentes da sedimentação. A Associação Litológica de Retrabalhamento compreende um sistema de quatro barreiras, que constitui o Sistema de Barreiras Múltiplas Patos/Mirim, e cuja



origem está diretamente relacionada aos processos glacio-eustáticos ocorridos a partir do início do Pleistoceno.

#### **5.4.2. Caracterização da área de influência direta (AID)**

No local em estudo, A TF-10, possui 29,70km de extensão, localizada em zona ondulada. Esta região sofreu a influência de vários eventos transgressivos e regressivos que se sucederam durante o período quaternário. O terreno tem características silto-arenosa e se origina da lenta erosão dos granitos, ou seja, do envelhecimento dos cristais. A partir de uma grande pedra, que através dos ciclos, as condições geológicas e atmosféricas vão transformando, nasce uma matéria mais sutil, de pequena granulometria , a areia.

Ela é composta basicamente por silicato de alumínio hidratado e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, além de vários outros minerais característicos da região, na qual é encontrada, como por exemplo: feldspato, silicatos, carbonatos, fosfatos e outros elementos como o silício, alumínio, ferro, magnésio e cálcio.

#### **5.4.3. Ensaios geotécnicos**

Foram realizados 10 ensaios abaixo do pavimento da via. Os ensaios são de proctor normal e CBR. O objetivo é verificar a capacidade de suporte (CBR) do subleito. Este dado é fundamental para se concluir, juntamente número “N” do estudo de tráfego, a retro análise do pavimento. Demais ensaios como granulometrias, índices físicos, HRB e outros não são necessários visto que as intervenções serão aplicadas na camada final em CBUQ.

Todos os furos realizados foram recompostos e não trazem importunos aos condutores dos veículos.

Observou-se que o pavimento é composto de uma capa de CBUQ com a base e sub base em brita graduada. Há uma variância nas espessuras das camadas do pavimento, tanto para o CBUQ, quanto para a BBG e sub BBG.

O subleito é composto de argila arenosa marrom ou vermelha. É em nenhum ponto se observou o lençol freático presente, nem tampouco afloramentos ao longo da via. É importante salientar que este projeto e seus ensaios estão sendo executados em época pouco chuvosa.

As tabelas a seguir apresenta a localização e espessuras das sondagens e ensaios de proctor normal e CBR do subleito:



Tabela 8 – Sondagem executada

FURO	ESTACA (KM)	POSIÇÃO	HORIZONTE	CAMADA (cm)		IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAL	CONSIST.	LENÇOL FREÁTICO (cm)	TRECHO
				DE	A				
1	1 + 100	BE	-	0	10	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
1		BE	-	10	49	Base de brita graduada de basalto	R		
1		BE	-	49	-	Argila arenosa vermelha	M		
2	4 + 000	BD	-	0	8	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
2		BD	-	8	30	Base de brita graduada de basalto	R		
2		BD	-	30	-	Argila arenosa vermelha	M		
3	7 + 000	BE	-	0	6.2	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
3		BE	-	6.2	32.3	Base de brita graduada de basalto	R		
3		BE	-	32.3	-	Argila arenosa vermelha	M		
4	10 + 000	BD	-	0	9.1	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
4		BD	-	9.1	36.6	Base de brita graduada de basalto	R		
4		BD	-	36.6	-	Argila arenosa vermelha	M		
5	13 + 000	BE	-	0	6	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
5		BE	-	6	27	Base de brita graduada de basalto	R		
5		BE	-	27	-	Argila arenosa vermelha	M		
6	16 + 000	EIXO	-	0	4.9	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
6		EIXO	-	4.9	33.2	Base de brita graduada de basalto	R		
6		EIXO	-	33.2	-	Argila arenosa marrom	M		
7	19 + 000	BD	-	0	5.8	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
7		BD	-	5.8	26.3	Base de brita graduada de basalto	R		
7		BD	-	26.3	-	Argila arenosa marrom	M		
8	22 + 000	BE	-	0	7.1	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
8		BE	-	7.1	38.8	Base de brita graduada de basalto	R		
8		BE	-	38.8	-	Argila arenosa vermelha	M		
9	25 + 500	BD	-	0	5.4	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
9		BD	-	5.4	43.1	Base de brita graduada de basalto	R		
9		BD	-	43.1	-	Argila arenosa marrom	M		
10	29 + 000	BE	-	0	5.5	CBUQ	R	Seco	Triunfo - 010
10		BE	-	5.5	24.5	Base de brita graduada de basalto	R		
10		BE	-	24.5	-	Argila arenosa vermelha	M		
CONVENÇÕES:		E - EIXO BD - LADO DIREITO BE - LADO ESQUERDO	R - RUA M - MÉDIA L - MOLE	OBS:		TEMPO: BOM DATA: 10/01/2020 SONDADOR: ROQUE			

Tabela 9 – Localização da sondagem

Amostra nº	Identificação do Furo (Estaca - Km)
01	ESTACA 1 + 100 - BE
02	ESTACA 4 + 000 - BD
03	ESTACA 7 + 000 - BE
04	ESTACA 10 + 000 - BD
05	ESTACA 13 + 000 - BE
06	ESTACA 16 + 000 - EIXO
07	ESTACA 19 + 000 - BD
08	ESTACA 22 + 000 - BE
09	ESTACA 25 + 500 - BD
10	ESTACA 29 + 000 - BE

Tabela 10 – Fotos sondagem 1+100

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
01	ESTACA 1 + 100 – BE	
01	ESTACA 1 + 100 – BE (CBUQ)	
01	ESTACA 1 + 100 – BE (BASE)	

Tabela 11 – Fotos sondagem 4+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
02	ESTACA 4 + 000 – BD	
02	ESTACA 4 + 000 – BD (CBUQ)	
02	ESTACA 4 + 000 – BD (BASE)	

Tabela 12 – Fotos sondagem 7+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
03	ESTACA 7 + 000 – BE	
03	ESTACA 7 + 000 – BE (CBUQ)	
03	ESTACA 7 + 000 – BE (BASE)	

Tabela 13 – Fotos sondagem 10+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
04	ESTACA 10 + 000 - BD	
04	ESTACA 10 + 000 – BD (CBUQ)	
04	ESTACA 10 + 000 – BD (BASE)	

Tabela 14 – Fotos sondagem 13+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
05	ESTACA 13 + 000 - BE	
05	ESTACA 13 + 000 – BE (CBUQ)	
05	ESTACA 13 + 000 – BE (BASE)	

Tabela 15 – Fotos sondagem 16+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
06	ESTACA 16 + 000 – EIXO	
06	ESTACA 16 + 000 – EIXO (CBUQ)	
06	ESTACA 16 + 000 – EIXO (BASE)	

Tabela 16 – Fotos sondagem 19+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
07	ESTACA 19 + 000 – BD	
07	ESTACA 19 + 000 – BD (CBUQ)	
07	ESTACA 19 + 000 – BD (BASE)	

Tabela 17 – Fotos sondagem 22+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
08	ESTACA 22 + 000 – BE	
08	ESTACA 22 + 000 – BE (CBUQ)	
08	ESTACA 22 + 000 – BE (BASE)	

Tabela 18 – Fotos sondagem 25+500

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
09	ESTACA 25 + 500 – BD	
09	ESTACA 25 + 500 – BD (CBUQ)	
09	ESTACA 25 + 500 – BD (BASE)	

Tabela 19 – Fotos sondagem 29+000

Amostra nº	Identificação do local da sondagem (Estaca)	Imagens Fotográficas
10	ESTACA 29 + 000 – BE	
10	ESTACA 29 + 000 – BE (CBUQ)	
10	ESTACA 29 + 000 – BE (BASE)	



Tabela 20 – Ensaio proctor Normal km 1+100

ENSAIO DE PROCTOR							
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			
TRECHO: TF 10 - KM 1+100				DATA: 10/01/2020			
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )		1,811		PESO DA AMOSTRA		3000	
ÚMIDADE ÓTIMA (%)		16,5		ESFORÇO COMP.		3x25	
ARGILA ARENOSA VERMELHA				PESO DO CILINDRO		1909	
				VOLUME DO CILINDRO		1010	
PONTO	1	2	3	4	5		
amostra comp. + cil. -g.	3725	3882	4068	4065	3993		
Peso da amostra compactada	1816	1973	2159	2156	2084		
densidade do solo úmido	2	2	2	2	2,063		
Cápsula n°	143	146	131	113	112		
Peso do solo úmido + cáp.	143,0	132,3	135,5	158,5	156,8		
Peso do solo seco + cáp.	131,6	119,3	119,8	136,9	132,4		
Peso da água	11,4	13,0	15,7	21,6	24,4		
Peso da cáp.	19,2	19,2	20,0	21,9	22,1		
Peso do solo seco	112,4	100,1	99,8	115,0	110,3		
% de umidade	10,1	13,0	15,7	18,8	22,1		
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,632	1,729	1,847	1,797	1,690		

Moisture (%)	Density (g/dm³)
10.1	1.632
13.0	1.729
15.7	1.847
16.5	1.811
18.8	1.797
22.1	1.690



Tabela 21 – Ensaio de proctor km 4+0000

ENSAIO DE PROCTOR									
ESTRADA:	TRIUNFO RS				OPERADOR:	Roque			
TRECHO:	TF 10 - KM 4+000				DATA:	10/01/2020			
RESULTADOS					DADOS DO ENSAIO				
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )		1,760			PESO DA AMOSTRA		3000		
ÚMIDADE ÓTIMA (%)		17,7			ESFORÇO COMP.		3x25		
ARGILA ARENOSA VERMELHA					PESO DO CILINDRO		1909		
					VOLUME DO CILINDRO		1010		
PONTO	1	2	3	4	5				
amostra comp. + cil. -g.	3618	3770	3971	3983	3940				
Peso da amostra compactada	1709	1861	2062	2074	2031				
densidade do solo úmido	1,692	1,843	2,042	2,053	2,011				
Cápsula n°	137	145	131	118	63				
Peso do solo úmido + cáp.	142,9	129,5	128,1	120,3	144,5				
Peso do solo seco + cáp.	130,8	115,8	112,6	104,1	122,7				
Peso da água	12,1	13,7	15,5	16,2	21,8				
Peso da cáp.	21,7	18,2	20,0	21,3	26,0				
Peso do solo seco	109,1	97,6	92,6	82,8	96,7				
% de umidade	11,1	14,0	16,7	19,6	23,4				
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,523	1,616	1,749	1,717	1,592				

UMIDADE (%)	DENSIDADE (g/dm³)
11.1	1.523
14.0	1.616
16.7	1.749
17.7	1.760
19.6	1.717
23.4	1.592



Tabela 22 – Ensaio proctor Normal km 7+000

ENSAIO DE PROCTOR								
ESTRADA:	TRIUNFO RS				OPERADOR:	Roque		
TRECHO:	TF 10 - KM 7+000				DATA:	10/01/2020		
RESULTADOS					DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )	1,840				PESO DA AMOSTRA	3000		
ÚMIDADE ÓTIMA (%)	10,7				ESFORÇO COMP.	3 X 25		
ARGILA ARENOSA VERMELHA					PESO DO CILINDRO	1,909		
					VOLUME DO CILINDRO	1,010		
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8
amostra comp. + cil. -g.	3,662	3,807	3,951	3,958	3,918			
Peso da amostra compactada	1,753	1,898	2,042	2,049	2,009			
densidade do solo úmido	1,736	1,879	2,021	2,028	1,989			
Cápsula n°	24	116	140	138	142			
Peso do solo úmido + cáp.	144,4	143,4	144,5	159,1	153,4			
Peso do solo seco + cáp.	138,0	134,6	132,9	144,0	136,2			
Peso da água	6,4	8,8	11,6	15,1	17,2			
Peso da cáp.	24,4	21,8	17,9	23,1	22,5			
Peso do solo seco	113,6	112,8	115,0	120,9	113,7			
% de umidade	5,6	7,8	10,1	12,5	15,1			
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,644	1,743	1,836	1,803	1,728			

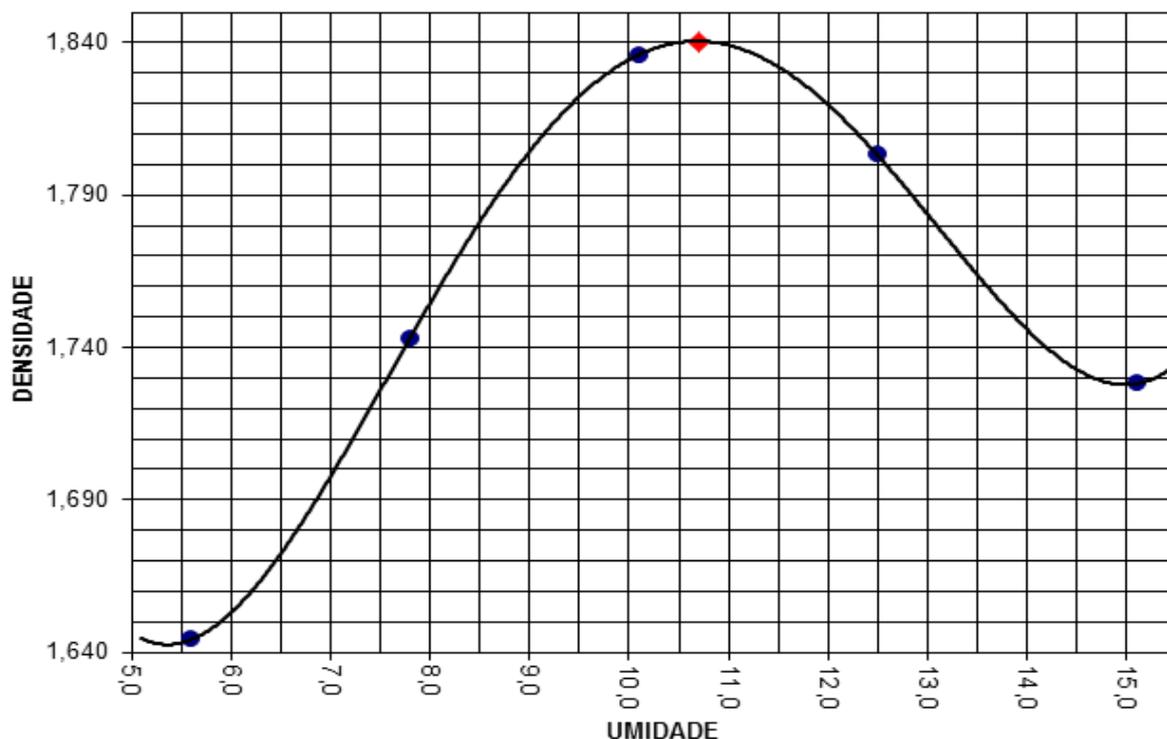




Tabela 23 – Ensaios proctor Normal km 10+000

ENSAIO DE PROCTOR								
ESTRADA:	TRIUNFO RS				OPERADOR:	Roque		
TRECHO:	TF 10 - KM 10+000				DATA:	10/01/2020		
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO				
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )	1,731				PESO DA AMOSTRA	3000		
ÚMIDADE ÓTIMA (%)	16,4				ESFORÇO COMP.	3 X 25		
ARGILA ARENOSA VERMELHA				PESO DO CILINDRO	1935			
				VOLUME DO CILINDRO	1020			
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8
amostra comp. + cil. -g.	3669	3884	3992	4001	3970			
Peso da amostra compactada	1734	1949	2057	2066	2035			
densidade do solo úmido	1,700	1,911	2,017	2,025	1,995			
Cápsula n°	2	21	115	1	117			
Peso do solo úmido + cáp.	131,8	136,3	126,5	124,0	132,1			
Peso do solo seco + cáp.	121,8	123,1	111,8	107,6	111,7			
Peso da água	10,0	13,2	14,7	16,4	20,4			
Peso da cáp.	24,5	24,3	22,9	24,3	22,3			
Peso do solo seco	97,3	98,8	88,9	83,3	89,4			
% de umidade	10,3	13,4	16,5	19,7	22,8			
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,542	1,686	1,731	1,692	1,624			

UMIDADE (%)	DENSIDADE (g/dm <sup>3</sup> )
10,3	1,542
13,4	1,686
16,4	1,731
19,7	1,692
22,8	1,624



Tabela 24 – Ensaios proctor Normal km 13+000

ENSAIO DE PROCTOR							
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			
TRECHO: TF 10 - KM 13+000				DATA: 10/01/2020			
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )			1,738		PESO DA AMOSTRA		3000
ÚMIDADE ÓTIMA (%)			14,6		ESFORÇO COMP.		3x25
ARGILA ARENOSA VERMELHA				PESO DO CILINDRO		1909	
				VOLUME DO CILINDRO		1010	
PONTO	1	2	3	4	5		
amostra comp. + cil. -g.	3608	3816	3921	3925	3831		
Peso da amostra compactada	1799	1907	2012	2016	2022		
densidade do solo úmido	1,781	1,888	1,992	1,996	2,002		
Cápsula n°	115	145	127	142	9		
Peso do solo úmido + cáp.	143,8	153,9	152,4	171,9	154,5		
Peso do solo seco + cáp.	133,6	139,4	135,5	149,4	132,3		
Peso da água	10,2	14,5	16,9	22,5	22,2		
Peso da cáp.	22,9	18,2	20,2	22,5	25,6		
Peso do solo seco	110,7	121,2	115,3	126,9	106,7		
% de umidade	9,2	12,0	14,7	17,7	20,8		
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,631	1,686	1,737	1,695	1,657		

Moisture (%)	Density (g/dm³)
9.2	1.631
12.0	1.686
14.6	1.738
17.7	1.695
20.8	1.657



Tabela 25 – Ensaios proctor Normal km 16+000

ENSAIO DE PROCTOR							
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			
TRECHO: TF 10 - KM 16+000				DATA: 10/01/2020			
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )		1,888		PESO DA AMOSTRA		3000	
ÚMIDADE ÓTIMA (%)		14,2		ESFORÇO COMP.		3x25	
ARGILA ARENOSA VERMELHA				PESO DO CILINDRO		1909	
				VOLUME DO CILINDRO		1010	
PONTO	1	2	3	4	5		
amostra comp. + cil. -g.	3858	4006	4084	4051	3945		
Peso da amostra compactada	1949	2097	2175	2142	2036		
densidade do solo úmido	1,930	2,076	2,153	2,121	2,016		
Cápsula n°	146	127	50	133	31		
Peso do solo úmido + cáp.	146,8	164,3	149,5	149,6	171,7		
Peso do solo seco + cáp.	134,4	148,3	134,2	131,7	148,3		
Peso da água	12,4	16,0	15,3	17,9	23,4		
Peso da cáp.	19,2	20,2	25,6	20,6	20,4		
Peso do solo seco	115,2	128,1	108,6	111,1	127,9		
% de umidade	10,8	12,5	14,1	16,2	18,3		
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,742	1,846	1,888	1,825	1,704		

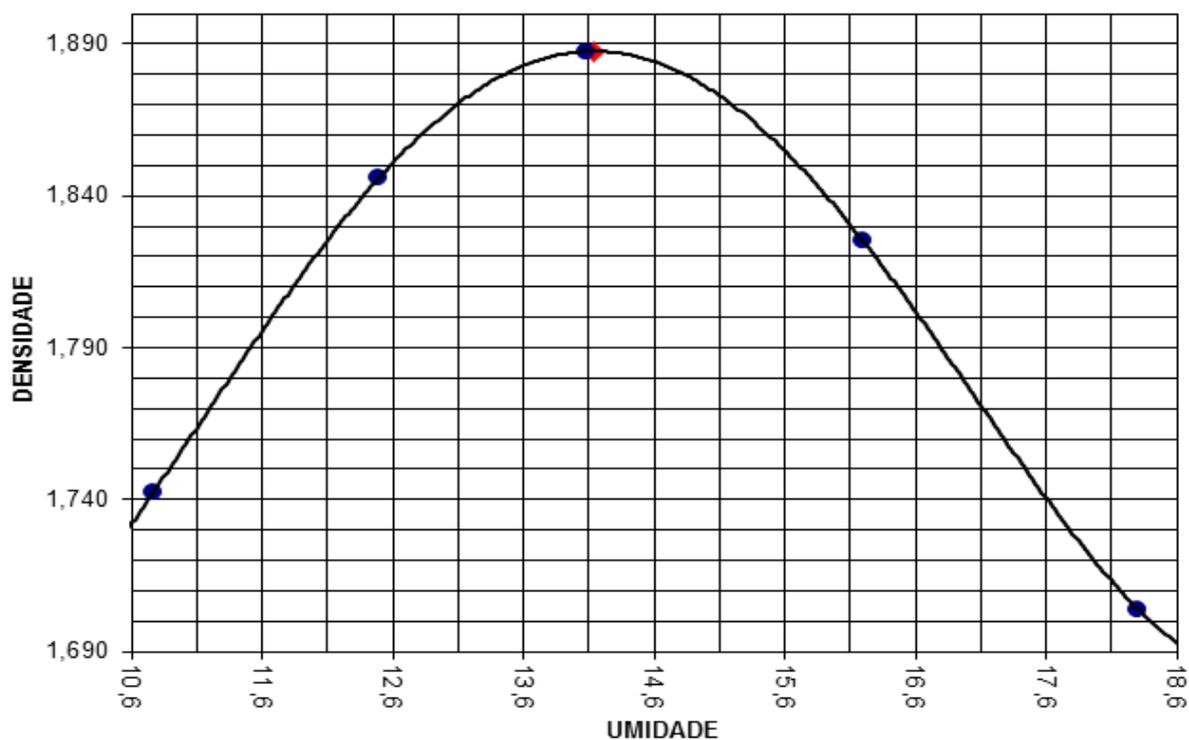




Tabela 26 – Ensaio proctor Normal km 19+000

ENSAIO DE PROCTOR									
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque					
TRECHO: TF 10 - KM 19+000				DATA: 10/01/2020					
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO					
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )				1,675		PESO DA AMOSTRA		3000	
ÚMIDADE ÓTIMA (%)				20,7		ESFORÇO COMP.		3 X 25	
ARGILA ARENOSA MARROM						PESO DO CILINDRO		1935	
						VOLUME DO CILINDRO		1020	
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	
amostra comp. + cil. -g.	3723	3834	3986	3973	3891				
Peso da amostra compactada	1788	1899	2051	2038	1956				
densidade do solo úmido	1,753	1,862	2,011	1,998	1,918				
Cápsula n°	62	34	27	24	29				
Peso do solo úmido + cáp.	130,8	128,6	130,4	142,2	137,3				
Peso do solo seco + cáp.	117,6	112,8	112,6	120,1	113,9				
Peso da água	13,2	15,8	17,8	22,1	23,4				
Peso da cáp.	25,7	21,7	24,4	24,4	24,8				
Peso do solo seco	91,9	91,1	88,2	95,7	89,1				
% de umidade	14,4	17,3	20,2	23,1	26,3				
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,533	1,587	1,673	1,623	1,519				

Moisture (%)	Density (g/dm³)
14.4	1.533
17.3	1.587
20.2	1.673
23.1	1.623
26.3	1.519



Tabela 27 – Ensaio proctor Normal km 22+000

ENSAIO DE PROCTOR								
CIDADE:	TRINHO RS				OPERADOR:	Roque		
TRECHO:	TF 10 - KM 22+000				DATA:	10/01/2020		
RESULTADOS					DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )	1,551				PESO DA AMOSTRA	3000		
ÚMIDADE ÓTIMA (%)	25,8				ESFORÇO COMP.	3 X 25		
ARGILA ARENOSA MARRON					PESO DO CILINDRO	1935		
					VOLUME DO CILINDRO	1020		
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8
amostra comp. + cil. -g.	3595	3725	3910	3871	3804			
Peso da amostra compactada	1660	1790	1975	1936	1869			
densidade do solo úmido	1,627	1,755	1,936	1,898	1,832			
Cápsula n°	63	51	21	118	103			
Peso do solo úmido + cáp.	110,4	102,8	121,0	109,8	110,6			
Peso do solo seco + cáp.	96,5	87,8	101,5	90,3	89,7			
Peso da água	13,9	15,0	19,5	19,5	20,9			
Peso da cáp.	26,0	21,7	24,3	21,3	22,5			
Peso do solo seco	70,5	66,1	77,2	69,0	67,2			
% de umidade	19,7	22,7	25,3	28,3	31,1			
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,359	1,430	1,546	1,480	1,398			

UMIDADE (%)	DENSIDADE (g/dm <sup>3</sup> )
19.7	1,359
22.7	1,430
25.3	1,546
28.3	1,480
31.1	1,398
25.8	1,551



Tabela 28 – Ensaio proctor Normal km 25+500

ENSAIO DE PROCTOR								
ESTRADA:	TRIUNFO RS				OPERADOR:	Roque		
TRECHO:	TF 10 - KM 25+500				DATA:	10/01/2020		
RESULTADOS					DADOS DO ENSAIO			
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )	1,808				PESO DA AMOSTRA	3000		
ÚMIDADE ÓTIMA (%)	20,2				ESFORÇO COMP.	3 X 25		
ARGILA ARENOSA VERMELHA					PESO DO CILINDRO	1909		
					VOLUME DO CILINDRO	1010		
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8
amostra comp. + cil. -g.	3671	3839	4057	4112	4053			
Peso da amostra compactada	1762	1930	2148	2203	2144			
densidade do solo úmido	1,744	1,911	2,127	2,181	2,123			
Cápsula n°	13	25	37	41	40			
Peso do solo úmido + cáp.	97,1	103,8	139,6	118,0	102,3			
Peso do solo seco + cáp.	88,8	92,9	120,9	100,3	86,2			
Peso da água	8,3	10,9	18,7	17,7	16,1			
Peso da cáp.	23,1	22,9	21,6	18,6	20,4			
Peso do solo seco	65,7	70,0	99,3	81,7	65,8			
% de umidade	12,6	15,6	18,8	21,7	24,5			
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,549	1,653	1,790	1,792	1,705			

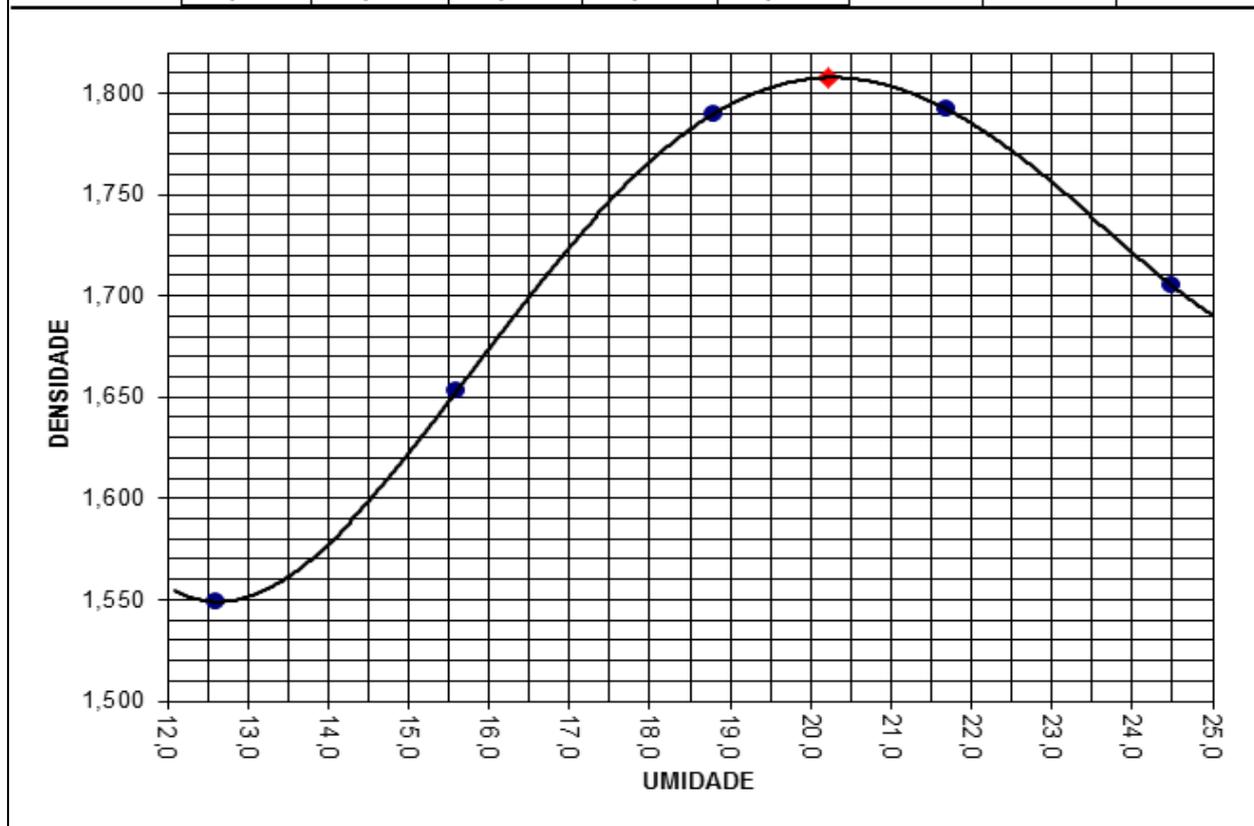




Tabela 29 – Ensaios proctor Normal km 29+000

ENSAIO DE PROCTOR									
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque					
TRECHO: TF 10 - KM 29+000				DATA: 10/01/2020					
RESULTADOS				DADOS DO ENSAIO					
DENSIDADE MÁXIMA APARENTE (g dm <sup>3</sup> )				1,606		PESO DA AMOSTRA		3000	
ÚMIDADE ÓTIMA (%)				23,2		ESFORÇO COMP.		3 X 25	
ARGILA ARENOSA VERMELHA						PESO DO CILINDRO		1935	
						VOLUME DO CILINDRO		1020	
PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	
amostra comp. + cil. -g.	3716	3821	3917	3964	3898				
Peso da amostra compactada	1781	1886	1982	2029	1963				
densidade do solo úmido	1,746	1,849	1,943	1,989	1,925				
Cápsula n°	142	46	103	25	51				
Peso do solo úmido + cáp.	129,2	134,3	134,5	151,3	144,8				
Peso do solo seco + cáp.	114,8	117,1	114,6	126,6	118,2				
Peso da água	14,4	17,2	19,9	24,7	26,6				
Peso da cáp.	22,5	25,5	22,5	26,4	21,7				
Peso do solo seco	92,3	91,6	92,1	100,2	96,5				
% de umidade	15,6	18,8	21,6	24,7	27,6				
Densidade do solo seco-Kg/dm <sup>3</sup>	1,510	1,557	1,598	1,596	1,509				

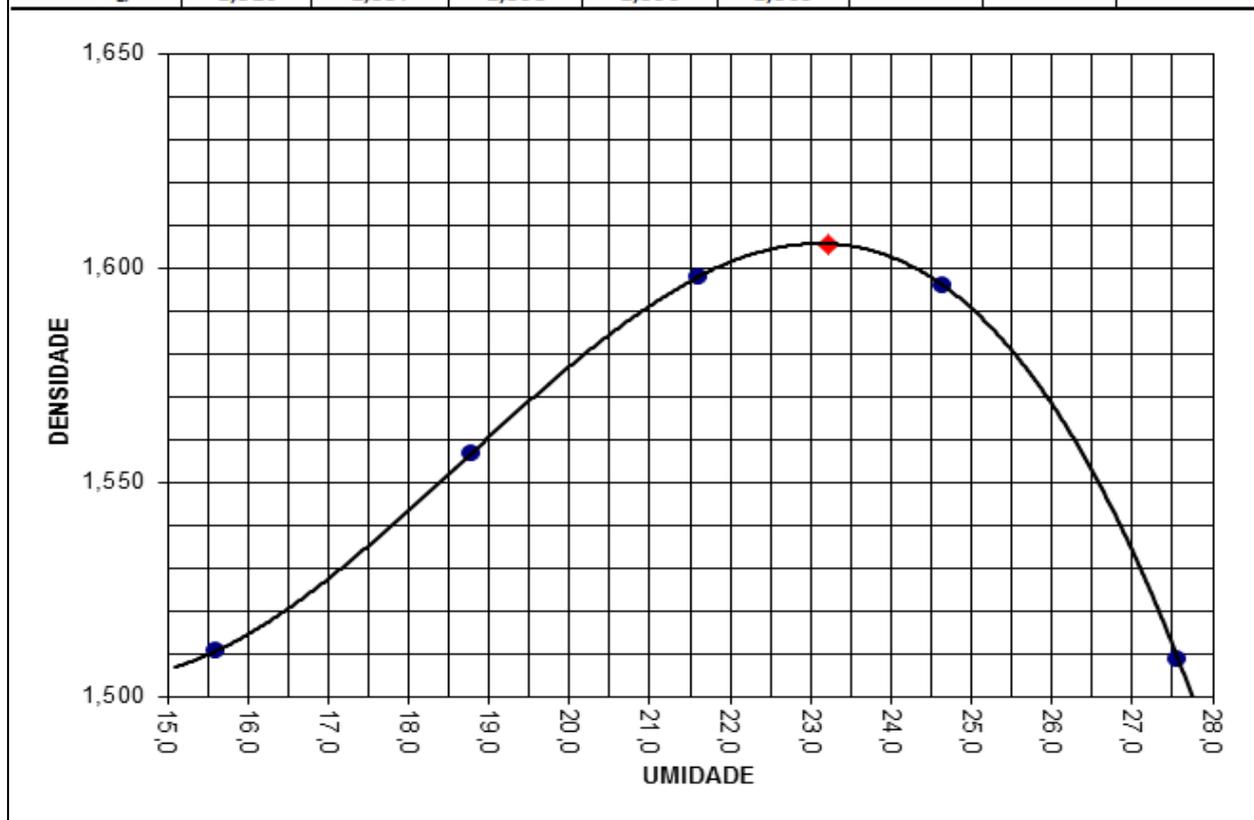




Tabela 30 – CBR, estaca 1+100

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA																																																						
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020																																															
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS																																																
MOLDE N°:	4		DENS. MAX.	1,811		DENSIDADE APAR. SECA :		1,791		KG/M³																																												
PONTO N°:	ÚNICO		CONST. PR.	0,113908		I.S.C :		10,59		%																																												
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	16,5		EXPANSÃO:		0,53		%																																												
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %																																												
11/1		1,00			0	0	0	0,0																																														
					0,5	0,63	18	2,1																																														
					1,0	1,27	37	4,2																																														
					1,5	1,90	53	6,0																																														
					2,0	2,54	66	7,5	7,5	10,20																																												
					3,0	3,81	86	9,8																																														
					4,0	5,08	98	11,2	11,2	10,59																																												
					6,0	7,62	112	12,8																																														
					8,0	10,16	123	14,0																																														
15/1		1,61	0,61	0,53	10,0	12,70	131	14,9																																														
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA																																																						
CAP. N°	1	1																																																				
PESO ÚMID. + CAP.	89,7	89,7																																																				
P. SOLO SEC. +CAP.	86,5	86,5																																																				
PESO DA ÁGUA	3,2	3,2																																																				
PESO DA CAP.	0,0	0,0																																																				
PESO SOLO SECO	86,5	86,5																																																				
TEOR DE ÚMID.	3,7	3,7																																																				
MÉDIA	3,7																																																					
DET. TEOR DE MOLDAGEM																																																						
CAP. N°	1	29																																																				
PESO ÚMI. + CAP.	140,8	148,0																																																				
P. SOLO SEC. +CAP.	124,4	130,6																																																				
PESO DA ÁGUA	16,4	17,4																																																				
PESO DA CAP.	24,3	24,8																																																				
PESO SOLO SECO	100,1	105,8																																																				
TEOR DE ÚMID.	16,4	16,4																																																				
MÉDIA	16,4																																																					
MOLDAGEM																																																						
P. AMOST. SECA.	6000																																																					
P. AM. NA ÚMID. ÓT.	6988																																																					
P. AM. NA ÚMID. HIG.	5778																																																					
ÁGUA/ TEÓRICA	1210																																																					
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)	17,334																																																					
TOTAL (ml)	1228																																																					
DENSIDADE APARENTE SECA																																																						
VOL. AMOSTRA	2077																																																					
P. MOLD. +SOL. +ÁG.	8385																																																					
PESO DO MOLDE	4055																																																					
PESO SOLO + ÁGUA	4330																																																					
DENS. SOLO ÚMIDO	2,085																																																					
DENS. SOLO SECO	1,791																																																					
LOCAL DE SONDAAGEM:			TF 10 - KM 1+100																																																			
TIPO DE SOLO:			ARGILA ARENOSA VERMELHA																																																			
PROFUNDIDADE:																																																						
CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO																																																						
<table border="1"> <caption>Data points for the Pressure-Penetration Curve</caption> <thead> <tr> <th>Penetração</th> <th>Pressão</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,00</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>0,64</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>1,27</td><td>4,2</td></tr> <tr><td>1,91</td><td>6,0</td></tr> <tr><td>2,54</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>3,18</td><td>9,8</td></tr> <tr><td>3,81</td><td>11,2</td></tr> <tr><td>4,45</td><td>12,8</td></tr> <tr><td>5,08</td><td>14,0</td></tr> <tr><td>5,72</td><td>14,9</td></tr> <tr><td>6,35</td><td></td></tr> <tr><td>6,99</td><td></td></tr> <tr><td>7,62</td><td></td></tr> <tr><td>8,26</td><td></td></tr> <tr><td>8,89</td><td></td></tr> <tr><td>9,53</td><td></td></tr> <tr><td>10,16</td><td></td></tr> <tr><td>10,80</td><td></td></tr> <tr><td>11,43</td><td></td></tr> <tr><td>12,07</td><td></td></tr> <tr><td>12,70</td><td></td></tr> </tbody> </table>											Penetração	Pressão	0,00	0,0	0,64	2,0	1,27	4,2	1,91	6,0	2,54	7,5	3,18	9,8	3,81	11,2	4,45	12,8	5,08	14,0	5,72	14,9	6,35		6,99		7,62		8,26		8,89		9,53		10,16		10,80		11,43		12,07		12,70	
Penetração	Pressão																																																					
0,00	0,0																																																					
0,64	2,0																																																					
1,27	4,2																																																					
1,91	6,0																																																					
2,54	7,5																																																					
3,18	9,8																																																					
3,81	11,2																																																					
4,45	12,8																																																					
5,08	14,0																																																					
5,72	14,9																																																					
6,35																																																						
6,99																																																						
7,62																																																						
8,26																																																						
8,89																																																						
9,53																																																						
10,16																																																						
10,80																																																						
11,43																																																						
12,07																																																						
12,70																																																						



Tabela 31 – CBR, estaca 4+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE Nº:	21		DENS. MAX.	1,760		DENSIDADE APAR. SECA :		1,707		KG/M <sup>3</sup>
PONTO Nº:	ÚNICO		CONST. PR.	0,113908		I.S.C :		11,77		%
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	17,7		EXPANSÃO:		0,26		%
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	15	1,7		
					1,0	1,27	36	4,1		
					1,5	1,90	55	6,3		
					2,0	2,54	71	8,1	8,1	11,50
					3,0	3,81	94	10,7		
					4,0	5,08	109	12,4	12,4	11,77
					6,0	7,62	126	14,4		
					8,0	10,16	138	15,7		
15/1		0,30	0,30	0,26	10,0	12,70	149	17,0		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA			LOCAL DE SONDAAGEM: <b>TF 10 - KM 4+000</b> TIPO DE SOLO: <b>ARGILA ARENOSA VERMELHA</b> PROFUNDIDADE:							
CAP. Nº	1	1								
PESO ÚMID. + CAP.	280,0	280,0								
P. SOLO SEC. +CAP.	272,3	272,3								
PESO DA ÁGUA	7,7	7,7								
PESO DA CAP.	0,0	0,0								
PESO SOLO SECO	272,3	272,3								
TEOR DE ÚMID.	2,8	2,8								
MÉDIA	2,8									
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. Nº	137	35								
PESO ÚMI. + CAP.	133,8	135,2								
P. SOLO SEC. +CAP.	117,4	118,8								
PESO DA ÁGUA	16,4	16,4								
PESO DA CAP.	21,7	22,6								
PESO SOLO SECO	95,7	96,2								
TEOR DE ÚMID.	17,1	17,0								
MÉDIA	17,1									
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.	6000									
P. AM. NA ÚMID. ÓT.	7056									
P. AM. NA ÚMID. HIG.	5832									
ÁGUA/ TEÓRICA	1224									
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)	17,496									
TOTAL (ml)	1241									
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA	2076									
P. MOLD. +SOL. +ÁG.	8892									
PESO DO MOLDE	4743									
PESO SOLO + ÁGUA	4149									
DENS. SOLO ÚMIDO	1,999									
DENS. SOLO SECO	1,707									

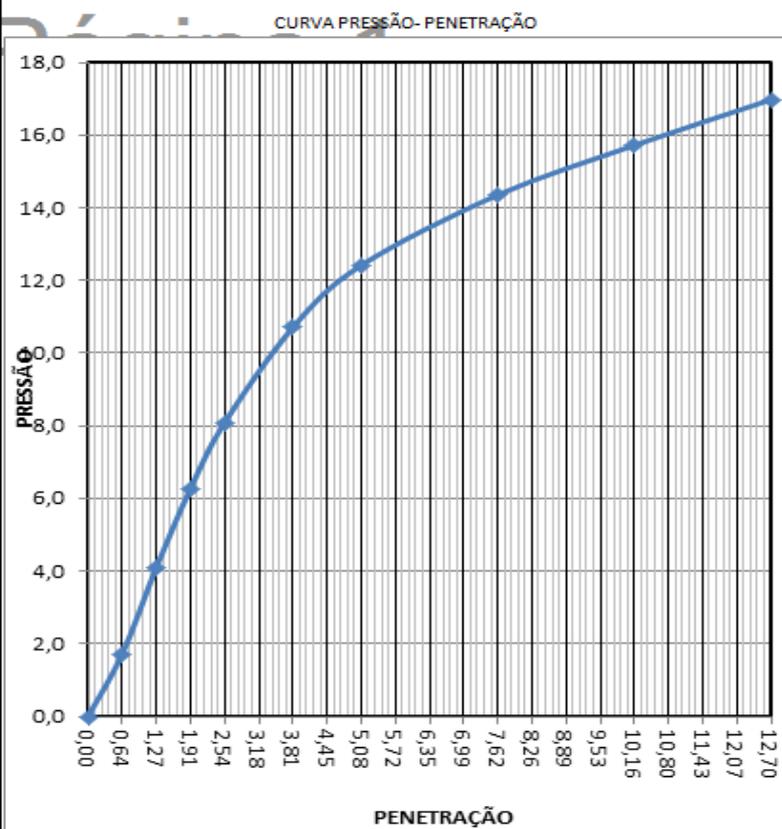




Tabela 32 – CBR, estaca 7+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE N°:	8		DENS. MAX.:	1,840		DENSIDADE APAR. SECA :		1,811		KG/M <sup>3</sup>
PONTO N°:	ÚNICO		CONST. PR.:	0,113908		I.S.C.:		12,15		%
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA:	10,7		EXPANSÃO:		0,10		%
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR.	I.S.C %
11/1		1,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	18	2,1		
					1,0	1,27	41	4,7		
					1,5	1,90	61	6,9		
					2,0	2,54	75	8,5	8,5	12,15
					3,0	3,81	94	10,7		
					4,0	5,08	108	12,3	12,3	11,67
					6,0	7,62	127	14,5		
					8,0	10,16	142	16,2		
15/1		1,12	0,12	0,10	10,0	12,70	155	17,7		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA										
CAP. N°	116		142		LOCAL DE SONDAAGEM: TF 10 - KM 7+000					
PESO ÚMID. + CAP.	101,1		111,3		TIPO DE SOLO: ARGILA ARENOSA VERMELHA					
P. SOLO SEC. +CAP.	97,4		107,5		PROFUNDIDADE:					
PESO DA ÁGUA	3,7		3,8							
PESO DA CAP.	21,8		22,5							
PESO SOLO SECO	75,6		85,0							
TEOR DE ÚMID.	4,9		4,5							
MÉDIA	4,7									
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. N°	100		44							
PESO ÚMI. + CAP.	129,3		133,7							
P. SOLO SEC. +CAP.	118,8		122,8							
PESO DA ÁGUA	10,5		10,9							
PESO DA CAP.	20,4		22,2							
PESO SOLO SECO	98,4		100,6							
TEOR DE ÚMID.	10,7		10,8							
MÉDIA	10,8									
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.	5731									
P. AM. NA ÚMID. ÓT.	6343									
P. AM. NA ÚMID. HIG.	6000									
ÁGUA/ TEÓRICA	343									
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)	18									
TOTAL (ml)	361									
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA	2097									
P. MOLD. +SOL. +ÁG.	8172									
PESO DO MOLDE	3967									
PESO SOLO + ÁGUA	4205									
DENS. SOLO ÚMIDO	2,005									
DENS. SOLO SECO	1,811									

CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO

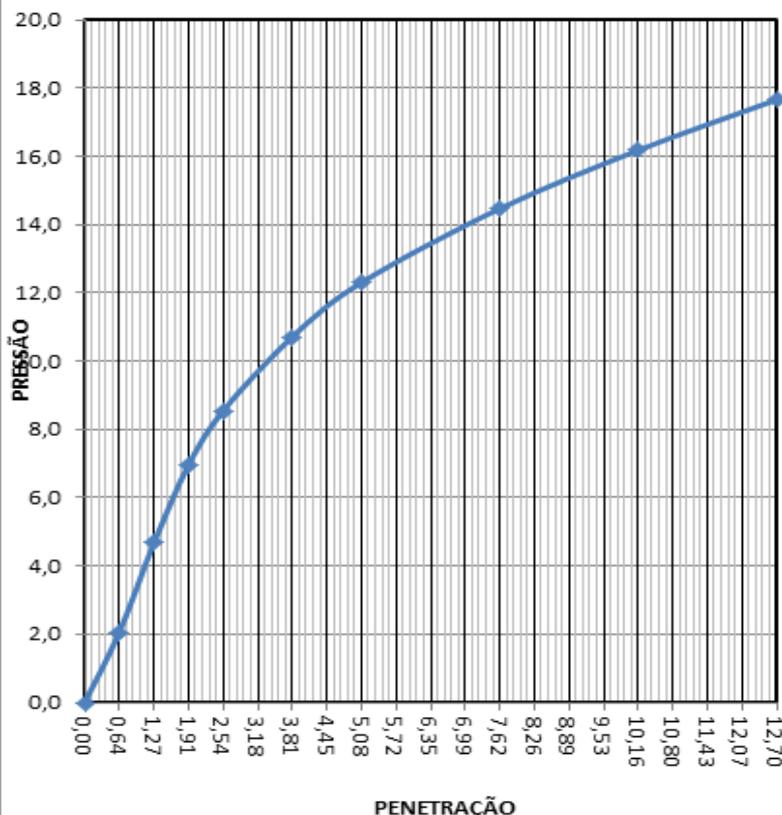




Tabela 33 – CBR, estaca 10+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE N°:	15		DENS. MAX.	1,731		DENSIDADE APAR. SECA :		1,717		KG/M³
PONTO N°:	ÚNICO		CONST. PR.	0,1086		I.S.C :		12,15		%
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	16,4		EXPANSÃO:		0,51		%
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	13	1,4		
					1,0	1,27	31	3,4		
					1,5	1,90	54	5,9		
					2,0	2,54	72	7,8	7,8	11,12
					3,0	3,81	96	10,4		
					4,0	5,08	118	12,8	12,8	12,15
					6,0	7,62	148	16,1		
					8,0	10,16	168	18,2		
15/1		0,58	0,58	0,51	10,0	12,70	187	20,3		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA			LOCAL DE SONDAAGEM: <b>TF 10 - KM 10+000</b> TIPO DE SOLO: <b>ARGILA ARENOSA VERMELHA</b> PROFUNDIDADE:							
CAP. N°	44	2								
PESO ÚMID. + CAP.	121,2	122,2								
P. SOLO SEC. +CAP.	120,6	121,8								
PESO DA ÁGUA	0,6	0,4								
PESO DA CAP.	22,2	24,5								
PESO SOLO SECO	98,4	97,3								
TEOR DE ÚMID.	0,6	0,4								
MÉDIA	0,5									
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. N°	62	132								
PESO ÚMI. + CAP.	142,3	138,2								
P. SOLO SEC. +CAP.	125,5	121,6								
PESO DA ÁGUA	16,8	16,6								
PESO DA CAP.	24,7	22,2								
PESO SOLO SECO	99,8	99,4								
TEOR DE ÚMID.	16,8	16,7								
MÉDIA	16,8									
MOLDAGEM										
P. AMOST.SECA.	5970									
P. AM. NA ÚMID.ÓT.	6950									
P.AM. NA ÚMID. HIG.	6000									
ÁGUA/TEÓRICA	950									
ÁGUA/EVAPOR. (0,3%)	18									
TOTAL (ml)	968									
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA	2077									
P. MOLD.+SOL.+ÁG.	8231									
PESO DO MOLDE	4066									
PESO SOLO + ÁGUA	4165									
DENS. SOLO ÚMIDO	2,005									
DENS. SOLO SECO	1,717									
CURVA PRESSÃO-PENETRAÇÃO										



Tabela 34 – CBR, estaca 13+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA																	
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020										
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS											
MOLDE N°:	21		DENS. MAX.	1,738		DENSIDADE APAR. SECA :		1,718		KG/M³							
PONTO N°:	ÚNICO		CONST. PR.	0,113908		I.S.C :		14,74		%							
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	14,6		EXPANSÃO:		0,13		%							
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %							
11/1		1,00			0	0	0	0,0									
					0,5	0,63	14	1,6									
					1,0	1,27	26	3,0									
					1,5	1,90	38	4,3									
					2,0	2,54	51	5,8	5,8	8,26							
					3,0	3,81	72	8,2									
					4,0	5,08	91	10,4	10,4	14,74							
					6,0	7,62	118	13,4									
					8,0	10,16	139	15,8									
15/1		1,15	0,15	0,13	10,0	12,70	154	17,5									
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA																	
CAP. N°				LOCAL DE SONDAAGEM: TF 10 - KM 13+000 TIPO DE SOLO: ARGILA ARENOSA VERMELHA PROFUNDIDADE:													
PESO ÚMID. + CAP.																	
P. SOLO SEC. +CAP.																	
PESO DA ÁGUA																	
PESO DA CAP.																	
PESO SOLO SECO																	
TEOR DE ÚMID.																	
MÉDIA		0,0															
DET. TEOR DE MOLDAGEM																	
CAP. N°		15	26														
PESO ÚMI. + CAP.		169,0	147,0														
P. SOLO SEC. +CAP.		150,8	131,2														
PESO DA ÁGUA		18,2	15,8														
PESO DA CAP.		27,1	24,7														
PESO SOLO SECO		123,7	106,5														
TEOR DE ÚMID.		14,7	14,8														
MÉDIA		14,8															
MOLDAGEM																	
P. AMOST. SECA.		6000															
P. AM. NA ÚMID. ÓT.		6876															
P. AM. NA ÚMID. HIG.		5958															
ÁGUA/ TEÓRICA		918															
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)		17,874															
TOTAL (ml)		936															
DENSIDADE APARENTE SECA																	
VOL. AMOSTRA		2076															
P. MOLD. +SOL. +ÁG.		8837															
PESO DO MOLDE		4743															
PESO SOLO + ÁGUA		4094															
DENS. SOLO ÚMIDO		1,972															
DENS. SOLO SECO		1,718															

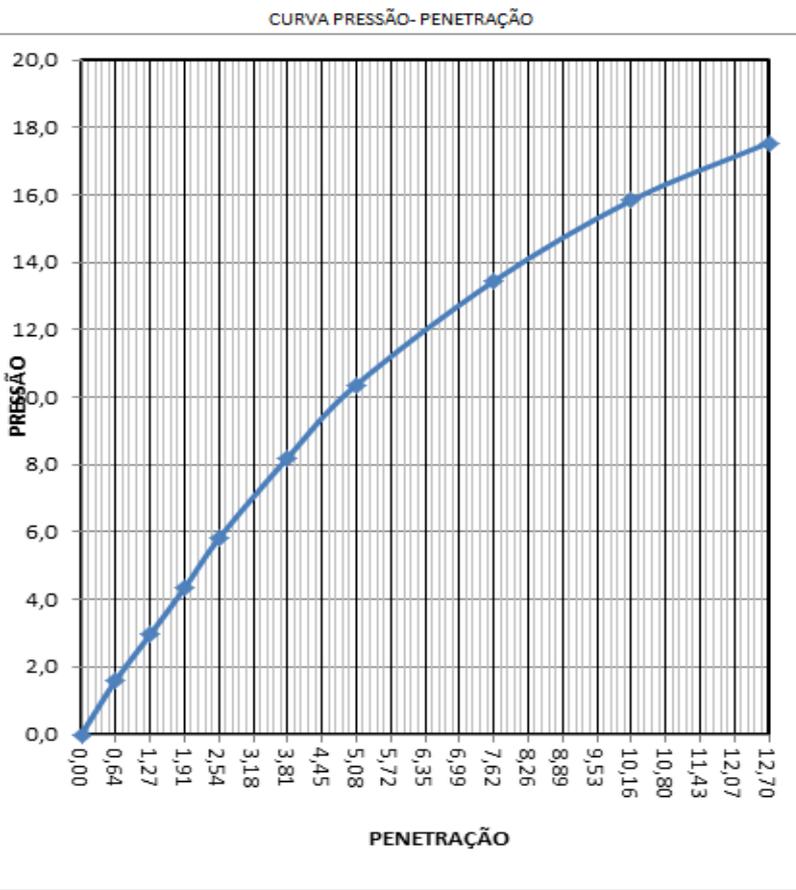




Tabela 35 – CBR, estaca 16+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE N°:	6		DENS. MAX.	1,888		DENSIDADE APAR. SECA :		1,800 KG/M³		
PONTO N°:	ÚNICO		CONST. PR.	0,113908		I.S.C :		11,23 %		
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	14,2		EXPANSÃO:		0,24 %		
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	15	1,7		
					1,0	1,27	34	3,9		
					1,5	1,90	49	5,6		
					2,0	2,54	65	7,4	7,4	10,53
					3,0	3,81	87	9,9		
					4,0	5,08	104	11,8	11,8	11,23
					6,0	7,62	128	14,6		
					8,0	10,16	147	16,7		
15/1		0,28	0,28	0,24	10,0	12,70	159	18,1		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA						LOCAL DE SONDAAGEM: TF 10 - KM 16+000 TIPO DE SOLO: ARGILA ARENOSA VERMELHA PROFUNDIDADE:				
CAP. N°										
PESO ÚMID. + CAP.										
P. SOLO SEC. +CAP.										
PESO DA ÁGUA										
PESO DA CAP.										
PESO SOLO SECO										
TEOR DE ÚMID.										
MÉDIA		0,0								
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. N°		59		127						
PESO ÚMI. + CAP.		149,5		81,2						
P. SOLO SEC. +CAP.		133,8		73,8						
PESO DA ÁGUA		15,7		7,4						
PESO DA CAP.		22,9		20,2						
PESO SOLO SECO		110,9		53,6						
TEOR DE ÚMID.		14,2		13,8						
MÉDIA		14,0								
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.		4000								
P. AM. NA ÚMID. ÓT.		4568								
P. AM. NA ÚMID. HIG.		3896								
ÁGUA/ TEÓRICA		672								
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)		11,688								
TOTAL (ml)		684								
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA		2076								
P. MOLD. +SOL. +ÁG.		9451								
PESO DO MOLDE		5192								
PESO SOLO + ÁGUA		4259								
DENS. SOLO ÚMIDO		2,052								
DENS. SOLO SECO		1,800								

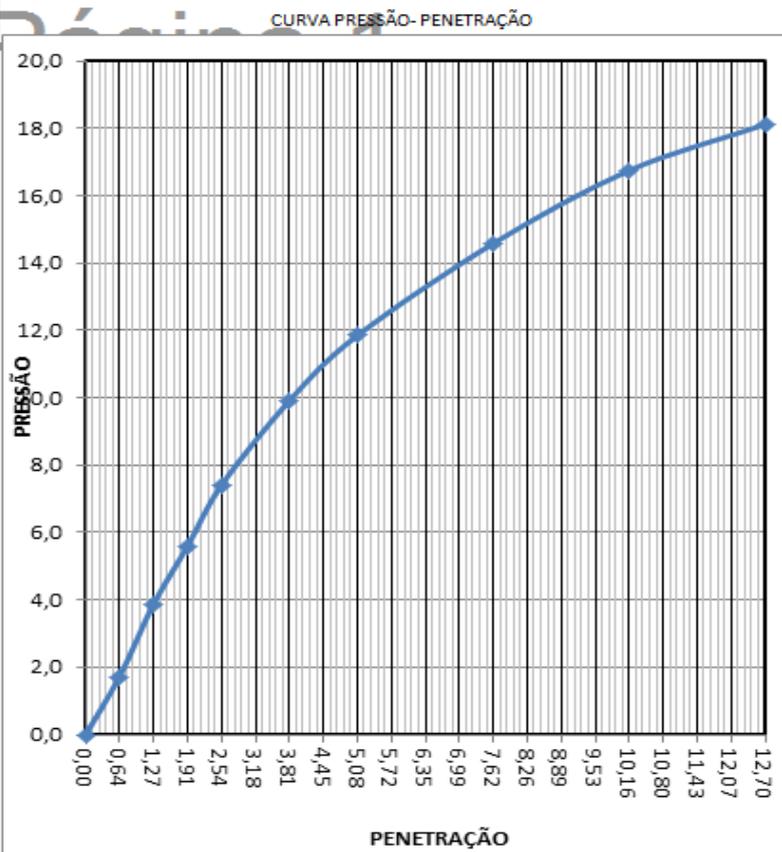




Tabela 36 – CBR, estaca 19+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE Nº:	5		DENS. MAX.	1,675		DENSIDADE APAR. SECA :		1,597	KG/M³	
PONTO Nº:	ÚNICO		CONST. PR.	0,1086		I.S.C :		15,45	%	
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	20,7		EXPANSÃO:		0,16	%	
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR,	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	30	3,3		
					1,0	1,27	62	6,7		
					1,5	1,90	84	9,1		
					2,0	2,54	100	10,9	10,9	15,45
					3,0	3,81	124	13,5		
					4,0	5,08	140	15,2	15,2	14,42
					6,0	7,62	174	18,9		
					8,0	10,16	198	21,5		
15/1		0,18	0,18	0,16	10,0	12,70	215	23,3		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA										
CAP. Nº		132	28	LOCAL DE SONDAAGEM: TF 10 - KM 19+000						
PESO ÚMID. + CAP.		115,0	116,2	TIPO DE SOLO: ARGILA ARENOSA MARROM						
P. SOLO SEC. +CAP.		114,5	115,7	PROFUNDIDADE:						
PESO DA ÁGUA		0,5	0,5	CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO						
PESO DA CAP.		22,2	22,4							
PESO SOLO SECO		92,3	93,3							
TEOR DE ÚMID.		0,5	0,5							
MÉDIA		0,5								
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. Nº		115	116							
PESO ÚMI. + CAP.		154,0	162,6							
P. SOLO SEC. +CAP.		132,8	139,8							
PESO DA ÁGUA		21,2	22,8							
PESO DA CAP.		24,7	22,9							
PESO SOLO SECO		109,9	118,0							
TEOR DE ÚMID.		19,3	19,3							
MÉDIA		19,3								
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.		5968								
P. AM. NA ÚMID. ÓT.		7201								
P. AM. NA ÚMID. HIG.		6000								
ÁGUA/ TEÓRICA		1201								
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)		18								
TOTAL (ml)		1219								
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA		2070								
P. MOLD. +SOL. +ÁG.		8079								
PESO DO MOLDE		4134								
PESO SOLO + ÁGUA		3945								
DENS. SOLO ÚMIDO		1,906								
DENS. SOLO SECO		1,597								



Tabela 37 – CBR, estaca 22+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
CIDADE: <b>TRINHO RS</b>				OPERADOR: <b>Roque</b>			DATA: <b>11/01/2020</b>			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE Nº:	<b>19</b>		DENS. MAX.	<b>1,551</b>		DENSIDADE APAR. SECA :		<b>1,506</b>		KG/M³
PONTO Nº:	<b>ÚNICO</b>		CONST. PR.	<b>0,1086</b>		I.S.C :		<b>12,46</b>		%
ESF. COP:	<b>NORMAL</b>		h. ÓTIMA	<b>25,8</b>		EXPANSÃO:		<b>0,52</b>		%
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR.	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	14	1,5		
					1,0	1,27	32	3,5		
					1,5	1,90	48	5,2		
					2,0	2,54	69	7,5	7,5	10,66
					3,0	3,81	93	10,1		
					4,0	5,08	121	13,1	13,1	12,46
					6,0	7,62	164	17,8		
					8,0	10,16	198	21,5		
15/1		0,59	0,59	0,52	10,0	12,70	213	23,1		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA										
CAP. Nº	63		137		LOCAL DE SONDAAGEM: <b>TF 10 - KM 22+000</b>					
PESO ÚMID. +CAP.	89,0		105,0		TIPO DE SOLO: <b>ARGILA ARENOSA MARRON</b>					
P. SOLO SEC. +CAP.	86,6		101,7		PROFUNDIDADE:					
PESO DA ÁGUA	2,4		3,3		CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO					
PESO DA CAP.	26,0		21,7							
PESO SOLO SECO	60,6		80,0							
TEOR DE ÚMID.	4,0		4,1							
MÉDIA	4,0									
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. Nº	63		21							
PESO ÚMI. + CAP.	98,7		125,8							
P. SOLO SEC. +CAP.	85,3		107,5							
PESO DA ÁGUA	13,4		18,3							
PESO DA CAP.	26,0		24,3							
PESO SOLO SECO	59,3		83,2							
TEOR DE ÚMID.	22,6		22,0							
MÉDIA	22,3									
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.	5610									
P. AM. NA ÚMID. ÓT.	7060									
P. AM. NA ÚMID. HIG.	5837									
ÁGUA/ TEÓRICA	1223									
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)	17,511									
TOTAL (ml)	1241									
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA	2095									
P. MOLD. +SOL. +ÁG.	7762									
PESO DO MOLDE	3903									
PESO SOLO + ÁGUA	3859									
DENS. SOLO ÚMIDO	1,842									
DENS. SOLO SECO	1,506									



Tabela 38 – CBR, estaca 25+500

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 09/05/2014			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE Nº:	15		DENS. MAX.	1,808		DENSIDADE APAR. SECA :		1,797 KG/M³		
PONTO Nº:	ÚNICO		CONST. PR.	0,113908		I.S.C :		14,58 %		
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	20,2		EXPANSÃO:		0,43 %		
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR.	I.S.C %
9/5		1,00			0	0	0	0,0	0,0	
					0,5	0,63	18	2,1		
					1,0	1,27	47	5,4		
					1,5	1,90	71	8,1		
					2,0	2,54	90	10,3	10,3	14,58
					3,0	3,81	113	12,9		
					4,0	5,08	131	14,9	14,9	14,15
					6,0	7,62	152	17,3		
					8,0	10,16	163	18,6		
13/5		1,49	0,49	0,43	10,0	12,70	171	19,5		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA										
CAP. Nº										
PESO ÚMID. + CAP.										
P. SOLO SEC. +CAP.										
PESO DA ÁGUA										
PESO DA CAP.										
PESO SOLO SECO										
TEOR DE ÚMID.										
MÉDIA		0,0								
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. Nº		27	1							
PESO ÚMI. + CAP.		138,7	142,4							
P. SOLO SEC. +CAP.		119,9	122,8							
PESO DA ÁGUA		18,8	19,6							
PESO DA CAP.		24,6	24,5							
PESO SOLO SECO		95,3	98,3							
TEOR DE ÚMID.		19,7	19,9							
MÉDIA		19,8								
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.		6000								
P. AM. NA ÚMID. ÓT.		7213								
P. AM. NA ÚMID. HIG.		6000								
ÁGUA/ TEÓRICA		1213								
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)		18								
TOTAL (ml)		1231								
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA		2077								
P. MOLD. +SOL. +ÁG.		8539								
PESO DO MOLDE		4066								
PESO SOLO + ÁGUA		4473								
DENS. SOLO ÚMIDO		2,154								
DENS. SOLO SECO		1,797								
LOCAL DE SONDAAGEM:				TF 10 - KM 25+500						
TIPO DE SOLO:				ARGILA ARENOSA VERMELHA						
PROFUNDIDADE:										
CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO										



Tabela 39 – CBR, estaca 29+000

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA										
ESTRADA: TRIUNFO RS				OPERADOR: Roque			DATA: 11/01/2020			
DADOS DO ENSAIO			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS				
MOLDE Nº:	11		DENS. MAX.	1,606		DENSIDADE APAR. SECA :		1,543	KG/M <sup>3</sup>	
PONTO Nº:	ÚNICO		CONST. PR.	0,1086		I.S.C :		19,31	%	
ESF. COP:	NORMAL		h. ÓTIMA	23,2		EXPANSÃO:		0,09	%	
DATA	HORA	LEITURA	DIFEREN.	EXPAN.	T. MIN.	PENETRAÇ	DEFLEC.	PRES. CALC.	PRES. COR.	I.S.C %
11/1		0,00			0	0	0	0,0		
					0,5	0,63	26	2,8		
					1,0	1,27	60	6,5		
					1,5	1,90	97	10,5		
					2,0	2,54	125	13,6	13,6	19,31
					3,0	3,81	161	17,5		
					4,0	5,08	187	20,3	20,3	19,26
					6,0	7,62	225	24,4		
					8,0	10,16	257	27,9		
15/1		0,10	0,10	0,09	10,0	12,70	278	30,2		
DET. TEOR ÚMIDADE HIGROSCÓPICA										
CAP. Nº	21		39		LOCAL DE SONDAAGEM: TF 10 - KM 29+000					
PESO ÚMID. + CAP.	142,4		126,3		TIPO DE SOLO: ARGILA ARENOSA VERMELHA					
P. SOLO SEC. +CAP.	141,5		125,3		PROFUNDIDADE:					
PESO DA ÁGUA	0,9		1,0		CURVA PRESSÃO- PENETRAÇÃO					
PESO DA CAP.	24,3		25,4							
PESO SOLO SECO	117,2		99,9							
TEOR DE ÚMID.	0,8		1,0							
MÉDIA			0,9							
DET. TEOR DE MOLDAGEM										
CAP. Nº	110		21							
PESO ÚMI. + CAP.	138,0		154,1							
P. SOLO SEC. +CAP.	117,3		131,0							
PESO DA ÁGUA	20,7		23,1							
PESO DA CAP	24,7		22,8		24,3					
PESO SOLO SECO	94,5		106,7							
TEOR DE ÚMID.	21,9		21,6							
MÉDIA			21,8							
MOLDAGEM										
P. AMOST. SECA.			5947							
P. AM. NA ÚMID. ÓT.			7328							
P. AM. NA ÚMID. HIG.			6000							
ÁGUA/ TEÓRICA			1328							
ÁGUA/ EVAPOR. (0,3%)			18							
TOTAL (ml)			1346							
DENSIDADE APARENTE SECA										
VOL. AMOSTRA			2082							
P. MOLD. +SOL. +ÁG.			8030							
PESO DO MOLDE			4118							
PESO SOLO + ÁGUA			3912							
DENS. SOLO ÚMIDO			1,879							
DENS. SOLO SECO			1,543							



## **5.5. Condições deflectométricas com aplicação da viga Benkelman e classificação visual**

### **5.5.1. Introdução**

Neste item serão abordados os resultados dos levantamentos dos parâmetros de desempenho do pavimento, com relação às condições deflectométricas, da Rodovia TF-10/RS, trecho RS/124 – RS/470 no Município de Triunfo.

As equipes técnicas que realizaram os levantamentos, no período de 19/12/2019 a 24/12/2019.

### **5.5.2. Referências**

- DNIT 05/2003-TER – Defeitos nos pavimentos Flexíveis e Semirrígidos;
- DNIT 06/2003-PRO – Avaliação Objetiva da Superfície de pavimentos Flexíveis e Semirrígidos;
- DNER-ME 024/94 – Determinação das deflexões no pavimento pela Viga Benkelman;
- DNIT 133/2010 – Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de ensaio.
- DNER-PRO 175/94 – Aferição da viga Benkelman.

### **5.5.3. Metodologia**

A determinação de deflexões em pavimento rodoviário com aplicação da viga Benkelman, visa o conhecimento da capacidade estrutural do pavimento.

Os levantamentos foram realizados conforme preconiza a Norma DNER-ME 024/94, que prescreve o método de ensaio para a determinação das deflexões em pavimentos rodoviários pela viga Benkelman.

Para a retro análise do pavimento e proposição de reforços a sua estrutura e necessário a verificação do trafego ao longo da via, assim como uma análise geotécnica de sua estrutura.

A aparelhagem é constituída do seguinte:

a) Viga Benkelman, constituída de um conjunto de sustentação em que se articula uma alavanca interfixa, formando dois braços cujos comprimentos a e b obedecem as relações 2/1, 3/1 ou de 4/1, conforme Figura 3. A extremidade do braço maior contém a ponta de prova da viga. A extremidade do braço menor aciona um extensômetro com precisão de 0,01 mm. Possui um pequeno vibrador destinado a evitar eventuais inibições do ponteiro do extensômetro e dispõe de uma trava de proteção a ser utilizada por ocasião do transporte. É inteiramente revestida com isopor, quando não em uso;

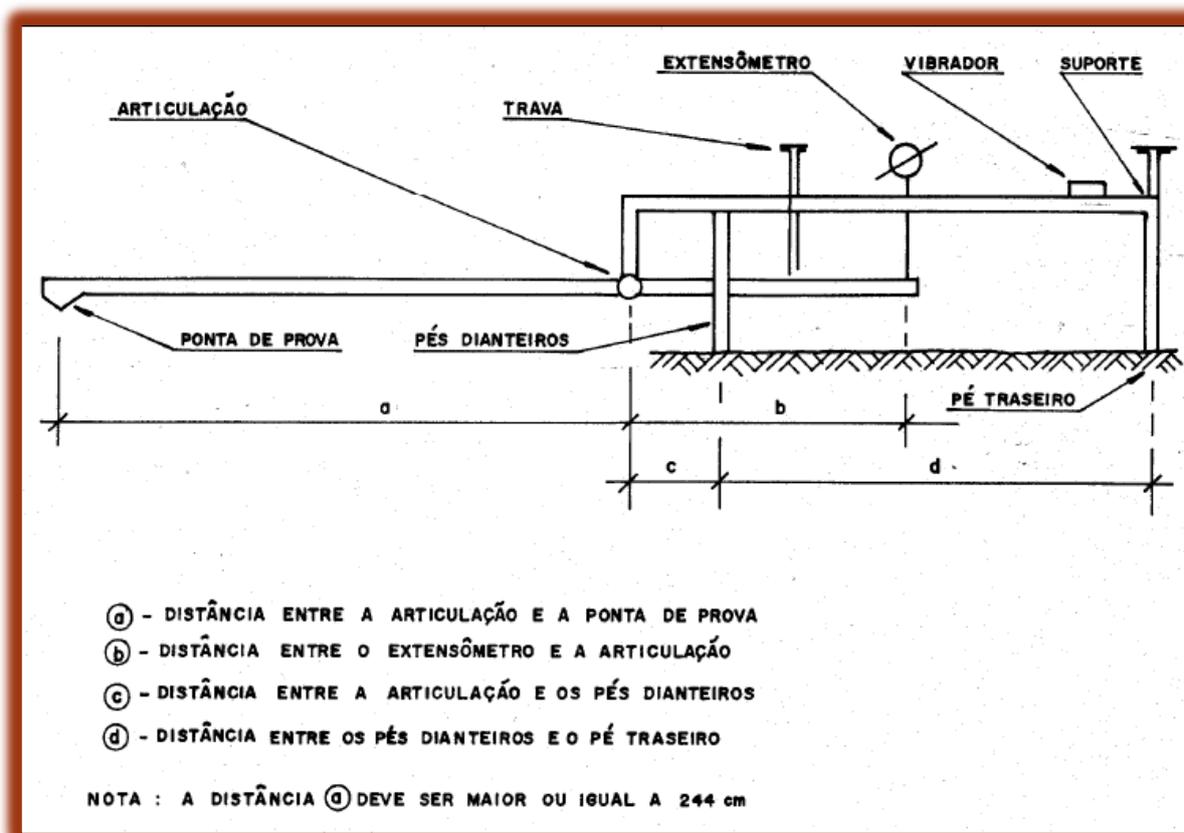


Figura 10 - Esquema da Viga Benkelman (referente a figura 1 extraída da Norma DNIT 133/2010).

b) Caminhão com 8,2 tf de carga no eixo traseiro, simetricamente distribuída em relação às rodas. Pode ser usada carga por eixo diferente da indicada, quando julgado conveniente. O eixo traseiro é simples e com roda dupla;

c) Pneus com as dimensões 1.000 x 20 ou 900 x 20, com 12 lonas, tipo “com câmara” e com frisos na faixa de rodagem, calibrados à pressão 0,56 MPa (5,6 kgf/cm<sup>2</sup> ou 80 lb/pol<sup>2</sup>);

d) Calibrador para medir a pressão dos pneus.

Para a execução do ensaio a viga foi aferida, conforme DNER-PRO 175/94.

O posicionamento do caminhão deve ser feito da seguinte forma: um dos conjuntos de rodas duplas traseiras do caminhão deve ser centrado sobre o ponto selecionado na trilha externa, a distância utilizada foi 90cm, pistas com 3,50m ou mais, conforme preconiza a norma. O eixo de carga do caminhão deve ficar perpendicular ao eixo da pista de rolamento.

O posicionamento da viga Benkelman deve ser feito da seguinte forma: a ponta de prova da viga Benkelman deve ser entre os pneus da roda dupla, coincidindo com o ponto selecionado. O perfeito posicionamento da ponta da viga, na vertical do eixo traseiro, deve ser

assegurado por meio de um sistema de referência, relacionando a posição da viga à do caminhão, conforme a Figura 11 - Esquema do sistema de referência na viga e no caminhão (extraída da Norma DNER-ME 024/94). A trava da viga Benkelman deve ser liberada. O pé traseiro da viga deve ser ajustado de modo que o extensômetro fique, aproximadamente, a meio curso. Ligado o vibrador, faz-se a leitura inicial ( $L_0$ ), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01 mm/min, ou decorridos 3 minutos da ligação do vibrador. O caminhão deve ser deslocado lentamente, pelo menos 10 metros para a frente, após o que se faz leitura final ( $L_f$ ), quando o extensômetro indicar movimento igual ou menor que 0,01 mm/min, ou decorridos 3 minutos após o caminhão sair da posição original. Para o transporte da viga, desliga-se o vibrador, a parte móvel da viga deve ser travada, após o que pode ser transportada para novo ponto.

Para determinar o raio de curvatura da bacia de deformação, faz-se uma leitura adicional, para isso deslocando o eixo das rodas duplas do caminhão 25 cm à frente do ponto de prova do pavimento.

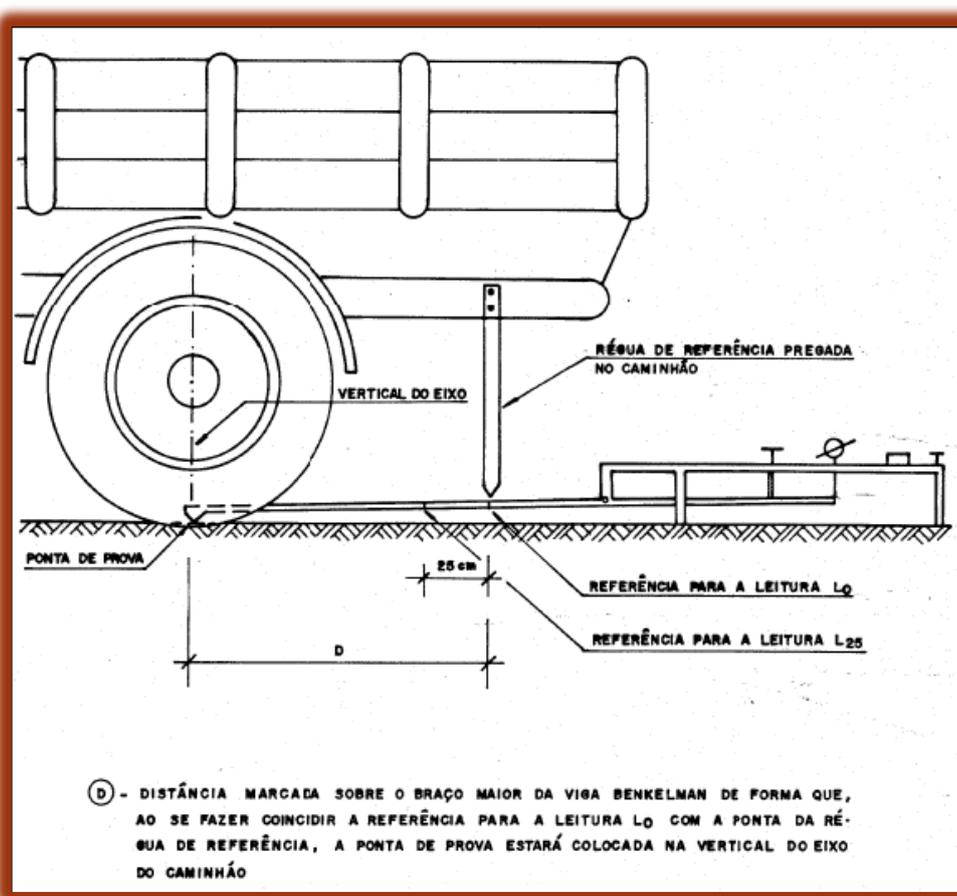


Figura 11 - Esquema do sistema de referência na viga e no caminhão (extraída da Norma DNER-ME 024/94).

O cálculo da deflexão no ponto de prova é feito por meio da fórmula a seguir:

$$D0 = (L0 - Lf) a/b$$

Onde:

D0 = deflexão real ou verdadeira, em centésimo de milímetro;

L0 – leitura inicial, em centésimo de milímetro;

Lf – leitura final, em centésimo de milímetro;

a e b – dimensões da Viga Benkelman, conforme Figura 10 - Esquema da Viga Benkelman (referente a figura 1 extraída da Norma DNIT 133/2010)..

#### 5.5.4. Cálculo da deflexão característica

Conforme norma do DNIT, DNER-PRO – 01/79, há uma recomendação de subdivisão dos trechos que possam ter uma razoável homogeneidade, assim em vistoria da Rodovia, verificamos que em seu segmento inicial, segundo a norma DNIT 006/2003, ambas as faixas de rolamento apresentam trilhas de rodas com flechas de até 0,05 metros de altura. Os demais pontos da Via apenas, quando presentes, há o vencimento da vida útil do pavimento, tricas interligas “jacaré”. Assim para o cálculo das deflexões se dividiu a extensão em dois pontos.

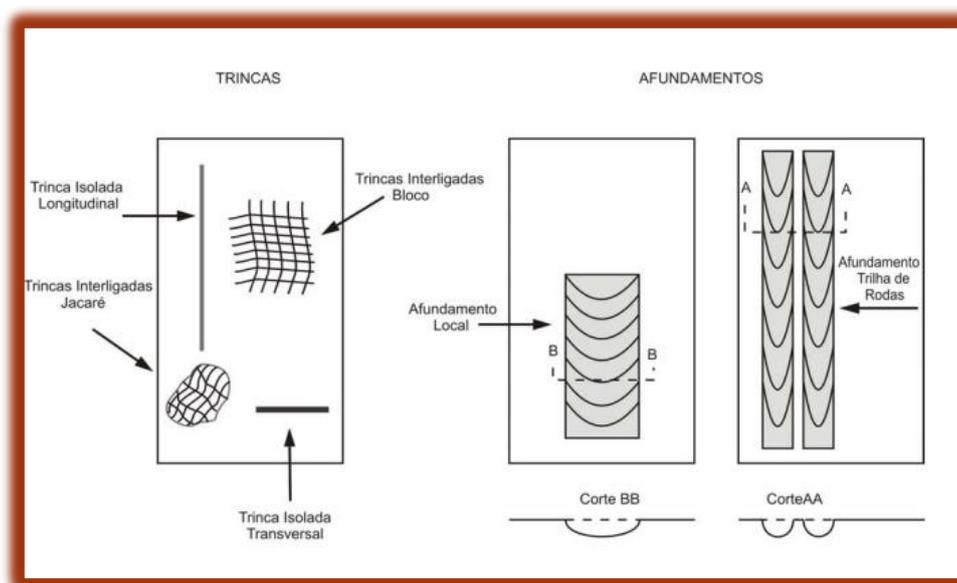


Figura 12 – Defeitos em sua maioria no pavimento existente – DNIT 05/2003-TER



Os valores individuais das deflexões recuperáveis encontradas ( $D_i$ ) foram tabulados e em seguida, de acordo com as orientações da Norma DNER-PRO 011/79, seguiu-se com o tratamento dos dados obtidos com FWD para a obtenção da deflexão característica:

- Procedeu-se ao cálculo da média aritmética,  $D$ , dos valores individuais (média do total de pontos de cada amostra), através da fórmula:

$$D = \frac{\sum D_i}{n}$$

Determinou-se o Desvio-padrão da amostra,  $\sigma$ , através da expressão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum D_i - D)^2}{n - 1}}$$

- Estabeleceu-se o intervalo de aceitação para valores individuais, definindo-o através dos limites  $D \pm z * \sigma$ , onde  $z$  foi estimado em função de  $n$ , mediante o critério constante na tabela apresentada a seguir:

- Estabeleceu-se o intervalo de aceitação para valores individuais, definindo-o através dos limites  $D \pm z * \sigma$ , onde  $z$  foi estimado em função de  $n$ , mediante o critério constante na tabela apresentada a seguir:

Tabela 40 – Reprodução da tabela 1 da pagina 8/16 da norma DNER-PRO 011/79

N	Z
3	1
4	1,5
5 – 6	2
7 – 19	2,5
$\geq 20$	3

Seguiu a verificação da necessidade de eliminação de valores individuais da distribuição que eventualmente ficassem situados fora do intervalo anteriormente definido, ou seja,  $D \pm z * \sigma$ , onde  $D$  é a média aritmética,  $z$  vem da Tabela 9 e  $\sigma$  é o desvio-padrão da amostra.



- O valor da Deflexão Característica foi determinado, para cada uma das distribuições, através da expressão:

$$DC = D + \sigma$$

Onde D e  $\sigma$  representam, respectivamente, a média aritmética e o desvio padrão da amostra.

De acordo com o item 4.2.8 da Norma DNER-PRO 011/79, a época mais indicada para a realização das medidas das deflexões é imediatamente após a estação chuvosa, quando o subleito está com o máximo de umidade. Como isso, porém, nem sempre é possível, costuma-se utilizar fatores de correção sazonal para as deflexões obtidas em qualquer época, a fim de corrigi-las para a época mais favorável. Estes fatores de correção sazonal dependem de pesquisas regionais, quase inexistentes no Brasil, para serem corretamente aplicados. Desta maneira, sugerem-se os seguintes valores:

Tabela 41 – Fator sazonal - Fs

Natureza do solo	Fator de correção Sazonal – Fs	
	Estação seca	Estação Chuvosa
Arenoso e permeável	1,10 – 1,30	1,00
Argiloso e sensível a unidade	1,2 – 1,40	1,00

A escolha do fator de correção sazonal (Fs), mais adequado para a correção das medidas de deflexão, deve ser feita levando-se em conta as seguintes informações:

- a) A distribuição das precipitações mensais médias correspondentes à região onde se acha implantado o trecho em estudo;
- b) As precipitações mensais ocorridas nos meses durante os quais foi efetuado o levantamento deflectométrico, e nos três meses que antecederam o levantamento;
- c) As características das estruturas do pavimento existente e de seu subleito.

A deflexão característica corrigida ou deflexão de projeto ( $D_p$ ) é calculada pela fórmula:

$$D_p = D_c + F_s$$

Onde:

DP – deflexão característica corrigida ou deflexão de projeto, em 0,01mm;

Dc – deflexão característica obtida para a época do levantamento deflectométrico, em 0,01mm;

Fs – Fator de correção sazonal.

Tomando por base o histórico de chuvas na região de Porto Alegre, conforme dados obtidos no Centro Integrado de Comando da Cidade de Porto Alegre (CEIC), os meses que apresentam as médias históricas de menor volume são Abril e Maio, como mostra a figura abaixo:



Figura 13 – Histórico de chuvas em Porto Alegre – 1961 a 1990 (fonte: Centro integrado de comando da Cidade de Porto Alegre – CEIC)

É fato que este verão de 2020 ocorreram poucas precipitações, assim juntamente com as considerações do item 4.2.8 da Norma DNER-PRO 011/79, adotamos o Fator de Correção Sazonal (Fs) igual a 1,20.

Para que não surjam trincas no revestimento é necessário manter a deflexão do pavimento abaixo de um determinado valor (Dadm), denominado deflexão admissível. De acordo com o item 5 da Norma DNER-PRO 011/79, o valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento e da base do pavimento, bem como do número N



de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t. Para pavimento flexível, constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor da deflexão admissível ( $D_{adm}$ ) em 0,01 mm é dado pela expressão correspondente a deflexões medidas com a carga padrão de 8,2 t por eixo:

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N$$

Esta expressão esta representada no ábaco, figura 14 na sequência.

Para pavimentos semi-rígidos, com base de solo-cimento ou base de brita tratada com cimento, que não apresente fissuração exagerada, deve ser adotada como deflexão admissível a metade do valor obtido pela expressão e ábaco apresentados, independentemente do tipo de revestimento.

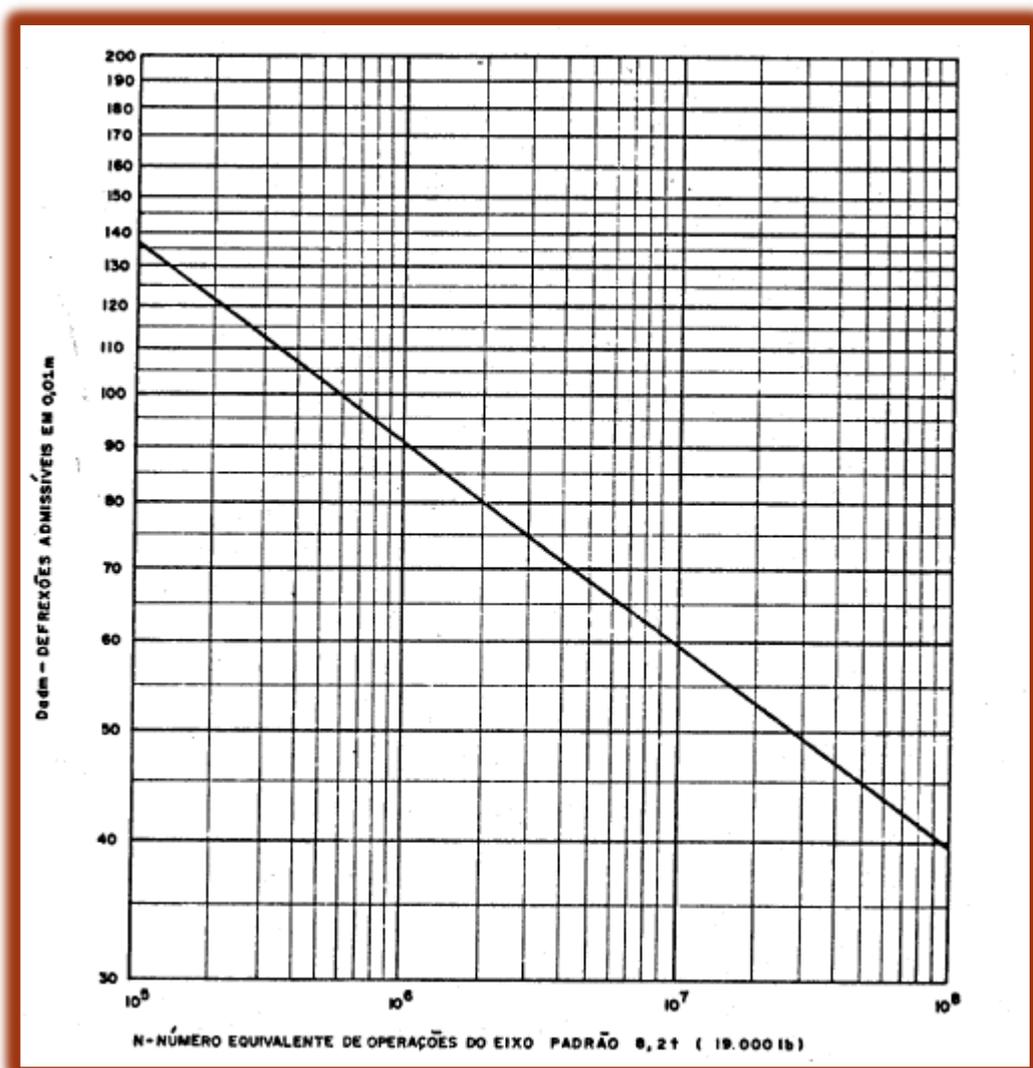
Para avaliação de pavimento com revestimento do tipo tratamento superficial, executados sobre base granular, dever ser adotada como deflexão admissível o dobro do valor obtido pela expressão e ábaco apresentados; no caso de ser projetado um reforço com revestimento em CBUQ, a deflexão admissível será a correspondente a este material.

O valor de N a ser considerado na determinação da deflexão admissível, depende do tipo de análise a que se está submetendo o pavimento, como a seguir explicitado.

Para verificar se o pavimento ainda está em sua fase elástica, o número N a ser considerado para a determinação da deflexão admissível é o correspondente às cargas por eixos suportadas pelo pavimento, desde sua abertura ao tráfego, até a data das medidas de deflexão.

Para determinar a deflexão admissível a ser adotada em um determinado projeto de reforço de pavimento, o número N a ser utilizado é o correspondente às cargas por eixo a serem suportadas pelo reforço do pavimento, desde a liberação deste reforço ao tráfego até o final do período de projeto arbitrado para o reforço.

Os dados estão disponibilizados dentro dos segmentos homogêneos apresentados dentro do que dispõe o item 4.2.6 da Norma DNER-PRO 011/79, ou seja, que não devem ser tomados segmentos homogêneos com extensão superior a 2000 m e ao item 4.2.7 da mesma Norma que dispõe que a extensão mínima para cada segmento homogêneo passa a ser de 400 m.



$\log D_{adm} = 3,01 - 0,175 \log N$

N	Dadm
$10^5$	135
$10^6$	90
$10^7$	60
$10^8$	40

Figura 14 – deflexão admissível para concreto betuminoso (deflexões medidas com carga por eixo 8,2 ton. – figura 4 extraída da norma DNER – 011/79.

### 5.5.5. Estimativa de vida do restante do pavimento

De acordo com o item 6 da Norma DNER-PRO 011/79, quando a deflexão de projeto ( $D_p$ ) de um determinado pavimento está abaixo da deflexão admissível ( $D_{adm}$ ), para um determinado valor de  $N$  correspondente ao tráfego já suportado pelo pavimento existente, sendo  $R \geq 100$  m, este fato indica que o pavimento em estudo ainda não atingiu a fase de fadiga e possui, portanto, um período de vida restante.

O tempo de vida restante pode ser estimado determinando-se a que valor  $N$  corresponde a deflexão de projeto ( $D_p$ ).

Conhecendo-se:

$N_s$  – Número de solicitações correspondentes às cargas por eixo suportadas pelo pavimento desde sua abertura ao tráfego até a data da avaliação;

$N_t$  – Número de solicitações indicadas no Gráfico de Deflexões Admissíveis em correspondente à deflexão característica de projeto ( $D_p$ );

Tem-se:

$$N_r = N_t - N_s$$

Onde:

$N_r$  – Número de solicitações correspondente às cargas por eixo a serem suportadas pelo pavimento desde a data da avaliação até o final do período de vida restante do pavimento.

Conhecendo-se a curva de variação do número  $N$  acumulado, em função do tempo de exposição do pavimento ao tráfego, é possível estimar o tempo de vida restante do pavimento.

Para isso, basta determinar na curva (tempo de exposição ao tráfego x  $N$ ) os tempos  $T_i$ , correspondente a  $N_s$ , e o tempo  $T_f$ , correspondente a  $N_t$ .

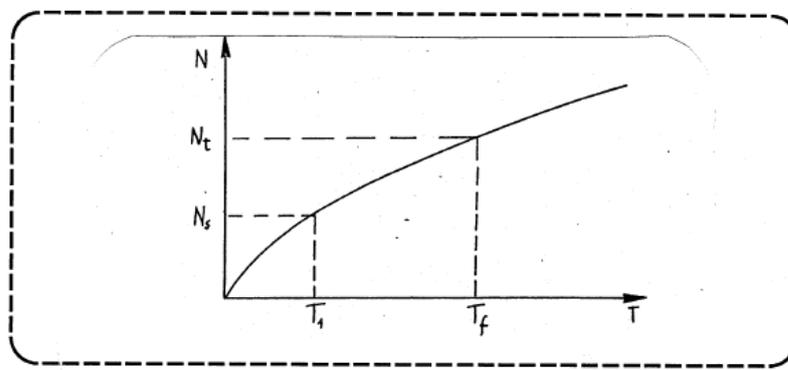


Figura 15 – Gráfico de estimativa de tempo de vida do restante estimado (DNER 011/79)



O tempo de vida restante estimado para o pavimento em estudo, no que respeita à fadiga, é dado pela expressão:

$$Tr = Tf - Ti$$

Não se tem o NS, pois não há registro das últimas intervenções na rodovia, também ocorreram de forma geral e sim pontual, logo não poderemos determinar a vida útil restante do pavimento.

### 5.5.6. Avaliação estrutural

De acordo com o item 7 da Norma DNER-PRO 011/79, ainda não se dispõe de critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de posição com respeito à avaliação estrutural dos pavimentos. Não há, por exemplo, normas rígidas que permitam definir com precisão, para o projeto de reforços de pavimentos existentes, a fronteira que separa os campos de aplicação de critérios deflectométricos e de resistência. Em tese, seria lícito aceitar-se que os métodos de projeto baseados no critério deflectométrico seriam válidos quando a estrutura subjacente ao reforço estivesse funcionando em regime aproximadamente elástico, ou, sem outras palavras, quando as cargas incidentes ocasionassem exclusivamente deformações de caráter transitório.

A verificação de deformações plásticas significativas, decorrentes da evolução de processos de ruptura ao cisalhamento, evidenciaria a presença, no pavimento existente, de problemas situados fora do escopo dos métodos de dimensionamento alicerçados no critério deflectométrico.

No que pesem as dificuldades que cercam o problema, propõe-se um critério para a fixação das diretrizes a serem adotadas para efeito da avaliação estrutural dos pavimentos.

Procura-se formular cinco casos típicos, na suposição de que a maioria das situações que ocorrem nos subtrechos homogêneos possa se enquadrar, aproximadamente, em uma das hipóteses formuladas. Para isso, consideram-se os seguintes parâmetros, obtidos durante os estudos executados:

N – número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t;

Dp – deflexão de projeto;

R – raio de curvatura;

Dadm – deflexão admissível;



IGG – Índice de Gravidade Global.

De acordo com a Norma DNER-ME 024/94, o raio de curvatura da bacia de deformação no ponto de prova é calculado por meio da fórmula:

$$R = \frac{6\,250}{2(D0 - D25)}$$

Onde:

R – raio de curvatura, em metros;

D0 – deflexão real ou verdadeira, em centésimos de milímetro;

D25 – deflexão a 25 cm do ponto de prova, em centésimo de milímetro.

Na tabela a seguir, procura-se em função dos parâmetros citados:

Tabela 42 – Critérios de avaliação estrutural

Hipótese	Dados deflectométricos obtidos	Qualidade estrutural	Necessidade de estudos complementares	Critério para cálculo de reforço	Medidas corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	Não	-	Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ REGULAR	Não	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	Sim	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	Sim	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	-	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG >180)	Sim	Resistência	Reconstrução

### 5.5.7. Condições deflectométricas

Na sequência se apresenta os resultados do levantamento deflectométricas do pavimento flexível através dos valores de deflexão da rodovia TF-10.

A deflexão característica máxima admitida deverá ser:  $DC < 65 \times 10^{-2} \text{ mm}''$ . Portanto, foram



calculadas as deflexões características das estações de medição.

Os dados foram disponibilizados dentro dos segmentos homogêneos considerados pela Prefeitura de Triunfo também dentro do que dispõe o item 4.2.6 da Norma DNER-PRO 011/79, ou seja, que não devem ser tomados segmentos homogêneos com extensão superior a 2000 m e ao item 4.2.7 da mesma Norma que dispõe que a extensão mínima para cada segmento homogêneo passa a ser de 400 m. As tabelas abaixo apresentam o resumo dos resultados por subtrechos de até 2000 m, dentro de cada segmento homogêneo, destacando os subtrechos que apresentaram resultado de  $D_c > 65 \times 10^{-2}$  mm, multiplicados pelo fator sazonal  $F_s$ , 1,40 temos a tensão admissível =  $91 \times 10^{-2}$ mm.

Conforme a tabela 43, apresentada na sequência, o pavimento apresenta uma boa situação estrutural. Esta consolidado e tem boa base. No que tange a situação regular, o pavimento deve ser retirado (fresado) e recomposto pois esta dentro dos parâmetros da do critério estrutural da tabela 42.

No volume 2 temos as localizações, sob o aspecto visual, conforme norma DNIT 006/2003-pro, onde apresenta os procedimentos e avaliações dos pavimentos rígidos e semirrígidos.

Conforme tabela 43, há locais onde estão previstos recuperações conforme a avaliação estrutural. Estes locais coincidem com os locais apresentados na figura 16, logo basearemos estes locais pela figura 16.

Quanto a estrutura do pavimento, este será demonstrando a retro análise no projeto de pavimento.



Tabela 43 – Avaliação estrutural do pavimento conforme resultados da viga benkelman

Rodovia : TF 10		Trecho: KM 0+800 até KM 29+703,37		Segmento: A cada 2 km		Camada de : REVESTIMENTO EM CBUQ DETERIORADO		Operador: Roque osadm		Roque 31 x 10 <sup>-3</sup> [mm]			
TRECHOS	LADO	Números de ensaios	desvio	média	DP	situação	ESTACA	LADO	N	desvio	média	DP	situação
			padrão	aritmética						padrão	aritmética		
0+800	LE	21	22,19	62,4	84,6	BOA	0+800	LD	21	23,92	55,6	79,5	BOA
2+800	LE						2+800	LD					
2+900	LE	21	17,71	66,5	84,2	BOA	2+900	LD	21	13,14	64,5	77,7	BOA
4+900	LE						4+900	LD					
5+000	LE	21	11,31	68,6	79,9	BOA	5+000	LD	21	28,30	93,4	121,7	RECUPERAR
7+000	LE						7+000	LD					
7+100	LE	21	16,45	82,0	98,4	RECUPERAR	7+100	LD	21	27,73	88,2	115,9	RECUPERAR
9+100	LE						9+100	LD					
9+200	LE	21	9,05	53,1	62,2	BOA	9+200	LD	21	25,23	68,0	93,3	RECUPERAR
11+200	LE						11+200	LD					
11+300	LE	21	36,09	76,7	112,8	RECUPERAR	11+300	LD	21	30,91	94,4	125,3	RECUPERAR
13+300	LE						13+300	LD					
13+400	LE	21	9,57	74,6	84,2	BOA	13+400	LD	21	29,01	114,3	143,4	RECUPERAR
15+400	LE						15+400	LD					
15+500	LE	21	44,61	62,2	106,8	RECUPERAR	15+500	LD	21	30,06	95,2	125,2	RECUPERAR
17+500	LE						17+500	LD					
17+600	LE	21	15,44	69,6	85,0	BOA	17+600	LD	21	17,58	88,0	105,6	RECUPERAR
19+600	LE						19+600	LD					
19+700	LE	21	17,10	55,0	72,1	BOA	19+700	LD	21	16,55	67,8	84,4	BOA
21+700	LE						21+700	LD					
21+800	LE	21	15,46	78,7	94,1	RECUPERAR	21+800	LD	21	16,11	71,1	87,2	BOA
23+800	LE						23+800	LD					
23+900	LE	21	20,50	68,4	88,9	BOA	23+900	LD	21	16,71	75,6	92,3	RECUPERAR
25+900	LE						25+900	LD					
26+000	LE	21	16,28	65,1	81,4	BOA	26+000	LD	21	9,84	79,8	89,7	BOA
28+000	LE						28+000	LD					
28+100	LE	21	20,84	78,5	98,3	RECUPERAR	28+100	LD	21	7,67	71,0	78,7	BOA
29+703,37	LE						29+703,37	LD					



### 5.5.8. Certificado de calibração – Viga Benkelman

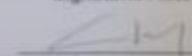
<b>METROSUL - Uma empresa TRESICAL</b>		<b>Certificado de Calibração</b>			
Matriz - Rua da Várzea, 236 - Porto Alegre - RS (51) 33 45 22 66 Filial 1 - Complexo Ind. Automotivo de Gravataí - RS (51) 34 30 10 11		<b>Nº 00018-2019</b> <b>Data da Calibração</b> <b>17/01/2019</b>			
<b>LABORATÓRIO</b>		<b>DIMENSIONAL</b>			
Descrição : Viga de Benkelman Empresa : 774 - COESUL-CONSTRUTORA EXTREMO SUL LTDA. Endereço : Rua Fernando Ferrari, 5999 - Porto Alegre - RS Código : 003226 Procedimento : NP-020 Revisão 07		Resolução : -- Capac. Min. : -- Capac. Máx. : K = 4,00			
Condições Ambientais(Laboratório Matriz): Temperatura: 20 ± 2 °C - Umidade: 55 ± 10 %					
<b>PADRÃO/INSTRUMENTO DE REFERÊNCIA UTILIZADO</b>					
<b>CABEÇOTE MICROMÉTRICO MITUTOYO</b>		<b>PESO PADRÃO</b>			
Código : CAM002	Nº Certificado : 05440-17	Código : PPT002	Nº Certificado : 09RUE16		
Validade : 30/10/2019	Laboratório : CETEMP - RBC - CAL013	Validade : 30/6/2019	Laboratório : METROSUL - RBC - CAL0325		
<i>INCERTEZA DE MEDIÇÃO: Incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com <math>\nu_{eff}</math> graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.</i>					
<b>LEGENDA:</b> E.I. - Eixo de Indicação (M.M. - V.R.) V.R. - Valor de Referência					
ESCALA : Constante da Viga					
V.R. ()	M.M. ()	E.I. ()	I.M. ()	k	$\nu_{eff}$
4,00	4,07	0,07	0,06	2,00	-
ESCALA : E9					
V.R. ()	M.M. ()	E.I. ()	I.M. ()	k	$\nu_{eff}$
0,0000	0,0288	0,0288	0,0001	2,00	-
OBS : Calibrado em conjunto com o relógio comparador com código REL005.					
<b>METROSUL - Soluções em Metrologia Ltda.</b> Home Page: <a href="http://www.metrosul-rs.com.br">www.metrosul-rs.com.br</a> e-mail: <a href="mailto:metrosul@metrosul-rs.com.br">metrosul@metrosul-rs.com.br</a>		<b>Signatário Autorizado</b>  Claudio Luiz Prieto Neman			
Este Certificado é válido somente para o instrumento calibrado não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares. O certificado de calibração não deve ser parcialmente reproduzido sem prévia autorização.			Folha 1 / 1		

Figura 16 – Aferição da viga Benkelman



## 6. PROJETOS

### 6.1. Introdução

Os projetos apresentados na sequência serão:

- Projeto geométrico;
- Projeto de pavimento e restauração;
- Projeto de sinalização e;
- Projeto de drenagem (não haverá interferências a drenagem pluvial atual, de acordo com o contratante, supre as necessidades da estrada).

### 6.2. Projeto geométrico

#### 6.2.1. Introdução

O projeto geométrico foi desenvolvido de acordo com as Normas de Projetos Rodoviários do DAER/RS, Volume I, de fevereiro de 1991, Termo Aditivo nº 1 de março de 1994 e ofício circular EPE/SEP de 30.05.1994.

#### 6.2.2. Projeto planialtimétrico

Conforme o critério de projeto estabelecido abaixo apresentou as características da via, em região ondulada.

Conforme normas do DAER, (Normas de Projetos Rodoviários /1991) a rodovia é classificada em função do tráfego como classe II, terreno ondulado. Neste projeto serão mantidas as normas originais da via, tais como distâncias de visibilidade, raios, rampas, em fim todas as características geométricas.

O objetivo do projeto geométrico é apresentar a geometria da atual rodovia, o desenvolvimento de projetos de interseções e demais dispositivos da via, conforme orientações do Contratante, P.M. de Triunfo, não sofrerão modificações, mantendo sua geometria atual. As plantas estão apresentadas no volume 2, peças gráficas.

### 6.3. Projeto de pavimento e restauração

#### 6.3.1. Considerações preliminares

O projeto de pavimentação do trecho em causa foi executado com base:

- Nas IS-104/94 - Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação do DAER/RS;



- No Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER (MPPF/DNER), tal como aplicado pela UNP/DAER/RS;
- Nos demais dispositivos de normas adotados pelo DAER/RS e, na ausência destes, naqueles oficializados pelo DNER, ABNT e demais organismos afins.
- O projeto de pavimento tem como finalidade fazer-se-á uma retro análise do pavimento existente e propor reformas, reforços e intervenções necessárias para restaura-lo de forma a garantir a boa trafegabilidade e segurança aos motoristas usuários.

### 6.3.2. Parâmetros de cálculo

Para o cálculo das espessuras das camadas do pavimento, serão empregados os seguintes parâmetros conforme estudos de tráfegos e geotécnicos já apresentados:

- Número  $N = 1,06 \times 10^7$  (tabela 7);
- ISP = 11 %, menor ISC verificado.

### 6.3.3. Verificação das espessuras do pavimento

A concepção do pavimento levou em consideração as características da região e o nível de tráfego para o período de projeto, além da continuidade do pavimento local. O revestimento preconizado pelo método adotado é um concreto asfáltico com espessura mínima de 5,0cm, conforme se verificou em sondagem.

Com relação às camadas de base e sub-base, será adotada a *brita graduada*, conforme sondagem, são as camadas inferiores do pavimento.

### 6.3.4. Dimensionamento do pavimento

Conforme preconizado pelo método de dimensionamento, os coeficientes de equivalência estrutural a adotar para os materiais constituintes do pavimento são:

- Concreto Betuminoso Usinado à Quente -  $K_r = 2,00$
- Sub-base e Base de Brita Graduada -  $K_b = 1,00$
- Os parâmetros para o dimensionamento são:
- $N_6^{\circ} \text{ ano} = 1,06 \times 10^7$
- $ISC_{SL} = 11\% \text{ (subleito)}$



A sequência apresentada a seguir será utilizada para a determinação da estrutura do pavimento.

### 6.3.5. Aterros da pista

Para proteção ao subleito contra as deformações permanentes, considerando-se o ISC inferido para o subleito, necessita-se da espessura granular mínima:  $H_{11\%} = 42 \text{ cm}$ .

Considerando que o revestimento existente atualmente na pista da rodovia é de cerca de 5 cm de CBUQ, entendeu-se como desejável manter esta espessura, procedendo-se ao dimensionamento conforme mostrado a seguir:

Para proteção a camada do subleito necessita-se da espessura granular mínima:

$H_{11\%} = 42 \text{ cm}$ .

$$\rightarrow K_r \times h_r + K_b \times h_B + K_{sb} \times h_{SB} \geq H_{11\%}$$

Considerando-se a espessura do CBUQ em 5,0 cm, tem-se:

$$\rightarrow 2,00 \times 5,0 + 1,00 \times h_B + 1,00 \times h_{SB} \geq 42 \Rightarrow h_B + h_{SB} \geq 32$$

Se verificou ao longo das sondagens realizadas que, conforme figura abaixo:

As sondagens nos furos: 13+000, 19+000 e 29+000 apresentam a base e sub base com espessuras inferiores a 30 cm, sendo 3,0 cm, 4,0 cm e 5,0cm faltantes de material. Porém se adotarmos uma camada de reforço com 10 cm, bem inferior a camada existente de sub leito se verifica que as espessuras adotadas atende as espessuras mínimas necessárias para atender o CCBR 11% do sub leito e o tráfego de  $1,06 \times 10^7$ , conforme tabela abaixo.



DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA EQUIVALENTE			
<b>TF - 10</b>	Aluisio Mats	Walter Bochi	Espessura Equivalente
<b>CBR</b>	11	H (cm) =	<b>42</b> cm
$2,06 \times 10^{-7}$	▼	44	42
<b>DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO</b>			
<b>DIMENSIONAMENTO CONFORME INEQUAÇÕES DO MÉTODO DO DNER</b>			
CBR'S A REFORÇAR =		3 reforço 1	$m_1 = 3$
		reforço 2	$m_2 =$
		reforço 3	$m_3 =$
$(H_n) =$	H <sub>11</sub> =	42 cm	$n = 11$
$(H_{20}) =$	H <sub>20</sub> =	28 cm	
$(H_n) =$	H <sub>3</sub> =	89 cm	
	H <sub>-</sub> =	- cm	
	H <sub>-</sub> =	- cm	
rolamento:	CBUQ	Kr: 2	
base:	Brita grad.	Kb: 1	
sub-base:	Brita grad.	Ks: 1	
reforços	solo ISC>ISP, exp<1%	Kref: 0,77	
<b>REVESTIMENTO CBUQ</b>			
Base>=	8 cm		10,0 cm
Sub-base>=	7 cm		15 cm adotado
Reforço 1>=	7 cm		15 cm adotado
Reforço 2>=	cm		10 cm adotado
Reforço 3>=	cm		cm adotado
			50 cm
			42,0 cm
			$H_{adotado}$
			$H_{calculado}$
<b>TESTES</b>			
CBR's a reforçar	OK		
Espessura do Revestimento	OK		
Espessura da Base	OK		
Espessura da Sub-base	OK		
Espessura do Reforço 1	OK		
Espessura do Reforço 2	OK		
Espessura do Reforço 3	OK		
Verificar alturas adotadas para base e sub-base			
Hadotado é maior que o calculado			
			Obs: O reforço 1, corresponde a espessura da camada de sub base onde o ISP deverá ser igual ou maior ao CBR adotado na sondagem ou seja:
			CBR = 11 cm
			Reforço= 10 cm
3			

Figura 17 – Verificação das camadas de pavimento

### 6.3.6. Remoção de solos do subleito

Ao longo da inspeção ao longo da rodovia, se verificaram alguns patógenos no pavimento ocasionados por intervenções transversais, possivelmente transposições de canalizações, que não foram recompostas corretamente. Também foram demarcados alguns borrachudos. Neste locais é recomendado a remoção total do pavimento, (CBUQ, base e sub-base), além da remoção de 10cm do subleito e posterior recomposição, respeitando as espessuras mínimas apresentadas no cálculo do pavimento: CBUQ = 5cm, base de brita graduada (BBG) = 15cm, sub-base de brita graduada = 15cm e um reforço de subleito com 10cm, respeitando o cálculo apresentados na **Figura 17 – Verificação das camadas de pavimento** e aplicação conforme normas e metodologia adequada.

Localizações:



1+047 → 1+050 (transversal) => 3[m] x 11,20[m] = 33,60 [m<sup>2</sup>], perímetro = 28,40 [m]

25+765 → 25+795 (longitudinal) => 30[m] x 3,60[m] = 108,00 [m<sup>2</sup>],, perímetro = 67,20 [m]

29+247 à 29+249 (transversal) => 11,20[m] x 2,0[m] = 22,40 [m<sup>2</sup>], perímetro = 26,40 [m]

29+305 à 29+327 (LE) => 22,0 [m] x 3,0 [m] = 66,00 [m<sup>2</sup>], perímetro = 50,00 [m]

29+435 à 29+445 (LD) =>10,0 [m] x 2,5[m] = 25,0 [m<sup>2</sup>], perímetro = 25,00 [m]

Memória de cálculo:

Total de remoções e recomposições = 255 [m<sup>2</sup>], perímetro = 28,40 [m];

Total linear de corte em serra = 197 [m];

Remoção da base e sub base = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,30m = 76,50 [m<sup>3</sup>];

Remoção do subleito = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,10 [m] = 25,50 [m<sup>3</sup>];

Reforço do subleito com Brita Graduada (BG) = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,10 [m] = 25,50 [m<sup>3</sup>];

Recomposição da sub-base = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,15m = 38,25 [m<sup>3</sup>];

Recomposição da base = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,15m = 38,25 [m<sup>3</sup>];

Imprimação = 255 [m<sup>2</sup>]

Pavimentação em CBUQ (e=5cm) = 255 [m<sup>2</sup>] x 0,05 [m] = 12,75 [m<sup>3</sup>] = 31,88 [ton]

Transporte base e sub-base de BG = 38,25 [m<sup>3</sup>] x 2 + 25,50 [m<sup>3</sup>] x densidade (2,50) x  
DMT 50 [km] = 12.750,00 [t x km]

Transporte CBUQ = 12,75 [m<sup>3</sup>] x densidade 2,50 x DMT 50 [km] = 1.593,75 [t x km]

Não foram verificados pela equipe de sondagem solos com ISC menores que o I.S.C. projeto como também materiais com expansão superior a 2%. Sugere-se a fiscalização que inspecione o pavimento em suas camadas inferiores ao longo da execução da remoção do pavimento degradado, visto que os estudos geotécnicos e análise visual do pavimento foram realizados em tempo de seca , o que maquia possíveis afloramentos de água.

Abaixo estão apresentadas fotos dos locais onde esta previsto as remoções e recomposições do pavimento:



1+047 à 1+050 (transversal),  $11,20 \times 3,00 = 33,60$  [m<sup>2</sup>]



25+765 à 25+795 (LD),  $30,0 \times 3,6 = 108,00$  [m<sup>2</sup>]



29+247 à 29+249 (transversal),  $11,20 \times 2,0 = 22,40 \text{ [m}^2\text{]}$



29+305 à 29+327 (LE) – Área  $22,0 \times 3,0 = 66,00 \text{ m}^2$



29+435 à 29+445 (LD) – Área  $10,0 \times 2,5 = 25,0 \text{ m}^2$





### 6.3.7. Remoções e substituição do pavimento amolgado (AR)

Neste locais houve um escorregamento do pavimento, seja por trilha de roda, fissuramentos, instalações de tubulações com recomposição precária do pavimento, em fim, locais onde a camada final do pavimento deve ser recomposto. Para tanto considerou-se a remoção total do pavimento, conforme sondagem, seis centímetros em média, seguindo a retro análise apresentada no item 6.3.4. e sondagem realizada.

A Figura 19 – Locais de remoções e substituição do pavimento amolgado (AR), apresentam a as áreas e locais de remoções.

Memória de cálculo:

Total de remoções e recomposições (e=6cm) = 32.454,40 [m<sup>2</sup>] ou 1.947,26 [m<sup>3</sup>];

Fresagem (esp. = 6,0 cm) = 32.454,40 [m<sup>2</sup>] x 0,06 [m] = 1.947,26 [m<sup>3</sup>]

Transporte para depósito da PM Triunfo - DMT=20 [km]= 1.947,26 [m<sup>3</sup>] x 20 [km] = 38.945,28 [m<sup>3</sup> x km]

Pintura de ligação = 32.454,40 [m<sup>2</sup>];

Imprimação = 32454,40 [m<sup>2</sup>];

Perfilagem em CBUQ, esp. = 3,00 [cm] = 32.454,40 [m<sup>2</sup>] x 0,030 [m] = 973,63 [m<sup>3</sup>];

Pavimentação em CBUQ, esp. = 3,00 [cm] = 32.454,40 [m<sup>2</sup>] x 0,030 [m] = 973,63 [m<sup>3</sup>];

Transporte CBUQ = 973,63 [m<sup>3</sup>] x 2 x 2,50 (densidade) x 50 [km] = 243.408,00 [t x m<sup>3</sup>]

### 6.3.8. Restauração do pavimento fadigado

Conforme já apresentado nos estudos geotécnicos, toda a via esta com o pavimento em estágio três, ou seja, onde já finalizou a vida útil do pavimento. Para este item sugere-se a remoção do pavimento por meio de fresagem e a aplicação de nova camada em CBUQ. Optou-se para esse item uma espessura de cinco centímetros, visto que não há maiores danos estruturais ao pavimento e não interferência nas camadas inferiores, exposição da camada de base. Esta previsto substituição de cinco centímetros.

Memória de cálculo:

Dados:

Extensão total de projeto = 28.853,37 [m]

Largura das pistas de rolamento = 3,6 x 2 = 7,20 [m]



Área total de projeto =  $28.853,37 \times 7,20 = 207.744,26 \text{ [m}^2\text{]}$ .

Área de restauração do pavimento fadigado = Área total de projeto – Área de remoção e substituição do pavimento – Área de Remoção e substituição do pavimento amolgado =  $207.744,26 \text{ [m}^2\text{]} - 255 \text{ [m}^2\text{]} - 32.454,40 \text{ [m}^2\text{]} = 175.034,86 \text{ [m}^2\text{]}$

Total de remoções e recomposições (e=5cm) =  $175.034,86 \text{ [m}^2\text{]} \text{ ou } 8.751,71 \text{ [m}^3\text{]}$ ;

Transporte para depósito da PM Triunfo - DMT=20 [km]=  $8.751,712 \text{ [m}^3\text{]} \times 20 \text{ [km]} = 175.034,26 \text{ [m}^3 \times \text{km]}$

Pintura de ligação =  $175.034,86 \text{ [m}^2\text{]}$ ;

Pavimentação em CBUQ, esp. = 5,00 [cm] =  $175.034,86 \text{ [m}^2\text{]} \times 0,05 \text{ [m]} = 8.751,71 \text{ [m}^3\text{]}$ ;

Transporte CBUQ (DMT=50km) =  $8.751,71 \text{ [m}^3\text{]} \times 50 \text{ [km]} \times 2,5 \text{ (densidade)} = 1.093.967,90 \text{ [t} \times \text{km]}$ .

### 6.3.9. Condições complementares

Ao dimensionamento retro, cumpre acrescentar as seguintes condições complementares:

- Os serviços de pavimentação que equivalham à implantação de camadas estruturais, acima dimensionadas, deverão ser adequadamente antecidos da regularização do subleito (nas condições das Especificações Gerais do DAER/RS);
- Todos os controles dos serviços deverão ser acompanhados do emprego da viga Benkelman, visando:
  - . Detectar oportunamente eventuais áreas instáveis ou de elevadas deflexões;
  - . Determinar as faixas de variação defletométrica, desde o início ao término da implantação do pavimento;
- É importante que a Empreiteira das Obras busque racionalizar as atividades na pista, evitando o acúmulo de materiais soltos - enleirados ou já espalhados - que possam causar transtornos ao tráfego de obra e de usuários, em épocas chuvosas;
- É essencial que haja perfeita sinalização de obra - diurna e noturna - ao longo de todos os segmentos em serviço.

### 6.3.10. Locais para pavimentação

- materiais pétreos

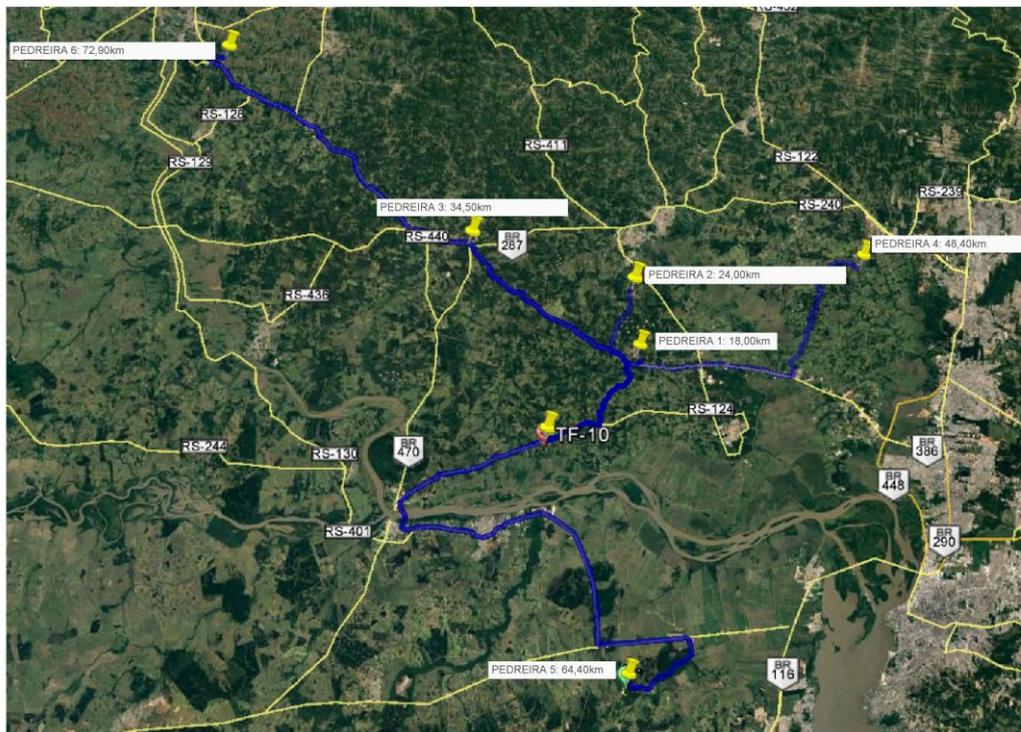


Figura 18 – Locais das pedreiras

A brita a ser utilizada na construção das camadas de base, sub-base e demais serviços deverá provir da pedreira comercial. Esta deverá fornecer ensaios para verificar a qualidade do material. Conforme especificações.

- Materiais betuminosos

Os materiais asfálticos serão procedentes da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), em Canoas, com DMT = 50 km.

### 6.3.11. Especificações

Os serviços de pavimentação deverão ser executados em subordinação as seguintes especificações:

- |  |                  |
|--|------------------|
| - Regularização do Subleito (*)            | DAER-ES-P 01/91  |
| - Reforço do Subleito                      | DAER-ES-P 02/91  |
| - Base Brita Graduada (Classe A, = 1 1/2") | DAER-ES-P 08/91  |
| - Imprimação                               | DAER-ES-P 12/91  |
| - pintura de ligação                       | DAER- ES-P 13/91 |



- 
- |  |           |       |
|--|-----------|-------|
| - Concreto Betuminoso Usinado à Quente | DAER-ES-P | 16/91 |
| - Materiais Asfálticos                 | DAER-ES-P | 22/91 |

(\* ) Ver Considerações Finais

### **6.3.12. Calculo das quantidades**

O cálculo das quantidades de serviços a executar para construção do pavimento é mostrado no final do volume: Quantitativos e orçamento.

### **6.3.13. Considerações finais**

As pistas em obra deverão ser convenientemente sinalizadas, para evitar acidentes e assegurar adequada proteção aos serviços em andamento.



Nome	KM inicial	KM final	Extensão	Largura	Área	Serviço	Observações
QM 01	0+993	0+996	3,00	-	-	Quebra molas	Existentes
AR 01	1+047	1+049	2,00	11,60	23,20	Remoção	com acostamento/ rabicho lado esquerdo
AR 02	2+100	2+150	50,00	3,60	180,00	Remoção	lado direito - rabicho para esquerda
AR 03	2+100	2+150	50,00	3,60	180,00	Remoção	lado esquerdo
AR 04	2+450	2+540	90,00	3,60	324,00	Remoção	lado esquerdo
AR 05	2+460	2+480	20,00	3,60	72,00	Remoção	lado direito
AR 06	2+480	2+540	60,00	2,00	120,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2 m)
AR 07	2+540	2+555	15,00	3,60	54,00	Remoção	lado direito
AR 08	2+805	2+860	55,00	3,60	198,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
AR 09	2+805	2+860	55,00	3,60	198,00	Remoção	lado direito
AR 10	5+260	5+300	40,00	2,00	80,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 11	5+260	5+520	260,00	3,60	936,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 12	5+340	5+420	80,00	2,00	160,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do bordo (2m) - rabicho lado direito
AR 13	5+420	5+520	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
AR 14	5+580	5+960	380,00	3,60	1.368,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 15	5+600	5+960	360,00	3,60	1.296,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
AR 16	5+960	6+100	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 17	5+960	6+100	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
AR 18	6+600	6+700	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 19	6+600	6+700	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
AR 20	6+780	6+840	60,00	2,00	120,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2 m) - rabicho lado direito
AR 21	8+680	8+820	140,00	2,00	280,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m) - rabicho lado direito
AR 22	8+680	8+720	40,00	2,00	80,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do bordo (2m) - rabicho lado direito
AR 23	9+070	9+100	30,00	3,60	108,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 24	9+880	9+910	30,00	3,60	108,00	Remoção	lado direito - rabicho lado direito
AR 25	9+880	9+910	30,00	3,60	108,00	Remoção	lado esquerdo - rabicho lado direito
QM 02	10+958				-	Quebra molas	
QM 03	10+160				-	Quebra molas	
AR 26	12+005	12+030	25,00	2,00	50,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do eixo (2m)
AR 27	12+030	12+200	170,00	3,60	612,00	Remoção	lado esquerdo
AR 28	12+030	12+200	170,00	3,60	612,00	Remoção	lado direito
AR 29	12+200	12+250	50,00	2,00	100,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do eixo (2m)
AR 30	12+250	12+320	70,00	3,60	252,00	Remoção	lado direito
AR 31	12+250	12+320	70,00	3,60	252,00	Remoção	lado esquerdo
AR 32	12+320	12+400	80,00	2,00	160,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do eixo (2m)
AR 33	12+400	12+500	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado direito
AR 34	12+400	12+500	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado esquerdo
AR 35	12+560	12+600	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado esquerdo
AR 36	12+560	12+640	80,00	3,60	288,00	Remoção	lado direito
AR 37	12+660	12+800	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado esquerdo
AR 38	12+710	13+300	590,00	3,60	2.124,00	Remoção	lado direito
AR 39	13+060	13+300	240,00	3,60	864,00	Remoção	lado esquerdo
AR 40	13+360	13+400	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado direito
AR 41	13+360	13+400	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado esquerdo
AR 42	13+580	13+700	120,00	3,60	432,00	Remoção	lado direito
AR 43	13+580	13+700	120,00	3,60	432,00	Remoção	lado esquerdo
AR 44	13+720	13+900	180,00	2,00	360,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do eixo (2m)
AR 45	14+000	14+040	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado direito
AR 46	14+000	14+040	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado esquerdo
AR 47	14+320	14+380	60,00	2,00	120,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do eixo (2m)



Nome	KM inicial	KM final	Extensão	Largura	Área	Serviço	Observações
AR 48	14+660	14+720	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado direito
AR 49	14+660	14+720	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado esquerdo
AR 50	14+800	15+080	280,00	3,60	1.008,00	Remoção	lado direito
AR 51	16+800	16+840	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado direito
AR 52	18+260	18+340	80,00	3,60	288,00	Remoção	lado esquerdo
AR 53	18+340	18+420	80,00	2,00	160,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 54	18+600	18+660	60,00	2,00	120,00	Remoção	lado esquerdo - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 55	18+860	19+120	260,00	3,60	936,00	Remoção	lado esquerdo
AR 56	18+860	19+160	300,00	3,60	1.080,00	Remoção	lado direito
AR 57	19+230	19+300	70,00	3,60	252,00	Remoção	lado esquerdo
AR 58	19+520	19+730	210,00	3,60	756,00	Remoção	lado direito
AR 59	19+540	19+730	190,00	3,60	684,00	Remoção	lado esquerdo
QM 05	20+273				-	Quebra molas	
QM 06	20+373				-	Quebra molas	
AR 60	20+510	20+560	50,00	2,00	100,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 61	20+600	20+660	60,00	2,00	120,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 62	20+710	20+760	50,00	3,60	180,00	Remoção	lado direito
AR 63	20+760	20+810	50,00	2,00	100,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m)
QM 07	20+960				-	Quebra molas	novo
AR 64	20+960	21+120	160,00	2,00	320,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do eixo (2m)
QM 08	21+120				-	Quebra molas	novo
AR 65	21+100	21+220	120,00	3,60	432,00	Remoção	lado esquerdo
AR 66	21+920	21+990	70,00	3,60	252,00	Remoção	lado esquerdo
AR 67	21+920	22+060	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado direito
AR 68	22+470	22+640	170,00	3,60	612,00	Remoção	lado direito
AR 69	22+480	22+580	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado esquerdo
AR 70	22+940	23+000	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado esquerdo
AR 71	23+060	23+120	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado esquerdo
AR 72	23+260	23+350	90,00	3,60	324,00	Remoção	lado esquerdo
AR 73	23+300	23+350	50,00	2,00	100,00	Remoção	lado direito
AR 74	24+700	24+720	20,00	3,60	72,00	Remoção	lado esquerdo
QM 09	25+425				-	Quebra molas	
QM 10	25+505				-	Quebra molas	
AR 75	25+660	25+700	40,00	2,00	80,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 76	25+960	26+000	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado direito
AR 77	26+060	26+220	160,00	2,00	320,00	Remoção	lado direito - meia pista a partir do bordo (2m)
AR 78	26+280	26+400	120,00	3,60	432,00	Remoção	lado direito
AR 79	26+500	26+560	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado esquerdo
AR 80	26+500	26+560	60,00	3,60	216,00	Remoção	lado direito
AR 81	27+900	28+080	180,00	3,60	648,00	Remoção	lado esquerdo
AR 82	27+900	28+080	180,00	3,60	648,00	Remoção	lado direito
AR 83	28+300	28+320	20,00	3,60	72,00	Remoção	lado esquerdo
AR 84	28+400	28+500	100,00	3,60	360,00	Remoção	lado esquerdo
AR 85	28+680	28+720	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado esquerdo
AR 86	28+960	29+040	80,00	3,60	288,00	Remoção	lado direito
AR 87	28+960	29+100	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado esquerdo
AR 88	29+300	29+440	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado esquerdo
AR 89	29+300	29+340	40,00	3,60	144,00	Remoção	lado direito
AR 90	29+420	29+450	30,00	3,60	108,00	Remoção	nb



Nome	KM inicial	KM final	Extensão	Largura	Área	Serviço	Observações
AR 91	29+480	29+660	180,00	3,60	648,00	Remoção	lado esquerdo
AR 92	29+500	29+640	140,00	3,60	504,00	Remoção	lado direito
AR 93	28+147	28+149	2,00	11,60	23,20	Remoção	largura total com acostamento

**Figura 19 – Locais de remoções e substituição do pavimento amolgado (AR) – Total de 32.454,40 [m<sup>2</sup>]**

## 6.4. Projeto de sinalização

### 6.4.1. Considerações preliminares

Este capítulo trata dos dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir os usuários da via, de forma a torná-la mais segura e eficiente.

A implantação do sistema é baseada em planta e perfil, como também nos levantamentos cadastrais e em visita ao campo.

Os modelos de placas, suas dimensões e inscrições obedecem às normas do CONTRAN, bem como as Especificações de Sinalização Rodoviária do DAER, Edição 1975, e as resoluções 599/82 e 666/86, do CONTRAN.

O posicionamento das placas segue o projeto original visto que não houve nenhuma mudança na geometria da rodovia.

### 6.4.2. Sinalização Vertical

A sinalização vertical tem por finalidade controlar o trânsito através da comunicação visual pela aplicação de placas e painéis, sobre as faixas de trânsito ou em pontos laterais à rodovia. Possui a função de informar sobre as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via. Além de advertir sobre os riscos ou mudanças de condições da via, presença de escolas, passagem de pedestres ou travessias urbanas, indicar direções, distâncias, serviços e pontos de interesse.

#### 6.4.2.1. Placas

As placas serão confeccionadas em chapas de aço laminado a frio e galvanizado por imersão a quente, nas bitolas 16 e 18.

Para as placas laterais à via, a chapa de aço deverá ter espessura de 1,25mm.

Para as placas elevadas ou aéreas, a chapa de aço deverá ter espessura de 2,0mm ou 3,00mm.



A pintura deverá ser executada, após corte, furação e arremates, por um processo que garanta sua durabilidade por um período de no mínimo 05 anos. A tinta utilizada deverá ser à base de poliéster a pó, pelo processo eletrostático, polimerizado com estufa e com uma espessura de filme, mínima, de 0,05 mm. O verso das placas deve receber uma demão de tinta esmalte sintético na cor preto fosco.

#### **6.4.2.2. Películas Refletivas**

A refletibilidade das tarjas, setas e letras será executada mediante a aplicação de películas refletivas, tipo "scotchlite" Flap-top (GT) com coloração invariável tanto de dia como à noite.

Como fundo de placa será usada a mesma película grau (GT).

#### **6.4.2.3. Suportes para placas**

Placas Laterais:

Os postes originais serão mantidos, visto que, são galvanizados a fogo e estão em boas condições.

Placas Elevadas:

Para fixação dos sinais aos suportes, serão empregados parafusos do tipo francês, zincados, com reforços em travessas de madeira.

Para as placas elevadas, serão utilizados suportes do tipo Semi-pórtico, de aço galvanizado, zincado por imersão a quente, conforme requisitos da NBR 14429/1999. O poste deverá ter seção tubular simples com Ø 6", parede de 6,3mm e altura de 6,00m. O braço deverá ter Ø 4" com espessura de 6,3mm e comprimento de 4,50m.

Para fixação dos sinais aos suportes, serão empregados parafusos do tipo francês, zincados, com reforços.

#### **6.4.2.4. Tipos de placa**

##### **Regulamentação**

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

- Circular

Fundo: branco refletivo;



Borda e tarja: vermelho refletivo;

Letras, números e símbolos: pretos não refletivos;

- Octogonal

Fundo: vermelho não refletorizado;

Borda e letras: brancas refletivas.

### **Advertência**

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

- Quadrada

Fundo: amarelo;

Borda, letras, números e símbolos: pretos;

### **Indicação**

As placas de indicação têm a função de identificar, orientar, posicionar, indicar e de educar os usuários, facilitando seu deslocamento.

- Retangular

Fundo: verde refletivo;

Tarja, letras, símbolos e setas: brancas refletivas.

### **6.4.3. Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal constitui-se na pintura de linhas, setas e legendas sobre o pavimento. Sua função é transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar os usuários.

Quanto à sinalização horizontal das interseções tipo, será pintada 10,00 m de linhas contínuas de borda para o interior do acesso, com uma linha de retenção de 40 cm de largura junto ao alinhamento do limite do asfalto do acostamento.

#### **6.4.3.1. Tipos de Pintura**

##### **Branca**

A pintura branca deverá ser utilizada nas linhas que delimitam a pista de rolamento e, também, para regulamentar movimento sobre a pista, tais como: símbolos, legendas e outros. A



largura da linha de borda será de 0,10 m e contínua.

### **Amarela**

A cor amarela deverá ser utilizada no eixo da rodovia com linhas contínuas ou descontínuas, regularizando os fluxos de sentidos opostos. A largura da linha será de 0,10 m no eixo para contínuo e tracejado. As cadências para zonas de proibições serão de 4,00 x 4,00 m e, em áreas sem proibição de 4,00 x 12,00 m. Considerar 4,00 x 4,00 m, 150 m anterior à proibição.

### **Tintas para Pavimento**

A tinta para sinalização horizontal deverá ser adequada ao volume e classificação do tráfego (VDM) e ao tipo de pavimento e sua aplicação será feita através de máquinas apropriadas. Para proporcionar melhor visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva.

### **Tinta Bicomponete**

Será usada tinta bicomponente a frio, retrorrefletiva, para as faixas de retenção.

### **Tinta Termoplástica Spray**

Será usada tinta termoplástica a base de resinas acrílicas aplicadas por spray, para a sinalização horizontal em linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido, ou de sentido opostos, assim como nas linhas de continuidade e de bordo.

### **Tinta Termoplástica Auto-colante (auto-tape)**

Será usada tinta termoplástica a base de resinas acrílicas, auto-colante (auto-tape), para a sinalização de setas direcionais, símbolos e legendas.

### **Durabilidade**

Para um bom desempenho da sinalização horizontal, a qualidade da tinta deve enquadrar-se dentro dos padrões exigidos pelo DAER, para uma duração de 2 anos.

### **Quadro Demonstrativo de Quantidades**

Em continuidade é apresentado o Quadro de Quantidades do Projeto de Sinalização e todos os elementos a serem implantados.



Tabela 44 – Quantitativos de sinalização

Ítem	Unid	Quant
Placa de travessia elevada	Unid	25,00
Placa de travessia elevada à 100 metros	Unid	20,00
Placa de travessia elevada à 200 metros	Unid	16,00
Placa Parada de Ônibus	Unid	58,00
Placa R01 - Parada obrigatória	Unid	12,00
Placa - Proibido ultrapassar	Unid	58,00
Placa - 40 Km/h	Unid	12,00
Placa - 60 Km/h	Unid	25,00
Placa - 80 Km/h	Unid	26,00
Placa curva a direita	Unid	1,00
Placa curva a esquerda	Unid	1,00
Pintura de eixo com tinta amarela	m <sup>2</sup>	5.193,00
Pintura de bordo com tinta branca	m <sup>2</sup>	6.925,00
Pintura em áreas especiais	m <sup>2</sup>	582,40
Tachas bidirecionais - vermelho x vermelho	Unid	2.420,00
Tachas bidirecionais - vermelho x amarelo	Unid	4.840,00

No volume II estão apresentadas as Plantas Baixas com a localização da sinalização e todos os elementos a serem implantados e detalhamento da fixação e conformações.



## 7. ARTs



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977



Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número  
10660481

<b>Tipo:</b> PRESIAÇÃO DE SERVIÇO	<b>Participação Técnica:</b> INDIVIDUAL/PRINCIPAL
<b>Convênio:</b> NÃO É CONVÊNIO	<b>Motivo:</b> NORMAL

<b>Contratado</b>			
<b>Carteira:</b> RS092428	<b>Profissional:</b> PEDRO FELIPE BOEI ICHER CHIARELLI	<b>E-mail:</b> engpedrochiarelli@gmail.com	
<b>RNP:</b> 2206685230	<b>Título:</b> Engenheiro Civil		
<b>Empresa:</b> R.M. PROJETOS E SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA		<b>Nr. Reg.:</b>	217966

<b>Contratante</b>			
<b>Nome:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO	<b>Telefone:</b>	<b>E-mail:</b>	<b>CPF/CNPJ:</b> 88363189000128
<b>Endereço:</b> RUA XV DE NOVEMBRO 15	<b>Bairro:</b> CENTRO	<b>CEP:</b> 95840000	<b>UF:</b> RS
<b>Cidade:</b> TRIUNFO			

<b>Identificação da Obra/Serviço</b>			
<b>Proprietário:</b> PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO		<b>CPF/CNPJ:</b> 88363189000128	
<b>Endereço da Obra/Serviço:</b> ESTRADA TF 15		<b>CEP:</b> 95840000	<b>UF:</b> RS
<b>Cidade:</b> TRIUNFO	<b>Bairro:</b>	<b>Honorários(R\$):</b> 40.000,00	
<b>Finalidade:</b> PÚBLICO	<b>Vlr Contrato(R\$):</b> 154.600,00	<b>Ent. Classe:</b> SENGERS	
<b>Data Início:</b> 08/01/2020	<b>Prev.Fim:</b> 24/02/2020		

Aktividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Levantamento	Estradas	29,70	KM
Levantamento	Estradas - Pavimentação	29,70	KM
Locação	Estradas	29,70	KM
Estudo	Geotecnia - Leitões/Cortes/Atiracões de Estradas	29,70	KM
Estudo	Estradas - Infra-Estrutura	29,70	KM
Ersão	Estradas - Pavimentação	29,70	KM
Avaliação	Estradas - Pavimentação	29,70	KM
Restauração	Estradas - Pavimentação	29,70	KM
Memorial	Estradas	29,70	KM
Projeto	Estradas - Sinalização	29,70	KM
Projeto	Acessibilidade	29,70	KM
Projeto	Drenagem	29,70	KM
Orçamento	Estradas	29,70	KM
Vistoria	Estradas	29,70	KM
Avaliação	Estradas	29,70	KM

ART registrada (paga) no CREA-RS em 26/02/2020

	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
Local e Data	PEDRO FELIPE BOEI ICHER CHIARELLI Profissional	PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
**Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977**  
**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul**



**ART Número**  
**10660481**

**Contratado**

**Nr. Carteira:** RS092428      **Profissional:** PEDRO FELIPE BOEI ICHER-CHIARELLI      **E-mail:** engpedrochiarelli@gmail.com  
**Nr. RNP:** 2206885230      **Título:** Engenheiro Civil  
**Empresa:** RM PROJETOS E SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA      **Nr.Reg.:** 217966

**Contratante**

**Nome:** PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO      **E-mail:**  
**Endereço:** RUA XV DE NOVEMBRO 15      **Telefone:**      **CPF/CNPJ:** 88363189000128  
**Cidade:** TRIUNFO      **Bairro:** CENTRO      **CEP:** 95840000      **UF:** RS

**RESUMO DO(S) CONTRATO(S)**

Objeto do contrato:  
 contratação de serviços para avaliação do pavimento existente, elaboração de projeto de restauração manutenção e melhorias da Rodovia TF-10 na cidade de Triunfo. Extensão 29,70km.  
 Os serviços consistem em:  
 - Visita e inspeção do pavimento e estado visual;  
 - Ensaio geotécnicos com ensaio do pavimento e subleito  
 - Levantamento topográfico de toda extensão da rodovia;  
 - Avaliação funcional, estrutural, irregularidades e trafego do pavimento;  
 - Projeto de pavimento, geométrico, de restauração, de sinalização, de acessibilidade, de drenagem e obras complementares;  
 - execução de ensaio da Viga Benkelman a fim de verificar as condições deflectométricas do pavimento;  
 - memoriais descritivos  
 - orçamentos  
 - restauração funcional do pavimento  
 - estudos de pedreiras e botas foras

	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
_____ Local e Data	_____ Profissional	_____ Contratante



**Termo de Responsabilidade Técnica - TRT  
Lei nº 13.639, de 26 de MARÇO de 2018**

**CFT**

**TRT OBRA / SERVIÇO  
Nº BR20200511352**

**Conselho Federal dos Técnicos Industriais**

**INICIAL**

**1. Responsável Técnico**

**ROQUE JOSÉ MÜLLER**

Título profissional: **TÉCNICO EM ESTRADAS**

RNP: 45345414068

**2. Contratante**

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO**

CPF/CNPJ: 88.363.189/0001-28

**RUA RUA XV DE NOVEMBRO**

Nº: 15

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **TRIUNFO**

UF: **RS**

CEP: 95840000

País: **Brasil**

Telefone: (51) 3654-6303

Email: [ouvidoria@triunfo.rs.gov.br](mailto:ouvidoria@triunfo.rs.gov.br)

Contrato: 208/2019

Celebrado em: 21/11/2019

Valor: **R\$ 154.600,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PUBLICO**

Ação Institucional: **NENHUM**

**3. Dados da Obra/Serviço**

Proprietário: **PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO**

CPF/CNPJ: 88.363.189/0001-28

**RODOVIA TF 10**

Nº: SN

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **TRIUNFO**

UF: **RS**

CEP: 95840000

Telefone: (51) 3654-6303

Email: [ouvidoria@triunfo.rs.gov.br](mailto:ouvidoria@triunfo.rs.gov.br)

Coordenadas Geográficas: **Latitude: -29.935552 Longitude: -51.716630**

Data de Início: **25/11/2019**

Previsão de término: **26/02/2020**

Finalidade: **Infraestrutura**

**4. Atividade Técnica**

13 - PROJETO

01 - COLETA DE DADOS > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> MEDIÇÃO DE TERRA -> PROCESSAMENTO -> #0592 - DADOS E INFORMAÇÕES TOPOGRÁFICAS

Quantidade

Unidade

29,700

km

54 - LEVANTAMENTO CADASTRAL > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> MEDIÇÃO DE TERRA -> LEITURA E INTERPRETAÇÃO -> #0617 - DADOS E INFORMAÇÕES TOPOGRÁFICAS

29,700

km

54 - LEVANTAMENTO CADASTRAL > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> MEDIÇÃO DE TERRA -> #0647 - MAPEAMENTO

29,700

km

01 - COLETA DE DADOS > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> CARTOGRAFIA -> MAPEAMENTO -> #0761 - TOPOGRÁFICO

29,700

km

2 - EXECUÇÃO

Quantidade

Unidade

51 - LOCAÇÃO > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> MEDIÇÃO DE TERRA -> LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO -> #0622 - PLANIMÉTRICO

29,700

km

51 - LOCAÇÃO > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - AGRIMENSURA -> MEDIÇÃO DE TERRA -> #0647 - MAPEAMENTO

29,700

km

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa deste TRT

**5. Observações**

Topografia para projeto de pavimentação

**6. Declarações**

**7. Entidade de Classe**

CRT/CFT (Valor Padrão)

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

**Responsável Técnico: ROQUE JOSÉ MÜLLER - CPF: 453.454.140-68**

Local \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**Contratante: PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO - CNPJ:**

**88.363.189/0001-28**

**9. Informações**

**10. Valor**

Valor do TRT: **R\$ 53,68**

Pago em: **26/02/2020**

Nosso Número: **8205464660**

A validade deste TRT pode ser verificada em: <https://corporativo.sinceti.net.br/publico/>, com a chave: c5Zd8  
Impresso em: 27/02/2020 às 14:50:31 por: , ip: 128.201.166.56

[www.cft.org.br](http://www.cft.org.br) atendimento@cft.org.br  
Tel: 0800 016 1515

**CFT**  
Conselho Federal dos Técnicos Industriais





## 8. ESPECIFICAÇÕES

Para a execução das obras de recomposição do pavimento, serão utilizados as especificações gerais do DAER/RS-1998, adequando-se a situação da obra.

### 8.1. Remoção e substituição de solos inadequados do subleito – DAER – ES – T 07/91

#### 8.1.1. Definição

Entende-se por remoção e substituição de solos inadequados do subleito a escavação e substituição de materiais nitidamente instáveis do subleito de corte e aterros, por condições da umidade excessiva e de aeração praticamente inviável (borrachudos), e/ou por características intrínsecas de baixo poder-suporte. Apresenta-se sob a forma de bolsões ou em áreas restritas, que possam afetar o bom desempenho do pavimento a ser-lhes superposto e cujo surgimento não possa ser atribuído à imperícia ou negligência na execução dos serviços de terraplenagem.

#### 8.1.2. Materiais

Os materiais removidos deverão ser substituídos por outros de qualidade igual ou melhor que a do restante corpo estradal circunjacente, em termos de ISC, expansão e teor de umidade, cabendo à Fiscalização indicar-lhes a origem.

#### 8.1.3. Equipamentos

Será adotado o seguinte equipamento:

- Retroescavadeira;
- Pás-carregadeiras;
- Trator de lâmina;
- Motoniveladora;
- Caminhões irrigadores;
- Rolos autopropelidos, lisos e/ou pés-de-carneiro vibratórios, rolos pneumáticos, sapos, placas vibratórias;
- Caminhões transportadores.

O equipamento a adotar em cada caso dependerá das dimensões da área atingida e da natureza dos materiais a remover e a repor nas cavas.

#### 8.1.4. Execução

Após a correta identificação e a demarcação das áreas afetadas pela



Fiscalização/projeto, será procedida a completa remoção dos materiais instáveis, até a profundidade necessária e suficiente para que se garanta a adequada estabilidade do subleito restaurado e do pavimento a superpor. No projeto foi considerado 10cm conforme sondagem.

A cava deverá exibir, após aberta, a necessária regularidade nas dimensões, com vistas ao melhor confinamento lateral do material repostado, e também a mais precisa medição dos serviços realizados.

Evitar-se-á abertura em períodos chuvosos. No caso da impossibilidade de tal medida, buscar-se-á abrir sangrias laterais e/ ou drenos de construção em espinha-de-peixe.

Os materiais inadequados, após removidos, serão transportados e depositados em local fora da plataforma de terraplenagem, conforme indicados pela Fiscalização, à distância de não mais de 500m da sua origem.

Após aprovada pela Fiscalização, a cava será preenchida com os materiais indicados, em camadas de espessuras tais que permitam a compactação desejada e já obtida no maciço circundante.

Serão executados matérias britados 3ª categoria, brita graduada..

#### **8.1.5. Controle**

Serão realizados os controles geométricos e tecnológicos aplicáveis ao controle físico - corte ou aterro - dos locais trabalhados e descritos nas correspondentes Especificações "Gerais e/ou Particulares".

No caso de "borrachudos", em face das pequenas dimensões assumidas pelas cavas individuais, o controle poderá ser visual.

#### **8.1.6. Medição**

A medição efetuar-se-á desdobradamente, como segue:

- A remoção dos solos inadequados será medida em metros cúbicos diretamente na cava.
- A distância de transporte será medida conforme Especificação Geral DAER-ES-T 03/91.
- Os materiais a serem empregados na substituição previstos são brita graduada, medidos e classificados de acordo com a mesma DAER-ES-T 03/91 ou DAER-ES-T 04/91.

#### **8.1.7. Pagamento**

A escavação, carga, transporte e bota-fora dos solos removidos serão pagos por preço



unitário global, independente de categorias ou outras diferenciações.

O volume de escavação para reposição será pago de acordo com a medição efetuada, com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluindo todas as operações necessárias a sua execução.

O transporte, quando for utilizado material importado, será pago em separado.

## **8.2. Reforço de subleito - DAER – ES – P 02/91**

### **8.2.1. Definição**

Reforço do subleito é a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste, e que será executado sobre o subleito.

### **8.2.2. Materiais**

O material a ser empregado deverá ser proveniente de jazidas indicadas no projeto, possuindo características superiores as do subleito.

O ISC mínimo será aquele obtido a partir dos estudos da jazida, realizados nas três energias de compactação, correspondendo aos ensaios AASHTO T-99, Proctor Intermediário, e AASHTO T-180, devendo ser superior ao do subleito, e apresentar expansão máxima de 1%, referida na AASHTO T-99. Como as espessuras de reforço são mínimas, optou-se por fazê-lo em brita graduada, atendendo assim o ISP da retro análise do projeto.

### **8.2.3. Equipamento**

São indicados os seguintes tipos de equipamento para execução do reforço:

- a) Normalmente se utiliza Moto niveladora pesada, com escarificador, entretanto devido as pequenas dimensões, sugere-se sapos ou placas vibratórias;
- b) Carro tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores estáticos, vibratórios e pneumáticos;
- d) Grade de discos ou manualmente;
- e) Pulvi-misturador;
- f) Equipamento para escavação, carga e transporte de material.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.



#### **8.2.4. Execução**

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umidecimento ou secagem, compactação e acabamento do material importado na pista, obedecendo a espessura indicada no dimensionamento do pavimento, em camadas individuais de, no mínimo 0,10m , e no máximo 0,20m de espessura, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação a massa específica aparente seca máxima, obtida na energia do Proctor Intermediário.

#### **8.2.5. Controle**

##### **Controle tecnológico**

##### **Ensaio**

a) Um ensaio de compactação na energia do Proctor Intermediário, a intervalos máximos de 300m;

b) Uma determinação do teor de umidade a cada 100m, imediatamente antes da compactação;

c) Determinação de massa específica aparente "in situ", com espaçamento máximo de 100m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo à sequência LE, E, LD, E, LE e assim sucessivamente, a 0,60m do bordo;

e) Um ensaio de ISC com a energia de compactação do Proctor Intermediário, com espaçamento máximo de 500m de pista e no mínimo um ensaio a cada dois dias.

##### **Aceitação**

O reforço do subleito que não estiver de acordo com as condições aqui fixadas, deverá ser retrabalhado de modo a satisfazer as mesmas, sem qualquer indenização adicional do Empreiteiro.

##### **Controle geométrico**

Em virtude das pequenas dimensões dos reforços, a medida através de réguas é satisfatória para verificarmos as espessuras.

#### **8.2.6. Medição**

A medição é por m<sup>3</sup>.

#### **8.2.7. Pagamento**

O pagamento será feito de acordo com a medição referida no item anterior e com base no



preço unitário apresentado para este serviço, incluídas as operações de espalhamento, mistura, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O transporte do material será pago em separado.

### **8.3. Sub-base de material granular - Brita graduada DAER – EP – T 04/91**

#### **8.3.1. Definição**

As sub-bases granulares são camadas constituídas de solos, mistura de solos e materiais britados ou produtos totais da britagem.

Neste item sugerimos que a granulometria da sub base esteja na classe III, por se tratar de uma menor granulometria e portanto mais adequada para camadas esbeltas.

#### **8.3.2. Equipamentos**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos, para execução de sub-base:

- a) motoniveladora pesada com escarificador, no caso de maiores extensões ou equipamento que resulte nos mesmos resultados ;
- b) carro-tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores estáticos, vibratórios e pneumáticos;
- d) grade de discos ou equipamento que resulte nos mesmos resultados ;
- e) pulvi-misturador;
- f) distribuidor de agregados auto propelido, equipamento que resulte nos mesmos resultados;
- g) central de mistura.

Além destes, poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização

#### **8.3.3. Execução**

Compreende as operações de espalhamento, mistura, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, em quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

O material ou a mistura de materiais constituintes das sub-bases granulares, devem ser dispostos uniformemente sobre o leito da estrada, em camadas ou leiras, e espalhados de forma a evitar segregação. Em casos especiais, ou especificados no projeto, a mistura poderá ser feita



em usina.

Quando a espessura da sub-base for de 0,20m ou menos, o material que a constitui pode ser espalhado e compactado em uma única camada.

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 0,20m, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 0,20m. A espessura mínima de qualquer camada da sub-base será de 0,12m após a compactação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio do Proctor Intermediário, e o teor de umidade deverá estar enquadrado na faixa de umidade ótima do ensaio citado  $\pm 2\%$ . A critério do Laboratório, os limites de variação do teor de umidade poderão ser alterados em função da redução do ISC, reduzindo-se as variações permissíveis do teor de umidade.

#### **8.3.4. Controle**

##### **Controle tecnológico**

##### **Ensaio**

a) Um ensaio de compactação e ISC, com energia de compactação do Proctor Intermediário, nos locais onde houverão tais intervenções., a instrução de serviço recomenda a intervalos de 500 a 1000m, segundo a uniformidade do material e dos serviços executados, porém como estas execuções são pontuais, sugerimos que a cada intervenção seja executado um ensaio, assim como para:

- Uma determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação;
- Ensaio de caracterização (LL, LP, EA, GRANULOMETRIA), nos pontos de determinação da densidade "in situ";
- determinação da densidade "in situ", com o objetivo de obter o grau de compactação (GC).

Na hipótese da faixa granulométrica da sub-base coincidir com a faixa granulométrica da base, no caso faixa III, o GC da sub-base será idêntico ao exigido para a camada da base (100% AASHTO Modificado).

##### **Aceitação**

A sub-base que não estiver de acordo com o projeto e as condições aqui fixadas, deverá



ser retrabalhada ou removida de modo a satisfaze-las, sem qualquer indenização adicional ao Empreiteiro.

### **Controle geométrico**

Em virtude das pequenas dimensões dos reforços, a medida através de réguas é satisfatória para verificarmos a s espessuras baseados no limite das remoções. Esta deve respeitar a espessura final de  $\pm 2,0$  [cm], caso não atenda, deverá ser refeita.

#### **8.3.5. Medição**

A medição é por m<sup>3</sup>.

#### **8.3.6. Pagamento**

O pagamento será feito de acordo com a medição referida no item anterior e com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluídas as operações de espalhamento, mistura, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O transporte do material será pago em separado.

### **8.4. Basa de material granular - Brita graduada DAER – EP – T 08/91**

#### **8.4.1. Definição**

As bases granulares são camadas constituídas de mistura de solos e materiais britados, ou produtos totais de britagem.

As bases constituídas de mistura de solos e materiais britados, são comumente designadas de solo-brita, e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem, são designadas base de brita graduada.

As bases granulares são designadas como classes A, B e C.

A classe sugerida pode ser B ou C, com equivalente de areia de 30 a 40 [%] e ISP mínimo de 90 e 80 [%], respectivamente.

#### **8.4.2. Equipamentos**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos, para execução de sub-base:

a) motoniveladora pesada com escarificador, no caso de maiores extensões ou equipamento que resulte nos mesmos resultados ;

b) carro-tanque distribuidor de água;

c) rolos compactadores estáticos, vibratórios e pneumáticos;



- d) grade de discos ou equipamento que resulte nos mesmos resultados ;
- e) pulvi-misturador;
- f) distribuidor de agregados auto propelido, equipamento que resulte nos mesmos resultados;
- g) central de mistura.

Além destes, poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização

### **8.4.3. Execução**

#### **Dosagem**

Conforme faixa escolhida deve respeitar a instrução de serviços, respectivos grau de compactação, teor de umidade e demais descritos das especificações DAER.

#### **Espalhamento**

Deve haver um cuidado quanto a altura de aplicação da base a fim de evitar a separação dos diversos diâmetros do agregado.

#### **Compactação**

Assim com a sub-base, quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 0,20m, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 0,20m. A espessura mínima de qualquer camada da sub-base será de 0,12m após a compactação.

Não será permitida a colocação, sobre a superfície da base concluída, de uma camada de solo fino ou pó de pedra para proteger a mesma da ação do tráfego.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio do Proctor Intermediário, e o teor de umidade deverá estar enquadrado na faixa de umidade ótima do ensaio citado  $\pm 2\%$ . A critério do Laboratório, os limites de variação do teor de umidade poderão ser alterados em função da redução do ISC, reduzindo-se as variações permissíveis do teor de umidade.

### **8.4.4. Controle**

#### **Controle tecnológico**

#### **Ensaio**

a) Um ensaio de compactação e ISC, com energia de compactação do Proctor Intermediário, nos locais onde houverão tais intervenções., a instrução de serviço recomenda a



intervalos de 500 a 1000m, segundo a uniformidade do material e dos serviços executados, porém como estas execuções são pontuais, sugerimos que a cada intervenção seja executado um ensaio, assim como para:

- Uma determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação;
- Ensaio de caracterização (LL, LP, EA, GRANULOMETRIA), nos pontos de determinação da densidade "in situ";
- determinação da densidade "in situ", com o objetivo de obter o grau de compactação (GC).

Como a faixa granulométrica da sub-base coincidi com a faixa granulométrica da base, no caso faixa III, o GC da sub-base será idêntico ao exigido para a camada da base (100% AASHTO Modificado).

#### **Aceitação**

A base que não estiver de acordo com o projeto e as condições aqui fixadas, deverá ser retrabalhada ou removida de modo a satisfaze-las, sem qualquer indenização adicional ao Empreiteiro.

#### **Controle geométrico**

Em virtude das pequenas dimensões dos reforços, a medida através de réguas é satisfatória para verificarmos a s espessuras baseados no limite das remoções. Esta deve respeitar a espessura final de  $\pm 2,0$  [cm], caso não atenda, deverá ser refeita.

#### **8.4.5. Medição**

A medição é por m<sup>3</sup>.

#### **8.4.6. Pagamento**

O pagamento será feito de acordo com a medição referida no item anterior e com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluídas as operações de espalhamento, mistura, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O transporte do material será pago em separado.



## **8.5. Imprimação DAER – EP – T 12/91**

### **8.5.1. Definição**

Imprimação é uma pintura de material betuminoso aplicada sobre a superfície da base concluída antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

- a) aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado;
- b) promover condições de aderência entre a base e o revestimento;
- c) impermeabilizar a base.

### **8.5.2. Materiais**

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DAER.

O ligante asfáltico indicado, de um modo geral para a imprimação é o asfalto diluído tipo CM-30.

A taxa de aplicação é a taxa máxima que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

### **8.5.3. Equipamentos**

Para a varredura serão usadas vassouras mecânicas e manuais, ficando à critério da Fiscalização facultar o emprego de jato de ar comprimido;

O espalhamento do ligante asfáltico deverá ser feito por meio de carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capazes de realizar uma aplicação uniforme do material, sem atomização, nas taxas e limites de temperatura especificados.

Devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação, e principalmente o espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas, e caso da recuperação da TF-10.

O dispositivo de aquecimento do distribuidor deverá propiciar constante circulação e agitação do material de imprimação;

O depósito de ligante asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material asfáltico a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.



#### 8.5.4. Execução

a) após a liberação da camada a ser imprimada, procede-se à varredura da superfície para eliminação do pó e de todo material solto;

b) a área a ser imprimada deve se encontrar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder à imprimação da superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10°C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis;

c) deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos Saybolt-Furol para asfaltos diluídos.

Dependendo das condições climáticas, a Fiscalização determinará o período do dia em que deve ser realizada a imprimação;

d) para evitar a superposição na junção de duas aplicações, o distribuidor deve possuir dispositivos que permitam a interrupção imediata do fluxo de asfalto. Se necessário, para evitar gotejamento, deve ser colocada uma vasilha sob todos os bicos, no fim da aplicação. O trecho imprimado anteriormente será protegido com papéis espalhados sobre a superfície, em uma distância suficiente para que o distribuidor possa atingir a velocidade adequada, com os bicos da barra distribuidora funcionando em regime de pressão uniforme, quando alcançar a área a ser imprimada. Esses papéis, após a aplicação, serão removidos e destruídos;

e) o retoque dos pontos falhos ou omitidos durante a aplicação do material asfáltico deverá ser corrigido.

Toda a área imprimada que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de asfalto, de forma a completar a quantidade recomendada.

Toda a área imprimada que apresentar excesso de asfalto, deverá ser recoberta com ligeira camada de areia ou pedrisco em quantidade apenas suficiente para absorver tal excesso de ligante e evitar que este venha aderir às rodas dos veículos. O excesso de asfalto e o agregado empregado para absorver o mesmo não serão indenizados;

f) a condição essencial de execução é que o serviço seja executado de modo a obedecer à taxa de asfalto diluído aprovado por escrito pela Fiscalização e as demais prescrições desta Especificação;

g) deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito.

Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista, fazendo-se a imprimação da



faixa adjacente, assim que na primeira for permitida a sua abertura ao trânsito. O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo seu comportamento.

O tráfego sobre áreas imprimadas só deve ser permitido após decorridas, no mínimo, 24 horas de aplicação do material asfáltico e quando estiver convenientemente curado.

Deve-se evitar o emprego de pedrisco ou areia, com a finalidade de permitir o tráfego sobre a superfície imprimada, não curada.

Caberá ao Empreiteiro a responsabilidade de manter um eficiente dispositivo de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre áreas imprimadas, antes de completada a cura;

h) na eventualidade de ocorrer defeitos (panelas) na base imprimada, em áreas abertas ao tráfego, as correções serão procedidas usando material da própria base ou usinado de graduação densa.

#### **8.5.5. Controle**

##### **Controle de qualidade**

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DAER, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

O controle constará de:

- a) um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- b) um ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 ton. ;
- c) um ensaio de destilação, para cada 100 ton.

##### **Controle de temperatura**

A temperatura de aplicação deve ser a estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso, CM-30.

##### **Uniformidade de espalhamento**

Em virtude das pequenas áreas de intervenção, a verificação visual será adotada. A Fiscalização poderá solicitar que se faça as verificações pelo item da especificação de serviços DAER.

##### **Controle da qualidade**

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por este método, admite-se



seja feito por um dos modos seguintes:

a) coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;

b) utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação a quantidade de material consumido.

### **Aceitação**

De forma visual ou por outra orientação da Fiscalização, a aceitação do serviço executado está condicionada ao preenchimento das exigências desta Especificação e à uniformidade da superfície imprimada, que não deve apresentar falhas de aplicação ou manchas decorrentes do excesso de asfalto.

#### **8.5.6. Medição**

Conforme orçamento, será por m<sup>2</sup> aplicados

#### **8.5.7. Pagamento**

O pagamento dos serviços de imprimação será feito com base nos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior. Este preço incluirá todo o serviço, armazenamento, instalações e materiais necessários ao cumprimento desta Especificação, toda a mão-de-obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários à execução do serviço.

Não será efetuado nenhum pagamento pelos serviços e materiais rejeitados.

### **8.6. Pintura de ligação DAER – EP – T 13/91**

#### **8.6.1. Definição**

Consiste a pintura de ligação na aplicação de uma pintura de material betuminoso sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

#### **8.6.2. Material asfáltico**

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DAER. Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

- Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida, tipo RR-1C, RR-2C ou RM-1C, diluídos com água na proporção de 1:1;



• Na impossibilidade de obtenção destas Emulsões, e com o consentimento por escrito da Fiscalização, poderão ser usados asfaltos diluídos tipos CR-70 ou CR-250.

É importante calibrar a taxa de tal forma que a película de asfalto residual fique em torno dos 0,3mm (três décimos de milímetros).

### **8.6.3. Equipamento**

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço:

a) para a varredura da superfície a receber a pintura de ligação, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo ser manual esta operação. O jato de ar comprimido, se necessário, deverá ser usado;

b) a distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, e ainda de espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas;

c) o depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho;

d) na eventualidade de ocorrer defeitos (panelas) na base imprimada, em áreas abertas ao tráfego, as correções serão procedidas usando material da própria base ou usinado de graduação densa.

### **8.6.4. Execução**

a) após a perfeita conformação da camada que irá receber a pintura de ligação, procede-se à varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente;

b) aplica-se a seguir o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em dias de chuva, ou quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para



cada tipo, em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade, recomendadas para o espalhamento do material asfáltico são de 20 a 60 segundos Saybolt-Furol;

c) deve-se executar a pintura de ligação na pista interna, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em meia pista. Não será permitido o trânsito de veículos sobre a pintura;

d) a fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos iniciais e final das aplicações, deve-se colocar faixas de papel, transversalmente, na pista, de modo que o material betuminoso comece e cesse de sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir são retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser logo corrigida;

e) a etapa posterior do serviço somente será executada após a cura da pintura.

#### **8.6.5. Controle de qualidade**

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DAER e considerado de acordo com as Especificações em vigor.

Este controle constará de:

a) para emulsões asfálticas:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento novo que chegar à obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 ton.

b) para asfalto diluído:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento novo que chegar à obra;
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 ton.;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 ton.

#### **Controle de temperatura**

Respeitara o fabricante.

#### **Uniformidade de espalhamento**

Em virtude das pequenas áreas de intervenção, a verificação visual será adotada. A



Fiscalização poderá solicitar que se faça as verificações pelo item 5.3 e 5.4 da especificação DAER.

### **Controle da qualidade**

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por este método, admite-se seja feito por um dos modos seguintes:

a) coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;

b) utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação a quantidade de material consumido;

c) Ou conforme fiscalização

### **Aceitação**

De forma visual ou por outra orientação da Fiscalização, a aceitação do serviço executado está condicionada ao preenchimento das exigências desta Especificação e à uniformidade da superfície imprimada, que não deve apresentar falhas de aplicação ou manchas decorrentes do excesso de asfalto.

#### **8.6.6. Medição**

Conforme orçamento, será por m<sup>2</sup> aplicados

#### **8.6.7. Pagamento**

O pagamento dos serviços de imprimação será feito com base nos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior. Este preço incluirá todo o serviço, armazenamento, instalações e materiais necessários ao cumprimento desta Especificação, toda a mão-de-obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários à execução do serviço.

Não será efetuado nenhum pagamento pelos serviços e materiais rejeitados.

### **8.7. Concreto asfáltico - DAER – EP – T 16/91**

#### **8.7.1. Definição**

Concreto asfáltico é uma mistura flexível, resultante do processamento a quente, em uma usina apropriada, fixa ou móvel, de agregado mineral graduado, material de enchimento ("filler"



quando necessário) e cimento asfáltico, espalhada e comprimida a quente.

### **8.7.2. Materiais**

#### **Materiais asfálticos**

Os materiais asfálticos para a execução do concreto asfáltico, deverão satisfazer as exigências da Especificação DAER-ES-P 22-91.

#### **Agregados**

Os agregados para o concreto asfáltico serão constituídos de uma mistura de agregado graúdo, agregado miúdo e, quando necessário "filler". Os agregados graúdo e miúdo podem ser pedra britada, seixo rolado britado ou outro material indicado por projeto. O agregado graúdo é o material que fica retido na peneira nº 4 e o agregado miúdo é o material que passa na peneira nº 4. Esses agregados devem estar limpos e isentos de materiais decompostos, matéria orgânica e devem ser constituídos de fragmentos sãos e duráveis, isentos de substâncias deletérias.

A granulometria será determinada pelo método de Ensaio DAER nº 202, ou pelo método de Ensaio DAER nº 905, se houver uma diferença na massa específica de 0,2 ou mais, entre os agregados graúdo e miúdo, ou entre os componentes de quaisquer misturas dos diversos agregados.

A porcentagem de partículas tendo pelo menos duas faces britadas deve ser determinada pelo método de Ensaio DAER nº 205.

#### **Agregados graúdo**

O agregado graúdo consistirá de material do qual, no mínimo 90% em peso devem ser partículas tendo, pelo menos, duas faces britadas.

#### **Agregados miúdo**

O agregado miúdo pode ser areia, pó de pedra ou mistura de ambos. O mesmo consistirá de material contendo, no mínimo, 70% em peso de partículas com, pelo menos, duas faces britadas na fração que passa na peneira nº 4 e fica retida na nº 8.

### **8.7.3. Mistura**

A mistura da massa asfáltica deve ser apresentada a fiscalização para aprovação.

A mistura granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

- Peneira % passando em peso
- peneira nº 4 ou maiores •  $\pm 6\%$



- peneira nº 8 a nº 50 •  $\pm 4\%$
- peneira nº 100  $\pm 3\%$
- peneira nº 200 •  $\pm 2\%$

A quantidade que passa na peneira nº 200 deve ser determinada por lavagem do material, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 202.

A granulometria deve ser determinada por lavagem, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 202.

#### 8.7.4. Ensaios

A mistura de agregados deve igualmente estar de acordo com os Requisitos de Qualidade indicados na tabela abaixo:

Tabela 45 - ensaios

ENSAIOS	MÉTODO DE ENSAIO DAER Nº	REQUISITOS
Perda no Ensaio de Abrasão Los Angeles: (após 500 revoluções)	211	40% (máximo)
Perda no Ensaio de Sanidade	214	10% (máxima)
Equivalente de areia	217	50% (mínimo)
Índice de Lamelaridade	231	50% (máxima)

#### Filler

Quando a granulometria combinada dos agregados graúdo e miúdo for deficiente para satisfazer aos requisitos das Especificações, será adicionado "filler" na porcentagem indicada pelo projeto, sendo que, em nenhum caso, deve a quantidade de "filler" adicionado exceder a 3% em peso do agregado combinado.

O "filler" consistirá de calcáreo, cimento Portland ou outro material especificado no projeto.

A composição granulométrica do "filler" em peso deve satisfazer às limitações apresentadas na tabela abaixo.



Tabela 46 – “filler”

<b>PENEIRA</b>	<b>% QUE PASSA</b>
n° 30	100
n° 80	95-100
n° 200	75-100

A granulometria deve ser determinada por lavagem do material, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 202.

O "filler" peneirado a seco passante na peneira nº 200 deverá equivaler, no mínimo, a 50% da quantidade que passa na peneira, quando obtida por lavagem.

### **Mistura asfáltica**

A mistura asfáltica consistirá em uma mistura uniforme de agregados, "filler" (quando necessário) e cimento asfáltico, de maneira a satisfazer aos requisitos a seguir especificados:

- a) a mistura para concreto asfáltico deve ser projetada pelo Método Marshall, pelo Método do Estabilômetro ou outro método definido pelo projetista;
- b) as misturas para concreto asfáltico não devem apresentar variações na granulometria maiores do que as especificadas no projeto. O teor de cimento asfáltico, igualmente fornecido pelo projeto, poderá variar de até  $\pm 0,3$ ;
- c) quando ensaiada pelo Método Marshall, da Resistência ao Fluxo Plástico das Misturas Betuminosas (ASTM D-1559) ou pelo Estabilômetro, Método de Ensaio DAER nº 304.

### **8.7.5. Equipamentos**

Todo o equipamento antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço. São previstos os seguintes equipamentos:

- Usinas;
- Acabadoras, quando necessários;
- Rolos compactadores;
- Caminhões.

### **8.7.6. Deposição do cimento asfáltico**

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material às temperaturas necessárias, determinadas nesta Especificação. O aquecimento deverá ser feito



por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato com o interior do depósito. Deverá ser instalado um sistema de circulação para o cimento asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

#### **8.7.7. Usinas para misturas asfálticas**

O concreto asfáltico deve ser misturado em uma usina fixa, gravimétrica ou volumétrica. Os agregados podem ser dosados em peso ou em volume.

Cada usina deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregado, após o secador, e dispor de misturador de "pug-mill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme. Deve, ainda, o misturador possuir dispositivos de descarga, de fundo ajustável e dispositivo para o controle do ciclo completo da mistura.

Poderá também ser utilizada uma usina com tambor secador/ misturador de duas zonas (convecção e radiação) - "Drum-Mixer", provida de: coletor de pó, alimentador de "filler", sistema de descarga da mistura betuminosa por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo "Clam-shell" ou, alternativamente em silos de estocagem.

A usina deverá possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica dos mesmos e deverá ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deverá possuir ainda uma cabina de comandos e de quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas, especiais para essa aplicação. A operação de pesagem dos agregados e do ligante betuminoso deverá ser semi-automática, com leitura instantânea e acumulada dos mesmos, através de digitais em "display" de cristal líquido. Deverão existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de cimentos asfálticos e para seleção de velocidades dos alimentadores dos agregados frios.

Os agregados devem ser secados por meio de um tambor secador, o qual é regularmente alimentado por qualquer combinação de correias transportadoras ou elevadores de canecas. O secador deve ser provido de um instrumento para determinar a temperatura do agregado que sai do secador. O termômetro deve ter precisão de 5°C e deve ser instalado de tal maneira que a variação de 5°C na temperatura do agregado seja mostrada pelo termômetro dentro de um



minuto.

#### **8.7.8. Acabadora**

As vibro-acabadoras devem ser autopropelidas e possuírem um silo de carga, e roscas distribuidoras, para distribuir uniformemente a mistura em toda a largura de espalhamento da acabadora. Deverão possuir dispositivos que permitam a execução de bordas alinhadas sem a utilização de formas laterais fixas.

As vibroacabadoras devem possuir dispositivo eletrônico para controle de espalhamento, de forma que a camada distribuída tenha a espessura solta que assegure as condições geométricas de seção transversal, greide e espessura compactada de projeto.

A acabadora deverá ainda apresentar mesa ou lâmina vibratória para acabamento e compactação inicial da mistura.

Se durante a construção for verificado que o equipamento não propicia o acabamento desejado, deixando a superfície fissurada, segregada, irregular etc, e não for possível corrigir esses defeitos, esta acabadora deverá ser substituída por outra que produza um serviço satisfatório.

A vibroacabadora deve operar independentemente do veículo que está descarregando. Enquanto o caminhão está sendo descarregado, o mesmo deve ficar em contato permanente com a vibroacabadora, sem que sejam usados os freios para manter esse contato.

#### **8.7.9. Equipamento de compactação**

Todo o equipamento de compactação deve ser autopropulsor e reversível.

Os rolos "tandem" de aço com dois eixos devem pesar, no mínimo, 8 ton.

Os rolos usados para a rolagem inicial devem ser equipados com rodas com diâmetro de, no mínimo, 1,00m.

Os rolos pneumáticos devem ser do tipo oscilatório com uma largura não inferior a 1,90m e com as rodas pneumáticas de mesmo diâmetro, tendo uma banda de rodagem satisfatória. Rolos com rodas bamboleantes não serão permitidos. Os pneus devem ser montados de modo que as folgas entre os pneus adjacentes sejam cobertas pela banda de rodagem do pneu seguinte.

Os pneus devem ser calibrados para o peso de operação, de modo que transmitam uma pressão de contato "pneu-superfície" que produza a densidade mínima especificada.

Os rolos pneumáticos devem possuir dispositivos que permitam a variação simultânea de



pressão em todos os pneus. A diferença de pressão entre os diversos pneus não deverá ser superior a 5 libras por polegada quadrada.

Cada passagem do rolo deve cobrir a anterior adjacente, em pelo menos 0,30m.

O Empreiteiro deverá possuir um equipamento mínimo, constando de um rolo pneumático e um rolo "tandem" de dois eixos de 8ton. para cada vibroacabadora, com um operador para cada rolo, ou naquelas quantidades e tipos indicados nas especificações particulares do projeto.

#### **8.7.10. Caminhões para transporte do CBUQ.**

Os caminhões tipo basculantes para o transporte do concreto asfáltico, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas.

#### **8.7.11. Balança para pesagem de caminhões**

Para pesagem de caminhões com o concreto asfáltico, deverá o Empreiteiro instalar balanças com a precisão de 0,5% da carga máxima indicada e sua capacidade deve ser, pelo menos, 2000kg superior à carga total máxima a ser pesada. As balanças deverão ser aferidas sempre que a Fiscalização julgar conveniente. Os dispositivos de registro e controle da balança devem ser localizados em local abrigado e protegido contra agentes atmosféricos e climáticos.

#### **8.7.12. Execução**

##### **8.7.12.1 Preparo da superfície**

###### **Imprimação**

A superfície da base que receberá a camada de concreto asfáltico deverá estar imprimada de acordo com a Especificação DAER ES-P 12/91.

###### **Pintura de ligação**

Nos casos em que a mistura asfáltica não aderir à camada asfáltica existente, deverá ser aplicada uma pintura de ligação de acordo com a Especificação DAER-ES-P 13/91.

##### **8.7.12.2 Operação na usina**

###### **Estocagem**

O local onde estiver instalada a usina deve dispor de espaço suficiente para a estocagem dos agregados em montes ou depósitos separados de cada tipo de agregado. Os diferentes tipos devem ser mantidos separados e assim transportados ao sistema de alimentação fria.

O pátio de armazenamento dos agregados deve ser mantido limpo e em ordem, e os diversos depósitos devem permitir acesso fácil à coleta de amostras para ensaios.



Antes da alimentação dos silos frios, os materiais deverão ser separados e estocados como se explica a seguir.

Os agregados cujas faixas estão especificadas no item 2.2 devem ser separados em duas frações e depositados separadamente. Destas frações, uma deverá ter, no mínimo, 80% das partículas passando na peneira nº 4 e a outra deverá ter, no mínimo, 80% das partículas retidas na peneira nº 4.

Se o agregado for separado em três frações, o terceiro estoque em adição aos anteriormente citados deve conter materiais dos quais, no mínimo 80% fiquem retidos na peneira nº 8 ou, no mínimo, 80% passem na peneira nº 8.

O Empreiteiro deverá ainda providenciar em um estoque separado de material fino natural (areia), de granulometria conforme a determinada em projeto.

Quando for usado "filler", este deverá ser colocado em depósito separado, de conveniente capacidade e protegido contra a umidade.

Ao colocar os materiais em montes de estocagem, ou levá-los destes depósitos para o sistema de alimentação fria, qualquer processo que produza a segregação, contaminação ou degradação do agregado ou da mistura dos agregados deve ser abandonado; o material segregado, contaminado ou degradado cabe ser repeneirado ou eliminado.

### **Secagem**

A secagem deve perdurar por um tempo suficiente e a uma temperatura suficientemente alta para reduzir o teor de umidade médio, de modo que na conclusão das operações de mistura e também por ocasião do espalhamento da mistura, o teor de umidade na mistura não exceda a 1%, de acordo com o determinado pelo método de Ensaio DAER nº 311.

### **Proporcionalidade**

Os agregados serão basicamente proporcionados na unidade de alimentação fria, de maneira a satisfazer às exigências granulométricas do projeto e manter o proporcionamento de agregados naturais e britados dentro das porcentagens indicadas pelo projeto.

Após o proporcionamento e secagem dos agregados, estes serão separados em frações na unidade de controle da granulometria (silos quentes), no caso das usinas convencionais.

A mistura dos agregados deve ser separada em três ou mais porções, que serão depositadas em silos separados.

Se o agregado for separado em três frações uma será constituída pelas partículas compreendidas entre o diâmetro máximo especificado e a peneira 3/8". A segunda fração será



composta pelas partículas compreendidas entre as peneiras 3/8" e nº 8. Finalmente, a terceira fração será constituída pelas partículas que passam na peneira nº 8.

Esta fração deverá conter menos que 15% de partículas retidas na peneira nº 8. As demais frações deverão conter menos que 15% de partículas que passam na peneira nº 8. O não cumprimento destas exigências deverá ser corrigido imediatamente, e o material que não satisfazer a estas condições deverá ser repeneirado ou eliminado.

No caso de usinas "drum-mixer", será necessário assegurar-se a uniformidade dos agregados incorporados nos silos frios e a correspondente verificação pelo controle tecnológico, para que as ajustagens normais ao processamento sejam executadas oportunamente.

Quando o projeto indicar o uso de "filler", este será introduzido no misturador separadamente e deve estar completamente seco.

No caso de usina gravimétrica, a quantidade especificada de "filler" deverá ser introduzida diretamente no misturador, o mais perto possível da sua parte central.

A quantidade de "filler" será determinada por pesagem ou por algum método que propicie uma alimentação uniforme, com variação máxima de 10% da quantidade especificada.

No caso da usina volumétrica, o sistema de alimentação do "filler" consistirá de um pequeno silo auxiliar, sem-fim e elevador, que permita descarregar, de maneira uniforme, contínua e constante, a quantidade indicada pelo projeto.

A descarga do "filler" dar-se-á imediatamente antes do misturador.

O pequeno silo auxiliar deverá possuir dispositivo regulável que permita controlar o fluxo do "filler".

Este sistema deve estar sincronizado aos dispositivos controladores do fluxo do agregado e do cimento asfáltico.

As proporções exatas de agregados e a quantidade de cimento asfáltico serão ajustadas de forma que a mistura asfáltica resultante esteja dentro das exigências do projeto do concreto asfáltico.

Quando o agregado for separado em mais do que duas frações a quantidade de agregado em qualquer silo deve ser menor do que 20% da quantidade total do agregado nos silos.

Os tamanhos de peneiras para separar o agregado da unidade de controle granulométrico devem ser selecionados pelo operador.



Nenhum silo deve conter mais do que 10% do material que fica retido na peneira, nem mais do que 10% do material que passa na peneira menor.

### **Mistura**

O concreto asfáltico deve ser misturado em uma usina fixa, gravimétrica ou volumétrica, convencional ou ainda do tipo "drum-mixer". Os agregados podem ser dosados em peso ou volume.

A uniformidade de distribuição do asfalto na massa será determinada pelo ensaio de extração, de acordo com o Método de Ensaio DAER nº 309, devendo a variação do teor de asfalto ficar dentro das tolerâncias especificadas no item 2.4.b.

Esta exigência se aplica às amostras colhidas em diversos pontos do misturador de uma usina gravimétrica, em uma porção simples ou em sucessivas porções.

A mesma também se aplica às amostras coletadas em diferentes pontos de descarga de uma usina volumétrica, ou ao material coletado de qualquer local, por indicação da Fiscalização.

O peso de uma porção no misturador de uma usina gravimétrica ou a velocidade de alimentação no misturador de uma usina volumétrica devem ser tais que permitam uma mistura completa e homogênea de todo o material. Se houver regiões no misturador em que o material não se move, ou não é suficientemente agitado, durante a operação de mistura, estas regiões devem ser eliminadas, reduzindo o volume do material ou por meio de outros ajustes.

As usinas deverão possuir coletor de pó com dispositivos que permitam coletar e devolver uniformemente ao misturador, todo ou parte do material coletado, conforme determinação da Fiscalização.

Ao ser adicionado ao agregado, o cimento asfáltico deve estar na faixa de temperatura de 135°C a 180°C. Entretanto, a temperatura de mistura do cimento asfáltico deverá ser determinada em função da relação "Temperatura-Viscosidade". A faixa de temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada entre 75 e 150 segundos Saybolt-Furol, sendo que a temperatura ótima corresponde à viscosidade  $85 \pm 10$  segundos Saybolt-Furol.

Por ocasião da adição do cimento asfáltico ao agregado, a temperatura do agregado não deve ser inferior a 120°C, nem superior a 175°C. Os agregados no momento da mistura devem estar 10°C acima da temperatura do cimento asfáltico, porém igual ou inferior a 175°C.

Os depósitos de cimento asfáltico deverão permitir a determinação do volume existente, em qualquer ocasião, com a precisão de 350 litros.



Cumpra providenciar em uma saída adequada, para a tomada de amostras nos condutos de alimentação de cimento asfáltico que ligam os tanques de estocagem ao misturador da usina. Esta saída deve consistir de uma válvula de 1/2" ou 3/4" que permita coletar lentamente uma amostra de um litro, a qualquer momento, durante o funcionamento da usina.

A extremidade de descarga do tubo de circulação do cimento asfáltico deve ser mantida abaixo do nível do cimento asfáltico no tanque de estocagem, para evitar a descarga deste junto com ar.

Deverá ser colocado no sistema de circulação do cimento asfáltico, imediatamente antes do mesmo entrar em contato com o agregado, um dispositivo indicador de temperatura para leituras até 260°C e precisão de 5°C.

Todos os recipientes usados para medida de agregado, "filler" e cimento asfáltico, bem como as balanças, devem ser isoladas contra o movimento da usina de modo que, durante qualquer operação do equipamento, o erro na pesagem, com toda a usina trabalhando, não exceda a 3% para qualquer medida total, nem exceda a 2% para qualquer medida parcial. O Empreiteiro deve fornecer balança e um tanque de 200 litros para uso na verificação dos instrumentos de medida. O misturador deve ser equipado com um medidor de tempo que indicará, por um sinal visual ou auditivo, o término da mistura, no caso de usinas intermitentes.

O instrumento deve medir o tempo de mistura com precisão de 2 segundos.

O tempo total de mistura é definido pelo intervalo que inicia quando todos os agregados estão no misturador e termina com a abertura do portão de descarga do misturador.

A operação deve continuar até que se produza uma mistura homogênea de agregados de aparência constante.

Os agregados da mistura devem ficar completamente envolvidos e uniformemente distribuídos na mistura. Em geral, o tempo de mistura não deve ser superior a 30 segundos, podendo ser reduzido quando, na opinião da Fiscalização, as partículas de agregado estejam uniformemente distribuídas na mistura, além de completa e uniformemente revestidas com o cimento asfáltico.

O tempo de mistura normalmente será determinado por meio do Ensaio de Contagem de Ross (ATM D-2489), adotando-se o valor de 95% para as misturas tipo A, B e 90% para as misturas do tipo C e D.

### **8.7.13. Transporte da mistura**

Os caminhões tipo basculantes para transporte do concreto asfáltico deverão ter



caçambas metálicas, robustas, lisas e limpas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo parafínico ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas.

Quando as condições climáticas, associadas a distância de transporte o exigirem ou quando determinado pela Fiscalização, todas as cargas de mistura deverão ser cobertas por lona de tamanho suficiente para abrigar toda a carroceria.

Todo caminhão que produza uma excessiva segregação de material, devido à sua sustentação ou deficiência mecânica, ou que apresentar vazamento de óleo em quantidade prejudicial, ou ainda os que causem seguidamente atrasos por anomalias mecânicas, deverão ser retirados do trabalho até que tenham sido sanados os respectivos defeitos.

#### **8.7.14. Espalhamento e compactação**

As misturas asfálticas deverão ser colocadas na estrada somente quando a base a receber a mistura se encontrar seca e o tempo não se apresentar chuvoso ou com neblina.

A rolagem inicial deve ser realizada quando a temperatura da mistura for tal que somada à temperatura do ar esteja entre 150°C e 190°C. Se a temperatura de qualquer mistura asfáltica que deixar a usina cair mais do que 12°C, entre o tempo de carregamento na estrada, deve -se usar lonas para cobrir as cargas.

As misturas devem ser colocadas na estrada quando a temperatura atmosférica estiver acima de 10°C.

As juntas longitudinais do eixo, na execução de mais de uma camada, não deverão ser coincidentes; deverá haver um afastamento lateral de 0,15m entre junta de camadas sucessivas, sendo que na camada final deverá ser coincidente com o eixo do projeto.

As juntas transversais não devem ser coincidentes no caso de camadas sobrepostas.

A Fiscalização pode permitir outros esquemas de posicionamento das juntas, se considerar que tal permissão não afetará adversamente a qualidade da pista concluída.

As bordas do revestimento concluído devem ser recortadas vertical e uniformemente às linhas requeridas para a execução dos acostamentos.

Em locais onde o concreto asfáltico deve ser colocado sobre áreas inacessíveis aos equipamentos de espalhamento e compactação, deverá ser espalhado por qualquer meio que permita obter os resultados especificados, devendo ser completa e perfeitamente compactado no alinhamento, greide e seção transversal por meio de soquetes pneumáticos ou por outros métodos que produzam o grau de compactação especificado. Nenhum trabalho poderá realizar-se sem que os alinhamentos apresentem condições de permitir uma distribuição contínua e



uniforme da mistura asfáltica.

Os veículos transportadores deverão, em qualquer ocasião, ter condições de transportar imediatamente toda a produção da usina.

A capacidade nominal das usinas instaladas; funcionando na obra, não poderá ser inferior a 70% da capacidade nominal da vibroacabadora.

Os trabalhos complementares manuais e a compactação deverão ter condições de permitir o avanço das obras na velocidade em que a mistura for espalhada.

#### **8.7.15. Espalhamento**

Estando as condições climáticas, a superfície, a mistura e o equipamento de acordo com os requisitos desta Especificação, o concreto asfáltico deve ser espalhado de maneira a obter-se a espessura total indicada pelo projeto, por meio de uma vibroacabadora.

A acabadora deverá se deslocar a uma velocidade dentro da gama indicada pelo fabricante, de forma tal que permita o espalhamento da mistura contínua e uniformemente, reduzindo ao mínimo o número e o tempo das paradas.

Quando a capacidade das usinas permitir, poder-se-á trabalhar com acabadoras escalonadas construindo a camada em toda a largura e evitando juntas longitudinais. No caso de ser distribuída em meia-largura, depois de compactada a primeira faixa, passar-se-á a segunda, executando-se o espalhamento, compactação e acabamento da mesma forma como especificado para a primeira.

Quando, por imposição do projeto, a mistura asfáltica for espalhada em duas camadas, o procedimento antes indicado para as diferentes faixas se aplicará às camadas executadas separadamente.

Quando forem previstas duas camadas, a segunda, sempre que possível, será executada logo que a primeira tenha sido compactada e esfriada.

A quantidade de material nas roscas distribuidoras deve ter altura uniforme.

O trabalho manual, atrás da acabadora, deverá ser reduzido ao mínimo.

As juntas longitudinais e transversais devem ter superfície acabada no mesmo plano que as áreas adjacentes, não apresentando ressaltos ou depressões.

A borda da camada compactada anteriormente deve ser previamente pintada com asfalto líquido antes da colocação da camada adjacente. Esta pintura deve ser leve e não atingir a superfície compactada, para evitar posterior exudação do asfalto na junta.



### **8.7.16. Compactação**

De maneira geral, a compactação constituir-se-á de três etapas: rolagem inicial, rolagem intermediária e rolagem final.

Logo após o espalhamento da mistura, a superfície deve ser verificada. Todas as irregularidades devem ser corrigidas e a compactação iniciada imediatamente. O concreto asfáltico será espalhado e compactado em camadas cuja espessura mínima. A espessura máxima, devido as condições de densidade e acabamento, será especificada para cada caso em particular.

A fim de obter um bom desempenho da superfície em todas as etapas de rolagem, deverão ser evitadas paradas bruscas, mudanças de direção sobre a massa quente e paradas na mesma linha transversal. Quando qualquer ocorrência destas for verificada, a área abrangida deverá ser corrigida imediatamente por processos manuais e recompactada.

#### **a) Rolagem Inicial**

Será executada com rolos tandem, e consistirá somente de uma cobertura, realizada imediatamente atrás da acabadora. Esta operação não deverá produzir afundamento, trincas ou deslocamentos prejudiciais à camada. A rolagem se processará da borda mais baixa para a parte mais elevada. Em nenhuma ocasião o centro deve ser rolado em primeiro lugar.

A roda-motriz do rolo deve ser a dianteira, considerando o sentido de espalhamento, de modo que a mesma compacte a mistura imediatamente atrás da acabadora.

#### **b) Rolagem Intermediária**

Será executada com o rolo de pneus indicado nesta Especificação. Este rolo iniciará a compactação logo que a rolagem inicial esteja concluída.

Após cada cobertura, a pressão dos pneus deve ser aumentada de modo a ser atingida, o mais rápido possível, a pressão de contato pneu-superfície, que permita obter com um menor número de passadas a densidade especificada, ficando limitado a um mínimo de três coberturas com essa pressão.

A pressão final dos pneus deve ser a máxima que a mistura puder suportar sem deformações, trincas ou deslocamentos.

A rolagem intermediária deverá ficar concluída antes que a temperatura caia a 65°C.

#### **c) Rolagem Final**

Será executada com um rolo tandem de dois eixos, com peso de 8ton. e somente na



última camada. É uma rolagem de acabamento, com a finalidade de corrigir irregularidades.

Esta rolagem continuará até que a superfície esteja completamente lisa e desempenada.

#### **8.7.17. Acabamento e abertura do tráfego**

Após concluída a compactação, a superfície do revestimento deve ser lisa, desempenada e isenta de trilhas, ondulações, depressões e irregularidades e satisfazer, dentro do especificado - Controle - às exigências de espessura, greide e seção transversal.

Todas as misturas que apresentem rupturas, desagregações, impurezas ou, ainda, acusarem outros defeitos, deverão ser removidas e substituídas por nova mistura de acordo com o projeto e esta Especificação, a qual será imediatamente compactada, de modo a se obterem condições idênticas às das superfícies circundantes.

Toda a área que apresentar excesso ou falta de asfalto será removida e substituída por material novo, procedendo-se da mesma forma exposta acima.

Todos os pontos e juntas elevadas, depressões, saliência, etc, deverão ser corrigidos.

Todos os locais que não preencherem os requisitos desta Especificação devem ser corrigidos antes da colocação da camada seguinte.

As verificações do acabamento devem ser feitas imediatamente após a rolagem inicial. Concluída a rolagem final, o acabamento da superfície deverá ser novamente verificado, procedendo-se a correção dos defeitos conforme especificado.

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito até seu completo resfriamento.

#### **8.7.18. Controle**

##### **8.7.18.1 – Controle tecnológico**

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DAER e satisfazer as Especificações em vigor.

O grau de compactação da camada executada deverá ser no mínimo 97%, tomando-se como referência a densidade dos corpos de prova moldados pelo processo Marshall.

##### **8.7.18.2 – Controle da qualidade do material betuminoso**

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

- Cimento asfáltico:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;



- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 ton.;
- 1 índice de Pfeiffer, para cada 500 ton.;
- 1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra.

#### **8.7.18.3. Controle – qualidade dos agregados**

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- 2 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por dia;
- 1 ensaio de sanidade e Abrasão Los Angeles quando houver variação da natureza do material;
- 1 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por dia;
- 1 ensaio de granulometria do material de enchimento (filler), por dia.
- 1 ensaio de lamelaridade para cada 900m<sup>3</sup>;

#### **8.7.18.4. Controle do ligante na mistura**

Devem ser efetuadas duas extrações de betume, de amostras coletadas na pista, depois da passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, •  $\pm 0,3$  da fixada no projeto.

#### **8.7.18.5. Controle da graduação da mistura dos agregados**

Será procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto.

#### **8.7.18.6. Controle de temperatura**

Serão efetuadas, no mínimo, quatro medidas de temperatura, por dia, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- a) do agregado, no silo quente da usina;
- b) do ligante, na usina;
- c) da mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- d) da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista.

Em cada caminhão, antes da descarga, será feita, pelo menos uma leitura da temperatura.



As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

#### **8.7.18.7. Controle das características Marshall da mistura**

Dois ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer as Especificações do projeto.

As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

#### **8.7.18.8. Controle geométrico**

Deve ser verificada as espessuras de projeto topograficamente ou de acordo com a fiscalização ou item 5.2.1 desta especificação DAER.

#### **8.7.19. Medição**

O concreto asfáltico será medido em metros cúbicos compactados e segundo a seção transversal do projeto executada.

#### **8.7.20. Pagamento**

A mistura betuminosa será paga de acordo com a medição referida no item anterior e de acordo com o preço unitário contratual.

Este preço inclui, salvo especificação em contrário, todos os agregados naturais e artificiais, inclusive o preparo da mistura, transporte, espalhamento e a compressão da mistura, toda a mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais relativos a este serviço, assim como todo transporte de agregados e do material betuminoso dos tanques de estocagem à pista.

### **8.8. Sinalização**

#### **8.8.1. Generalidades**

Os serviços de Sinalização Horizontal e Vertical deverão ser executados de acordo com o Manual de Sinalização do DAER , as Resoluções Atinentes 599/82 e 666/86 do CONTRAN, e as Especificações contidas no projeto de execução.

#### **8.8.2. Materiais**

##### **8.8.2.1. Tintas**

A tinta para a Sinalização Horizontal deverá ser do tipo plástico a frio retro-refletiva à base de resinas acrílicas ou vinílicas, aplicadas por "spray" por meio de máquinas apropriadas, com



observância dos seguintes requisitos abaixo:

- as cores branco-neve e amarelo-âmbar devem se manter inalteradas durante todo o período de garantia do serviço, conforme Cartela Munsell (Branca N 9 ,5 e Amarela 10YR 7/14);
- a espessura mínima da película úmida deverá ser de 0 ,6mm;
- cada litro de tinta deverá permitir a adição, por simples mistura no reservatório da máquina de demarcação, de 200 a 250g de microesferas de vidro do tipo "Premix", no decorrer da sinalização. A quantidade ideal de microesferas "Premix" a ser adicionada deverá ser informada previamente pelo fabricante da tinta;
- para cada m<sup>2</sup> de tinta retro-refletiva aplicada deverão ser lançadas simultaneamente por aspersão através de meios mecânicos adequados, 100 a 150g/m<sup>2</sup> de microesferas de vidro do tipo "drop-on";
- a tinta deverá satisfazer as seguintes exigências de Especificações:
  - Resistência à Abrasão ..... 80 l de óxido de alumínio (Método de Ensaio CB 16:06.02-010);
  - Tempo de secagem "pick-up time", máximo .....20 min. (Método de Ensaio CB 16:06.02-009);
  - Viscosidade a 25°C sem microesferas "Premix" .....75 -90KU (Método de Ensaio CB 16:06.02-003);
  - Pigmento branco (TiO 2 ) ..... 25% no pigmento (Método de Ensaio CB 16:06.02-006);
  - Pigmento amarelo (Pb CR0 4 ) ..... ..22% no pigmento (Método de Ensaio CB 16:06.02-007);
  - Veículo não volátil .....33% em massa (Método de Ensaio CB 16:06.02-008);
  - Pigmento em massa .....40% (Método de Ensaio NBR 5829);
  - Flexibilidade .....satisfatória (Método de Ensaio CB 16:06.02-012);
  - Resistência a água.....satisfatória (Método



de Ensaio CB 16:06.02-014);

– Sangria no asfalto .....ausência (Método de Ensaio CB 16:06.02-013);

– Resistência à estocagem .....5 UK (Método de Ensaio NBR 5830);

• As microesferas de vidro deverão ser limpas, incolores, satisfazendo as seguintes exigências de Especificação:

– Teor de sílica .....65%

– Índice de deflexão, mínimo .....1,50

– Imperfeições, máximo .....30% (Ensaio ASTM D.1115);

– Resistência à solução de cloreto de cálcio .....satisfatória (Método de Ensaio DNER ME-11/78);

– Massa específica .....2,30g/cm<sup>3</sup> a 2,60g/cm<sup>3</sup> (Método de Ensaio DNER ME-13/76);

– Resistência ao ácido clorídrico .....satisfatória (Método de Ensaio DNER ME-14/78);

– Resistência à umidade .....satisfatória (Método de Ensaio DNER ME-15/78);

– Resistência à solução de sulfato de sódio .....satisfatória (Método de Ensaio DNER ME-22/78);

– Resistência à água .....satisfatória (Método de Ensaio DNER ME-23/78).

### 8.8.2.2.Placas

A chapa a ser utilizada para as placas deverá ser a preta, fina a frio ou a zincada na espessura de 1,55mm, nº 16, tratada com Primer e pintada com esmalte sintético nas cores padrão.

A refletorização dos sinais será feita com película refletiva preferencialmente de alta intensidade.



### **8.8.2.3. Postes de fixação**

Os postes de sustentação de madeira pintados com tinta em duas demão na cor branca e detalhes conforme projeto.

Para a fixação dos sinais aos postes, serão empregados parafusos do tipo francês, zincados, com reforços em travessas de madeira, conforme indicações constantes do Projeto de Execução.

### **8.8.2.4. Tachas e tachões**

As tachas e tachões refletivos serão do tipo mono e bidirecional, contendo na parte inferior um dispositivo para que sejam chumbadas no pavimento, além da colagem da superfície inferior, sobre a superfície do pavimento. A cola deverá atender às Especificações indicadas pelo fabricante.

### **8.8.3. Execução**

A aplicação da tinta e das microesferas ("drop-on"), será feita por meios mecânicos adequados precedida de uma rigorosa inspeção das superfícies a serem sinalizadas.

Nenhum trabalho de demarcação será executado sobre superfícies que não estejam limpas, secas, livres de óleos e a uma temperatura inferior a 5°C e superior a 60°C.

Uma vez aplicado o material, as faixas deverão apresentar condições de tráfego em tempo não superior a 20 minutos.

A tinta deve ser aplicada com máquina automotriz, provida de pistola e misturador automático no tanque. Cuidados especiais devem ser tomados na regulagem da pressão e altura da pistola, para que se obtenha a largura da faixa padronizada. Nas pinturas diversas (outras demarcações), a tinta deve ser aplicada com pistola manual.

O composto deve estar bem homogeneizado e diluído na proporção específica no momento da aplicação.

A diluição deve ser efetuada no momento da aplicação, com os solventes específicos recomendados pelo fabricante da tinta.

O material aplicado após secagem total deverá apresentar plasticidade de forma que não surjam fissuras, gretas ou descascamentos durante o período de garantia exigido.

O material deverá ser suscetível ao rejuvenescimento ou restauração, ou seja: findo o prazo de garantia, poderá ser restaurada mediante a aplicação de nova camada, devendo haver integração entre as duas camadas, formando com o pavimento um todo homogêneo.



Todos os materiais a serem utilizados (tinta e microesferas), deverão ser depositados em local a ser determinado pela Fiscalização, antes do início dos serviços.

A tinta a ser utilizada deverá ser previamente ensaiada e aprovada pela Fiscalização.

O posicionamento das placas deverá obedecer às indicações do Projeto de Execução. O material de enchimento das covas para a implantação dos postes deverá ser bem apilado, em camadas de 0,10m, para garantir uma boa fixação.

O balizador será implantado no terreno a uma profundidade de 0,40m. A distância horizontal dos balizadores ao bordo da pista poderá variar de 0,60m a 3,50m, sendo o mais aconselhável, em qualquer situação, colocá-los a 0,60m do acostamento ou da guia (meio-fio), quando houver. O espaçamento entre balizadores nas interseções está definido no Projeto das mesmas e nos demais casos, seguir indicação apresentada no esquema de implantação tipo.

As tachas e tachões serão fixados no pavimento conforme espaçamento indicado na planta-tipo constante no Projeto de Execução. Deverão ser empregadas tachas e tachões do tipo que apresentam alta refletividade mesmo em condições de tempo chuvoso ou neblina.

A área refletiva de cada tacha ou tachão deverá ter como elementos refletivos, peças individuais de vidro polido e espelhado.

#### **8.8.4. Medição**

Os serviços de pintura de faixas contínuas tracejadas, bem como pinturas localizadas (setas e outras indicações de ordem geral), serão medidos através da determinação da área efetivamente pintada, expressa em metros quadrados, qualquer que seja o tipo, cor e posição.

A sinalização vertical será medida segundo o número de unidades completas e instaladas, classificadas de acordo com o tipo e dimensões.

A medição dos balizadores, tachas e tachões refletivos, será feita pela determinação do número de unidades implantadas.

#### **8.8.5. Pagamento**

O pagamento dos serviços de sinalização será feito com base no preço unitário proposto para cada item dos serviços e incluirá a aquisição de tintas, microesferas, guias, cordões de alinhamento, serviços de pré-marcação, materiais, mão-de-obra, encargos, ferramentas, equipamentos, confecção das unidades, transportes em geral, implantação das unidades nos devidos locais e eventuais necessários à execução dos serviços.



## **8.9. REMOÇÃO DE PAVIMENTO**

### **8.9.1. Generalidades**

Esta Especificação se aplica aos serviços de remoção de camadas de pavimentos asfálticos, granulares ou poliédricos, carga, transporte, bota-fora ou depósito de materiais removidos.

### **8.9.2. Equipamentos**

Serão utilizados tratores de esteiras de porte médio, motoniveladora, pá-carregadeira, caminhão basculante, caminhão com carroceria fixa e ferramentas manuais e serra diamantada.

### **8.9.3. Execução**

A remoção de pavimentos asfálticos ou granulares será feita mediante a escarificação da camada com equipamento adequado, frezagem.

O material escarificado será amontoado em forma de leira, e carregado com pá-carregadeira, em caminhões basculantes.

O material escavado será colocado fora ou depositado para uso posterior, em local e na forma indicados pela Fiscalização.

A remoção de pavimento poliédrico será feita manualmente, utilizando-se alavancas manuais para descalçar as peças.

A carga será feita de forma manual ou mecânica, com o auxílio de pá-carregadeira, a critério da Fiscalização.

As peças serão depositadas adequadamente em local e na forma indicados pela Fiscalização.

### **8.9.4. Medição**

O serviço de remoção de pavimento asfáltico, granular ou poliédrico, será medido em metro cúbico, resultante do produto da área de remoção efetivamente executada pela espessura da camada removida obtida por medição direta no campo.

### **8.9.5. Pagamento**

O pagamento será feito pelo preço unitário proposto, o qual indeniza a remoção, carga, transporte e descarga ou depósito do material escavado, inclusive ferramentas, mão-de-obra e outros encargos e custos eventuais.



## **8.10. ESCAVAÇÃO MANUAL**

### **8.10.1 Generalidades**

A escavação manual deverá ser executada com emprego de mão-de-obra e ferramentas apropriadas, sendo o material escavado colocado ao lado das cavas abertas para posterior

reaproveitamento ou bota-fora.

### **8.10.2. Medição**

A escavação manual em solo será medida na cava, por metro cúbico e classificada de acordo com a Especificação DAER-ES-T 03/91.

### **8.10.3. Pagamento**

O volume escavado será pago de acordo com a classificação, ao preço unitário proposto, incluindo-se as ferramentas, mão-de-obra e encargos, bem como quaisquer eventuais necessários à perfeita execução do serviço.

## **9. ORÇAMENTO E CRONOGRAMA (tabela SINAPI de JAN/2020)**