

**COTA NIVEL ZERO PARA ENCHENTE: 167,23 metros**



SERVIÇO:  
**CONFERENCIA DE PONTOS**

**PONTE SOBRE O RIO MACUCO**  
Trecho: Mondai - Itapiranga

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
  
**VALDEMIR LAND**  
TÉCNICO EM AGRIMENSURA  
CFT-BR nº 0001668293-9 -- Código INCRA - FDM

Desenhista:  
**GILIERME HEUSNER**

ESCALA:  
**1:3.000**

DATA:  
**26 de Abril de 2024**

### 6.10 Documentos de referência

- Agência Nacional de Águas. (s.d.). ANA. Acesso em Novembro de 2012, disponível em Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIHR: <http://www.ana.gov.br/portalsnirh>
- ANEEL. (2000). Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. Brasília, DF, Brasil.
- CARVALHO, N. d. (2008). *Hidrossedimentologia Prática* (2ª Edição - Revisada e Ampliada ed.). Rio de Janeiro: Interciência.
- COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. (2008). *Parecer técnico sobre a viabilidade ambiental do empreendimento Usina Hidrelétrica UHE Tijuco Alto - Processo nº 02001.1172-2004-58*. Brasília. Eletrobrás - DNAEE. (1997). *Instruções para estudos de viabilidade*. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS. (1987). *Guia Para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores*. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS. (1992). *Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros*. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS. (2000). *Diretrizes Para Estudos e Projetos Básicos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*. Rio de Janeiro.
- ELETROBRÁS, C. E. (2003). *Crítérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas*. Rio de Janeiro.
- IAPAR. (s.d.). *Instituto Agrônomo do Paraná*. Acesso em Setembro de 2011, disponível em [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Cerro\\_Azul.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Cerro_Azul.htm).
- LEAG - Laboratório de Engenharia Agrícola. (2013). *Agrometeorologia*. UENF-Universidade Estadual do Norte Fluminense, CCTA – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campo dos Goytacazes RJ: UENF-Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Mendonça, F., & Danni-Oliveira, I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos.
- MENDONÇA, Francisco & DANNI-OLIVEIRA, Inês M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: oficina de Textos.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. (2007). *Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas*. Rio de Janeiro.
- MUNDO EDUCAÇÃO. (17 de Janeiro de 2013). *Pressão Atmosférica*. Fonte: A Pressão Atmosférica Sofre Variações Conforme as Altitudes e as Temperaturas: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/pressao-atmosferica.htm>
- SANS, L. A., ASSAD, E. D., GUIMARAES, D. P., & AVELLAR, G. (2001). Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na região Centro Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 527-535.

SANTA CATARINA. (2008). *Conhecendo Santa Catarina - Secretaria de Estado do Planejamento*. Florianópolis: SPG.

SANTA CATARINA. (2008). Secretaria de Estado do Planejamento. *Conhecendo Santa Catarina*. Florianópolis: SPG.

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. (2006). *Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai*. Brasília: MMA.

SENTELHAS; Paulo Cesar. ANGELOCCI; Luiz Roberto. (2009). (ESALQ/USP, Ed.) Acesso em 03 de Dezembro de 2013, disponível em Balanço Hídrico Climatológico Normal e Sequencial, de Cultura e para Manejo da Irrigação: <http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula9.pdf>

VAREJÃO-SILVA, M. A. (2006). *Meteorologia e Climatologia*. Recife, Brasil.

## 7 ESTUDOS GEOTECNICOS

### 7.1 Introdução

Os estudos geotécnicos forma limitados a execução de sondagens para definição das fundações da ponte.

Nos itens subsequentes estão apresentadas as informações referentes a metodologia empregada para a execução dos ensaios, bem como quais são os resultados esperados, os quais incluem os perfis geológicos, a resistência, o nível da água e a caracterização do solo constituinte da área, através da interpretação dos boletins de campo e testemunhos.

Em geral, este documento apresenta os resultados e produtos dos serviços de sondagem e contempla as informações necessárias e imprescindíveis para atender o pretendido pelo projeto a ser executado.

### 7.2 Objetivo

A sondagem consiste no estudo das características do solo e da rocha, o qual fornece parâmetros importantíssimos para determinar o projeto de ideal para cada tipo de obra. Seus principais objetivos são:

- Coletar amostras deformadas de cada camada de solo, metro a metro, para posterior caracterização do solo;
- Identificar antigos aterros ou camada de solo com matéria orgânica (banhado);
- Verificar a ocorrência e profundidade do lençol freático;
- Definir a resistência do solo por meio de correlações com o NSPT;
- Elaborar o perfil geotécnico do local investigado, com a definição das camadas de solo e características de cada uma delas;
- Identificar a profundidade, tipo e as descontinuidades do maciço rochoso;
- Determinar o índice de qualidade da rocha (RQD) e porcentagem de recuperação;
- Definir o grau de alteração, grau de faturamento e coerência da rocha.

### 7.3 Materias e métodos

Os trabalhos de geotecnia integram e contribuem para a evolução do empreendimento e têm por finalidade o levantamento, a identificação e a documentação dos principais elementos, que consistem em indicativos da qualidade dos solos e rochas analisadas, definidos a partir de

ensaio de penetração padrão e coleta de amostras, assim como a definição do topo rochoso e das características do material rochoso de pontos pré-definidos.

As sondagens serão executadas pelo método misto, o qual consiste na perfuração em solo e rocha, utilizando coroa com diâmetro N de acordo com as características da rocha encontrada. Será utilizado um conjunto motomecanizado para a investigação, com a finalidade de transpor o trecho rochoso, através de perfuração obtida por meio de forças de penetração e rotação.

As sondagens de simples reconhecimento de solo pelo método SPT (standard penetration test), que determinam o índice de resistência à penetração, serão executadas de acordo com as normas NBR – 6484 de 02/2001, NBR – 6502 de 09/1995, NBR – 8036 de 06/1983 e NBR 9603 de 09/1986 e estenderam-se até a identificação do topo rochoso.

O ensaio SPT inicia-se após o primeiro metro, sendo que ele determina a resistência nos 45,00 centímetros iniciais de perfuração divididos em 3 partes iguais de 15,00 centímetros. Após a realização do ensaio de penetração (SPT), o amostrador é retirado do furo para abertura do barrilete e retirada da amostra verificando as características do material coletado.

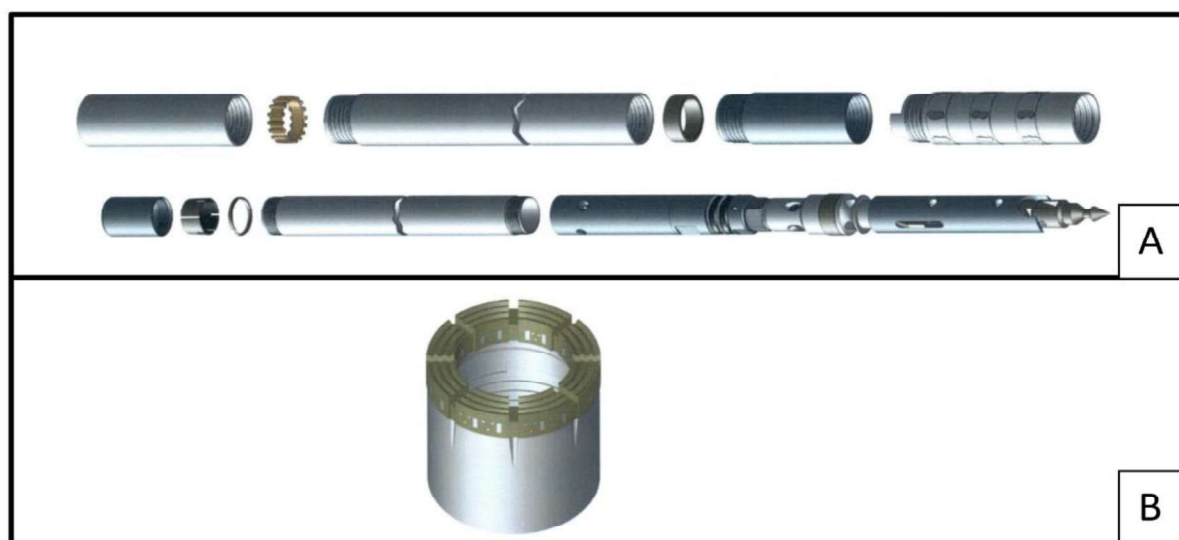


Figura 23 - A) Modelo ilustrativo de um barrilete; B) Modelo ilustrativo de uma Coroa impregnada de diamantes.

Através do número de golpes, é possível obter os parâmetros geotécnicos representados na Tabela 44.

CONSISTÊNCIA	Nº DE GOLPES (SPT)	C. SIMPLES - Kg/cm <sup>2</sup>
Muito mole	2	0,25
Mole	2 - 4	0,25 - 0,50
Média	4 - 8	0,50 - 1,00
Rija	8 - 15	1,00 - 2,00
Muito rija	15 - 30	2,00 - 4,00
Dura	Maior que 30	4,00 - 8,00
<b>Legenda: C. SIMPLES = Compressão simples.</b>		

Tabela 44 – Classificação SPT

Posteriormente, a execução da sondagem em rocha é feita por ciclos sucessivos de corte e retirada dos testemunhos do interior do barrilete, procedimento este denominado manobra. O avanço de cada manobra é condicionado pela qualidade do material que está sendo perfurado. Quando a rocha é de boa qualidade, o comprimento de testemunho obtido em cada manobra pode ser quase igual ao comprimento da própria manobra identificando a recuperação. Entretanto, quando ocorre perda ou destruição de material, em terrenos de difícil amostragem, o comprimento de cada manobra deve ser diminuído até o mínimo necessário.

As amostras de sondagem serão armazenadas em caixas plásticas com 1 metro de comprimento, apropriadas para este tipo de atividade, conforme ilustração na Figura 24. Assim, estas foram devidamente identificadas com o intuito de assegurar organização e segurança das amostras coletadas nos furos de sondagem.

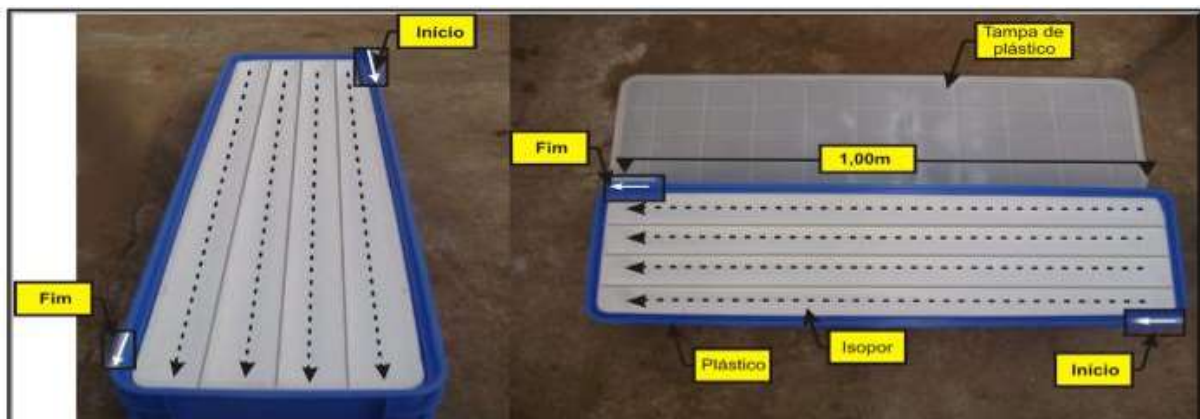


Figura 24 – Caixa de armazenamento dos testemunhos de sondagem

Na apresentação das imagens dos testemunhos subsequentes, a identificação realizada em cada cota atingida pela manobra é acompanhada pelo comprimento da manobra (M) e pela recuperação R, respectivamente.

A sondagem rotativa é identificada pela sigla SR, a sondagem SPT por SP e a sondagem mista pela sigla SM, seguida do número indicativo do furo.

#### 7.4 Interpretação e Descrição do Maciço Rochoso

Os critérios utilizados na descrição dos testemunhos, são baseados na leitura e interpretação destes de acordo com os parâmetros que classificam o estado em que o maciço rochoso e suas descontinuidades foram identificados (NBR 6502/95). Estes parâmetros são compreendidos em:

- Coerência;
- Alteração mineralógica;
- Grau de faturamento e inclinação das descontinuidades;
- Índice de qualidade da rocha (rock quality designation – RQD);
- Taxa de recuperação dos testemunhos;

##### 7.4.1 Coerência

Este parâmetro avalia indiretamente as características de resistência da rocha. Os cinco graus de coerência, estão descritos na Tabela 45.

GRAU	COERÊNCIA	CARACTERÍSTICA DA ROCHA
C1	Muito coerente	Quebra com dificuldade ao golpe do martelo, produzindo poucos fragmentos de bordos cortantes. Superfície dificilmente riscável com aço. Somente escavável com explosivos.
C2	Coerente	Quebra facilmente ao golpe do martelo, produzindo vários fragmentos de bordos quebradiços por pressão dos dedos. Superfície riscável com aço, deixando sulcos leves. Escavável com explosivos.
C3	Medianamente Coerente	Quebra com facilidade ao golpe do martelo, produzindo fragmentos com bordas que podem ser partidas manualmente. Superfície riscável com aço, deixando sulcos leves. Escavável com explosivos.
C4	Pouco Coerente	Quebra com muita facilidade ao golpe do martelo (esfarela), produzindo muitos fragmentos que podem ser partidos manualmente. Superfície facilmente riscável com aço, deixando sulcos profundos. Escarificável.
C5	Friável	Quebra facilmente com a pressão dos dedos, desagregando-se. Pode ser cortado com aço. Escavável com lâmina.

Tabela 45 – Graus de Coerência da Rocha.

#### 7.4.2 Alteração

Neste caso, o parâmetro avalia a alteração mineralógica e o decréscimo da resistência mecânica devido a ação do intemperismo ou efeitos hidrotermais. Os graus são definidos por comparação com a “rocha sã”.

No caso de rochas duras (a maioria das ígneas e metamórficas e algumas sedimentares) os graus de alteração podem ser correlacionados com os graus de coerência, já para rochas moles (a maioria das sedimentares) esta correlação não é possível. Os graus de alteração podem ser descritos conforme a Tabela 46.

GRAU	ALTERAÇÃO	CARACTERÍSTICA DA ROCHA
A1	Rocha sã	Não apresenta vestígios de ter sofrido alterações físicas e químicas dos minerais. Eventualmente apresenta juntas oxidadas.
A2	Rocha pouco alterada	Apresenta sinais de alteração incipiente dos minerais primários e ao longo das descontinuidades. É ligeiramente descolorida.
A3	Rocha medianamente alterada	Apresenta minerais medianamente alterados e cores bastante modificadas. Fraturas decompostas eventualmente preenchidas por material desagregado. É muito descolorida.
A4	Rocha muito alterada	Apresenta seus minerais muito decompostos, às vezes pulverulentos e friáveis, possuindo cores bastante modificadas. Decomposição ao longo das fraturas comumente preenchidas por material desagregado. É totalmente descolorida.
A5	Solo de alteração	Apresenta seus minerais constituintes totalmente decompostos, formando um solo proveniente da alteração “in situ”, no qual as estruturas originais da rocha estão preservadas. Os minerais resistentes encontram-se fragmentados ou com decomposição nítida. Os demais apresentam-se totalmente transformados em argilo-minerais.

Tabela 46 – Graus de Alteração da Rocha

#### 7.4.3 Fraturamento

Esta variável analisa o número de descontinuidades (fraturas, falhas, etc.) por trecho de fraturamento homogêneo, independentemente das manobras. São computadas todas as descontinuidades existentes, instaladas, com exceção de fraturas artificiais produzidas pela operação da máquina e fraturas não instaladas, impostas por material pétreo, de resistência igual ou superior à da rocha. Os graus de fraturamento são atribuídos conforme a Tabela 47.

GRAU DE FRATURAMENTO	NOMENCLATURA	Nº DE FRATURAS POR METRO
F1	Rocha pouco fraturada	0 a 1
F2	Rocha fraturada	2 a 5
F3	Rocha muito fraturada	6 a 10

GRAU DE FRATURAMENTO	NOMENCLATURA	Nº DE FRATURAS POR METRO
F4	Rocha extremamente fraturada	11 a 20
F5	Rocha fragmentada	> 20

Tabela 47 – Graus de Fraturamento da Rocha

#### 7.4.4 Designação de Qualidade da Rocha (RQD – Rock Quality Designation)

O RQD é definido como sendo a somatória dos comprimentos dos tarugos de testemunhos de rocha sã ou alterada dura, maiores ou iguais a 10 cm, dividido pelo comprimento total do trecho, expresso em porcentagem.

Os trechos considerados para a avaliação RQD são os mesmos utilizados para a avaliação do grau de fraturamento, isto é, trecho de comportamento semelhante. Consideram-se também as mesmas descontinuidades do grau de fraturamento. Os graus de RQD são apresentados na Tabela 48.

GRAU (%)	QUALIDADE DA ROCHA
100 – 91	Excelente
90 – 76	Boa
75 – 51	Regular
50 – 26	Má
25 – 0	Péssima

Tabela 48 – Índice de qualidade da rocha

Para a avaliação do RQD são obedecidas as seguintes regras:

- São considerados trechos com faturamento homogêneo, de forma independente das manobras de perfuração;
- Somente serão examinados os tarugos de rocha sã ou rocha alterada dura;
- Não são desprezadas fraturas artificiais (produzidas pela operação da máquina ou manuseio) e fraturas soldadas, não instaladas.
- No caso de fraturas inclinadas, são medidas as distâncias entre fraturas ao longo do eixo do testemunho;

#### 7.5 Resultados da campanha de sondagem

Foram realizados 4 furos de sondagem mista, sendo dois em cada margem. O objetivo foi identificar o perfil geológico junto as margens do Rio Macuco e no leito do rio, de modo a propor a solução para a fundação da nova ponte.

Os locais indicados são os mais próximos possíveis da margem, de modo que possa ser utilizado o equipamento necessário, e mais afastados desta, de modo a formar um perfil longitudinal.

Como a noa ponte será deslocada em relação a tual e no local projetado não é possível o acesso dos equipamentos para sondagem, esta foi realizada no leito da estrada existente, sendo posteriormente equiparadas as cotas (elevações) para determinação dos níveis, tanto do topo rochoso como do nível d'água.

### 7.6 Análise geológica dos furos de sondagem

Os solos da área são constituídos predominantemente por solos argilosos que apresentam cor marrom para vermelho. Estes solos residuais são produto do intemperismo físico-químico das rochas ígneas extrusivas (basalto) da Formação Serra Geral. A coloração escura dos solos presente é devida a alta concentração de minerais máficos (ferro e magnésio) provenientes da rocha mãe.

Na Tabela 49, segue o quadro com os quantitativos dos furos de sondagem mista.

SONDAGEM	Trecho solo	Trecho rocha	Profundidade total
SM-01	4,60	5,05	9,650 a 1
SM-02	5,60	4,25	2 9,85a 5
SM-03	9,26	5,05	6 a 114,310
SM-04	8,80	5,45	11 a 2014,25
TOTAL	28,26	19,80	> 2048,06

Tabela 49 - Quadro quantitativo da sondagem mista executada.

Foi identificada rocha de basáltica de brecha vulcânica, com preenchimento por carbonato.

O solo foi identificado nos metros iniciais com sendo uma argila marrom siltosa ou argila marrom com areia variegada que apresenta uma espessura variada de 4,60 a 9,26 metros de profundidade. No furo SM-04 até 1,00 metro de profundidade identificou a presença de matacão.

Posteriormente, foi identificada que a rocha varia entre uma rocha medianamente alterada e sã, medianamente coerente e extremamente a pouco fraturada.

De maneira geral o índice de qualidade da rocha (RQD), varia de regular a excelente.

O nível d'água foi identificado entre 3,86 a 7,00 metros de profundidade, sugerido nível freático.

Os perfis individuais de sondagem mista dos furos e as imagens dos testemunhos estão apresentados no item 18.

## 7.7 Relatório Fotográfico



## 8 PROJETO GEOMÉTRICO

### 8.1 *Considerações gerais*

O geométrico para o projeto de Obra de Arte Especial – Ponte sobre o Rio Macuco tem como objetivo analisar o traçado existente em planta e perfil, suas seções transversais, verificando a compatibilidade com o tráfego e elaborar a concepção final.

A classificação proposta é de categoria funcional A-IV, seguindo as Diretrizes para Concepção de Estradas do DEINFRA, com função principal é de integração de áreas.

### 8.2 *Traçado horizontal proposto*

Para esta fase foi desenvolvido traçado horizontal da SC 283 para o trecho, com o posicionamento da nova ponte a montante da atual, de modo a manter o tráfego desta durante a execução das obras, já que o desvio necessário é de 11km.

### 8.3 *Traçado vertical proposto*

O traçado vertical proposto busca atender a altura livre proposta no estudo hidrológico.

### 8.4 *Seção proposta*

A seção proposta prevê duas pistas de rolamento conforme especificado na DCE-S, guarda rodas em concreto armado, e ciclovias/passeios laterais com 2,50m de largura cada, conforme recomendado para faixas de múltiplo uso na mesma DCE-S. Também prevê a execução de guarda-corpo em concreto armado.

### 8.5 *Verificação da compatibilidade com o tráfego*

Atualmente o tráfego atual é basicamente o tráfego dos moradores da região, composto basicamente de automóveis e veículos comerciais para atendimento das atividades agrossilvipastoris desenvolvidas nas áreas lindeiras a rodovia.

Estes veículos comerciais são basicamente caminhões de até 4 eixos e ônibus de 2 eixos.

### 8.6 *Velocidade de projeto*

Para a classe funcional escolhida foi determinada velocidade de projeto de 40Km/h.

### 8.7 Características da classe funcional

A classe funcional A-IV em as seguintes características básicas:

- Raio mínimo: 120,00m;
- Rampa máxima: 8%;
- Raio vertical mínimo de cume: 2.400m;
- Raio vertical mínimo de baixada: 750m;
- Inclinação transversal: 2,50%;
- Distância de visibilidade de parada: 65m

### 8.8 Condução do traçado

O traçado foi desenvolvido exclusivamente para integrar o desvio necessário para a construção da nova ponte com a estrada existente.

Possui grande parte do trecho com rampas fortes, acompanhando em grande parte o leito da estrada existente.

### 8.9 Seções

No trecho foi projetada seção que possa atender pista de rolamento e acostamentos:

- Pista de rolamento com 3,50m de largura para cada sentido;
- Acostamento com 1,50m de largura em ambos os lados;
- Inclinação transversal de 2,5% em caimento simples para o lado direito;

Para acomodação de dispositivos de drenagem superficial e das saias das camadas de pavimento a seção de terraplenagem divide simetricamente uma largura adicional de 1,40m à sua plataforma, no trecho padrão, devedo esta seção ser adaptada para encaixe na via existente.

## 9 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

### 9.1 *Considerações Gerais*

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo como base nos resultados obtidos no estudo topográfico e no estudo geotécnico, bem como nos elementos fornecidos pelo projeto geométrico.

### 9.2 *Seções transversais tipo de terraplenagem*

As seções de terraplenagem seguem o prescrito no projeto geométrico.

### 9.3 *Taludes*

Os taludes de cortes e aterros adotados foram os seguintes:

- Aterros em solo: 1 (V) : 1,5 (H)
- Aterros em rocha: 1 (V) : 1,5 (H)
- Cortes em solo (1ª e 2ª categoria): 1 (V) : 1,0 (H)

### 9.4 *Remoção de solos com baixa capacidade de suporte*

Nas áreas com cobertura vegetal ou solos cultivados, ricos em matéria orgânica, deverá ser providenciada remoção da camada vegetal (desmatamento e limpeza) da superfície sendo prevista uma espessura de 20cm.

Caso haja a ocorrência de materiais com baixa capacidade de suporte em outros locais estes deverão ser removidos.

### 9.5 *Determinação dos volumes e distribuição dos materiais*

Os volumes de terraplenagem foram determinados por cubação através do método da soma das áreas, em processo totalmente informatizado. A classificação dos materiais a escavar foi realizada de forma expedita por meio de análises preliminares realizadas a partir dos estudos geológico e geotécnico.

Na distribuição de volumes um coeficiente "volume escavado" - "volume compactado" de 1,3 para solos e materiais de primeira e de segunda categoria.

## **9.6 Serviços preliminares de terraplenagem**

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matacões soltos e de pequeno porte.

## **9.7 Cortes**

Na execução dos cortes em material de 1ª categoria o terreno natural deverá ser escavado até o greide de terraplenagem, devendo ser escarificada até a profundidade de 0,20m e, após corrigida a umidade, ser compactada até atingir a massa específica seca correspondente a 100% da energia do Proctor Normal.

Os volumes de escavação para a execução da terraplenagem estão apresentados nas seções de terraplenagem. Já estão incluídos os materiais provenientes dos denteamentos e rebaixo de subleito.

## **9.8 Aterros**

Está prevista a execução de aterros em solo, os quais deverão atender as Especificações construtivas.

Os aterros em solo foram considerados como compactação a 100% P.N. em todos os aterros, os denteamentos e os volumes oriundos de rebaixamento de subleito.

Junto as cortinas da OAE devem ser executados enrocamentos de proteção com pedra detonada.

O reaterro das cavas de fundação da cortina deverá ser feito nos dois lados simultaneamente de modo a promover o equilíbrio dos esforços resultantes na estrutura

## **9.9 Áreas para bota-fora**

Foi considerada área de bota fora distante cerca de 1Km do centro geométrico da via.

A autorização para uso do bota-fora é de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.

O material para bota fora se resume, em sua grande maioria, a limpeza da camada vegetal e de baixa capacidade e suporte.

### **9.10 Áreas para jazida de empréstimo**

Foi considerada área de jazida distante cerca de 1Km do centro geométrico das vias.

A autorização para uso do da jazida e a sua indenização são de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.

Os materiais utilizados devem ser seu uso aprovado pela fiscalização.

### **9.11 Medidas mitigadoras**

#### **9.11.1 Considerações Preliminares**

Como as atividades de terraplenagem são as que causam o maior impacto no local das obras, as medidas mitigadoras seguem como complementação destas atividades.

As medidas mitigadoras compreendem atividades relacionadas a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pela obra, bem como a proteção dos elementos da obra das ações causadoras de impacto, tais como erosão e assoreamento dos cursos d'água. Também estão incluídas as atividades relacionadas como medidas compensatórias durante os estudos ambientais, bem como a equipe para realização do monitoramento ambiental para cumprimento das ações previstas no licenciamento ambiental.

#### **9.11.2 Escavação de valas provisórias para proteção ambiental**

São valas provisórias com o objetivo de desviar pequenos cursos d'água superficiais para evitar o assoreamento desses e de talvegues naturais, por materiais advindos da terraplenagem, bem como das áreas transitáveis por veículos e pedestres e mesmo para reduzir os efeitos erosivos das áreas trabalhadas.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

#### **9.11.3 Estocagem e Proteção de Camada Vegetal (solo orgânico)**

Os materiais orgânicos oriundos dos serviços de limpeza do terreno para a execução dos cortes, aterros e de outras atividades que envolvam a retirada de solo orgânico, deverão ser estocados em locais convenientemente definidos, de maneira que não comprometam a execução de serviços posteriores e nem tampouco degradem o meio ambiente, para posterior reutilização na recuperação ambiental das áreas degradadas, bota-foras e, inclusive, na incorporação de estradas abandonadas ao meio ambiente. Caso não venha ser utilizado, a área de estocagem deve ser conformada, de maneira que a superfície não se torne uma intrusão no meio ambiente.

O entorno das áreas de estocagem, dependendo da topografia local, principalmente em função da declividade, poderá necessitar de proteção contra os efeitos do carreamento de materiais finos, em particular durante as chuvas. Assim sendo, deverá ser executada vala provisória de drenagem no entorno do depósito.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

#### 9.11.4 Reutilização e Espalhamento de Solo Orgânico

O material orgânico oriundo dos serviços anteriormente mencionados, estocados ou transportados diretamente, podem ser empregados na recuperação de áreas degradadas, cujo espalhamento deve ser feito com equipamento adequado, dependendo da superfície em que está sendo efetuada a recuperação. Se em área plana, efetuar o descarregamento do caminhão e o espalhamento por motoniveladora ou pá carregadeira. Se em área de talude, efetuar o transporte até o lado da área a ser espalhado o solo orgânico. Com a pá carregadeira recolhe-se e efetua-se o espalhamento, dando toques com a face externa da concha para fixá-lo no talude, como se fosse uma compactação. Após o espalhamento, efetuar o revestimento vegetal previsto e demais obras de drenagem e complementar.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

#### 9.11.5 Espalhamento e Compactação de Material de Cobertura de Bota-foras

O excedente de materiais originados dos cortes ou de remoção de solos moles, quando não empregados na recuperação ambiental, deverão ser transportados para locais também previamente definidos, cujo material será espalhado e compactado, para após receber material de cobertura, preferencialmente solo orgânico estocado, originado da limpeza do terreno, ou de solo selecionado para permitir o revestimento vegetal por hidrossemeadura.

#### 9.11.6 Recuperação dos Bota Foras e das Jazidas de Empréstimo

Para a destinação do bota fora, primeiramente é feito o carregamento da carga e transporte do material, que é depositado no local indicado. Para a recuperação deste devesse seguir as recomendações:

- Reconformar os taludes do bota fora atendendo as inclinações de acordo com o material, segundo o projeto de terraplenagem.

- Sempre que necessário, construir diques de contenção, com material compactado ou ensacado, ao redor do bota-fora;
- Implantar sistema de drenagem superficial no bota-fora, como nas áreas de entorno;
- Implantar cobertura vegetal em toda a superfície do bota-fora.

#### 9.11.7 Barreira de siltagem

A barreira de siltagem para proteção ambiental consiste num dispositivo que tem a finalidade de reter materiais finos do solo que possam ser carreados para os rios, para a drenagem da obra, talvegues, mananciais, açudes, propriedades lindeiras.

Essa barreira deverá ser executada através da fixação de estacas de madeira (guia de madeira de 2,5cmx7,0cm) e sobre estas a colocação de manta de geotextil não tecido agulhado, 100% poliéster, com 1,8 mm de espessura, numa altura de 1,00m e mais 0,50m disposto sobre o terreno natural, distanciando em 0,60m do pé do talude, fixadas com pontalotes de madeira com D= 10cm. O aproveitamento mínimo da barreira de siltagem é de pelo menos duas vezes, conforme o detalhamento apresentado.

### **9.12 Proteção vegetal**

#### 9.12.1 Bota-fora e jazidas

Após a finalização das obras deverá ser feito o reafeiçoamento das áreas de bota fora, com a colocação e camada de solo orgânico e cobertura vegetal por hidrossemeadura, realizada com espécies típicas da região das obras.

#### 9.12.2 Taludes

Os taludes deverão ser revestidos com cobertura vegetal por grama em leivas, realizada com espécies típicas da região das obras.

---

## 10 PROJETO DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA

Como o trecho não será pavimentado somente foi projetada sinalização vertical indicando a existência da ponte.

### 10.1 Sinalização Vertical

O Projeto de Sinalização Vertical foi baseado nos seguintes princípios:

- Compreensão pelos motoristas;
- Mesma intensidade ao longo da rodovia, a fim de condicionar o motorista;
- Contínua, isto é, os sinais devem ser coerentes entre si;
- Antecipada, a fim de preparar o motorista para sua próxima decisão.

#### 10.1.1 Advertência

Os sinais de Advertência informam ao usuário de situações potenciais de perigo.

#### 10.1.2 Indicação/Informação

Os sinais de Indicação/Informação têm por finalidade informar ao usuário sobre situações pertinentes as vias.

---

## 11 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

### 11.1 Considerações Preliminares

O projeto de obras complementares inclui as obras relativas à relocação de serviços públicos, remoção e relocação de cercas, defensas, remoção do pavimento existente e recuperação vegetal, revestimento de canteiros.

### 11.2 Relocação de serviços públicos

#### 11.2.1 Relocação de postes

Os postes indicados em planta deverão ser relocados conforme as determinações da concessionária de energia.

O projeto de relocação dos postes será elaborado pela concessionária.

### 11.3 Cerca

Nos locais indicados deve ser realizada a remoção e relocação das cercas existentes.

Também devem ser executadas nos locais indicados as novas cercas conforme o detalhamento apresentado.

### 11.4 Defesa metálica

Nos locais indicados em planta deverão ser executadas defensas metálicas simples.

## 12 PROJETO DE OBRA DE ARTE ESPECIAL

### 12.1 Considerações preliminares

A Ponte Sobre o Rio Macuco foi projetada com vigas protendidas.

A superestrutura, em concreto armado, com longarinas, transversinas e travessas e laje de tabuleiro. Para drenagem das pistas de rolamento serão utilizadas aberturas junto ao guarda rodas, de modo que a água escoe pelos passeios.

A mesoestrutura, responsável pela transmissão das cargas da super para a infraestrutura, em cada apoio, é constituída por pilares de seção circular em concreto armado para o vão central e de cortina também em concreto armado nas extremidades, projetada para também suportar a carga horizontal do aterro.

Para dimensionamento da estrutura foram considerados:

- Classe da obra: Trem Tipo Classe 45 da NBR 7188
- Concreto Estrutural utilizado: Infra, Meso e Super: 30 MPa.

### 12.2 Justificativa da solução adotada

A estrutura descrita anteriormente resultou de estudo das condições peculiares do local, buscando funcionalidade, segurança e economia.

A infraestrutura foi definida como fundação superficial em sapatas de concreto armado ancoradas na rocha.

### 12.3 Seções

No trecho foi projetada a seguinte seção:

- Pista de rolamento com 3,95m de largura para cada sentido;
- Passeios com 1,50m de largura em ambos os lados;
- Guarda rodas com 0,40m de largura;
- Guarda corpo;
- Inclinação transversal de 2,5% em caimento duplo;

#### 12.4 Critérios de projeto

Todo projeto executivo foi elaborado conforme as Normas Brasileiras, em particular:

Recomendações para Obras de Arte Especiais:

- NBR 7188 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre;
- NBR 6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NBR 7187 - Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido;

Além das normas citadas e da bibliografia consultada e também sem prejuízo de observações contidas no projeto e nas especificações, o detalhamento do projeto executivo obedece seguintes recomendações:

- Cobrimento mínimo da armadura das peças em contato com água e/ou solo = 3 cm;
- Comprimento máximo das barras de aço para armadura: 12,00m. Comprimentos superiores a 12m deverão ser soldadas conforme o detalhe;
- Aço: CA 50/60 (concreto armado);

## 13 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – TERRAPLENAGEM

### 13.1 Generalidades

O presente Memorial tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Terraplenagem.

Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito Manual de Implantação Básica do DNER. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DNIT, as normas das concessionárias e as normas da ABNT.

### 13.2 Descrição dos Serviços

#### 13.2.1 Serviços preliminares de terraplenagem

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 104/2099 - Terraplenagem - Serviços Preliminares.

Compreendem os serviços preliminares de terraplenagem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza.

Estes serviços objetivam a remoção, nas áreas destinadas à implantação do corpo da obra e naquelas correspondentes aos empréstimos, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, além da camada vegetal.

#### 13.2.2 Cortes

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 106/2009 - Terraplenagem - Cortes.

Os cortes deverão ser executados de acordo com os elementos topográficos constantes das notas de serviço, sendo o material escavado depositado nos locais indicados.

#### 13.2.3 Aterros

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 108/2009 – Terraplenagem - Aterros.

A terraplenagem será constituída de camadas compactadas na energia de 100% do Ensaio de Proctor Normal.

A superfície final dos aterros deverá ser mantida úmida até ser lançada a camada subsequente, para evitar a erosão superficial provocada pela ação do vento e da chuva.

Junto as cortinas da OAE devem ser executados enrocamentos de proteção com pedra detonada.

---

O reaterro das cavas de fundação da cortina deverá ser feito nos dois lados simultaneamente de modo a promover o equilíbrio dos esforços resultantes na estrutura

#### 13.2.4 Medidas mitigadoras

Todos os serviços deverão seguir o prescrito no MANUAL PARA ATIVIDADES AMBIENTAIS RODOVIÁRIAS, publicado pelo DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DEINFRA/SC, as normas das concessionárias e as normas da ABNT e as prescrições do IMA/SC.

Conforme determinado em projeto deverá ser executada proteção vegetal nos taludes com plantio de grama em leivas.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 102/2009-ES Proteção do Corpo Estradal – proteção vegetal.

Ainda devem ser atendidos os requisitos da NORMA DNIT 074/2006 – ES - Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos.

## 14 ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO – SINALIZAÇÃO

### 14.1 Generalidades

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade estabelecer as condições e critérios que orientarão os serviços de execução da Sinalização Viária.

Todos os serviços indicados deverão seguir o prescrito Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT. Onde estas especificações não forem aplicáveis, deverão ser seguidas primeiramente as especificações de serviço do DNIT, as normas das concessionárias e as normas da ABNT.

### 14.2 Sinalização vertical

Compõem a sinalização vertical as placas de sinalização de regulamentação, advertência e informativas

As placas deverão ser do tipo totalmente-refletivas.

A sinalização vertical deverá ser confeccionada em material retrorrefletivo, atendendo a NBR 14644 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos, não sendo permitido, sob qualquer hipótese, o uso de placas pintadas.

Os substratos a serem utilizados deverão de Chapa de aço Chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904:2005. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliester) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.

No verso de cada uma das placas implantadas deverá constar a seguinte inscrição: “Mês/Ano de fabricação – Nome do Fabricante”.

Os suportes das placas serão de tubo de aço galvanizado com costura NBR 5580 classe media DN 2.1/2" e=3,65mm.

O sistema de fixação, parafusos, arruelas, porcas e outros elementos metálicos devem ser galvanizados interna e externamente, com deposição de zinco mínima de 350 g/m<sup>2</sup>, na espessura mínima de 50 micra, conforme NBR 7397.

As películas retrorefletivas deverão atender aos requisitos estabelecidos na NBR 14644:2007, sendo que a cor preta, quando utilizada, deverá ser totalmente opaca.

As películas utilizadas são retrorrefletivas do tipo esferas inclusas ou lentes prismáticas.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT ES 101/2009 – Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical.

## 15 ESPECIFICAÇÕES PARA EXECUÇÃO – OBRAS COMPLEMENTARES

### 15.1 Cercas

As cercas serão executadas conforme detalhes de projeto nos locais indicados.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 099/2009-ES - Obras complementares - cercas de arame farpado.

No caso de reço e cerda deverá ser executada a crca conforme o padrão existente.

### 15.2 Defesa metálica

As defensas metálicas serão instaladas nos locais indicados, conforme os elementos indicados em projeto.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito Especificação de Serviço DNER ES 144-85 – Defensas metálicas.

### 15.3 Proteção vegetal por grama em leivas

Conforme determinado em projeto deverá ser executada proteção vegetal nos taludes com plantio de grama em leivas.

Estes serviços devem seguir o primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 102/2009-ES Proteção do Corpo Estradal – proteção vegetal.

### 15.4 Revestimento primário

#### 15.4.1 Regularização e compactação do sub-leito

O terreno deverá ser regularizado e compactado com o auxílio de motoniveladora e rolo corrugado.

Estes serviços devem seguir primeiramente o prescrito na Especificação de serviço DNIT 137/2010-ES Pavimentação – Regularização do sub-leito.

#### 15.4.2 Revestimento primário

Deverá ser executado o revestimento primário no trecho implantado com a execução de cascalho, obedecendo os seguintes requisitos:

- a) devem ser isentos de matéria orgânica, restos vegetais ou outras substâncias prejudiciais;
- b) o diâmetro máximo do agregado deve ser menor ou igual a 25 mm;

- c) a fração retida na peneira nº 10, deve ser constituída de partículas duras e duráveis, de difícil desagregação, resistente às ações de compactação e do próprio tráfego;
  - a. valores de desgaste de abrasão Los Angeles, determinados conforme NBR NM 51(1), superiores a 55 são admitidos desde que se tenha conhecimento de desempenho satisfatório de material semelhante, quando utilizado como revestimento primário;
- d) a fração que passa na peneira nº 10 deve ser constituída de areia natural;
- e) a fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez inferior a 35% e o índice de plasticidade máximo de 7%..

Existem algumas jazidas do tipo cascalheira de cavas que possuem em sua composição pro-porções satisfatórias de materiais granulares e argila, no entanto quando isto não ocorrer e houver necessidade de se produzir uma mistura adequada de material granular com material argiloso, este último deve representar cerca de 20% a 30% da mistura total.

O equipamento básico para a execução do revestimento primário compreende as seguintes unidades:

- a) caminhões basculantes;
- b) motoniveladora;
- c) trator agrícola com grade de discos ou pulvimisturador;
- d) caminhão-tanque distribuidor de água equipado com bomba e barra distribuidora;
- e) rolo compactador estático ou vibratório do tipo liso e pé de carneiro.

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A camada de revestimento primário só pode ser executada quando o subleito ou camada de reforço do subleito estiver liberado quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução do revestimento primário.

Durante todo o tempo de execução do revestimento primário, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

Os materiais escavados devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito.

Devem ser removidos os eventuais fragmentos de material granular com diâmetro superior a 25 mm, raízes ou outros materiais estranhos.

O material deve ser espalhado com motoniveladora de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 20cm e nem seja inferior a 10cm.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento e homogeneização do material, pela ação caminhão-tanque distribuidor de água, grade de disco, ou escarificador da motoniveladora.

Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos ou da motoniveladora para que o material atinja a umidade desejada.

O teor de umidade deve situar-se entre menos 2 e mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação do material.

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na seqüência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer a o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas, tomando-se o cuidado de que nas primeiras passadas o rolo compactador se apóie metade nos acostamentos e metade na sub-base ou na base em construção.

Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos eqüidistantes da linha base, eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da sub-base ou base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras de arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portátil ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta

operação é recomendada sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

As operações de compactação devem prosseguir em toda a espessura da sub-base ou base, até que se atinja grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima ou o especificado em projeto, determinada no ensaio de compactação, conforme NBR 7182(2), na energia normal ou na especificada no projeto.

O acabamento deve ser executado com motoniveladora, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

A camada deve ser aberta ao tráfego apenas após a conclusão dos serviços.

Os materiais utilizados no revestimento primário devem ser submetidos aos ensaios abaixo discriminados, na frequência de um ensaio a cada 1500 m<sup>2</sup> de pista.

- a) na fração retida na peneira de nº 10, determinar a abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51(1);
- b) CBR e expansão, conforme NBR 9895(3), na energia normal ou a especificada em projeto, se houver previsão da utilização da camada em futura pavimentação;
- c) granulometria conforme NBR 7181(4); um ensaio a cada 1.500 m<sup>2</sup> de pista;
- d) determinação do limite de liquidez, conforme NBR 6459(6), e limite plasticidade conforme a NBR 7180(6);

O controle da execução da camada deve ser realizado pelos seguintes procedimentos:

- a) determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira, a cada 1500 m<sup>2</sup> de pista, imediatamente antes do início da compactação; se a umidade estiver compreendida no intervalo de -2,0 % a +1,0 % da umidade ótima, o material pode ser liberado para compactação;
- b) determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182(2), na energia de especificada, com amostras coletadas na pista; um ensaio a cada 1500 m<sup>2</sup> de pista;
- c) determinação após o término da compactação da umidade e da massa específica aparente seca in situ, de acordo com NBR 7185(10), e o respectivo grau de compactação, em relação aos valores obtidos na alínea b, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada; 1 determinação a cada 350 m<sup>2</sup> de pista compactada.

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m.

A largura da semi-plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

O acabamento da superfície deve ser apreciado visualmente em toda a plataforma, não se admitindo depressões que possibilitem o acúmulo de água.

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente às exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir.

Os materiais são aceitos desde que:

- a) a fração retida na peneira de nº 10, apresente abrasão Los Angeles inferior a 55%, admite-se valores de abrasão superiores a 55%, desde que comprovada o bom desempenho de material semelhante em outros revestimentos primários;
- b) o diâmetro máximo do material seja menor ou igual a 25 mm;
- c) os resultados do limite de liquidez e índice de plasticidade analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 4 do anexo B, sejam menores ou iguais a 35% e 7%, respectivamente;
- d) os resultados de CBR, calculados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam maiores ou iguais a 20%;
- e) os resultados individuais de expansão sejam menores ou iguais a 1%.

O grau de compactação é aceito desde que os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, sejam iguais ou superiores a 95% ou atinjam o especificado em projeto.

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

- a) a variação individual de cotas e da espessura, no eixo longitudinal e das bordas não seja superior a -2 cm a + 1,0 cm;
- b) a variação máxima da semi-largura da plataforma admitida seja de + 0,10 m, não se admitindo variações para menos;
- c) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de  $\pm 0,5\%$ , em relação ao valor da inclinação de projeto.

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências