

# **TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO**

---

## **MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO**

### **1. OBJETIVO**

O objetivo deste documento é apresentar de forma prática e sucinta as diretrizes relativas ao projeto de Terraplenagem e Pavimentação para a implantação do Centro Integrado de Segurança Pública, em Nossa Senhora da Glória/SE.

### **2. INTRODUÇÃO**

O Projeto foi desenvolvido em três etapas, sendo a primeira correspondente ao Projeto Funcional, a segunda, ao Projeto Básico, e a terceira, ao Projeto Executivo.

Na fase do projeto funcional, foram apresentadas as possibilidades de traçado, atendendo ao partido urbanístico fornecido pela Contratante, na escala 1:500.

Na fase de Projeto Básico foi dimensionado o pavimento, sendo definidas as seções transversais tipo, definidos os alinhamentos e greides da(s) via(s), e quadro de quantidades, mediante consulta à legislação e Normas pertinentes ao assunto. É importante ressaltar que o projeto teve como principal parâmetro o partido urbanístico fornecido pela Contratante.

Na fase de Projeto Executivo, foram detalhados todos os elementos, através do cálculo analítico do alinhamento horizontal e vertical, consubstanciados nos desenhos de apresentação, planilhas e quantitativos.

Foram também considerados como base para o Projeto, o levantamento topográfico, estudos geotécnicos e demais estudos disponíveis.

### **3. TERRAPLENAGEM**

Para um melhor aproveitamento da área de implantação do empreendimento, foram feitos vários estudos de alternativas de platôes, para que pudéssemos chegar, a uma alternativa que atendesse satisfatoriamente às necessidades do projeto e que fosse viável economicamente.

### **METODOLOGIA DE CÁLCULO**

Foi criada uma Linha Base (LB) independente, a partir da qual foram geradas seções transversais, espaçadas em no máximo 5m. Com este processo e utilizando os programas de computação: AutoCad Land Desktop e Civil, chegamos aos platôes finais de terraplenagem.





## QUADROS DE CUBAÇÕES DAS SEÇÕES

VOLUME DE LIMPEZA DO EIXO ALINHAMENTO - LINHA BASE A			
ESTACA	ÁREA (m²)	VOLUME (m³)	VOLUME ACUMULADO (m³)
0+0.00	0.00	0.00	0.00
0+5.00	21.48	53.70	53.70
0+10.00	24.13	114.02	167.72
0+15.00	23.99	120.29	288.01
1+0.00	23.84	119.57	407.58
1+5.00	23.70	118.84	526.43
1+10.00	23.56	118.14	644.57
1+15.00	23.41	117.43	762.00
2+0.00	23.26	116.68	878.68
2+5.00	23.11	115.94	994.62
2+10.00	22.96	115.17	1109.79
2+15.00	22.81	114.41	1224.20
3+0.00	22.56	113.42	1337.62
3+5.00	21.36	109.79	1447.41
3+10.00	20.15	103.78	1551.18
3+15.00	19.15	98.26	1649.44
4+0.00	17.84	92.46	1741.91
4+5.00	13.73	78.93	1820.84
4+10.00	0.00	34.34	1855.17

VOLUME DE CORTE DO EIXO ALINHAMENTO - LINHA BASE A			
ESTACA	ÁREA (m²)	VOLUME (m³)	VOLUME ACUMULADO (m³)
0+0.00	0.00	0.00	0.00
0+5.00	0.00	0.00	0.00
0+10.00	0.00	0.00	0.00
0+15.00	0.00	0.00	0.00
1+0.00	0.00	0.00	0.00
1+5.00	0.00	0.00	0.00
1+10.00	0.00	0.00	0.00
1+15.00	0.00	0.00	0.00
2+0.00	0.00	0.00	0.00
2+5.00	0.00	0.00	0.00
2+10.00	4.99	12.48	12.48
2+15.00	3.11	20.26	32.74
3+0.00	12.06	37.93	70.67
3+5.00	6.36	46.03	116.70
3+10.00	4.23	26.47	143.17
3+15.00	5.85	25.21	168.38
4+0.00	28.86	86.79	255.17
4+5.00	4.20	82.66	337.82
4+10.00	0.00	10.50	348.33

VOLUME DE ATERRO DO EIXO ALINHAMENTO - LINHA BASE A			
ESTACA	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	VOLUME ACUMULADO (m <sup>3</sup> )
0+0.00	0.00	0.00	0.00
0+5.00	58.69	146.73	146.73
0+10.00	172.69	578.46	725.19
0+15.00	195.61	920.77	1645.95
1+0.00	236.13	1079.37	2725.32
1+5.00	264.43	1251.41	3976.73
1+10.00	277.46	1354.72	5331.45
1+15.00	302.29	1449.36	6780.81
2+0.00	347.14	1623.57	8404.38
2+5.00	346.70	1734.61	10138.99
2+10.00	253.18	1499.70	11638.69
2+15.00	227.29	1201.16	12839.85
3+0.00	44.74	680.08	13519.93
3+5.00	31.22	189.90	13709.83
3+10.00	23.00	135.55	13845.38
3+15.00	27.85	127.13	13972.51
4+0.00	28.38	140.58	14113.09
4+5.00	41.51	174.74	14287.83
4+10.00	0.00	103.78	14391.62

## TOTAL GERAL DAS QUADRAS

CUBAÇÃO - MÉTODO DE COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES					
TIPO	COR	COTA MÍNIMA	COTA MÁXIMA	ÁREA (m2)	VOLUME(m3)
CORTE		-1.927	0.000	1.382,22	378,98
ATERRO		0.000	3.950	7.715,97	14.245,99

## 4. CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

As vias projetadas foram inicialmente classificadas em uma das categorias descritas a seguir, com o objetivo de fixar os parâmetros para locação e projeto:

- **Coletoras:** coletam e distribuem as viagens das locais às arteriais e vice-versa, absorvendo parte do tráfego direto.
- **Locais:** vias cuja finalidade primordial é o acesso direto às propriedades, sendo desencorajado o tráfego direto.

Para fins de dimensionamento de pavimento foram classificadas de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:



- **Tráfego Leve** - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto de 10 anos. **Todas as vias do empreendimento enquadram-se nesta categoria.**
- **Tráfego Médio** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 anos. Todas as vias dos empreendimentos enquadram-se nesta categoria.

## CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO

Função Predominante	Tráfego Previsto	Vida de Projeto (anos)	Volume Inicial Faixa mais carregada		Equivalente Por Veículo	N	N Característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via Local Residencial	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	$10^5$
Via Coletora Secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto.

## CLASSES DE VIAS - ESTUDO DOS VOLUMES DE TRÁFEGO E RELAÇÕES COM SUA GEOMETRIA:

Função	Volume Máximo/Dia		Volume Máximo/Dia	Volume Máximo/Hora	Geometria necessária	
	Veículo Leve	Caminhão/Ônibus	Total de Veículos	Estimado (10% do Total)	Largura da Caixa (m)	Nº Faixas
Via Local Residencial com Passagem	400	20	480	50	4,00 a 5,00	1
Via Coletora Secundária	1.500	100	1.900	200	5,00 a 6,00	2

Equivalência adotada: 1 caminhão/ônibus = 4 veículos de passeio leves.

## CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS VIAS

CLASSIFICAÇÃO	VDM	LARGURA DA FAIXA (m)	RAMPA MÁXIMA %
Via Coletora Secundária	401 a 1.500	3,00	12%
Via Local Residencial com passagem	100 a 400	2.70-3,50	15%

## **5. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

### **CARGA LEGAL**

Para os presentes métodos de dimensionamento, foi considerada a carga máxima legal no Brasil que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100KN/ESRD).

### **CARACTERIZAÇÃO DO TRAFEGO**

As vias a serem pavimentadas foram classificadas de acordo com os quadros apresentados, anteriormente, nos itens 4 e 5 deste memorial.

### **VIAS COM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

#### **Considerações sobre o subleito**

A espessura do pavimento a ser construído sobre o subleito será calculada de acordo com a presente diretriz, em função do Índice de Suporte Califórnia.

Nos casos onde o pavimento será implantado sobre uma área de Corte, e as sondagens indicarem material com  $\text{CBR} \leq 10\%$  e expansão  $\geq 2\%$ , deverá ser retirado 40 cm de material para execução da camada de reforço com material de  $\text{CBR} \geq 10\%$  e expansão  $\leq 2\%$ .

Nos casos onde o pavimento será implantado sobre uma área de Aterro, a camada final do mesmo deverá apresentar  $\text{CBR} \geq 10\%$  e expansão  $\leq 2\%$ .

#### **Estrutura do pavimento**

Todas as ruas do empreendimento foram dimensionadas nestas diretrizes de projeto, através da metodologia para pavimentos flexíveis de tráfego leve.

Tráfego médio com “N” típico até  $10^5$  solicitações por eixo simples padrão.

##### **a) Espessura total do pavimento**

Com  $\text{CBR}$  do sub-leito  $\geq 10\%$ , obtemos uma espessura total de pavimento  $\geq 25$  cm.

##### **b) Tipo e espessura da camada de rolamento**

A espessura da camada de rolamento deverá ter no mínimo 5,0 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

##### **c) Espessura das demais camadas**

Como  $\text{CBR}$  do subleito  $\geq 10\%$  não necessitou reforço do mesmo.

**Espessura total equivalente = 25 cm.**



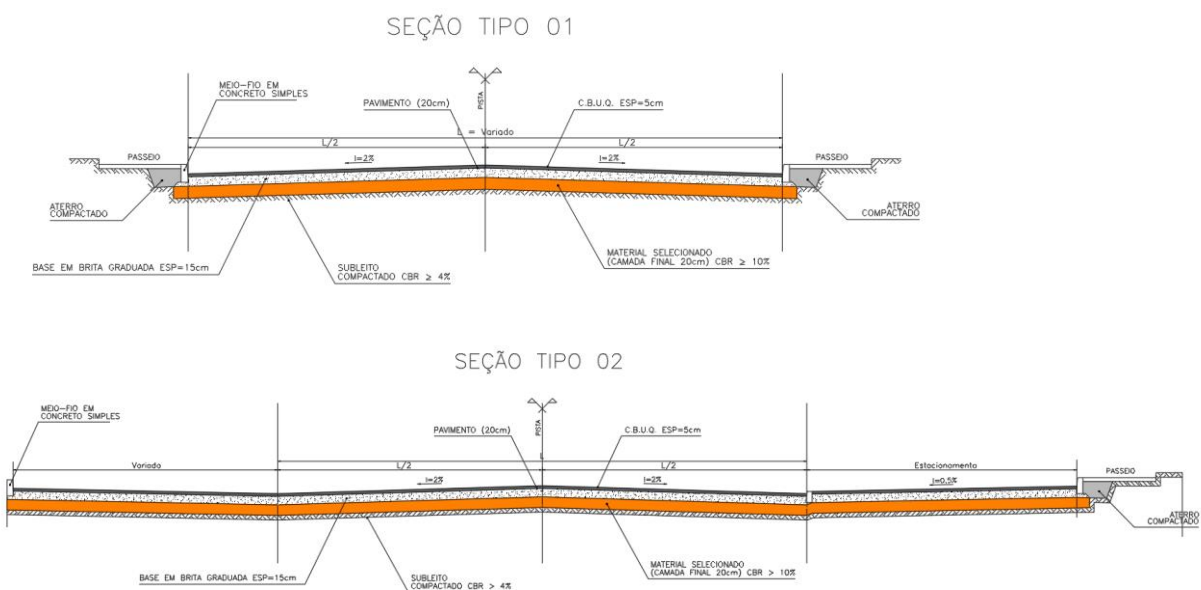
## Dimensão Final da Pavimentação – Seção Tipo

CAMADA	ESP.	K	ESP. EQUIVAL.
REVESTIMENTO ASFÁLTICO (CBUQ)	5,0 cm	2,0	10,0 cm
BASE EM BRITA GRADUADA	15,0 cm	1,0	15,0 cm
SUB-BASE GRANULAR (Ñ Necessária)	0,0 cm	1,0	0,0 cm
<b>TOTAL</b>	<b>20,0 cm</b>	<b>-</b>	<b>25,0 cm</b>
Subleito com CBR $\geq 10$ e expansão $\leq 2\%$			

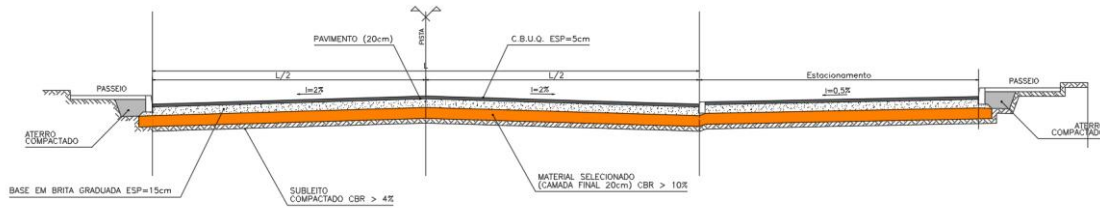
## QUANTITATIVOS

QUADRO GERAL DE QUANTITATIVOS						
DESCRIÇÃO	MATERIAIS					
	BRITA GRADUADA			CBUQ		
	ÁREA(m <sup>2</sup> )	h(m)	VOLUME(m <sup>3</sup> )	ÁREA(m <sup>2</sup> )	h(m)	VOLUME(m <sup>3</sup> )
01 ÁREA INTERNA	2.439,77	0,15	365,97	2.439,77	0,05	121,99
02 ÁREA INTERNA	711,39	0,15	106,71	711,39	0,05	35,57
03 ÁREA EXTERNA	259,18	0,15	38,88	259,18	0,05	12,96
04 ÁREA EXTERNA	352,75	0,15	52,91	352,75	0,05	17,64
<b>TOTAL</b>	<b>3.763,09</b>	<b>-</b>	<b>564,46</b>	<b>3.763,09</b>	<b>-</b>	<b>188,15</b>

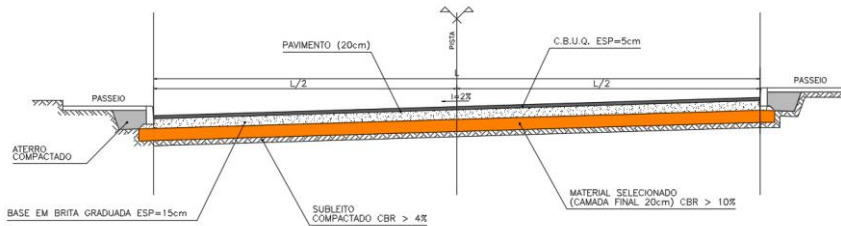
## SEÇÕES TIPO



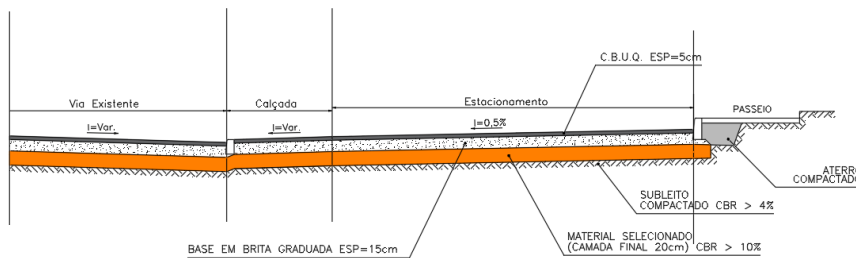
SEÇÃO TIPO 03



SEÇÃO TIPO 04



SEÇÃO TIPO 05



## 6. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO GEOMÉTRICO

### PROJETO EM PLANTA

Para o projeto em planta, contendo a completa definição planimétrica, será adotada a escala 1:500.

Os desenhos em planta apresentarão os seguintes elementos do projeto planimétrico:

- bordas da pista;
- bordas do acostamento;
- eixo, com indicação do estaqueamento contínuo, de todas as vias;
- localização, estacas e coordenadas dos pontos notáveis do alinhamento horizontal de todas as pistas (PC's, PT's, PI's, etc.);
- dados analíticos do alinhamento horizontal, tais como:

- raios das curvas circulares;
- comprimento das curvas;
- ângulos centrais das curvas circulares;
- tangentes externas;
- coordenadas dos centros das curvas circulares;
- dimensões planimétricas necessárias e suficientes para a definição das obras;
- localização e limites das obras especiais, com suficiente referência ao estaqueamento das vias, para permitir sua inequívoca identificação e locação;
- coordenadas e igualdade de estacas para todas as interseções, inícios e terminos de eixos em planta;
- igualdade de estacas (e coordenadas, quando necessário) de pontos geométricos notáveis, tais como:
  - mudança de eixo;
  - interseção de extensões de eixos para fins de amarração.

Nos cruzamentos, o raio mínimo das guias será de 3,0 metros e os raios subsequentes deverão ser múltiplos de 0,50 metro, sendo utilizados, sempre que possível, os valores indicados no Quadro a seguir.

## **PERFIS**

Os perfis longitudinais serão desenvolvidos e desenhados na escala horizontal igual a 1:1.000 e vertical 1:100 com distorção vertical de 10 vezes.

Nos desenhos dos perfis longitudinais deverão constar, pelo menos, os seguintes dados e indicações:

- perfil longitudinal do terreno original, na projeção horizontal do eixo que define o alinhamento geométrico em planta;
- linha do greide acabado no ponto de aplicação do mesmo, como definido nas seções transversais tipo;
- locação gráfica e indicação da estaca e cota dos PIV's, PCV's, PTV's;
- indicação analítica de:
  - comprimento das curvas verticais de concordância (L);
  - rampa, em percentagem (i);



- parâmetro K das curvas verticais ( $K = L/A$ , sendo A a diferença algébrica das rampas em percentagem);
  - ordenada da curva vertical sob o PIV (e);
  - cotas da linha do greide acabado em intervalos de 20 metros e em estacas coincidentes com aquelas das seções transversais, mostradas nos rodapés dos perfis;
  - indicação dos eixos das vias transversais e inscrição de sua denominação.
- O projeto de greide da via urbana será o mais uniforme possível, evitando as constantes quebras do alinhamento vertical e os pequenos comprimentos de rampas.
  - O greide será projetado de forma a não prejudicar as edificações cujas soleiras se situem nos pontos de cotas mais baixas ou mais altas. Não poderão ser projetadas rampas com declividade inferior a 0,5%.
  - Os "pontos baixos" do perfil existente ou os resultados do estudo do traçado serão transferidos ou projetados para as embocaduras das vias transversais que possam escoar as águas superficiais.

Os elementos do projeto em planta e perfil serão compatibilizados. Para isto, os elementos planimétricos e altimétricos não devem ser projetados independentemente.

## SEÇÕES TRANSVERSAIS

Com base em dados e/ou conclusão dos estudos geotécnicos, serão definidos o tráfego e outros aspectos pertinentes ou aplicáveis às características básicas da seção transversal de todos os tipos de pistas incluídas no projeto. As características básicas são:

- largura e cotas das pistas;
- largura e cotas dos off-sets;
- diferença algébrica entre o eixo do platô projetado e o eixo do greide final de terraplenagem;
- declividade transversal das pistas em tangente;
- outras aplicáveis.

Serão elaborados desenhos independentes mostrando as seções transversais com todos os seus elementos acima definidos e indicando:

- dados e dimensões da superfície acabada;
- ponto de aplicação do greide;
- estrutura dos pavimentos;

- todos os outros dados necessários ou requeridos para a completa interpretação dos desenhos.

As seções transversais serão desenhadas em escalas: horizontal 1:1000 e vertical 1:100, de forma tal a permitir seu perfeito entendimento para todos os tipos de pistas incluídas no projeto.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

# **DESMATAMENTO E LIMPEZA DA ÁREA**

---

## **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **1. DEFINIÇÃO**

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza consistem no conjunto de operações destinadas à remoção das obstruções naturais ou artificiais existentes nas áreas de implantação da obra, áreas de empréstimo e áreas de ocorrência de material.

Desmatamento e destocamento consistem no corte e remoção de toda vegetação (árvores, arbustos, coqueiros) de qualquer densidade ou tipo.

Consideram-se como Limpeza as operações de escavação e remoção total dos tocos e raízes, da camada de solo orgânico, de entulho, matacões ou de qualquer outro material considerado prejudicial, na profundidade necessária até o nível do terreno considerado apto para terraplenagem.

### **2. TERMINOLOGIA**

#### Empréstimo

Área indicada ou selecionada para a obtenção de solos a utilizar na implantação da obra.

#### Ocorrência de Material ou Jazida

Área indicada para a obtenção de solos ou rocha a utilizar na execução das camadas do pavimento.

### **3. MÉTODO EXECUTIVO**

As operações de desmatamento, destocamento e limpeza se darão dentro das faixas de serviço das obras ou dos limites estabelecidos para os empréstimos ou jazidas. As operações serão executadas na área mínima compreendida entre as estacas de amarração, "off sets", com o acréscimo de 2 (dois) metros para cada lado. No caso de empréstimo ou jazida, a área será a indispensável a sua exploração.

Serão removidos todos os tocos e raízes bem como toda a camada de solo orgânico e outros materiais indesejáveis que ocorram até o nível do terreno considerado apto para terraplenagem.

O material proveniente do serviço será removido, podendo ser transportado para local de "bota-fora", local de estocagem ou ainda, enleirado e queimado com fogo controlado. A remoção ou estocagem dependerá de eventual utilização, não sendo permitida a sua deposição em locais de aterros nem sua permanência em locais que possam provocar a obstrução dos sistemas de drenagem natural.

As operações serão executadas utilizando-se equipamentos adequados complementados



com o emprego de serviço manual. A escolha do equipamento se fará em função da densidade e do tipo de vegetação local e dos prazos exigidos para a execução da obra.

#### **4. CRITÉRIOS DE CONTROLE**

Nas terraplenagens exige-se que, no mínimo, uma camada de 60 (sessenta) centímetros abaixo do greide projetado fique isenta de tocos ou raízes.

Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas devidas não tiverem sido totalmente concluídas.

#### **5. MANEJO AMBIENTAL**

Nas operações de desmatamento, destocamento e limpeza adotam-se as seguintes medidas de proteção ambiental:

Não será permitido o uso de explosivos para remoção de vegetação. Outros obstáculos, sempre que possível, serão removidos por meio de equipamento convencional, mesmo que com certo grau de dificuldade, objeto de criteriosa análise e metodologia adequada.



# REGULARIZAÇÃO DE SUB-LEITO

---

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. DEFINIÇÃO

Trata-se da regularização do subleito de Áreas a serem pavimentados, uma vez concluídos os serviços de Terraplenagem.

Regularização é a operação destinada a conformar o leito da área transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros com até 20 cm de espessura. O que exceder os 20 cm será considerado como Terraplenagem.

### 2. MÉTODO EXECUTIVO

A Regularização será executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto, prévia e independentemente da construção de outra camada do pavimento.

Serão removidas, previamente, toda a vegetação e matéria orgânica porventura existentes na área a ser regularizada.

Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, será procedida a escarificação geral, na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os aterros além dos 20 cm máximos previstos serão executados de acordo com as Especificações de Aterros.

No caso de material não aproveitável para subleito, antes da regularização, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e a posterior substituição com material indicado.

#### Equipamentos

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

Em geral, poderão ser utilizados os seguintes equipamentos para a execução da regularização:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Caminhão-pipa com barra distribuidora;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou autopropulsores;
- Grade de discos;
- Trator agrícola de pneus;
- Pulvi-misturador.



### 3. CRITÉRIOS DE CONTROLE

#### Controle dos Materiais

Os materiais empregados na regularização serão os do próprio subleito. Em caso de substituição ou adição de material, este deverá ser proveniente de jazidas indicadas no projeto devendo satisfazer às seguintes exigências:

- Ter um diâmetro de partícula igual ou inferior 76 mm;
- Ter um Índice de Suporte Califórnia (ISC), determinado com a energia do método DNER-ME 049 (Proctor Normal), igual ou superior ao do material considerado no dimensionamento do pavimento.
- Ter expansão inferior a 2%.

#### Verificação da Qualidade dos Materiais

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos para tal verificação:

- Realizar ensaios de caracterização do material espalhado na pista ou área (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria), em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup> de área), ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup> de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.
- Realizar ensaios de Compactação pelo método DNER-ME 129 (método A) com material coletado na pista em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup> de área), ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup> de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.
- Realizar ensaios de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão, pelo método DNER-ME 049 com energia de compactado do item anterior para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista (ou aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup> de área), ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão (ou aproximadamente 7.000 m<sup>2</sup> de área), no caso de emprego de materiais homogêneos.

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
a	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
N = nº de amostras					K = coeficiente multiplicador						a = risco				

O número mínimo de ensaios ou determinações por segmento e por camada (área inferior a 4000 m<sup>2</sup>) é de 5.

A amostragem (conjunto de ensaios para a determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho, e não em frentes de trabalho separadas.

### Controle da Execução

Para se verificar a qualidade dos serviços executados, poderão ser exigidos os seguintes ensaios, a critério da Fiscalização:

- Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, para cada 100 m de pista a ser compactada (ou aproximadamente 700 m<sup>2</sup> de área), em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052 ou DNER-ME 088). As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de  $\geq 2\%$  em torno da umidade ótima.
- Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídas regularmente ao longo do segmento, pelo método DNER-ME 092, DNERME 036. Para pistas ou áreas de extensão limitada, com volumes de no máximo 1250 m<sup>3</sup> de material, deverão ser feitas pelo menos 5 determinações para o cálculo do grau de compactação - GC.

Os cálculos de grau de compactação  $GC \geq 100\%$  serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca "in situ" obtidas na pista.

O número de ensaios para verificação do Grau de Compactação -  $GC \geq 100\%$ , será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada, conforme a Tabela da Amostragem Variável.

A amostragem (conjunto de ensaios para a determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho, e não em frentes de trabalho separadas.

O valor do IG, calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, deverá sempre apresentar o resultado  $IG \geq IG$  do material para subleito considerado em projeto.

A expansão determinada no ensaio de ISC deve sempre apresentar resultado inferior a 2%. Será controlado o valor mínimo para os valores de ISC e grau de compactação -  $GC \geq 100\%$ , adotando-se o seguinte procedimento:

$X - ks < \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$X - ks \geq \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

$X + ks > \text{valor máximo admitido} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$X + ks \leq \text{valor máximo admitido} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

Sendo:

$$X = (\sum Xi) / n$$

$$s = \sqrt{(\sum (Xi - X)^2 / (n - 1))}$$



Onde:

$X_i$  - valores individuais.

$\bar{X}$  - média das amostras.

$s$  - desvio padrão das amostras.

$k$  - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

$n$  - número de determinações.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

### **Controle Geométrico**

Após a execução da regularizado do subleito, serão procedidos a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos da pista ou área, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- $\pm 10$  cm, quanto a largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 3$  cm em relação as cotas do greide do projeto.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Não será permitida a execução dos serviços de regularização em dias de chuva.

### **Manejo Ambiental**

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas a execução da regularização do subleito são:

### **Na Exploração das Ocorrências de Materiais**

Atendimento às recomendações preconizadas na Especificação DNER-ES 281/97 e DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental.

As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da Especificação DNER-ES 279/97.

### **Na Execução**

Os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos.

Deverá ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora da área da obra, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, deverão ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.





# EXECUÇÃO DE CORTES E ATERROS

---

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. DEFINIÇÃO

#### Cortes

Cortes são movimentações de terra ou rocha cuja execução exige escavação do material que compõe o terreno natural no interior dos limites das seções projetadas ("off-sets").

#### Empréstimos

Empréstimos são escavações destinadas a prover ou complementar o volume necessário à execução dos aterros por insuficiência do volume dos cortes, por motivos de ordem tecnológica de seleção de materiais ou razões de ordem econômica.

#### Aterros

Aterros são áreas implantadas com o depósito e a compactação de materiais provenientes de cortes ou empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto (off-sets).

#### Materiais

O material procedente da escavação do terreno natural, geralmente, é constituído por solo, alteração de rocha, rocha ou associação destes tipos.

Para os efeitos desta Especificação será adotada a seguinte classificação:

#### - Material de 1ª Categoria

Compreende os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor da umidade apresentado.

#### - Material de 2ª Categoria

Compreende os solos de resistência ao desmonte mecânico inferior à rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento de escarificação de grande porte. A extração, eventualmente, poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 0,15 cm e 1,00 cm.

#### - Material de 3ª Categoria

Compreende os solos de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1,00 cm, ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem com o emprego contínuo de explosivos ou de rompedor.



## 2. TERMINOLOGIA

### "Off sets"

Linhas de estacas demarcadoras da área de execução dos serviços.

### Corpo do Aterro

Parte do aterro situado entre o terreno natural até 1,00 m abaixo da cota correspondente ao greide da terraplenagem.

### Camada final

Parte do aterro constituída de material selecionado, situado entre o greide final da terraplenagem e o corpo do aterro.

## 3. MÉTODO EXECUTIVO

### Cortes

As operações de cortes compreendem:

- Escavação do terreno natural até o nível (greide) da terraplenagem, indicado no projeto;
- Escavação do terreno natural, abaixo do greide da terraplenagem, na espessura de 40 cm, nos cortes onde haja ocorrência de rocha sã ou em decomposição, para posterior substituição por solos selecionados;
- Escavação do terreno natural, abaixo do greide de terraplenagem, na espessura de 60 cm, nos cortes onde haja ocorrência de solos de elevada expansão, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, para posterior substituição por solos selecionados.

Nos cortes, em áreas de pavimentação, onde o material de subleito não apresentar CBR  $\geq 10\%$  e expansão  $\leq 2\%$ , deverá ser feita a substituição do material, numa espessura de 40 cm, com materiais que atendam a estes parâmetros.

As escavações de cortes obedecerão aos elementos técnicos constantes das Notas de Serviço, elaboradas de acordo com o projeto.

A escavação será precedida pelos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado antes que estes serviços tenham sido totalmente concluídos, nas áreas devidas.

Nos pontos de passagem de corte para aterro, precedendo este último, a escavação transversal ao eixo deverá ser executada até profundidade necessária para evitar recalques diferenciais.

- Equipamentos para a execução dos Cortes



A escavação do corte envolve a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços dentro das condições especificadas em projeto, atingindo as produtividades necessárias. A seleção do equipamento será função de situações específicas, conforme as seguintes indicações:

Cortes em solo - Serão utilizados tratores de esteiras ou pneus, equipados com lâmina, moto-escavotransportadores, pás carregadeiras, caminhões basculantes tradicionais ou do tipo "fora-de-estrada, ou outros tipos de equipamentos escavadores conjugados com transportadores. Como equipamentos complementares, serão utilizados, ainda, tratores e motoniveladoras, para escarificação, manutenção de caminhos de serviços e praças de trabalho, além de tratores empurradores ("pushers").

Cortes em rocha - Serão utilizadas perfuratrizes pneumáticas ou elétricas (tipo "wagon-drill", "crawler-drill" ou martelos manuais), para o preparo das minas; tratores equipados com lâmina, para a limpeza da praça de trabalho; escavadeiras e/ou pás-carregadeiras, caminhões basculantes tradicionais ou do tipo "fora-de-estrada", para a carga e o transporte do material extraído. Neste tipo de escavação deverão ser usados explosivos e acessórios de detonação adequados à natureza da rocha e às condições de segurança do canteiro de obra.

Cortes em Solos Orgânicos, Turfa ou Similares - Serão empregadas escavadeiras, do tipo "dragline", complementadas por outros equipamentos citados nas alíneas anteriores.

### Empréstimos

Atendidas as condições do projeto, os empréstimos terão seu aproveitamento definido em função da ocorrência de materiais adequados e da viabilidade econômica da exploração.

### Aterros

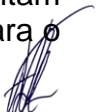
As operações de execução de aterros compreendem:

- Descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados procedentes de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplenagem;
- Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais procedentes de cortes ou empréstimos, destinados a substituir, eventualmente, os materiais de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos cortes ou aterros.

A execução dos aterros obedecerá rigorosamente os elementos técnicos fornecidos pela Fiscalização e constantes das notas de serviço apresentadas no projeto de execução.

A operação de construção dos aterros será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

O lançamento do material para a construção dos aterros deverá ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação, de acordo com o previsto nesta Especificação. Para o



corpo dos aterros a espessura da camada solta (não compactada) não deverá ultrapassar 0,30 cm. Para as camadas finais essa espessura não deverá ultrapassar 0,20 cm.

Todas as camadas do solo deverão ser convenientemente compactadas :

- Para o corpo dos aterros, na umidade ótima, mais ou menos 3 % de tolerância, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95 % da massa específica aparente máxima seca (Ensaio de Proctor Normal);
- Para as camadas finais a massa específica aparente seca deverá corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca (Ensaio de Proctor Normal).

Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

Os materiais empregados na execução do corpo do aterro devem possuir  $\text{CBR} \geq 2\%$  e expansão  $\leq 4\%$ .

Os materiais empregados na execução da camada final do aterro devem possuir as seguintes características:

Nos 30 cm iniciais os solos devem possuir  $\text{CBR} \geq 3\%$  e expansão  $\leq 2\%$ ;

Nos 40 cm intermediários os solos devem possuir  $\text{CBR} \geq 4\%$  e expansão  $\leq 2\%$ ;

Nos 30 cm finais os solos devem possuir  $\text{CBR} \geq 10\%$  e expansão  $\leq 2\%$ ;

- Equipamentos para a execução dos Aterros

Na execução dos aterros deverá ser prevista a utilização de equipamentos apropriados, de acordo com as condições locais e as produtividades exigidas para o cumprimento dos prazos.

Poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavotransportadores, caminhões basculantes, motoniveladoras, rolos de compactação (lisos, de pneus, pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios), rebocados por tratores agrícolas ou auto propulsores, grade de discos para homogeneização e caminhões-pipa para umedecimento.

#### **4. CRITÉRIOS DE CONTROLE E MANEJO AMBIENTAL**

Não será permitida, em qualquer fase da execução, a condução de águas pluviais para a plataforma da terraplenagem.

Os serviços serão aceitos se estiverem de acordo com esta Especificação, ou com as tolerâncias admitidas, e serão rejeitados em caso contrário.

Os serviços rejeitados serão corrigidos ou complementados.



## Cortes

Os taludes dos cortes deverão apresentar a superfície desempenada, pela atuação do equipamento de terraplenagem.

A altura e a inclinação dos cortes, assim como a largura da plataforma, deverão estar rigorosamente de acordo com a seção transversal especificada no projeto, o que será verificado através de levantamentos topográficos.

No caso das vias, serão admitidas as seguintes tolerâncias:

Variação de altura máxima, para o eixo e bordos:

- Para cortes em solo =  $\pm 0,05$  cm;
- Cortes em rocha =  $\pm 0,10$  cm.

Variação máxima de largura :

- + 0,20 cm para cada semi-plataforma, não se admitindo variação para menos.

Não será permitida a presença de blocos de rocha nos taludes, que possam colocar em risco a segurança das áreas do projeto ou do canteiro de obra.

### - Manejo Ambiental

Nas operações destinadas a execução de cortes, a preservação do meio ambiente exigirá a adoção dos seguintes procedimentos:

- O revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deverá ser executado imediatamente após o corte.
- Caso haja bota-foras, seus taludes deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.
- Os bota-foras serão executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais carregem o material depositado, causando assoreamentos.

## Empréstimos

### - Manejo Ambiental

Nas explorações das caixas de empréstimos serão adotadas as seguintes recomendações de preservação ambiental:

- O desmatamento, destocamento e limpeza serão executados dentro dos limites da área a ser escavada. O material retirado deverá ser estocado de forma que o solo orgânico possa ser espalhado na área escavada, após a exploração do empréstimo;
- Não deverão ser explorados empréstimos em áreas de reservas florestais, ecológicas, de preservação cultural, ou mesmo, nas suas proximidades;



- As áreas de empréstimos, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reintegrá-las à paisagem natural, operação realizada antes do espalhamento do solo orgânico;
- As áreas de empréstimos deverão ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como, os efeitos da erosão.

### Aterros

Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micáceas, diatomáceas, tocos ou raízes. Turfas e argilas orgânicas não deverão ser utilizadas.

Na execução do **corpo dos aterros** não será permitido o uso de solos que tenham baixa capacidade de suporte ( $ISC < 2\%$ ) e expansão maior do que 4%.

A **camada final** dos aterros deverá ser constituída de solos selecionados, não devendo ser empregados materiais cuja expansão seja superior a 2%.

#### - Controle Geométrico

O acabamento da plataforma de aterro será executado mecanicamente de forma a se obter a conformação da seção transversal do projeto. No caso de rodovias, serão admitidas as seguintes tolerâncias:

- Variação da altura máxima de  $\pm 0,04$  m para o eixo e bordos;
- Variação máxima da largura + 0,30 cm para a plataforma, não se admitindo variação para menos.

O controle será efetuado por nivelamento do eixo e bordos.

#### - Controle Tecnológico

Ao critério da Contratante poderão ser exigidos os seguintes ensaios:

- Um ensaio de compactação para cada 1000 m<sup>3</sup> de um mesmo material do **corpo do aterro** (segundo o Método DNER-ME 129 - Proctor Normal);
- Um ensaio de compactação para cada 200 m<sup>3</sup> de um mesmo material das **camadas finais** do aterro (segundo o Método DNER-ME 129 - Proctor Normal);
- Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, "in situ", para cada 1000 m<sup>3</sup> de material compactado no corpo do aterro, correspondente ao ensaio de compactação, e no mínimo duas determinações por dia, em cada camada de aterro;
- Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca "in situ", para cada 100 m<sup>3</sup> das **camadas finais** do aterro, alternadamente no eixo e bordos, correspondente ao ensaio de compactação;



- Um ensaio de granulometria (DNER-ME- 080), do limite de liquidez (DNER-ME-122) e do limite de plasticidade (DNER-ME-082), para o **corpo do aterro**, para todo grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- Um ensaio de granulometria (DNER-ME- 080), do limite de liquidez (DNER-ME-122) e do limite de plasticidade (DNER-ME-082) para as **camadas finais** do aterro, para todo grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia (ISC) com a energia do método (DNER-ME- 49 - Proctor Normal), para as **camadas finais**, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação.

#### - Controle da Execução

Deverão ser executados ensaios de massa específica aparente seca "**in situ**" em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídos regularmente ao longo do segmento (Método DNER-ME 092 e DNER-ME 037). Para áreas de extensões limitadas, com volume de, no máximo, 1.200 cm<sup>3</sup> no corpo do aterro, ou 800 cm<sup>3</sup> para as camadas finais deverão ser feitas pelo menos 5 determinações para o cálculo do Grau de Compactação (GC).

O número de ensaios de massa específica aparente "**in situ**" para o controle da execução será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratante, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,02	1,01
a	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
N = nº de amostras					K = coeficiente multiplicador						a = risco				

As determinações do Grau de Compactação (GC) serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca de laboratório e da massa específica aparente "in situ" obtida no campo.

Deverão ser obedecidos os seguintes limites:

- corpo do aterro - GC = 95%;
- camadas finais - GC = 100%.

#### - Aceitação e Rejeição

A expansão, determinada no ensaio de ISC, deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

- corpo do aterro : ISC = 3% e expansão  $\leq$  2%;
- camadas finais : ISC = 10% e expansão  $\leq$  2%.



Será controlado o valor mínimo para o ISC e Grau de Compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, adotando-se o seguinte procedimento:

Para ISC e GC têm-se:

- $X - ks < \text{valor mínimo admitido}$   $\Rightarrow$  rejeita-se o serviço;
- $X - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$   $\Rightarrow$  aceita-se o serviço.

Para a expansão, têm-se:

- $X + ks > \text{valor máximo admitido}$   $\Rightarrow$  rejeita-se o serviço;
- $X + ks \leq \text{valor máximo admitido}$   $\Rightarrow$  aceita-se o serviço.

Sendo:

$$X = (\sum Xi) / n$$

$$s = \sqrt{(\sum (Xi - X)^2 / (n - 1))}$$

Onde:

$X_i$  - valores individuais.

$X$  - média das amostras.

$s$  - desvio padrão das amostras.

$k$  - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

$n$  - número de determinações.

- Aterros com Areia

Deverá ser verificada a compacidade da areia através do ensaio de determinação do índice de vazios mínimo de solos coesivos (Norma ABNT – MB 3388), devendo atingir valores superiores a 70% (setenta por cento) em todos os pontos do reaterro.

A densidade da areia deverá variar de aproximadamente 1.600Kg/m<sup>3</sup> para aproximadamente 2.100Kg/m<sup>3</sup>.

- Manejo Ambiental

As providências a serem tomadas visando a preservação do meio ambiente referem-se a execução dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, para evitar erosões e conseqüente carreamento de material.





# BASE EM BRITA GRADUADA (BGS)

---

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. DEFINIÇÃO

Brita graduada é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em sina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

### 2. CONDIÇÕES GERAIS

A brita graduada pode ser empregada como base ou sub-base de pavimento.

Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- Sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- Sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- Sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- Sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- Em dias de chuva.

### 3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

#### Materiais

Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

#### - Agregados

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

- Agregados graúdos ..... 12%
- Agregados miúdos ..... 15%

Para o agregado retido na peneira no 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%.



Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.

- Brita Graduada

- A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 1/2"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100
3/4"	19,1	50-85	60-95	66-88
3/8"	9,5	35-65	40-75	46-71
n.º 4	4,8	25-45	25-60	30-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	20-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	8-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	5-10

- A percentagem de material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira no 40.
- Para camadas de base, a percentagem passante na peneira no 40 não deve ser inferior a 12%.
- A diferença entre as percentagens passantes nas peneiras no 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.
- A fração passante na peneira no 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54/97, superior a 40%.
- A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.
- O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.
- O emprego de outras faixas granulométricas é abordado no Manual de Execução.

## Equipamentos

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- Instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir as frações que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- Pá-carregadeira;



- Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”;
- Caminhões basculantes;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Motoniveladora pesada;
- Distribuidor de agregados autopropulsionado;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- Ferramentas manuais diversas.

## **Execução**

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental exclusivamente por deficiência de espessura, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova aplicação de brita graduada sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado, homogeneização, correção de umidade e recompactação.

Preparo da superfície:

- A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

Produção da brita graduada:

- A rocha sã extraída da pedreira indicada é previamente britada e classificada em frações, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura.
- A central de mistura deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.



- As frações obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

#### Transporte da brita graduada:

- A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.
- Não é permitida a estocagem do material usinado.
- Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

#### Distribuição da mistura:

- A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo DER/PR, é realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.
- Opcionalmente, e a exclusivo juízo do DER/PR, a distribuição da brita graduada pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a brita graduada é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pelo DER/PR, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço.
- A distribuição da mistura deve ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.
- É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.
- A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17m, no máximo. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução.

#### Compressão:

- A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada. No entanto, na execução do segmento experimental deve-se verificar se a camada em execução aceita energia superior à modificada. Se isto for possível, esta nova energia de compactação é adotada, e respaldada laboratorialmente por ensaio de compactação adaptado, o qual define a umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima de referência. Para esta finalidade, laboratorialmente devem ser ensaiadas amostras com variação de número de golpes/camada superiores aos especificados para a energia modificada.
- A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação (energia modificada ou nova energia adotada a partir da execução do segmento experimental). De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de - 2%, a + 1% em relação à umidade ótima.

- A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.
- A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNERME129/94, executando com a energia adotada (modificada ou superior). O número de passadas do equipamento compactador necessário para a obtenção das condições de densificação especificadas, é definido em função dos resultados obtidos dos trechos experimentais.
- Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

Observações gerais:

- A sub-base de brita graduada não deve ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, o DER/PR pode autorizar a liberação de tráfego, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço. No caso de camada de base de brita graduada, só é permitida a liberação do tráfego após a cura da imprimação, por período de pelo menos 12 horas, e proteção adequada com “salgamento” da camada.
- Quando é prevista a imprimação da camada de brita graduada, a mesma deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

#### **4. MANEJO AMBIENTAL**

Para execução de bases ou sub-bases de brita graduada são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

Na exploração das ocorrências de materiais:

Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- Deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;

- Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- Impedir queimadas como forma de desmatamento;
- Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- Quanto à operação

- Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

## **5. CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE**

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 apresentados a seguir:





Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
<b>No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira</b>	
01	Ensaio de abrasão Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade com sulfato de sódio

Quadro 2 – Brita graduada na usina	
Quantidade	Descrição
<b>Para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida:</b>	
04	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
02	Ensaio de granulometria por via lavada

Quadro 3 – Brita graduada na pista	
Quantidade	Descrição
<b>a) Para cada 100 m<sup>3</sup> de mistura aplicada:</b>	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
01	Ensaio de granulometria por via lavada nos locais de coleta para massa específica “in situ”
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira
<b>b) Para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida:</b>	
01	Ensaio de compactação com a energia adotada
01	Ensaio de equivalente de areia
<b>c) No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira:</b>	
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
01	Ensaio de lameridade (ver Manual de Execução DER/PR)
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

## 6. CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE - CONTRATANTE

Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.
- Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciada sem bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

# PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ)

---

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. DEFINIÇÃO

Consiste na aplicação na pista de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

Será utilizado para a pavimentação da Rua Canal, conforme indicado no item 1.00 – Memorial Descritivo e de Cálculo, deste volume.

#### Terminologia

Mistura executada em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e ligante betuminoso, espalhada e comprimida a quente. Na usina, tanto agregados como ligante são previamente aquecidos para depois serem misturados.

### 2. MÉTODO EXECUTIVO

#### Transporte

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, em caminhões basculantes apropriados. Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente para proteger todo o material.

#### Serviços Preliminares

Tendo sido decorridos mais de sete dias da execução da imprimação, tendo havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou tendo sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

#### Distribuição e Compressão da Mistura

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura/viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol (DNER-ME 004). Recomenda-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos. A temperatura do ligante deverá estar entre 107 °C e 177 °C.

A temperatura de aplicação do alcatrão será aquela na qual a viscosidade “**Engler**” (ASTM D 1665) situa-se em uma faixa de  $25 \pm 3$ . A mistura, neste caso, não deverá deixar a usina com temperatura superior a 106 °C.

O espalhamento será efetuado por vibroacabadoras. Caso ocorram irregularidades na



superfície da camada, as correções serão feitas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento executado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, será iniciado o processo de rolagem para compressão. A temperatura de rolagem deverá ser a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo esta temperatura fixada experimentalmente para cada caso.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura, é aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol (DNER ME 004), de  $140 \pm 15$  segundos, para o cimento asfáltico, ou uma viscosidade específica, "**Engler**" (ASTM-D 1665), de  $40 \pm 5$ , para o alcatrão.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão ( $60 \text{ lb/pol}^2$ ), e aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100,  $120 \text{ lb/pol}^2$ ), adequando o número de passadas de forma a atingir o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deverá começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem seguirá até o momento em que seja atingida a compactação exigida.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

#### Abertura de Trânsito

Os revestimentos concluídos deverão ser mantidos sem trânsito até o seu completo resfriamento.

#### Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser examinados pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, para que possa ser dada a ordem de serviço.

##### - Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas da bascula. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc.) não serão permitidos.

##### - Equipamento para Espalhamento



Para espalhamento e acabamento, serão utilizadas pavimentadoras automotrizes (acabadoras), capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas. Deverão possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. Serão equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, com controle de temperatura, para colocação da mistura sem irregularidades.

#### - Equipamentos para a Compressão

Serão utilizados rolos pneumáticos e rolos metálicos lisos, tipo tanden, rolos vibratórios ou outros equipamentos aprovados pela Fiscalização. Os rolos compressores, tipo tanden, deverão ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitam a variação da calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada (2,5 kgf/cm<sup>2</sup> a 8,4 kgf/cm<sup>2</sup>).

O equipamento em operação deverá ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

### **3. CRITÉRIOS DE CONTROLE**

#### Controle do Espalhamento e Compressão na Pista

O controle da execução será exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

#### - Temperatura de Compressão na Pista

Deverão ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa, imediatamente antes de iniciada a compressão.

Estas temperaturas deverão ser as indicadas para compressão, com uma tolerância de  $\pm 5$  °C.

O número de determinações das temperaturas de compressão será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a Tabela de Amostragem Variável apresentada no item “Controle Estatístico da Execução” desta Especificação.

#### - Grau de Compressão na Pista

O controle do Grau de Compressão – GC – da mistura betuminosa deverá ser feito, referencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista ou área, por meios de brocas rotativas.

Não sendo possível a utilização deste equipamento, será permitido o processo do anel de



aço. Para isso, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura de 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade aparente dos corpos de prova neles moldados.

Poderão ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicada no projeto.

Deverá ser realizada uma determinação a cada 150 m de meia pista (ou, aproximadamente, 500m<sup>2</sup>), em pontos aleatórios, não sendo permitidas densidades (GC) inferiores a 97% da densidade prevista no projeto.

O controle de compressão poderá, também, ser feito medindo-se as densidades aparentes dos corpos de prova extraídos da pista e comparandoas com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos de prova deverão ser obtidas bem próximo ao local onde serão realizados os furos e antes da sua compactação. A relação entre estas duas densidades não deverá ser inferior a 100%.

#### - Controle Estatístico do Grau de Compressão

O número das determinações ou ensaios de controle da execução, por jornada de 8 horas de trabalho será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,02	1,01
a	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
N = nº de amostras					K = coeficiente multiplicador						a = risco				

Número mínimo de determinações por jornada de 8 horas de trabalho será de 5 (cinco).

Para o controle do espalhamento e compressão do CBUQ na pista, deverão ser analisados estatisticamente os resultados obtidos e, baseados na tabela anterior, verificar a condição seguinte (DNER-PRO 277/97):

Para o Grau de Compactação - GC - em que é especificado um valor mínimo a ser atingido deve-se verificar a condição seguinte:

$X - ks < \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$X - ks \geq \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$



Sendo:

$$X = (\sum Xi) / n$$

$$s = \sqrt{(\sum (Xi - X)^2 / (n - 1))}$$

Onde:

$X_i$  - valores individuais.

$X$  - média das amostras.

$s$  - desvio padrão das amostras.

$k$  - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

$n$  - número de determinações.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

### Controle Geométrico

#### - Espessura da Camada

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos de prova na pista ou área, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitida a variação de  $\pm 10\%$ , da espessura de projeto, para pontos isolados, e até  $+ 5\%$  de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

#### - Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos será feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena. Os desvios verificados não deverão exceder  $\pm 5\text{cm}$ .

#### - Acabamento da Superfície

Durante a execução, deverá ser feito, diariamente, em cada estaca da locação, o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista ou área. A variação da superfície, respectivamente, entre dois pontos quaisquer de contato, não deverá exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento da superfície deverá, ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta” devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182). Neste caso o acabamento ao Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km.

### Condições de Segurança para as Vias

O revestimento acabado deverá apresentar VRD, Valor de Resistência a Derrapagem, superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 ***Bristish Standard***), ou outros similares.

O projeto da mistura deverá ser verificado através de trecho experimental como extensão da ordem de 100m.

Poderá, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução serão realizados para cada 200m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

As misturas de concreto betuminoso deverão ser fabricadas e distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e o tempo não se apresentar chuvoso.

#### **4. MANEJO AMBIENTAL**

Para execução da camada betuminosa do CBUQ serão necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque de ligante betuminoso e a operação da usina.



# MEIOS-FIOS E GUIAS

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

---

### 1. DEFINIÇÃO

Brita graduada é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em sina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

### 2. CONDIÇÕES GERAIS

A brita graduada pode ser empregada como base ou sub-base de pavimento.

Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- Sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- Sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- Sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- Sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- Em dias de chuva.

### 3. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

#### Materiais

Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

- Agregados

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

- Agregados graúdos ..... 12%
- Agregados miúdos ..... 15%



Para o agregado retido na peneira no 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%.

Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.

#### - Brita Graduada

- A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 ½"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100
¾"	19,1	50-85	60-95	66-88
⅜"	9,5	35-65	40-75	46-71
n.º 4	4,8	25-45	25-60	30-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	20-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	8-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	5-10

- A percentagem de material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira no 40.
- Para camadas de base, a percentagem passante na peneira no 40 não deve ser inferior a 12%.
- A diferença entre as percentagens passantes nas peneiras no 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.
- A fração passante na peneira no 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54/97, superior a 40%.
- A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.
- O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.
- O emprego de outras faixas granulométricas é abordado no Manual de Execução.

#### Equipamentos

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- Instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir as frações que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- Pá-carregadeira;
- Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”;
- Caminhões basculantes;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Motoniveladora pesada;
- Distribuidor de agregados autopropulsionado;
- Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- Ferramentas manuais diversas.

## **Execução**

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental exclusivamente por deficiência de espessura, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova aplicação de brita graduada sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado, homogeneização, correção de umidade e recompactação.

Preparo da superfície:

- A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

Produção da brita graduada:



- A rocha sã extraída da pedreira indicada é previamente britada e classificada em frações, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura.
- A central de mistura deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- As frações obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subsequentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

#### Transporte da brita graduada:

- A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.
- Não é permitida a estocagem do material usinado.
- Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

#### Distribuição da mistura:

- A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo DER/PR, é realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.
- Opcionalmente, e a exclusivo juízo do DER/PR, a distribuição da brita graduada pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a brita graduada é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pelo DER/PR, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço.
- A distribuição da mistura deve ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.
- É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.
- A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17m, no máximo. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução.

#### Compactação:

- A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada. No entanto, na execução do segmento experimental deve-se verificar se a camada em execução aceita energia superior à modificada. Se isto for possível, esta nova energia de compactação é adotada, e respaldada laboratorialmente por ensaio de compactação adaptado, o qual define a umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima de referência. Para esta finalidade, laboratorialmente devem ser ensaiadas amostras com variação de número de golpes/camada superiores aos especificados para a energia modificada.
- A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação (energia

modificada ou nova energia adotada a partir da execução do segmento experimental). De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de - 2%, a + 1% em relação à umidade ótima.

- A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.
- A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNERME129/94, executando com a energia adotada (modificada ou superior). O número de passadas do equipamento compactador necessário para a obtenção das condições de densificação especificadas, é definido em função dos resultados obtidos dos trechos experimentais.
- Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

Observações gerais:

- A sub-base de brita graduada não deve ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, o DER/PR pode autorizar a liberação de tráfego, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço. No caso de camada de base de brita graduada, só é permitida a liberação do tráfego após a cura da imprimação, por período de pelo menos 12 horas, e proteção adequada com “salgamento” da camada.
- Quando é prevista a imprimação da camada de brita graduada, a mesma deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

#### **4. MANEJO AMBIENTAL**

Para execução de bases ou sub-bases de brita graduada são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

Na exploração das ocorrências de materiais:

Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;



- Deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- Impedir queimadas como forma de desmatamento;
- Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- Quanto à operação

- Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

## **5. CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE**

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 apresentados a seguir:

Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
<b>No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira</b>	
01	Ensaio de abrasão Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade com sulfato de sódio

Quadro 2 – Brita graduada na usina	
Quantidade	Descrição
<b>Para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida:</b>	
04	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
02	Ensaio de granulometria por via lavada

Quadro 3 – Brita graduada na pista	
Quantidade	Descrição
<b>a) Para cada 100 m<sup>3</sup> de mistura aplicada:</b>	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
01	Ensaio de granulometria por via lavada nos locais de coleta para massa específica “in situ”
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira
<b>b) Para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida:</b>	
01	Ensaio de compactação com a energia adotada
01	Ensaio de equivalente de areia
<b>c) No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira:</b>	
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
01	Ensaio de lameridade (ver Manual de Execução DER/PR)
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

## 6. CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE - CONTRATANTE

Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.
- Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciada sem bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

# **SEGURANÇA, HIGIENE E MEDICINA DO TRABALHO**

---

## **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

O Construtor deve observar a legislação do Ministério do Trabalho que determina obrigações no campo de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

Será exigido o cumprimento rigoroso da Portaria 3.214, em especial a NR-18, que trata das Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil, incluindo-se os custos decorrentes das instalações necessárias e observando-se a composição do BDI, no tocante aos EPC's e EPI's.

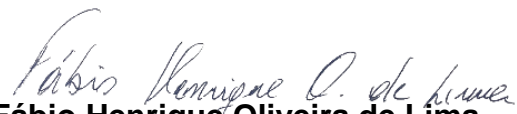
O Construtor, quando responsável por atividades que obriguem o emprego de 100 ou mais funcionários, deve ter atuando na obra, pelo menos, um Supervisor de Segurança, legalmente habilitado.

O Construtor será responsável quanto ao uso obrigatório e correto, pelos operários, dos equipamentos de proteção individual de acordo com as Normas de Serviço de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

Cabe ao Construtor promover, por sua conta, o seguro de prevenção de acidentes de trabalho, dano de propriedade, fogo, acidente de veículos, transporte de materiais e outro tipo de seguro que achar conveniente.

O Construtor deve manter, durante o prazo de execução das obras, livre acesso aos hidrantes e registros de seccionamento da rede distribuidora de água que porventura estiverem dentro do canteiro de serviço. Da mesma forma, sempre que possível, deve deixar livre uma faixa da rua ou do logradouro, para permitir a passagem de veículos de socorro e emergência.

O Construtor deve sempre obedecer às normas especiais de segurança e controle para o armazenamento de explosivos e inflamáveis estabelecidas pelas autoridades competentes.

  
**Fábio Henrique Oliveira de Lima**  
**Engenheiro Civil - CREA – 270626313-0**