

Referência do Documento

2981.1-00-07-00-003-PL

Nome do Projecto

Alma Plaza - Infraestruturas Exteriores

Tipo do Documento

Condições Técnicas

Número do Projecto

2981.1

Fase

Projecto de Licenciamento

Especialidade

07 – Arruamentos

Versão	Data	Ficheiro	2981.1-03-02-07-04-00-03-003		
00	10/02/2010	Descrição	Emissão das Condições Técnicas de Arruamentos para Licenciamento		
			Preparado	Revisto	Aprovado
			CMO	ABA	MPB
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado
Versão	Data	Ficheiro			
		Descrição			
			Preparado	Revisto	Aprovado

## ÍNDICE

<b>MOVIMENTO DE TERRAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS .....</b>	<b>5</b>
1.1. Aterros .....	5
1.1.1. Estruturas dos aterros .....	5
1.1.2. Critérios gerais .....	6
1.1.3. Tipos de Materiais de Aterro .....	7
1.1.4. Aterros com solos .....	11
1.1.5. Aterros em material rochoso (enrocamento) .....	11
1.1.6. Aterros com materiais do tipo solo-enrocamento .....	12
1.1.7. Aterros zonados .....	13
1.1.8. Particularidades dos aterros com materiais evolutivos .....	13
1.1.9. Aterros técnicos .....	13
1.2. Materiais para o leito do pavimento .....	14
1.2.1. Solos .....	14
1.2.2. Materiais granulares não britados .....	14
1.2.3. Materiais granulares britados .....	15
1.3. Geotêxteis em terraplenagem .....	16
1.3.1. Disposições gerais .....	16
1.3.2. Geotêxteis com funções de separação e/ou filtro .....	17
1.3.3. Materiais a aplicar sobre os geotêxteis .....	18
1.3.4. Materiais a aplicar na camada drenante sobrejacente ao geotêxtil .....	18
1.3.5. Materiais para drenos verticais .....	18
<b>2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>19</b>
2.1. Trabalhos Preparatórios .....	19
2.1.1. Limpeza e desmatção .....	19
2.1.2. Decapagem .....	19
2.1.3. Saneamentos na fundação dos aterros ou no leito do pavimento em escavação .....	20
2.1.4. Protecção da vegetação existente .....	20
2.2. Aterros .....	21
2.2.1. Disposições gerais .....	21
2.2.2. Preparação da fundação de aterros em situações particulares .....	22
2.2.3. Aterros em enrocamento ou mistura solo-enrocamento .....	24
2.2.4. Aterros zonados .....	25
2.2.5. Aterros com materiais evolutivos .....	25
2.3. Escavações .....	26

2.3.1. Disposições gerais .....	26
2.3.2. Escavação com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper) .....	27
2.3.3. Escavação com recurso a explosivos.....	28
2.4. Empréstimos e depósitos .....	28
2.5. Execução do leito do pavimento .....	28
2.5.1. Disposições gerais .....	28
<b>PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>1. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS .....</b>	<b>31</b>
1.1. Materiais Constituintes das Misturas com Ligantes Hidráulicos ou Betuminosos .....	31
1.1.1. Cimentos.....	31
1.1.2. Água.....	31
1.1.3. Adições para misturas com ligantes hidráulicos .....	31
1.1.4. Adjuvantes.....	32
1.1.5. Ligantes betuminosos.....	33
1.1.6. Aditivos especiais para misturas betuminosas .....	34
1.1.7. Filer para misturas betuminosas.....	35
1.1.8. Agregados para camadas de sub-base e base, granulares e em mistura com ligantes hidráulicos .	35
1.1.9. Agregados para misturas betuminosas .....	37
1.1.10. Agregados para argamassas e betões de ligantes hidráulicos .....	39
1.2. Materiais para Camadas Granulares.....	39
1.2.1. Com características de sub-base .....	39
1.2.2. Com características de base.....	42
1.2.3. Com Características de Regularização.....	44
1.3. Materiais para Camadas de Misturas Betuminosas a Quente .....	44
1.3.1. Com características de regularização .....	44
1.3.2. Com características de desgaste, na faixa de rodagem .....	46
1.4. Argamassa para juntas de lancis .....	47
1.5. Trabalhos Especiais de Pavimentação .....	47
1.5.1. Pavimentação, incluindo fundação .....	47
<b>2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>48</b>
2.1. Camadas em Solos ou em Materiais Granulares com Características de Sub-base.....	48
2.1.1. Estudo laboratorial .....	49
2.1.2. Preparação da plataforma de apoio do pavimento .....	50
2.1.3. Exploração ou fabrico e armazenamento .....	51
2.1.4. Transporte e espalhamento.....	52
2.1.5. Compactação e correcção do teor em água .....	52
2.1.6. Regularidade da superfície acabada .....	53

2.1.7. Espessura da camada .....	53
2.2. Camadas em Agregado Britado de Granulometria Extensa com Características de Base .....	53
2.2.1. Estudo laboratorial .....	53
2.2.2. Fabrico e armazenamento .....	54
2.2.3. Espalhamento.....	55
2.2.4. Compactação.....	56
2.2.5. Regularidade da superfície acabada .....	56
2.2.6. Espessura da camada .....	56
2.2.7. Impregnação betuminosa .....	57
2.3. Misturas Betuminosas a Quente - Disposições Gerais para o seu Estudo, Fabrico, Transporte e Aplicação.....	58
2.3.1. Estudo da composição .....	58
2.3.2. Transposição do estudo laboratorial para a central de fabrico de misturas betuminosas .....	59
2.3.3. Execução de trechos experimentais.....	60
2.3.4. Preparação da superfície subjacente .....	61
2.3.5. Fabrico, transporte e espalhamento das misturas betuminosas.....	62
2.3.6. Transporte.....	64
2.3.7. Espalhamento.....	65
2.3.8. Compactação.....	68
2.3.9. Juntas de trabalho .....	69
2.3.10. Equipamento para a execução de camadas betuminosas a quente .....	69
2.4. Argamassa para juntas de lancis .....	70
2.5. Trabalhos especiais de pavimentação.....	71
2.5.1. Lajeado de betão.....	71
2.5.2. Betonilha .....	71
2.5.3. Assentamento de lancis.....	72
<b>SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA.....</b>	<b>74</b>
<b>1. MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DE MARCAS RODOVIÁRIAS .....</b>	<b>74</b>
1.1. Tintas para Pré-marcação .....	74
1.2. Material Termoplástico .....	74
1.2.1. Agregado e cargas .....	74
1.2.2. Pigmento para termoplástico branco .....	74
1.2.3. Ligante .....	74
1.2.4. Pérolas refletoras .....	74
1.2.5. Material termoplástico branco .....	76
<b>2. SINALIZAÇÃO VERTICAL E EQUIPAMENTO DE BALIZAGEM E DE GUIAMENTO .....</b>	<b>77</b>
2.1. Sinais de Pequena Dimensão .....	77
2.1.1. Âmbito de aplicação.....	77

2.1.2. Placa .....	77
2.1.3. Postes.....	80
2.1.4. Peças de ligação.....	80
2.2. Sinais de Média Dimensão .....	80
2.2.1. Âmbito de aplicação .....	80
2.2.2. Placa .....	81
2.2.3. Postes.....	81
2.2.4. Peças de ligação.....	81
2.3. Marcação dos Sinais .....	81
2.4. Parafusos, Anilhas e Porcas .....	81
2.5. Aço Corrente e Metal de Adição para Soldadura .....	81
2.6. Alumínio .....	81
2.7. Ligas de Alumínio .....	82
2.8. Protecção de Elementos Contra a Corrosão .....	82
2.9. Cores .....	82
2.10. Abecedários e Numerários .....	82
<b>3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>82</b>
3.1. Marcas rodoviárias (sinalização horizontal) .....	82
3.1.1. Material termoplástico de aplicação a quente .....	82
3.1.2. Lotes, amostras e ensaios .....	86
3.2. Sinalização vertical e equipamento de balizagem de guiamento .....	86
3.2.1. Armazenamento dos sinais .....	86
3.2.2. Montagem dos sinais.....	86
3.2.3. Localização dos sinais.....	87
3.2.4. Implantação transversal dos sinais .....	87
3.2.5. Implantação vertical dos sinais.....	87
3.2.6. Colocação.....	89
3.2.7. Escavações para maciços de fundação de sinais.....	89
3.2.8. Betão .....	90
3.2.9. Marcadores .....	90

## **MOVIMENTO DE TERRAS**

### **1. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS**

#### **1.1. Aterros**

Para efeitos destas Condições Técnicas considera-se como **Fundação do Aterro** o terreno sobre o qual este será construído.

##### **1.1.1. Estruturas dos aterros**

Nos aterros distinguem-se as seguintes zonas, cuja geometria será definida no projecto:

##### **Parte Inferior do Aterro (PIA)**

É a zona do aterro que assenta sobre a fundação (geralmente considera-se que é constituída pelas duas primeiras camadas do aterro). No caso de se ter procedido previamente aos trabalhos de decapagem, consideram-se também incluídas para além destas, as camadas que se situam abaixo do nível do terreno natural.

##### **Corpo**

É a parte do aterro compreendida entre a Parte Inferior e a Parte Superior do Aterro.

##### **Parte Superior do Aterro (PSA)**

É a zona do aterro (da ordem dos 40-85 cm) sobre a qual apoia a Camada de Leito do Pavimento, a qual integra a fundação do pavimento e influencia o seu comportamento.

##### **Leito do Pavimento**

É a última “camada” constituinte do aterro, que se destina essencialmente a conferir boas condições de fundação ao pavimento, não só do ponto de vista das condições de serviço, mas também das condições de colocação em obra, permitindo uma fácil e adequada compactação da primeira camada do pavimento, e garantindo as condições de traficabilidade adequadas ao tráfego de obra. Por razões construtivas o Leito do Pavimento pode ser construído por uma ou várias camadas.

**Espaldar**

É a zona lateral do corpo do aterro que inclui os taludes, e que pode ocasionalmente ter função de maciço estabilizador.

*A Parte Superior do Aterro e o Leito do Pavimento constituem a **fundação do pavimento**.*

**1.1.2. Critérios gerais**

Os materiais a utilizar nos aterros serão os definidos no projecto, provenientes das escavações realizadas na obra ou de empréstimos. Os empréstimos escolhidos pelo adjudicatário deverão ser submetidos à prévia aprovação da Fiscalização.

Os materiais a utilizar na construção da Parte Inferior dos Aterros devem ser preferencialmente insensíveis à água, especialmente quando houver possibilidade de inundação e/ou de encharcamento dos terrenos adjacentes.

Na construção do Corpo dos aterros poderão ser utilizados todos os materiais que permitam a sua colocação em obra em condições adequadas, que garantam e assegurem por um lado a estabilidade da obra, e simultaneamente, que as deformações pós-construtivas que se venham a verificar sejam toleráveis a curto e longo prazo para as condições de serviço.

Para satisfazer às exigências de estabilidade quase imediatas dos aterros, os materiais utilizáveis devem ter características geotécnicas que permitam atingir, logo após a sua colocação em obra, as resistências, em particular mecânicas, que garantam esta exigência. Isto pressupõe, que eles possam ser correctamente espalhados e compactados, o que significa que:

É necessário que a dimensão máxima ( $D_{m\acute{a}x}$ ) dos seus elementos permita o nivelamento das camadas e que a sua espessura seja compatível com a potência dos cilindros utilizados;

O respectivo teor em água natural ( $W_{nat}$ ) seja adequado às condições de colocação em obra.

Os materiais que poderão ser utilizados na construção do Corpo dos aterros devem ainda obedecer ao seguinte:

Os solos ou materiais a utilizar deverão estar isentos de ramos, folhas, troncos, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos.

A dimensão máxima dos elementos dos materiais a aplicar será, em regra, não superior a 2/3 da espessura da camada, uma vez compactada.

Na Parte Superior dos Aterros devem ser utilizados os materiais de melhor qualidade, de entre os provenientes das escavações e/ou dos empréstimos utilizados.

Na zona dos Espaldares devem ser utilizados materiais compatíveis com a geometria de taludes projectada, de modo a evitar riscos de instabilidade e/ou de erosão.

Quando for imprescindível, por razões económicas e/ou ambientais, reutilizar na construção de aterros solos coerentes (finos e sensíveis à água) com elevados teores em água no seu estado natural, poder-se-á recorrer a técnicas de tratamento ("in situ" ou em central) com cal ou com ligantes hidráulicos, por forma a garantir condições de traficabilidade aos equipamentos e a atingir as condições exigíveis para a sua colocação em obra.

### **1.1.3. Tipos de Materiais de Aterro**

Os materiais a utilizar na construção dos aterros são do ponto de vista granulométrico, os seguintes: solos, materiais rochosos (enrocamento), e materiais do tipo solo-enrocamentos.

#### **1.1.3.1. Solos**

Segundo as presentes Condições Técnicas, denominam-se solos os materiais que cumpram as seguintes condições granulométricas:

- Material retido no peneiro 19 mm ( 3/4" ) ASTM ..... ≤ 30%

A sua utilização na construção de aterros, no seu estado natural, exige que sejam observadas as seguintes condições relativas ao teor em água:

- Solos incoerentes: .....  $0,8 W_{opm} \leq W_{nat} \leq 1,2 W_{opm}$
- Solos coerentes: .....  $0,7 W_{opn} \leq W_{nat} \leq 1,4 W_{opn}$

$W_{opm}$  - teor em água óptimo referido ao ensaio de Proctor Modificado

$W_{opn}$  - teor em água óptimo referido ao ensaio de Proctor Normal

Quando não se verifique este requisito para o caso de solos coerentes, poder-se-á recorrer a técnicas de tratamento com cal ou desta combinada com cimento.

A possível utilização dos diversos tipos de solos em função da zona do aterro em que irão ser aplicados deverá obedecer às seguintes regras gerais (Quadro 1), baseadas na classificação unificada de solos, contida na especificação ASTM D 2487.



**Quadro 1**

Classe	CBR (%)	Tipo de Solo	Descrição	Reutilização		
				PIA	Corpo	PSA
<b>S 0</b>	< 3	OL	Siltes orgânicos e siltes argilosos orgânicos de baixa plasticidade (1)	N	N	N
		OH	Argilas orgânicas de plasticidade média a elevada; Siltes orgânicos. (2)	N	P	N
		CH	Argilas inorgânicas de plasticidade elevada; Argilas gordas. (3)	N	P	N
		MH	Siltes inorgânicos; Areias finas micáceas; Siltes micáceos. (4)	N	P	N
<b>S 1</b>	$\geq 3$ a < 5	OL	Idem (1)	N	S	N
		OH	Idem (2)	N	S	N
		CH	Idem (3)	N	S	N
		MH	Idem (4)	N	S	N
<b>S 2</b>	$\geq 5$ a < 10	CH	Idem (3)	N	S	N
		MH	Idem (4)	N	S	N
		CL	Argilas inorgânicas de plasticidade baixa a média Argilas com seixo, argilas arenosas, Argilas siltosas e argilas magras.	S	S	P
		ML	Siltes inorgânicos e areias muito finas; Areias finas, siltosas ou argilosas; Siltes argilosos de baixa plasticidade.	S	S	P
		SC	Areia argilosa; Areia argilosa com cascalho. (5)	S	S	P
<b>S 3</b>	$\geq 10$ a < 20	SC	Idem (5)	S	S	S
		SM d SM u	Areia siltosa; Areia siltosa.	S P	S S	S N
		SP	Areias mal graduadas; Areias mal graduadas com cascalho.	S	S	S
<b>S 4</b>	$\geq 20$ a < 40	SW	Areias bem graduadas; Areias bem graduadas com cascalho.	S	S	S
		GC	Cascalho argiloso; Cascalho argiloso com areia.	S	S	S
		GM-u	Cascalho siltoso; Cascalho siltoso com areia. (6)	P	S	P
		GP	Cascalho mal graduado; Cascalho mal graduado com areia. (7)	S	S	S
<b>S 5</b>	$\geq 40$	GM-d	Idem (6)	S	S	S
		GP	Idem (7)	S	S	S
		GW	Cascalho bem graduado; Cascalho bem graduado com areia.	S	S	S

S - admissível;

N - não admissível;

P - possível.

PIA - parte inferior do aterro

PSA - parte superior do aterro

### 1.1.3.2. Materiais rochosos (enrocamentos)

Do ponto de vista da sua reutilização na construção de aterros e da definição das condições de aplicação, os materiais rochosos podem ser caracterizados com vista à determinação das suas características de resistência, fragmentabilidade e alterabilidade podendo-se considerar em princípio, divididos nos seguintes grupos:

**A - ROCHAS SEDIMENTARES****A.1 - Rochas Carbonatadas (Calcários)**

- a)  $LA < 45$  ..... Calcários duros
- b)  $LA > 45$  e  $\gamma > 18 \text{ kN} / \text{m}^3$  ..... Calcários de densidade média
- c)  $\gamma < 18 \text{ kN} / \text{m}^3$  ..... Calcário fragmentável

**A.2 - Rochas Argilosas (Margas, Xistos Sedimentares, Argilitos)**

- a)  $FR < 7$  e  $ALT < 20$  ..... Rochas argilosas pouco fragmentáveis e de degradabilidade média
- b)  $FR > 7$  ..... Rochas argilosas fragmentáveis
- c)  $FR < 7$  e  $ALT > 20$  ..... Rochas argilosas pouco fragmentáveis e muito degradáveis

**A.3 - Rochas Siliciosas (Grés, "Pudins" e Brechas)**

- a)  $LA < 45$  ..... Rochas Siliciosas Duras
- b)  $LA > 45$  e  $FR < 7$  ..... Rochas Siliciosas de Dureza Média
- c)  $FR > 7$  ..... Rochas Siliciosas Fragmentáveis

**B - ROCHAS MAGMÁTICAS E METAMÓRFICAS**

- a)  $LA < 45$  ..... Rochas Duras
- b)  $LA > 45$  e  $FR < 7$  ..... Rochas de Dureza Média
- c)  $FR > 7$  ..... Rochas Fragmentáveis ou alteráveis

**NOTA:**

- $\gamma$  - peso volúmico;
- LA - percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles (Gran. E);
- FR - índice de fragmentabilidade (NF P 94-066);
- ALT - índice de alterabilidade (NF P 94-067).

O material para utilizar em pedraplenos será proveniente das escavações, e deverá ser homogéneo, de boa qualidade, isento de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, obedecendo às seguintes características:

**Granulometria:**

O material terá uma granulometria contínua, e cumprirá as seguintes condições granulométricas:

- Percentagem passada no peneiro de 25 mm (1") ASTM, máxima.....30%
- Percentagem passada no peneiro de 0,074 mm (nº 200) ASTM ,máxima..... 12%
- A dimensão máxima dos blocos (D<sub>máx</sub>) não deverá ser superior a 2/3 da espessura da camada depois de compactada, nem a 0,80 m.
- Forma das partículas: A percentagem, em peso, das partículas lamelares ou alongadas será inferior a 30%. Para este efeito consideram-se partículas lamelares ou alongadas as que apresentem uma máxima dimensão superior a 3 vezes a mínima.

**1.1.3.3. Materiais do tipo solo-enrocamento**

Do ponto de vista granulométrico serão considerados materiais com características de solo-enrocamento os materiais de granulometria contínua e que ainda obedeçam às seguintes condições granulométricas:

- Material retido no peneiro de 19 mm (3/4") ASTM compreendido entre 30% e 70%
- Material passado no peneiro 0,075 mm (nº 200) ASTM compreendido entre 12% e 40%
- A dimensão máxima dos blocos (D<sub>máx</sub>) não deverá ser superior a 2/3 da espessura da camada depois de compactada, nem a 0,40 m.

Estes materiais, constituídos por mistura de solos com rocha e normalmente resultantes do desmonte, de rochas brandas deverão obedecer na perspectiva da sua reutilização às especificações exigidas para cada fracção, rocha ou solo, referidas nos pontos anteriores.

**1.1.3.4. Materiais não reutilizáveis**

Os materiais resultantes de escavações na linha ou de empréstimo e não reutilizáveis, são os indicados no projecto de terraplenagem, ou os que obedecem às seguintes condições:

- lixo ou detritos orgânicos;
- argilas com IP > 50%;
- materiais com propriedades físicas ou químicas indesejáveis, que requeiram medidas especiais para escavação, manuseamento, armazenamento, transporte e colocação;
- turfa e materiais orgânicos provenientes de locais pantanosos.

#### **1.1.4. Aterros com solos**

Para efeitos destas Condições Técnicas, terrapleno é todo o aterro construído com solos.

A utilização dos diversos tipos de solos no seu estado natural, em função da zona do aterro em que irão ser aplicados, deverá obedecer às seguintes regras gerais:

- Na Parte Inferior dos Aterros (PIA), devem, de preferência ser utilizados solos pouco sensíveis à água, pertencentes às classes S2, S3, S4 e S5 previstas no Quadro 1. Sempre que os aterros se localizem em zonas muito húmidas ou inundáveis, ou integrem camadas drenantes, estas e/ou a PIA, devem ser construídas com materiais com menos de 5% passados no peneiro 0,074 mm (nº 200) ASTM;
- No Corpo dos aterros podem ser utilizados os solos de pior qualidade.
- Não é permitida a utilização de materiais rochosos (enrocamento) para conclusão da construção de terraplenos, e é proibido o recurso a técnicas do tipo “sandwich” (utilização de materiais diferentes alternadamente e de forma contínua) de modo a poder garantir-se um comportamento uniforme e contínuo do aterro;
- Na Parte Superior dos Aterros, devem utilizar-se os solos com melhores características geotécnicas. De preferência, aqueles materiais devem satisfazer simultaneamente as classes S2, S3, S4 e S5, do Quadro 1 anteriormente apresentado e aos grupos A-1, A-2 e A-3 da Classificação Rodoviária.

#### **1.1.5. Aterros em material rochoso (enrocamento)**

Para efeitos destas Condições Técnicas, pedrapleno é todo o aterro com materiais rochosos (enrocamento) de boa qualidade, o que exclui os materiais das classes A.1 c); A.2; A.3 c); e B c), que normalmente apresentam valores de resistência à compressão simples inferior a 30 MPa.

No caso dos aterros de grande porte ( $H \geq 20$  m, sendo H a maior das alturas do aterro sob a plataforma) terão que ser verificada em obra, as características admitidas em projecto para as propriedades - índice - nomeadamente: compressão simples; compressão por carga pontual (“Point Load Test”); porosidade; massa volúmica e expansibilidade. Deve ainda ser dada particular importância à resistência ao esmagamento, ao desgaste em meio húmido (“Slake Durability Test”), ao desgaste de Los Angeles e à deformação unidimensional dos materiais a utilizar de modo a serem confirmados os pressupostos de projecto. Esta verificação será feita após a execução do aterro experimental e antes do início da construção.

No caso dos pressupostos de projecto não se verificarem, devem ser introduzidos os ajustamentos e/ou correcções necessários.

Na Parte Inferior dos Aterros (PIA) de enrocamento e nos respectivos Espaldares devem ser utilizados materiais pouco sensíveis à água (não colapsáveis - A.1 a) e b); A.3 a) e b) e B a) e b), de dureza alta ou média e não fragmentáveis, compatíveis com as condições de utilização.

Nestas zonas dos pedraplenos não é permitida, em princípio, a utilização de materiais de enrocamento provenientes de rochas argilosas fragmentáveis e alteráveis (evolutivas - A.2).

Quando tal não for possível de evitar, os blocos devem ser demolidos até à menor dimensão possível e a Parte Inferior do Aterro deve ser defendida dos efeitos da molhagem por obras de drenagens adequadas e os Espaldares revestidos com terra vegetal à medida que a construção vai avançando de modo a minimizar o tempo de exposição dos materiais à acção dos agentes atmosféricos.

No caso de aterros de enrocamento zonados devem ser utilizados, nos espaldares, os materiais de enrocamento de melhor qualidade.

Na Parte Superior dos Aterros (PSA) de enrocamento, devem ser utilizados materiais que permitam fazer a transição entre os materiais utilizados no Corpo do aterro e os materiais do leito do pavimento. Este objectivo pode ser conseguido à custa da utilização dos materiais de menor granulometria provenientes do próprio desmonte dos materiais rochosos.

A não ser que a altura do aterro a construir sobre o pedrapleno seja superior a 1,50 m, não é permitida a utilização de solos na Parte Superior do Aterro (PSA).

#### **1.1.6. Aterros com materiais do tipo solo-enrocamento**

Para efeitos destas Condições Técnicas considera-se aterro com materiais do tipo solo-enrocamento todo o aterro construído com os materiais definidos em 1.1.3.4.

No caso dos aterros de grande porte ( $H \geq 15$  m, sendo H a maior das alturas do aterro sob a plataforma) terão que ser verificada em obra, as características admitidas em projecto para as propriedades - índice - nomeadamente: compressão simples; compressão por carga pontual ("Point Load Test"); porosidade; massa volúmica e expansibilidade. Deve ainda ser dada particular importância à resistência ao esmagamento, ao desgaste em meio húmido ("Slake Durability Test"), ao desgaste de Los Angeles e à deformação unidimensional dos materiais a utilizar de modo a serem confirmados os pressupostos de projecto. Esta verificação será feita após a execução do aterro experimental e antes do início da construção.

No caso dos pressupostos de projecto não se verificarem, devem ser introduzidos os ajustamentos e/ou correcções necessários.

### **1.1.7. Aterros zonados**

Designam-se por aterros zonados os aterros que utilizam na sua construção vários materiais com as características e a localização definidas no respectivo projecto. Como exemplos podem referir-se os aterros em que o corpo é constituído por materiais do tipo solo-enrocamento e os espaldares por materiais de enrocamento, ou os aterros em que o corpo é constituído por solos e os espaldares por solos tratados.

No caso dos aterros de grande porte ( $H \geq 15$  m, sendo H a maior das alturas do aterro sob a plataforma) terão que ser verificada em obra, as características admitidas em projecto para as propriedades - índice - nomeadamente: compressão simples; compressão por carga pontual ("Point Load Test"); porosidade; massa volúmica e expansibilidade. Deve ainda ser dada particular importância à resistência ao esmagamento, ao desgaste em meio húmido ("Slake Durability Test"), ao desgaste de Los Angeles e à deformação unidimensional dos materiais a utilizar de modo a serem confirmados os pressupostos de projecto. Esta verificação será feita após a execução do aterro experimental e antes do início da construção.

No caso dos pressupostos de projecto não se verificarem, devem ser introduzidos os ajustamentos e/ou correcções necessários.

### **1.1.8. Particularidades dos aterros com materiais evolutivos**

Para além dos materiais acima referidos existem outros resultantes do desmonte de rochas evolutivas, nomeadamente de rochas argilosas como as margas e alguns xistos (classe A-2), os quais têm a particularidade de sofrerem alterações das suas características físico-químicas e mecânicas durante a colocação em obra e posteriormente durante o período de serviço.

Um dos aspectos mais relevantes é a alteração da sua granulometria e das suas características mecânicas quando sujeitos às acções dos agentes climáticos em condições de serviço, que após a construção poderá originar assentamentos significativos nos aterros e a consequente deformação dos pavimentos.

No Cap. 2.2.5. destas Condições Técnicas serão descritos os processos construtivos específicos para estes materiais.

### **1.1.9. Aterros técnicos**

Designam-se por "aterros técnicos" os aterros a realizar em zonas de difícil acesso, e onde não é possível que o equipamento correntemente utilizado no espalhamento e compactação dos materiais de aterro opere normalmente. Entre outros consideram-se "aterros técnicos" os aterros junto a encontros de obras de arte ou a outro tipo de estruturas enterradas, e os aterros junto a muros de suporte, passagens hidráulicas de pequeno ou grande diâmetro, passagens agrícolas, etc..

Os materiais a utilizar na sua construção deverão satisfazer ao especificado em 1.2. - Materiais para o Leito do Pavimento. Exceptuam-se os casos de estruturas enterradas de pequeno diâmetro, desde que a altura do aterro sobre a estrutura não seja inferior a três vezes "d" (diâmetro ou lado), em que poderão ser utilizados em alternativa os materiais das classes S2, S3, S4 e S5 referidos no Quadro 1.

## **1.2. Materiais para o leito do pavimento**

Os materiais naturais a utilizar na construção do Leito do Pavimento são os referidos no Quadro 1, e obedecem ainda às características discriminadas nos pontos 1 a 3 do presente sub-capítulo.

Na regularização de escavações em rocha e em pedraplenos e aterros em solo-enrocamento o Leito do Pavimento será construído obrigatoriamente por materiais com as características referidas nos pontos 2 e 3 (Materiais Granulares).

O reperfilamento da superfície do leito do pavimento no extradorso das curvas com sobreelevação será construído com materiais granulares com características de sub-base.

### **1.2.1. Solos**

Os materiais para camadas de leito do pavimento em solos, deverão ser constituídos por solos de boa qualidade, isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, devendo obedecer às seguintes características:

- Dimensão máxima.....75 mm
- Percentagem de material que passa no peneiro nº 200 ASTM, máxima.....20%
- Limite de liquidez, máximo.....25%
- Índice de plasticidade, máximo ..... 6%
- Equivalente de areia, mínimo ..... 30%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo ..... 2,0
- CBR (95%) de comp. relativa, e teor óptimo em água (Proctor Modificado), mín.10%
- Expansibilidade (ensaio CBR), máxima ..... 1,5%
- Percentagem de matéria orgânica .....0%

### **1.2.2. Materiais granulares não britados**

No caso de ser utilizado material granular não britado, aluvionar ou outros resultantes das escavações em rocha, o material, deverá obedecer às seguintes características:

- A granulometria deve integrar-se no seguinte fuso:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
75,0 mm (3")	100
63,0 mm (2 1/2")	90 - 100
4,75 mm (nº 4)	35 - 70
0,075 mm (nº 200)	0 - 12

- Limite de liquidez, máximo .....25%
- Índice de plasticidade, máximo .....6%
- Equivalente de areia, mínimo .....30%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo ..... 2,0
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Gran. A), máxima .....45%

Se o equivalente de areia for inferior a 30%, o valor de azul de metileno corrigido ( $VA_c$ ), deverá ser inferior a 35, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VA_c = VA \times \frac{\% P\#200}{\% P\#10} \times 100$$

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm (NF P 18-592)

**Nota:** Se a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200 ASTM) for inferior ou igual a 5, a aceitação do material passa unicamente pelo respeito do especificado para o valor de L.A., desde que  $FR < 7$  e  $ALT > 20$ .

### 1.2.3. Materiais granulares britados

Estes materiais devem ser constituídos pelo produto de britagem de material explorado em formações homogéneas e ser isento de argilas, de matéria orgânica ou de quaisquer outras substâncias nocivas. Deverão obedecer ainda às seguintes prescrições:

- A granulometria, de tipo contínuo, deve integrar-se, em princípio, no seguinte fuso:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
37,5 mm (1 1/2")	100
31,5 mm (1 1/4")	75 - 100
19,0 mm (3/4")	55 - 85
9,51 mm (3/8")	40 - 70
6,3 mm (1/4")	33 - 60



PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
4,75 mm (nº 4)	27 - 53
2,00 mm (nº 10)	22 - 45
0,425 mm (nº 40)	11 - 28
0,180 mm (nº 80)	7 - 19
0,075 mm (nº 200)	2 - 10

- Percentagem de material retido no peneiro ASTM de 19 mm (3/4"), máximo. .... 30%
- Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles (Gran.A) ..... ≤ 45% **a)**
- Limite de liquidez, máximo ..... 25%
- Índice de plasticidade, máximo ..... 6%
- Equivalente de areia, mínimo ..... 30%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo ..... 2,0

### 50% em granitos

- a) Se o equivalente de areia for inferior a 30%, o valor de azul de metileno corrigido ( $VA_c$ ), deverá ser inferior a 35, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VA_c = VA \times \frac{\%P\#200}{\%P\#10} \times 100$$

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm (NF P 18-592)

**Nota:** Se a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200 ASTM) for inferior ou igual a 5, a aceitação do material passa unicamente pelo respeito do especificado para o valor de L.A., desde que  $FR < 7$  e  $ALT > 20$ .

## 1.3. Geotêxteis em terraplenagem

### 1.3.1. Disposições gerais

Os geotêxteis a aplicar na obra, em terraplenagem ou com outras funções, deverão ser submetidos à aprovação da Fiscalização, acompanhados de certificados de origem e ficha técnica, bem como dos resultados do controlo de fabrico e referência de obras em que tenha sido aplicado com idênticas funções.

Nenhum tipo de geotêxtil poderá ser aplicado em obra sem a prévia aprovação da Fiscalização, pelo que o seu estudo deverá ser apresentado com, pelo menos, um mês de antecedência.

Deverá ser imputrescível, insensível à acção de ácidos ou bases e inatacável por micro-organismos ou insectos e possuir as características mínimas estipuladas para as funções a que se destinam, definidas no projecto.

O material deverá apresentar textura e espessura homogéneas, sem defeitos, devendo ser protegido, aquando do armazenamento, dos raios solares, de sais minerais e de poeiras, chuva ou gelo.

No caso de ter havido deficiência no transporte, armazenamento ou manuseamento, ter-se-ão de eliminar as primeiras espiras do rolo com defeito.

Todas as características do geotêxtil deverão ser fixadas no projecto em função das condições de obra.

No caso dos geotêxteis a usar em terraplenagens as suas características não devem todavia ser inferiores às características mínimas a seguir indicadas, a não ser que o seu dimensionamento, demonstre claramente ser aconselhável, para aquelas condições específicas, adoptar outros valores.

### **1.3.2. Geotêxteis com funções de separação e/ou filtro**

Independentemente do dimensionamento que tem de ser realizado para cada caso particular, preconiza-se que as características mínimas e máximas dos geotêxteis a utilizar na base de aterros, sejam as seguintes:

#### **Solos de fundação com coesão não drenada ( $C_u > 25$ kPa)**

- Resistência à tracção (EN ISO 10319), mínima ..... 10 kN/m
- Extensão na rotura (EN ISO 10319), mínima ..... 35%
- Resistência ao punçoamento (EN ISO 12236) ..... 1,5 kN
- Permissividade (prEN 12040), mínima .....  $0,1 \text{ s}^{-1}$
- Porometria ( $O_{90}$ ) (Via húmida/Téc. LNEC), máxima ..... 200  $\mu\text{m}$

#### **Solos de fundação muito compressíveis ( $C_u < 25$ kPa)**

- Resistência à tracção (EN ISO 10319), mínima ..... 15 kN/m
- Extensão na rotura (EN ISO 10319), mínima ..... 40%
- Resistência ao punçoamento (EN ISO 12236) ..... 1,5 kN
- Permissividade (prEN 12040), mínima .....  $-00,2 \text{ s}^{-1}$
- Porometria ( $O_{90}$ ) (Via húmida/Téc. LNEC), máxima ..... 150  $\mu\text{m}$

**1.3.3. Materiais a aplicar sobre os geotêxteis**

Os materiais a aplicar sobre geotêxtil com função de separação, na parte inferior do aterro, serão isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, obedecendo ainda às seguintes características mínimas:

- Dimensão máxima ..... 200 mm
- Percentagem de material passada no peneiro nº 200 ASTM .....  $\leq 15\%$
- Limite de liquidez .....  $\leq 25\%$
- Índice de plasticidade .....  $\leq 6\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 20\%$

**1.3.4. Materiais a aplicar na camada drenante sobrejacente ao geotêxtil**

O material a aplicar sobre geotêxteis com a finalidade de constituir uma camada drenante sob aterros, para escoamento das águas resultantes do processo de consolidação de formações aluvionares muito compressíveis, deverá ser de qualidade uniforme, isento de matéria orgânica ou de outras substâncias prejudiciais e obedecer às seguintes características mínimas:

**1.3.4.1. Areia**

- Granulometria de dimensões nominais ..... 0,06 / 6 mm
- Percentagem de material passada no peneiro nº 200 ASTM .....  $\leq 6\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 70\%$

**1.3.4.2. Material rochoso**

- Dimensão máxima ..... 200 mm
- Percentagem de material passada no peneiro nº 200 ASTM .....  $\leq 5\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 60\%$
- Desgaste de Los Angeles (Granul.F) .....  $\leq 50\%$

**1.3.5. Materiais para drenos verticais****1.3.5.1. Areia**

A areia a utilizar nos drenos verticais de areia, deverá obedecer às seguintes características:

- Granulometria de dimensões nominais ..... 0,06/ 6 mm

- Percentagem de material passada no peneiro nº 200 ASTM .....  $\leq 6\%$
- Equivalente de areia .....  $\geq 70\%$

#### **1.3.5.2. Geodrenos**

As especificações dos geodrenos (com núcleo de plástico) a utilizar para aceleração do processo de consolidação dos solos, deverão encontrar-se definidas no projecto, obedecendo às seguintes características mínimas:

- Largura ..... 100 mm
- Capacidade de descarga .....  $1,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$
- Permeabilidade do filtro .....  $10^{-4} \text{ m/s}$

## **2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

### **2.1. Trabalhos Preparatórios**

#### **2.1.1. Limpeza e desmatção**

As superfícies de terrenos a escavar ou a aterrar devem ser previamente limpas de construções, pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores) conservando todavia a vegetação sub-arbustiva e herbácea, a remover com a decapagem.

A limpeza ou desmatção deve ser feita em toda a área abrangida pelo projecto, e inclui a remoção das raízes e do remanescente do corte de árvores.

Quando a fundação do aterro é caracterizada como compressível, a desmatção não deverá incluir, em princípio, as espécies arbustivas.

Nas situações em que esteja prevista a utilização de geotêxteis, a desmatção abrangerá todas as espécies cujo porte possa causar danos ao geotêxtil. Nestes casos não se procederá ao seu desenraizamento.

#### **2.1.2. Decapagem**

As áreas dos terrenos a escavar devem ser previamente decapadas da terra arável e da terra vegetal ou com elevado teor em matéria orgânica qualquer que seja a sua espessura. Esta operação deve ser sempre estendida às áreas a ocupar pelos caminhos paralelos ou outros equipamentos (restabelecimentos, áreas de serviço, etc), e ser executada de uma forma bastante cuidada para evitar posteriores contaminações dos materiais a utilizar nos aterros.

A terra vegetal proveniente da decapagem será aplicada imediatamente ou armazenada em locais aprovados pela Fiscalização para aplicação posterior, ou conduzidas a depósito definitivo, ficando a cargo do Adjudicatário quaisquer indemnizações que porventura tenham lugar. Não é permitida a colocação provisória em cordão ao longo do traçado.

Desde que, por razões ambientais, não haja a conveniência de salvaguardar todas as terras vegetais disponíveis, e no caso do solo de fundação não ser compressível, a decapagem só deve ser realizada quando os aterros tiverem uma altura não superior a 3 m.

Acresce precisar que a operação de decapagem, definida em projecto, nada tem a ver com saneamentos.

### **2.1.3. Saneamentos na fundação dos aterros ou no leito do pavimento em escavação**

Entende-se por saneamento a remoção de solos de má qualidade.

Estes trabalhos, normalmente realizados na preparação das fundações dos aterros ou à cota onde assenta o do leito do pavimento em escavação, incluem ainda, o seu transporte a vazadouro, o espalhamento de acordo com as boas normas de execução de modo a evitar futuros escorregamentos e alterações no sistema de drenagem natural, e as indemnizações a pagar por depósito.

Para efeitos de medição só será considerado como saneamento quando esta remoção for realizada em zonas pontuais e quando haja necessidade de se recorrer a equipamento específico para este fim como seja o caso junto às linhas de água de difícil acesso. Qualquer saneamento exige a confirmação pela Fiscalização, e a aprovação prévia da espessura e da extensão a sanear, sem o que não serão considerados para efeitos de medição.

Todos os trabalhos de substituição de solos que o Adjudicatário possa executar sem a respectiva aprovação prévia, não serão considerados.

### **2.1.4. Protecção da vegetação existente**

Toda a vegetação arbustiva e arbórea da zona da estrada, nas áreas não atingidas por movimentos de terras, será protegida, de modo a não ser afectada com a localização de estaleiros, depósitos de materiais, instalações de pessoal e outras ou com o movimento de máquinas e viaturas. Compete ao Adjudicatário tomar as disposições adequadas para o efeito, designadamente instalando vedações e resguardos onde for conveniente ou necessário.

Da vegetação existente nas áreas a escavar ou a aterrar, e que, de acordo com o previsto no projecto, for recuperável, será transplantada, em oportunidade e para locais indicados no projecto ou pela Fiscalização.

## **2.2. Aterros**

### **2.2.1. Disposições gerais**

Não é permitido o início da construção dos aterros sem que previamente a Fiscalização tenha inspeccionado os trabalhos preparatórios e aprovado a área respectiva, e verificado se o equipamento de compactação proposto é o mais adequado e se estão instalados em obra os meios de controlo laboratorial necessários.

Na preparação da base onde assentam os aterros (fundação), deverá ter-se em atenção que, sempre que existam declives, deverá dispôr-se a superfície em degraus de forma a assegurar a ligação adequada entre o material de aterro e o terreno natural. A altura dos degraus não deve em geral ser inferior à espessura de duas camadas. Esta operação é particularmente importante em traçados de meia encosta, onde só devem ser executados após terem sido removidos todos os materiais de cobertura, em particular depósitos de vertente ou solos com aptidão agrícola.

Não é aconselhável a colocação, em camadas de aterros, de materiais com várias proveniências ou com características geotécnicas diferentes, tendo em vista garantir por um lado a representatividade do controlo de qualidade, e por outro garantir que o aterro tenha um comportamento homogéneo. Tal facto obrigará o Adjudicatário a efectuar uma adequada gestão dos materiais. Quando tal não for possível ao longo de toda a camada, há que garantir a utilização do mesmo material em toda a largura da plataforma, dando portanto primazia ao sentido transversal em detrimento do sentido longitudinal.

O teor em água natural dos solos antes de se iniciarem as operações de compactação deve ser tão próximo quanto possível do teor óptimo do ensaio de compactação utilizado como referência, não podendo diferir dele mais de 20% do seu valor. Quando tal se verificar devem ser alvo de humidificação ou arejamento após o espalhamento e antes da compactação. A utilização de outros procedimentos, nomeadamente o tratamento com cal no caso de solos coerentes, exigirá a aprovação prévia da Fiscalização.

No caso de solos coerentes (equivalente de areia inferior a 30 %), a compactação relativa de solos nos aterros, referida ao ensaio de compactação pesada (Proctor Modificado), deve ser, neste caso de pelo menos 90% no corpo do aterro e 95% na PSA.

Quando os solos coerentes se apresentarem muito húmidos ( $w_{nat} > 1,4 w_{opn}$ ), reagindo à passagem do tráfego da obra com o designado “efeito de colchão”, os valores da compactação relativa acima referidos devem ser reportados ao ensaio Proctor Normal, quer se tratem de solos no seu estado natural ou tratados com cal, exigindo-se para a sua obtenção uma redução da energia de compactação. Neste tipo de materiais devem ser utilizados de preferência cilindros pés-de-carneiro.

No caso de solos incoerentes, (equivalente de areia superior a 30%), os valores de referência reportados ao ensaio Proctor Modificado devem ser aumentados para 95% no corpo do aterro, garantindo-se 100% na PSA.

Quando os materiais utilizados forem do tipo enrocamento ou solo-enrocamento, os parâmetros de referência para avaliar as condições de execução, devem ser obtidos a partir das conclusões dos aterros experimentais e dos correspondentes ensaios de laboratório.

Os aterros com solos ou com materiais do tipo solo-enrocamento têm sempre que ser construídos por forma a darem perfeito escoamento às águas. O declive transversal a adoptar não deve ser inferior a 6%.

No fim de cada dia de trabalho não devem ficar materiais por compactar, mesmo no caso em que uma camada tenha sido escarificada para perda de humidade e não se tenha alcançado o objectivo pretendido. Nestes casos a camada deve ser compactada e reescarificada no dia seguinte, se as condições climáticas o permitirem.

Na transição longitudinal de aterro para escavação, a última camada do aterro antes do Leito do Pavimento, deve ser prolongada 10 m dentro de escavação de forma a ser garantida uniformidade na capacidade de suporte à fundação do pavimento (é nesta zona que deve ser executado o dreno transversal).

Deverá ser cumprida, rigorosamente, a geometria dos aterros prevista nos perfis transversais do projecto. Não será permitido que os aterros construídos tenham uma largura superior à prevista. Quando por razões construtivas forem executadas sobrelarguras, estas devem ser removidas na operação de regularização de taludes. Se a Fiscalização concordar com a adopção deste procedimento para absorver parte dos materiais sobrantes, aplicar-se-ão à execução destas sobrelarguras todas as exigências definidas nestas Condições Técnicas. Este procedimento só será admitido desde que as referidas sobrelarguras sejam construídas simultaneamente com a construção de cada camada. Não será permitida a sua construção após a construção do aterro, nem a utilização dos taludes como zona de depósito de materiais sobrantes.

### **2.2.2. Preparação da fundação de aterros em situações particulares**

Em zonas com afloramentos rochosos, designadamente quando ocorrem à superfície blocos de dimensões consideráveis - disjunções esféricas - que condicionam o espalhamento e a compactação das camadas, há que promover a sua remoção ou a sua demolição se se pretender reutilizar o respectivo material na construção do aterro.

Nestas zonas ou quando os afloramentos rochosos ocorrentes sejam do "tipo laje" estes devem ser demolidos ou fracturados, de preferência criando degraus, de modo a garantir adequadas condições de fundação às primeiras camadas do aterro.

Na construção de aterros sobre terrenos que não suportem o peso do equipamento, a camada inferior, com a espessura mínima de 0,50 m, será construída, de preferência, com materiais granulares não plásticos, e assente sobre geotêxteis. O geotêxtil será aplicado, em princípio, segundo a direcção longitudinal, com uma sobreposição mínima de 0,30 m ou 0,50 m em zonas com baixa capacidade de suporte ou preferenciais de tráfego de obra.

Em zonas localizadas, devido a uma muito baixa capacidade de suporte do solo de fundação, e caso o projecto não defina nada em contrário, poderá haver a necessidade de aumentar a sobreposição do geotêxtil para 1,0 m e/ou aplicá-lo transversalmente ao avanço dos trabalhos.

Sempre que as condições locais o aconselhem, designadamente quando o geotêxtil tiver de ser aplicado debaixo de água, poderá recorrer-se a outros processos de ligação, nomeadamente a cosedura ou soldadura, desde que autorizado previamente pela Fiscalização.

Quando a área onde irão ser utilizados geotêxteis, independentemente da função que se pretende que desempenhem - reforço, filtro e/ou separação - seja superior a 10.000 m<sup>2</sup>, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um plano de execução dos trabalhos envolvidos, contendo as seguintes informações mínimas:

- Comprimento, largura, diâmetro e peso dos rolos;
- Condições de armazenamento;
- Tipo de ligação dos geotêxteis que se propõe executar;
- Tipo e características dos equipamentos.

Uma vez estendido o geotêxtil, é interdita a circulação de equipamento pesado da obra (como por exemplo bulldozers, pás mecânicas, dumpers ou compactadores) enquanto não for espalhada a camada especificada para o seu recobrimento.

O transporte do material de recobrimento será efectuado por camiões basculantes, que se aproximarão sempre em "marcha-atrás", por forma a não pisar o geotêxtil, e que devem evitar fazer manobras direccionais que possam originar eventuais deslocamentos do geotêxtil.

Nestes casos e durante a execução do aterro, e até que este atinja a altura de 1,0 m, o tráfego de obra deverá efectuar-se a uma distância mínima de 2,0 m do limite da plataforma e/ou do bordo do geotêxtil.

A construção do aterro a partir da primeira camada aplicada sobre o geotêxtil, far-se-á por camadas devidamente compactadas, conforme o especificado.

A circulação directa do equipamento será limitada em função da sua natureza e características, bem como do tipo e peso do equipamento.

Quando não se trate do caso de baixas aluvionares muito compressíveis e em alternativa ao recurso a geotêxteis com a finalidade de proporcionar condições de traficabilidade ao equipamento, poder-se-ão utilizar, materiais rochosos do tipo enrocamento, devendo, contudo, para o efeito, obter-se a concordância da Fiscalização.



Na construção de aterros sobre baixas aluvionares compressíveis pouco importantes e não previstas no projecto, adoptar-se-ão as recomendações estipuladas para o caso dos terrenos que não suportem o peso do equipamento.

### **2.2.3. Aterros em enrocamento ou mistura solo-enrocamento**

Nos aterros com enrocamento ou mistura solo-enrocamento deverá seguir-se, para a colocação do material, o processo conhecido por execução de camadas com deposição "em cordão", em que o material é descarregado 5 m antes da frente de aplicação e depois empurrado para a frente de trabalhos por meio de bulldozer com potência suficiente para espalhar o material em camada. Esta distância deve ser aumentada para 10 m quando os meios de transporte utilizados forem de grandes dimensões (superior a 20 m<sup>3</sup>) ou as granulometrias se mostrem provisoriamente descontínuas.

Na compactação destes aterros é obrigatória a aplicação de cilindros vibradores com carga estática por unidade de geratriz vibrante superior a 4,5 kN/m (45 kgf/cm).

A espessura das camadas, o número de passagens do cilindro (normalmente 6 a 10), a energia de compactação, a quantidade de água e a velocidade de circulação, serão determinadas e definidas após a realização de ensaios de laboratório e de um Aterro Experimental. Contudo, na construção de aterros com estes materiais devem respeitar-se as seguintes recomendações gerais:

- materiais provenientes do desmonte de rochas de dureza alta e média (pedraplenos)
- altura da camada não superior a 1,0 m;
- execução da camada com rega exceptuando-se os materiais comprovadamente não sensíveis à água.

Em presença do resultado dos ensaios de propriedades-índice poderá a Fiscalização decidir sobre a eventual não colocação de água durante a execução das camadas.

- materiais provenientes do desmonte de rochas brandas ou do tipo solo-enrocamento
- altura da camada não superior a 0,60 m;
- execução da camada com rega.

No controlo de qualidade da execução das camadas de aterros com materiais deste tipo deverão realizar-se macro-ensaios com vista à determinação da granulometria e do índice de vazios. A granulometria deverá satisfazer ao especificado e o índice de vazios não deverá ser superior ao definido no trecho experimental desde que não haja alterações significativas em relação à granulometria dos materiais usados no trecho experimental. Caso esta situação se verifique compete à Fiscalização definir quais as condições de recepção.

### **2.2.3.1. Aterro experimental e ensaios de laboratório**

Para determinar a espessura das camadas, o número de passagens dos cilindros, a energia de compactação, a quantidade de água a utilizar no processo de compactação e o índice de vazios de referência, deverá ser realizado um aterro experimental, de acordo com a seguinte metodologia:

- selecciona-se uma área no local com 30 m de comprimento por 15 m de largura, removendo-se o solo orgânico superficial;
- espalha-se o material a usar no aterro em três faixas com 5 m de largura e com três espessuras diferentes;
- em cada faixa do aterro experimental colocam-se 16 “placas” de nivelamento;
- com apoio topográfico medem-se os assentamentos por cada duas passagens do cilindro até que os assentamentos estabilizem;
- realizam-se macro-ensaios para determinação do índice de vazios de referência e confirmação da granulometria do material utilizado.

A selecção da espessura da camada deverá ser feita com base nas conclusões do aterro experimental e dos ensaios de laboratório subsequentes de modo a que se garanta a sua eficaz compactação com o número de passagens do cilindro adequado ao rendimento da obra.

### **2.2.4. Aterros zonados**

Nas construções de aterros zonados, conforme definido em 1.1.7., respeitar-se-ão as especificações estipuladas nestas Condições Técnicas para cada um dos materiais utilizados, tendo em conta as suas localizações e função que desempenham.

### **2.2.5. Aterros com materiais evolutivos**

No caso dos materiais a utilizar serem provenientes do desmonte de rochas fortemente evolutivas e deverá seguir-se, para a colocação do material, o processo conhecido por execução de camadas com deposição “em cordão”, em que o material é descarregado 5 m antes da frente de aplicação e deverá proceder-se a uma fragmentação complementar. O seu espalhamento deverá ser feito por camadas de espessura não superior a 0,40 m, com compactação intensa, de preferência com cilindros vibradores “pés-de-carneiro” ou “pés-de-cunha” e com rega.

No caso particular das condições hidrológicas locais fazerem prever que os aterros se situam em áreas potencialmente inundáveis, os materiais a utilizar na construção da sua parte inferior (PIA) deverão ser tratados com cal ou com outro ligante hidráulico, por forma a que a sua resistência mecânica satisfaça à seguinte condição:

- $R_c(28\text{dias}) > 0,5 \text{ a } 1,0 \text{ MPa}$  após 14 dias de cura e 14 dias de embebição.

## **2.3. Escavações**

### **2.3.1. Disposições gerais**

Antes de iniciadas as escavações e logo após a conclusão da decapagem, devem ser executadas as valas de crista.

As técnicas e os meios de equipamentos a utilizar na escavação dos materiais a reutilizar na construção dos aterros, deverão ser os mais adequados para o tipo dos materiais em presença e para as condições atmosféricas previsíveis.

As escavações não deverão ser levadas abaixo das cotas previstas. Nos casos em que tal suceda, o material removido abaixo da cota de projecto deve ser substituído por materiais com as características especificadas nestas Condições Técnicas para Leitões do Pavimento (1.2.) não sendo contudo, permitida a utilização de solos quando a escavação ocorrer em materiais rochosos, quer o desmonte tenha ou não sido efectuado com explosivos.

A escavação deverá desenvolver-se por forma a que seja assegurado um perfeito escoamento superficial das águas por gravidade.

Se, no decorrer das escavações, for encontrada água nascente, tal facto deve ser imediatamente considerado, procedendo-se à respectiva captação e drenagem. O fundo da escavação deve ser, entretanto, mantida livre de água por intermédio de bombagem ou outro meio.

Na execução da escavação dever-se-á ter em atenção a regularidade final dos taludes por forma a que obedeça à geometria prevista nos perfis transversais do projecto.

A regularização dos taludes deve, além de não afectar a estabilidade da rocha alterada, proporcionar condições de arborização e ainda harmonizar a estrada com a paisagem.

A variação da inclinação dos taludes deve fazer-se ao longo de 50 m, no caso das vias com dupla faixa de rodagem, e em 25 m no caso de vias com faixa única.

A transição entre taludes de escavação e de aterro deve ser modelada gradualmente.

As intersecções das superfícies dos taludes com o terreno natural têm de ser arredondadas, conforme se indica nos desenhos. Este trabalho deve ser executado cuidadosamente para se evitar danos na vegetação exterior à área escavada e logo que a escavação chegue à cota da primeira banqueteta.

As banquetas em talude de escavação devem ter 3 m de largura e uma inclinação transversal (para o interior) de 10%.

As valetas de plataforma têm de ser abertas de acordo com a inclinação e forma dos perfis transversais, de modo a evitar enchimentos.

As valetas de banquetta e crista, quando revestidas, devem ser betonadas contra o terreno.

A qualidade dos materiais resultantes de escavações na obra e a aplicar em aterro, deve ser verificada de maneira contínua durante o trabalho, de modo a permitir um controlo de execução eficaz. Assim, far-se-á pelo menos uma caracterização de materiais em cada escavação.

A compactação relativa dos solos subjacentes ao do leito do pavimento, quando referida ao ensaio Proctor Modificado, deve ser, pelo menos, de 95%. Quando, após conclusão da escavação, se verificar que, àquela cota, as condições "in situ" não satisfazem o acima estipulado, dever-se-á proceder à escarificação da plataforma até uma profundidade de 0,30 m, procedendo-se depois à sua humedificação, se necessário, e compactação, conforme especificado anteriormente. Quando houver que promover a sua substituição, serão substituídos por materiais com características especificadas nestas Condições Técnicas para Leitos do Pavimento.

Quando houver necessidade de se proceder a "desmonte a fogo" em áreas urbanisticamente ocupadas, deverá o Adjudicatário tomar as precauções necessárias, que deverão incluir avisos sonoros para não colocar em risco pessoas e bens, assumindo inteira responsabilidade pelos prejuízos que, eventualmente, venham a ser causados a terceiros. Não será permitida a realização de rebentamentos depois do pôr do sol.

### **2.3.2. Escavação com meios mecânicos (lâmina, balde ou ripper)**

Este trabalho refere-se à execução das escavações dos materiais na linha ou em valas de grande secção, que apenas exigem meios mecânicos de desmonte.

Para efeitos de medição, considerar-se-ão como desmontados com meios mecânicos todos os materiais que não exijam o recurso à utilização de explosivos.

A quantificação dos respectivos volumes será efectuada de acordo com o procedimento referido nas escavações com recurso a explosivos.

No que se refere ao processo construtivo em escavação de grande a médio porte (com duas banquetas), o desmonte deverá ser iniciado a cerca de 5 metros da crista do talude, até se atingir a cota da banquetta, de modo a permitir a observação directa dos materiais ocorrentes e a permitir introduzir eventuais correcções na geometria do talude ou nas obras de construção projectadas. Nestes casos o processo construtivo será pois, faseado.

Este procedimento só não será seguido quando for incompatível com as soluções de contenção projectadas, ou quando o conhecimento do maciço o dispense, exigindo-se contudo a aprovação prévia da Fiscalização.

### **2.3.3. Escavação com recurso a explosivos**

Este trabalho refere-se à execução das escavações dos materiais na linha ou em valas de grande secção, que exigem o recurso a explosivos no seu desmorte.

No desmorte dos maciços rochosos recorrendo a explosivos, terá de ser utilizada a técnica do pré-corte, indispensável para garantir o corte do talude de forma correcta e de acordo com a geometria indicada. Este procedimento permite minimizar a propagação de vibrações ao maciço, e assim reduzir os efeitos da descompressão e os consequentes fenómenos de instabilidade. Para este fim deverá proceder-se à execução da furação segundo o plano teórico dos taludes, devendo neste caso o afastamento dos furos não ultrapassar 1,0m.

Os métodos de desmorte, que devem ser submetidos à aprovação prévia da Fiscalização, e os planos de fogo devem ser concebidos em função das características geológicas do maciço, devendo ter em conta os seguintes aspectos:

- q escavação será preferencialmente feita mediante furos verticais e/ou paralelos ao talude a formar;
- os furos paralelos ao talude para realização do pré-corte não devem apresentar desvios em relação à inclinação e direcção teóricas;
- a detonação será feita utilizando detonadores de microretardamento;
- o equipamento a adoptar terá que garantir um desvio inferior a 15 cm no pé do talude;
- o plano de fogo deve também ser ajustado de modo a obter-se um material de granulometria contínua e extensa com vista à sua reutilização em aterros.

### **2.4. Empréstimos e depósitos**

As zonas de empréstimo e depósito serão submetidas à apreciação e aprovação prévia da Fiscalização.

A escavação nos empréstimos será feita de modo a garantir a drenagem natural das águas.

As zonas de empréstimo e depósito deverão ser modeladas no fim da sua utilização.

### **2.5. Execução do leito do pavimento**

#### **2.5.1. Disposições gerais**

Entende-se por Leito do Pavimento a última “camada(s)” da terraplenagem que se destina essencialmente a conferir e uniformizar, as condições de suporte do pavimento e que faz parte integrante da sua fundação.

Por razões construtivas o Leito do Pavimento pode ser constituído por uma ou várias camadas, ou ainda resultar, no caso de escavações, apenas de trabalhos ao nível da plataforma onde assenta o pavimento.

A execução desta camada, que é obrigatória, visa ainda atingir objectivos de curto e longo prazo que se referem em seguida:

**Objectivos a curto prazo:**

- nivelar a plataforma de modo a permitir a execução do pavimento;
- garantir uma capacidade de suporte suficiente, para, independentemente das condições meteorológicas, permitir uma correcta execução do pavimento, designadamente no que se refere à compactação e à regularidade das camadas;
- proteger os solos da plataforma face às intempéries;
- garantir boas condições de traficabilidade aos veículos de aprovisionamento dos materiais utilizados na construção da primeira camada do pavimento.

**Objectivos a longo prazo:**

- homogeneização e manutenção da capacidade de suporte da fundação, independentemente das flutuações do estado hídrico dos solos ocorrentes ao nível da plataforma.

Os materiais a utilizar no Leito do Pavimento devem obedecer às especificações definidas no capítulo 1.2.

A superfície da camada onde assenta o Leito do Pavimento deve ser lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo em qualquer ponto apresentar diferenças superiores a 2,5 cm em relação aos perfis transversais e longitudinal.

É na camada subjacente ao Leito do Pavimento (nos aterros PSA) que se efectua a transição da inclinação transversal da plataforma da terraplenagem (6%) para a inclinação transversal de 2,5% do pavimento em recta, por forma a que a camada de leito do pavimento tenha espessura constante e igual à definida no projecto.

A compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, não deve ser inferior a 95% em toda a área e espessura da camada, e o teor em água não poderá diferir mais de 15% do teor óptimo obtido no ensaio de referência.

Em zonas de escavação, quando os materiais ocorrentes satisfizerem às especificações definidas em 1.2. há que proceder da seguinte forma:

- se, após conclusão da escavação, se verificar que, àquela cota as condições “in situ” não satisfazem às exigências de compactação e teor em água, dever-se-á proceder à escarificação da plataforma até uma profundidade de 0,30 m, procedendo-se depois à sua humedificação ou arejamento, se necessário, e compactação, de modo a obter 95% em relação ao Proctor Modificado. Outros procedimentos para redução do teor em água deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização. Esta plataforma deverá também ser regularizada de forma a obter-se uma inclinação transversal de 2,5%;

Sempre que antes de ser executado o Leito do Pavimento se observe, nas escavações, que a plataforma onde irá ser construído não se apresenta convenientemente estabilizada devido à existência de manchas de maus solos susceptíveis de comprometer a prestação do pavimento, deverão os mesmos ser saneados na extensão e profundidade necessárias, (não superior a 0,60 m) e substituídos por materiais satisfazendo o especificado em 1.2. Os materiais de enchimento deverão ser compactados por camadas de espessura não superior a 0,20 m, com recurso a meios adequados às dimensões da zona saneada e por forma a obter-se uma compactação relativa superior a 95%, quando referida ao ensaio Proctor Modificado.

Se os materiais ocorrentes àquelas cotas forem materiais rochosos, há que promover a limpeza adequada da plataforma e a execução de uma camada com espessura média de 0,15 m com materiais satisfazendo ao especificado em 1.2.2. ou 3., para regularização da plataforma.

Quando a camada do Leito do Pavimento for constituída por materiais granulares britados, a sua execução deverá obedecer às especificações do capítulo 1.2.3.

O reperfilamento da superfície do leito do pavimento no extradorso das curvas com sobrelevação será construído com materiais granulares com características de sub-base de forma faseada de modo a que a espessura a compactar não exceda os 0,20 m, e deve ser efectuado previamente à construção da primeira camada do pavimento.

Não será ainda permitida a colocação de materiais para a camada de base ou sub-base, nem poderá ser iniciada a sua construção, sem que estejam efectuados todos os trabalhos relativos ao Leito do Pavimento e ainda aos trabalhos de drenagem transversal e subterrânea previstos no projecto e que interessem ao troço em causa.

## **PAVIMENTAÇÃO**

### **1. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS**

#### **1.1. Materiais Constituintes das Misturas com Ligantes Hidráulicos ou Betuminosos**

##### **1.1.1. Cimentos**

Os cimentos devem satisfazer as Normas Portuguesas NP 2064 - "Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade" e NP 2064 - Emenda 1 - "Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade".

O fornecimento do material na obra dever ser sempre acompanhado de um boletim de ensaio que caracterize o lote de fabrico.

Deve ainda verificar-se se respeitam o Decreto de Lei nº 139/96 de 16 de Agosto, nomeadamente o nº 1 do art.º 1º quando de fabricação nacional ou importados de países não pertencentes à União Europeia ou subscritores do Acordo sobre o Espaço Económico Europeu (AEEE), ou os nº3 ou 4 do mesmo artigo, conforme for o caso, quando importados de países pertencentes à União Europeia ou subscritores do AEEE.

##### **1.1.2. Água**

A água a empregar na compactação das camadas granulares de sub-base e de base deverá ser doce, limpa e não deverá conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou outros produtos prejudiciais.

Deverá, ainda obedecer ao que está previsto na legislação em vigor, tendo em atenção o fim a que se destina, nomeadamente satisfazer a Especificação LNEC E 372 - "Água de amassadura para betões. Características e verificação da conformidade".

A verificação da conformidade da água utilizada com a Especificação acima deve verificar-se antes do início da produção do betão, depois pelo menos sazonalmente, isto é 2 a 4 vezes por ano, e sempre que se suspeitar da constância da sua qualidade.

##### **1.1.3. Adições para misturas com ligantes hidráulicos**

As adições a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos - escórias granuladas de alto forno moídas, filer calcários, sílicas de fumo, pozolanas e cinzas volantes - devem respeitar o seguinte acervo normativo:

- Especificação LNEC E 375 - Escória granulada de alto forno moída para betões. Características e verificação da conformidade.



- Especificação LNEC E 376 - Filer calcário para betões. Características e verificação da conformidade.
- Especificação LNEC E 377 - Sílica de fumo para betões. Características e verificação da conformidade.
- NP 4220 - Pozolanas para betão. Definições, especificações e verificação da conformidade.
- NP EN 450 - Cinzas volantes para betão. Definições, exigências e verificação da conformidade.
- A verificação da conformidade com o respectivo documento normativo deve basear-se essencialmente no auto controlo do produto por parte do fabricante e no controlo da sua produção, o qual deve ser exigido ao fornecedor das adições para análise por parte do utilizador.
- No entanto, podem ser retiradas amostras pontuais dos fornecimentos, com a frequência que se considerar adequada, para confirmação da conformidade com o documento normativo, pelo menos, das seguintes principais propriedades caracterizadoras do desempenho:
  - Escória granulada de alto forno moída - teor de material vítreo, finura e resistência à compressão;
  - Filer calcários - finura e quantidade de água;
  - Sílica de fumo - teor de SiO<sub>2</sub> e finura;
  - Pozolanas - pozolanicidade, finura e índice de actividade;
  - Cinzas volantes - índice de actividade e finura.

#### **1.1.4. Adjuvantes**

Os adjuvantes a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos devem satisfazer a Especificação LNEC E-374 - "Adjuvantes para argamassa e betões. Características e verificação da conformidade".

A verificação da conformidade com esta Especificação deve basear-se essencialmente no auto controlo do fabricante e no controlo da sua produção, o qual deve ser exigido ao fornecedor das adições para análise por parte do utilizador.

Além da observação visual (prevista na Especificação) dos fornecimentos, podem retirar-se amostras pontuais, com a frequência que se considerar adequada para confirmação da conformidade com o documento normativo das propriedades caracterizadoras do desempenho específicas da cada tipo de adjuvante:

- para os plastificantes/redutores de água - a redução da água do betão;
- para os aceleradores de presa - o início de presa do betão;
- para os retardadores de presa - o início e fim de presa do betão;
- para os hidrófugos - a absorção capilar do betão.

### **1.1.5. Ligantes betuminosos**

O fornecimento do material na obra deve ser sempre acompanhado de um boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico. O material fornecido deve satisfazer às prescrições que a seguir se indicam:

#### **1.1.5.1. Betumes puros (destilação directa)**

As características do betume deverão obedecer à especificação E 80 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. O betume a empregar deve ser do tipo definido no projecto de Pavimentação, normalmente 35/50 ou 50/70 para todas as misturas betuminosas (na rede principal devem utilizar-se, preferencialmente, betumes do tipo 35/50) ou 160/220 quando se destine à execução de revestimentos superficiais ou semi-penetrações. No caso de misturas betuminosas de alto módulo o betume a utilizar será em princípio do tipo 10/20 e eventualmente aditivado.

O recurso a betumes de tipo distinto dos indicados ficará confinado à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização.

O boletim de ensaios, que acompanha o fornecimento dos betumes, deverá sempre indicar as temperaturas a que o material apresenta as viscosidades de  $170 \pm 20$  cSt e de  $280 \pm 30$  cSt, como mencionado na rubrica 15 destas Condições Técnicas.

#### **1.1.5.2. Betumes fluidificados**

As características do betume fluidificado deverão obedecer à especificação E 98 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. O betume fluidificado a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser do tipo definido no projecto de Pavimentação, normalmente MC-30 ou MC - 70.

#### **1.1.5.3. Emulsões betuminosas**

As emulsões betuminosas podem ser utilizadas em regas de impregnação, em regas de colagem, em semi-penetrações, em revestimentos superficiais betuminosos, em estabilização de bases, na cura de bases tratadas com cimento, na colagem e impregnação de geotêxteis e em misturas betuminosas ou microaglomerados a frio.

As emulsões a empregar deverão estar de acordo com o definido no projecto de Pavimentação.

**1.1.5.3.1. Emulsões betuminosas clássicas****1.1.5.3.1.1. Para regas de impregnação**

A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser uma emulsão especial de impregnação do tipo catiónico - ECI - de baixa viscosidade, que apresente as seguintes características:

- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| a) | Viscosidade Saybolt-Furol, a 25°C, máxima .....                    | 50 s      |
| b) | Carga das partículas .....   | positiva  |
| c) | Teor em betume, mínimo .....                                       | 40%       |
| d) | Teor em água, máximo .....   | 50%       |
| e) | Peneiração, máxima .....   | 0,1%      |
| f) | Sedimentação, aos 7 dias, máxima .....                             | 10%       |
| g) | Teor em fluidificante, máximo .....                                | 15%       |
| h) | Penetração do resíduo de destilação a 25°C, 100g, 5s (0,1mm) ..... | 200 - 300 |

Caso a Fiscalização o aprove, a emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares poderá ser do tipo catiónico de rotura lenta, ECL - 1, e obedecer à especificação E 354 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ou do tipo aniónico de rotura lenta, EAL - 1, e obedecer à especificação E 128 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

**1.1.5.3.1.2. Para regas de colagem**

As características da emulsão betuminosa deverão obedecer à especificação E 354 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. A emulsão betuminosa a empregar deve ser do tipo catiónico de rotura rápida, definida no projecto de Pavimentação, normalmente ECR - 1.

**1.1.6. Aditivos especiais para misturas betuminosas**

Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverá o Adjudicatário submeter à apreciação e aprovação da Fiscalização as características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

A utilização, de outros tipos de aditivos, nomeadamente fibras, ficará confinada à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

**1.1.7. Filer para misturas betuminosas****1.1.7.1. Filer comercial**

O fornecimento do material na obra dever ser sempre acompanhado de um boletim de ensaio que caracterize o lote de fabrico.

O filer comercial, a incorporar em misturas betuminosas, deverá obedecer às seguintes prescrições:

- Ser constituído por pó de calcário, cimento Portland, ou cal hidráulica devidamente apagada;
- Apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação das partículas, de substâncias prejudiciais e apresentar um índice de plasticidade inferior a 4. O limite do índice de plasticidade não se aplica ao cimento e à cal hidráulica.
- Ter granulometria satisfazendo aos seguintes valores:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
0,425 mm (nº 40)	100
0,180 mm (nº 80)	95 - 100
0,075 mm (nº 200)	75 - 100

- Homogeneidade - Dada a importância das características do filer, uma vez aprovado este, não poderá o Adjudicatário alterar a sua proveniência sem prévio acordo da Fiscalização. Caso haja acordo da Fiscalização, a alteração implica necessariamente novos estudos de composição das misturas afectadas pela eventual mudança, que deverão ser de novo submetidas a aprovação.

**1.1.7.2. Cinzas**

As cinzas volantes a empregar como filer para misturas betuminosas deverão obedecer o mencionado em 1.1.7.1.

**1.1.8. Agregados para camadas de sub-base e base, granulares e em mistura com ligantes hidráulicos****1.1.8.1. Condições gerais**

Os agregados, provenientes da exploração de formações homogêneas, devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a acção dos agentes climáticos, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Os agregados deverão ser constituídos por materiais pétreos britados, provenientes de exploração de pedreiras ou seixeiros, devendo neste caso conter as percentagens indicadas nos itens dos materiais correspondentes e apresentar, no mínimo, três faces de fractura e com um coeficiente de redução 4D.

A utilização de materiais granulares não tradicionais, tais como: produtos de demolição, betão britado, escórias de aciaria, etc, não prevista no presente C.E., poderá no entanto ser aprovada desde que convenientemente justificada a proposta da sua utilização.

Deverão, ainda, respeitar as prescrições que se indicam nos respectivos itens, para a sua utilização em camadas de sub-base e base granulares.

#### **1.1.8.2. Fracções granulométricas**

A recomposição em central dos materiais granulares de granulometria extensa deverá ser feita, em princípio, com base nas seguintes fracções granulométricas:

<b>MATERIAL</b>	<b>FRACÇÕES</b> (dimensões nominais em mm)
Material granular de granulometria extensa (contínua) e Betão Pobre Cilindrado	0/4, 4/20, 20/40
	ou em alternativa
Material granular de granulometria extensa (contínua) tratado com Ligantes Hidráulicos	0/6, 6/20, 20/40

Notas: O conceito de dimensão nominal (d/D) significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão (D) e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão (d); no entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%.

As dimensões nominais referidas para cada fracção, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem em que os crivos apresentam as seguintes aberturas das malhas: 5; 8;...mm, por exemplo.

#### **1.1.8.3. Homogeneidade**

Os agregados deverão ser obtidos a partir de formações homogéneas de pedreiras ou seixeiros.

A homogeneidade de características de cada fracção deve ser tal que garanta a homogeneidade da mistura de agregados recomposta em central.

**1.1.9. Agregados para misturas betuminosas****1.1.9.1. Condições gerais**

Os agregados, provenientes da exploração de formações homogéneas, devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a acção dos agentes climáticos, com adequada adesividade ao ligante, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Os agregados deverão ser constituídos por materiais pétreos britados, provenientes de exploração de pedreiras ou seixeiros, devendo neste caso apresentar, no mínimo, três faces de fractura e com um coeficiente de redução mínimo de 4D. A utilização de seixo britado será condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.

Caso a formulação obtida com recurso a materiais britados não permita atingir os requisitos exigidos, a Fiscalização poderá admitir a incorporação de 5% de areias naturais nas misturas betuminosas para camadas de base e de regularização.

Deverão ainda respeitar as prescrições que se indicam nos respectivos itens para a sua utilização em camadas de misturas betuminosas a frio ou a quente.

**1.1.9.2. Fracções granulométricas**

As misturas betuminosas referidas neste documento deverão ser fabricadas a partir das seguintes fracções granulométricas:

<b>MATERIAL</b>	<b>FRACÇÕES (dimensões nominais em mm)</b>
Material de granulometria extensa tratado com emulsão betuminosa	0/4, 4/10, 10/20 ou em alternativa 0/6, 6/10, 10/20
Mistura betuminosa aberta a frio - espessura inferior a 4 cm - espessura entre 4 e 6 cm - espessura superior a 6 cm	2/4, 4/10 2/4, 4/10, 10/14 2/4, 4/10, 10/20
Macadame betuminoso Fuso A Fuso B	0/4, 4/10, 10/20 0/4, 4/20, 20/40 ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40
Semi-penetração betuminosa	20/40
Agregado de recobrimento	4/10, 10/14
Mistura betuminosa densa	0/4, 4/10, 10/20

MATERIAL	FRACÇÕES (dimensões nominais em mm)
Argamassa betuminosa	0/4 ou em alternativa 0/6
Betão betuminoso	0/4, 4/10, 10/14
Betão betuminoso drenante	0/2, 6/10*, 10/14
Microbetão rugoso	0/2, 6/10 (*)
Betão betuminoso subjacente à camada de desgaste drenante	0/4, 4/10, 10/14
Mistura betuminosa de alto módulo: - Camada de base - Camada de regularização - Camada de desgaste	0/4, 4/10, 10/20 0/4, 4/10, 10/14 0/4, 4/10, 10/14
Gravilhas duras incrustadas	10/14
Microaglomerado betuminoso a frio, simples	0/6
Microaglomerado betuminoso a frio, duplo - 1ª aplicação - 2ª aplicação	0/4 0/4, 4/8
Slurry seal, simples	0/6
Slurry seal, duplo - 1ª aplicação - 2ª aplicação	0/4 0/6
Revestimento superficial, simples	4/6 ou em alternativa 6/10 ou 10/14
Revestimento superficial, duplo - 1ª aplicação - 2ª aplicação	6/10                      10/14 ou em alternativa 2/4                         4/6
Revestimento superficial, simples com duas aplicações de agregado - 1ª aplicação - 2ª aplicação	6/10 2/4

(\*) Este material poderá precisar de alguma percentagem da fracção 2/6. A confirmar no estudo de formulação.

Notas: O conceito de dimensão nominal (d/D) significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão (D) e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão (d); no entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%.

As dimensões nominais referidas para cada fracção, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem em que os crivos apresentam as seguintes aberturas das malhas: 5; 8; ...mm, por exemplo.

### **1.1.9.3. Homogeneidade**

A homogeneidade de características deve ser considerada uma condição básica para que qualquer dos agregados componentes das misturas betuminosas possa ser aplicado continuamente em obra.

### **1.1.10. Agregados para argamassas e betões de ligantes hidráulicos**

Os agregados, ou, na terminologia dos betões, os inertes devem satisfazer, a Especificação LNEC E 373 - "Agregados para argamassa e betão. Características e verificação da conformidade", onde 50 % da areia deve ser de natureza siliciosa.

Na sua composição os betões deverão ser adoptadas as fracções 0/4, 4/10, 10/20 ou em alternativa 0/6, 6/10 e 10/20.

A verificação da conformidade com esta Especificação deve basear-se essencialmente no auto controlo do fabricante e no controlo da sua produção, o qual deve ser exigido ao fornecedor para análise por parte do utilizador.

No entanto, podem ser retiradas amostras pontuais dos fornecimentos, com a frequência que se considerar adequada, para confirmação da conformidade com o documento normativo, pelo menos, das seguintes principais propriedades caracterizadoras do desempenho:

- absorção de água e teor de água;
- resistência mecânica;
- análise granulométrica.

## **1.2. Materiais para Camadas Granulares**

### **1.2.1. Com características de sub-base**

#### **1.2.1.1. Em solos seleccionados**

Os materiais a aplicar devem ser constituídos por solos de boa qualidade, isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, obedecendo às seguintes prescrições:

- Limite de liquidez, máximo .....25%
- Índice de plasticidade, máximo .....6%



- Equivalente de areia, mínimo .....30%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo ..... 1,5
- CBR a 95 % de compactação relativa (Proctor Modificado), mínimo.....20%
- Percentagem de material que passa no peneiro nº 200 ASTM, máxima..... 15%
- Dimensão máxima .....75 mm
- Expansibilidade (ensaio de CBR), máxima..... 1,5%

#### 1.2.1.2. Em agregado não britado (material aluvionar)

No caso de ser utilizado material aluvionar, este deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A granulometria, de tipo contínuo, respeitará o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
75 mm (3")	100
63 mm (2 1/2")	90 - 100
4,75 mm (nº 4)	35 - 60
0,075 mm (nº 200)	0 - 15

- A percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") deve ser inferior a .....30%
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima .....35%
- Limite de liquidez, máximo .....25%
- Índice de plasticidade, máximo .....6%
- Equivalente de areia, mínimo .....45% a)

- a) Se o equivalente de areia for inferior a 45%, o valor de azul de metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 30, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAc = VA \times \frac{\% P\#200}{\% P\#10} \times 100$$

sendo:

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm

%P#200 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P#10 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

### 1.2.1.3. Em agregado britado de granulometria extensa

#### 1.2.1.3.1. Agregados

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.8.

Devem, ainda, obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica obtida por produção directa, respeitará o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
37,5 mm (1 1/2")	100
31,5 mm (1 1/4")	75 - 100
19,0 mm (3/4")	55 - 85
9,5 mm (3/8")	40 - 70
6,3 mm (1/4")	33 - 60
4,75 mm (nº 4)	27 - 53
2,00 mm (nº 10)	22 - 45
0,425 mm (nº 40)	11 - 28
0,180 mm (nº 80)	7 - 19
0,075 mm (nº 200)	2 - 10

- A percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") deve ser inferior a 30%
- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima ..... 45%
- Limite de liquidez ..... NP
- Índice de plasticidade ..... NP
- Equivalente de areia mínimo ..... 45% a)

- a) Se o equivalente de areia for inferior a 45%, o valor de azul de metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 30, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAc = VA \times \frac{\% P\#200}{\% P\#10} \times 100$$

sendo:

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm

%P#200 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P#10 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

## **1.2.2. Com características de base**

### **1.2.2.1. Em agregado britado de granulometria extensa**

#### **1.2.2.1.1. Agregados**

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.8.

Devem ainda, obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida por produção directa, respeitará o fuso granulométrico indicado em 1.2.1.3., incluindo a percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") que terá de ser inferior a 30%.
- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda uma forma regular.
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima ..... 40%
- Índices de lamelação e de alongamento, máximos ..... 35%
- Limite de liquidez ..... NP
- Índice de plasticidade..... NP
- Equivalente de areia, mínimo ..... 50% a)

- a) Se o equivalente de areia for inferior a 50%, o valor de azul de metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 25, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAc = VA \times \frac{\% P\#200}{\% P\#10} \times 100$$

sendo:

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm

%P#200 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P#10 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

**1.2.2.2. Em agregado britado de granulometria extensa, misturado em central****1.2.2.2.1. Mistura de agregados**

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.8.

Devem, ainda, obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das fracções indicadas em 1.1.8.2 e recomposta em central adequada, satisfazendo ao estipulado em 2.2., deve obrigatoriamente obedecer ao fuso granulométrico indicado em 1.2.1.3. Esta técnica é obrigatoriamente utilizada na produção de materiais para camadas de base.
- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima ..... 40%
- Índices de lamelação e de alongamento, máximos ..... 35%
- Limite de liquidez ..... NP
- Índice de plasticidade..... NP
- Equivalente de areia, mínimo ..... 50% a)

a) Se o equivalente de areia for inferior a 50%, o valor de azul de metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 25, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAc = VA \times \frac{\%P\#200}{\%P\#10} \times 100$$

sendo:

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm (NF P 18-592)

%P#200 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P#10 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

**1.2.3. Com Características de Regularização****1.2.3.1. Em areia para assentamento de calçada ou blocos de betão**

A areia a usar no assentamento de calçada deve obedecer ao seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA
4,75 mm (nº 4)	95 - 100
2,00 mm (nº 10)	70 - 98
0,425 mm (nº 40)	15 - 45
0,2 mm (nº 80)	5 - 15
0,075 mm (nº 200)	2 - 10

Deve, ainda, obedecer às seguintes prescrições:

- Limite de liquidez ..... NP
- Índice de plasticidade..... NP

**1.3. Materiais para Camadas de Misturas Betuminosas a Quente****1.3.1. Com características de regularização****1.3.1.1. Em mistura betuminosa densa****1.3.1.1.1. Ligante**

O ligante betuminoso deve satisfazer o mencionado em 1.1.5.1.

**1.3.1.1.2. Mistura de agregados**

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.9.

A mistura de agregados para o fabrico da mistura betuminosa densa, deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das fracções indicadas em 1.1.9.2., respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
25,0 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	85 - 100
12,5 mm (1/2")	73 - 87
4,75 mm (nº 4)	45 - 60
2,00 mm (nº 10)	32 - 46

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
0,425 mm (nº 40)	16 - 27
0,180 mm (nº 80)	9 - 18
0,075 mm (nº 200)	5 - 10

- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.
- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B), máxima .....35%
- Índices de lamelação e de alongamento, máximos ..... 30 %
- Equivalente de areia da mistura de agregados (sem a adição de filer), mínimo .....50%
- Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75  $\mu$ m), máximo ..... 0,8
- Absorção de água para cada uma das fracções granulométricas componentes, máxima .....3%

Nota: A composição da mistura betuminosa, quando a areia e o pó de granulação utilizados sejam de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer não inferior a 3% ou a aditivação do ligante. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 1,5%.

#### 1.3.1.1.3. Características da mistura betuminosa

Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores a seguir indicados:

- Número de pancadas em cada extremo do provete ..... 75
- Força de rotura .....8000 a 15000 N
- Deformação, máxima .....4 mm
- Valor de VMA (percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo ..... 13%
- Porosidade (\*) .....3 - 6%
- Relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75  $\mu$ m)/betume ..... 1,1 - 1,5
- Resistência conservada, mínima ..... 75 %

- (\*) Os cálculos da porosidade devem ser efectuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem óptima de betume da mistura em estudo.

### 1.3.2. Com características de desgaste, na faixa de rodagem

#### 1.3.2.1. Em betão betuminoso normal

##### 1.3.2.1.1. Ligante

O ligante betuminoso deve satisfazer o mencionado em 1.1.5.2.

##### 1.3.2.1.2. Mistura de agregados

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.9.

A mistura de agregados para o fabrico do betão betuminoso deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das fracções indicadas em 1.1.9.2, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
16,0 mm (5/8")	100
12,5 mm (1/2")	80 - 88
9,5 mm (3/8")	66 - 76
4,75 mm (nº 4)	43 - 55
2,00 mm (nº 10)	25 - 40
0,425 mm (nº 40)	10 - 18
0,180 mm (nº 80)	7 - 13
0,075 mm (nº 200)	5 - 9

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B), máxima ..... 20% a)
  - Percentagem de material britado (ver 1.1.9.1) ..... 100%
  - Índices de lamelação e de alongamento, máximos ..... 25%
  - Coeficiente de polimento acelerado, mínimo ..... 0,50
  - Equivalente de areia da mistura de agregados (sem a adição de filler), mínimo ..... 60%
  - Valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo ..... 0,8
  - Absorção de água para cada uma das fracções granulométricas componentes, máxima ..... 2%
- a) 30% em granitos

Nota: Admite-se para a perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B) uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

A composição do betão betuminoso, quando a areia e o pó de granulação utilizados sejam de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer não inferior a 3% ou a aditivação do ligante. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 2%.

#### **1.3.2.1.3. Características da mistura betuminosa**

Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores seguidamente indicados:

- Número de pancadas em cada extremo do provete ..... 75
- Força de rotura ..... 8000 a 15000 N
- Deformação máxima ..... 4 mm
- Valor de VMA (percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo ..... 14%
- Porosidade (\*) ..... 4 - 6%
- Relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75  $\mu$ m)/ betume ..... 1,1 - 1,5
- Resistência conservada, mínima ..... 75%

(\*) Os cálculos da porosidade devem ser efectuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem óptima de betume da mistura em estudo.

#### **1.4. Argamassa para juntas de lancis**

A argamassa a empregar nas juntas dos lancis será do seguinte tipo:

- Argamassa cinzenta de cimento e areia com o traço de:
  - 600 kg de cimento cinzento do tipo II Classe 32,5;
  - 1000 l de areia;

#### **1.5. Trabalhos Especiais de Pavimentação**

##### **1.5.1. Pavimentação, incluindo fundação**

##### **1.5.1.1. Em Lajetas de Betão Pré-fabricadas**

As lajetas de betão deverão ser pré-fabricados, com as dimensões 0.60x0.40x0.15, e aplicadas sobre camada de areia a traço seco.

Devem ser isentas de fendas ou de outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e as superfícies deverão apresentar cor uniforme, textura compacta e ausência de corpos estranhos.



### **1.5.1.2. Em Betonilha**

A betonilha deverá ser de cor cinzenta e aplicada sobre camada de massame de betão.

### **1.5.1.3. Lancis**

Os lancis serão construídos em betão simples, com dosagem mínima de 300Kg/m<sup>3</sup> de cimento.

As superfícies dos lancis deverão apresentar cor uniforme acinzentada, textura compacta e ausência de corpos estranhos.

As juntas deverão ser bem desempenadas, em esquadria com as faces do piso e do espelho, e sem falha sensível em toda a sua extensão, de forma que dois lancis encostados não deixem juntas superiores a 5mm.

Os lancis curvos deverão ser talhados com a curvatura apropriada ao local de seu emprego.

Deverão ter arestas rectilíneas e apresentar as faces planas.

O comprimento dos lancis deverá ser de 1,00m  $\pm$  0,03m.

Serão utilizados lancis de betão pré-fabricados com as seguintes dimensões:

- 0,15x0,25m, na separação da rodovia com os passeios;
- 0,30x0,25m, na separação da rodovia com as ilhas separadoras e placa central de rotunda;
- 0,08x0,25m, na separação dos passeios com zonas ajardinadas ou taludes.

Todos os lancis serão aplicados sobre fundação de betão C16/20 e assentamento sobre argamassa de regularização.

## **2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

### **2.1. Camadas em Solos ou em Materiais Granulares com Características de Sub-base**

Este sub-capítulo abrange as camadas com características de sub-base, executadas com materiais naturais (solos e materiais granulares aluvionares) e com materiais granulares britados, estabilizados mecanicamente, cujas características estão definidas nos sub-capítulos 1.2.1.1, 2 e 3 destas Condições Técnicas.

### 2.1.1. Estudo laboratorial

Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- das características do solo ou material granular
- da curva granulométrica de referência
- do teor em água ótimo
- da baridade seca de referência (no caso de solos)
- do índice de vazios de referência (no caso de materiais granulares)

O estudo laboratorial deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 60 dias antes do início da aplicação em obra.

A metodologia a seguir descrita aplica-se aos materiais granulares, naturais ou não, cuja granulometria apresenta uma percentagem de material retido no peneiro ASTM 19 mm (3/4") inferior a 30%.

Para a aplicação desta metodologia torna-se necessário corrigir, de acordo com a norma AASHTO T 224, os valores da baridade seca máxima e o teor ótimo em água, determinado de acordo com a especificação LNEC E 197, de modo a ter em atenção as diferentes proporções de material retido no peneiro ASTM de 3/4" (19 mm) nos agregados a ensaiar.

Seguindo o processo de compactação pesada em molde grande e sem qualquer substituição de material retido no peneiro de 3/4" (19 mm), determina-se a baridade seca máxima  $B_{sm}$  da fracção do agregado passada no peneiro ASTM de 3/4" (19 mm) e o correspondente teor em água ótimo  $W_o$ .

Determina-se a massa volúmica das partículas secas da fracção retida no referido peneiro de 3/4",  $G$  e a correspondente absorção de água,  $W_a$ .

Determina-se igualmente a massa volúmica das partículas secas das fracções retida e passada no peneiro ASTM nº 4 (4,75 mm) e a média ponderada desses valores que se tome como representativo do agregado inicial.

Aplica-se as seguintes expressões para a determinação da baridade seca máxima e do teor em água ótimo corrigidos:

$$B_{smc} = 100 / \{ [X / G] + [Y / (n \times b_{sm})] \}$$

$$W_{ac} = \{ [W_o \times Y] + [W_a \times X] \} / 100,$$

sendo:

X	Percentagem de material retido no peneiro ASTM de 3/4"		
Y	Percentagem de material passado no mesmo peneiro		
N	Coeficiente dependente da percentagem (X) da fracção retida no mesmo peneiro, relativamente à massa total do agregado, dado pela tabela:		
n	1,00	0,99	0,98
X	<20	21-25	26-30

A curva de relação entre compactações relativas e índices de vazios, será obtida a partir das baridades secas máximas corrigidas obtidas em ensaios de compactação com variação de energia (55-25-12 pancadas) e dos correspondentes índices de vazios calculados a partir do valor da massa volúmica das partículas secas do agregado integral.

Será sempre obrigatório a realização de um trecho experimental para se traçar o gráfico da relação entre a variação do índice de vazios corrigidos ou grau de compactação e o número de passagens dos cilindros.

### **2.1.2. Preparação da plataforma de apoio do pavimento**

Antes de se iniciarem os trabalhos de pavimentação devem ser verificadas as condições em que se encontra a camada do leito de pavimento e nomeadamente da sua superfície (plataforma de apoio do pavimento), designadamente o seu nivelamento e sua capacidade de suporte, de modo a garantirem-se as condições imprescindíveis para uma boa construção da primeira camada do pavimento.

O leito do pavimento deverá apresentar uma espessura constante definida no projecto e uma compactação relativa mínima de 95% quando referida ao ensaio Proctor Modificado.

A superfície de camada deve ser regular, com inclinações transversais de 2,5% em recta e a definida no projecto quando em curva. Não deve apresentar diferenças superiores a 5 cm em relação ao perfil longitudinal do projecto nem irregularidades superiores a 2 cm quando verificadas com a régua de 3 m.

Estas condições devem ser verificadas imediatamente antes da construção da camada sobrejacente.

### **2.1.3. Exploração ou fabrico e armazenamento**

#### **2.1.3.1. Exploração em jazidas de solos ou materiais granulares aluvionares**

A exploração de jazidas de materiais naturais (solos ou materiais granulares aluvionares) pode ser realizada em linha ou recorrendo a empréstimo. A exploração deve ser executada por forma a manter a homogeneidade do material extraído.

A escavação nas jazidas será feita de modo a garantir a drenagem natural das águas.

O planeamento da exploração deve ser compatível com as necessidades de colocação em obra, evitando o armazenamento intermédio de materiais, por forma a não ocorrerem variações excessivas do teor em água do material desde a extracção até à colocação em obra.

As zonas de exploração serão submetidas à aprovação da Fiscalização.

As zonas de exploração devem ser modeladas no fim da sua utilização.

#### **2.1.3.2. Fabrico e armazenamento de materiais granulares britados**

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água do material produzido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água, por forma a evitar a segregação dos materiais.

O armazenamento dos materiais produzidos deve ser feito de preferência em áreas devidamente preparadas. Quando tal não for possível, será feito o armazenamento ao longo da linha de acordo com as necessidades de aplicação, de modo a evitar operações de carga e transporte complementares. Neste caso o material será armazenado sobre a plataforma previamente preparada e aprovada pela Fiscalização.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente niveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de taludes contínuos. O material deverá ser espalhado com tractor de rastos e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com tractor.

Não é permitido o armazenamento em pilha.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção de 15 dias.

#### **2.1.3.3. Tolerâncias no fabrico**

As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada, cumprindo o especificado no capítulo 1 destas Condições Técnicas, são as seguintes:

- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200) .....  $\pm 2\%$
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80) .....  $\pm 3\%$
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 2,00 mm (nº 10) .....  $\pm 4\%$
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4), ou de malha mais larga .....  $\pm 5\%$

#### **2.1.4. Transporte e espalhamento**

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes. Se o material se encontrar excessivamente seco, previamente ao transporte, deve ser feita a correcção do teor em água por rega da frente de carregamento.

Devem utilizar-se, no espalhamento do material de sub-base, motoniveladoras ou pavimentadoras adequadas, que permitam que a superfície da camada se mantenha aproximadamente com a forma definitiva. O espalhamento deve ser feito regularmente e de modo a que toda a camada seja perfeitamente homogénea e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projecto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa ser facilmente eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada, e posterior regularização da superfície.

#### **2.1.5. Compactação e correcção do teor em água**

Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm a humidade adequada, deve proceder-se à sua correcção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jacto deverá, quanto possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve organizar-se de modo a fazer-se de forma rápida e contínua.

A compactação da camada será obrigatoriamente efectuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus, por forma a serem atingidas as condições a seguir indicadas.

**2.1.5.1. Em solos seleccionados**

A compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, não deve ser inferior a 95%.

**2.1.5.2. Em materiais granulares aluvionares e agregados britados de granulometria extensa**

Devem ser atingidos índices de vazios inferiores a determinado índice de referência, cujo valor será determinado como se indica em 1. Tal valor será o correspondente, a uma baridade seca igual a 95% da que se obteria com uma energia equivalente à do ensaio Proctor Modificado.

**2.1.6. Regularidade da superfície acabada**

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 3,0 cm, em relação aos perfis transversais e longitudinais estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando medidas com a régua de 3 m.

**2.1.7. Espessura da camada**

A espessura da camada, depois de compactada, será a definida no projecto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas, não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a espessura projectada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização assim o entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por aumento equivalente de espessura na seguinte.

**2.2. Camadas em Agregado Britado de Granulometria Extensa com Características de Base**

Este sub-capítulo diz respeito aos agregados britados de granulometria extensa de produção directa ou misturados em centrais adequadas, cujas características estão definidas nos sub-capítulos 1.2.2.1. e 1.2.2.2. destas Condições Técnicas, respectivamente.

**2.2.1. Estudo laboratorial**

Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- das características dos agregados
- da composição dos agregados e da curva granulométrica de referência da mistura

- do teor em água óptimo
- do índice de vazios de referência

O estudo laboratorial deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 60 dias antes do início da aplicação em obra.

O índice de vazios de referência será obtido como se indica em 2.1.1. do capítulo da Pavimentação destas Condições Técnicas. Tal valor é o correspondente a uma baridade seca igual a 98% da que se obteria com uma energia de compactação equivalente à do ensaio Proctor Modificado.

## **2.2.2. Fabrico e armazenamento**

### **2.2.2.1. Fabrico**

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam, a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água pré-definido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água que evitem a perda de pó e consequentemente a emissão de poeiras.

O armazenamento das fracções deve ser feito em áreas devidamente preparadas.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente níveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m. O material deverá ser espalhado com tractor de rastros e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com tractor.

Não é permitido o armazenamento em pilha, especialmente nos materiais mais finos.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento permanente em estaleiro dos materiais necessários à produção de 15 dias. No caso do material granular de granulometria extensa misturado em central, os agregados devem ser armazenados por fracções granulométricas.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as fracções granulométricas distintas. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

No fabrico do material a utilizar na construção de camadas de base em IP'S e IC'S, que deve ser misturado em central (1.2.2.2.), devem satisfazer-se aos referentes requisitos:

- O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, de modo a evitar o armazenamento da mistura produzida. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização pelo menos 2 meses antes do início do processo de fabrico.
- É obrigatória a armazenagem prévia dos agregados antes da introdução nas respectivas tremonhas.

#### **2.2.2.2. Armazenamento**

A produção deve ser planeada de forma a evitar o armazenamento da mistura. O transporte para a frente de trabalho só será feito quando existirem condições para a sua aplicação. Em condições excepcionais poderá ser autorizado pela Fiscalização o armazenamento da mistura por períodos muito reduzidos, em depósito estratificado.

#### **2.2.2.3. Tolerâncias no fabrico**

As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada, cumprindo o especificado no capítulo 1. destas Condições Técnicas, são as seguintes:

- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200) .....  $\pm 2\%$
- Na % material que passa no peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80) .....  $\pm 3\%$
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 2,00 mm (nº 10) .....  $\pm 4\%$
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4), ou de malha mais larga .....  $\pm 5\%$

#### **2.2.3. Espalhamento**

Deve utilizar-se no espalhamento do agregado moto niveladoras, pavimentadoras - acabadoras ou outro equipamento similar, de forma a que a superfície da camada se mantenha com a forma definitiva.

Antes de se iniciar o espalhamento dever-se-á proceder à humedificação da superfície da camada subjacente.

O material deve ser humedificado durante a sua produção para que a segregação no transporte e espalhamento seja reduzida.

O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura depois da compactação seja a prevista no projecto. O espalhamento deve ainda ser feito regularmente e de modo a evitar a segregação dos materiais, não sendo de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso.



Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos, ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação da camada e à homogeneização e regularização da superfície.

As manchas superficiais que evidenciam segregação do material, não podem ser corrigidas com adição de material fino.

#### **2.2.4. Compactação**

Se antes de iniciar a compactação o agregado não tiver o teor em água adequado, terá que se proceder à sua correcção, como se referiu no capítulo 2.1.5.

A compactação da camada deve ser obrigatoriamente efectuada por cilindro vibrador, devendo ser atingidos em todos os pontos índices de vazios inferiores ao índice de referência.

#### **2.2.5. Regularidade da superfície acabada**

A execução da camada deve ser tal que sejam obtidas as seguintes características finais:

- A camada deve apresentar-se perfeitamente estável e bem compactada;
- A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme isenta de fendas, de ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 1 cm, no sentido longitudinal e 1,5 cm no sentido transversal, quando medidas com a régua de 3 m.

#### **2.2.6. Espessura da camada**

A espessura de cada camada será a indicada no projecto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas no projecto, não será permitida a construção de camadas delgadas, a fim de se obter a espessura projectada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização o julgar conveniente, poderá aceitar que a compensação de espessura seja realizada através do aumento de espessura da camada seguinte, determinado por forma a que sejam estruturalmente equivalentes os pavimentos projectado e executado.

### **2.2.7. Impregnação betuminosa**

Deve ser realizada uma impregnação da base de granulometria extensa que suporte directamente camadas betuminosas, salvo nos casos em que o projecto explicitamente a dispense ou quando sobre ela se aplique uma semi-penetração betuminosa.

#### **2.2.7.1. Limpeza**

A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre a superfície a tratar.

A limpeza será basicamente efectuada por acção de escovas mecânicas e/ou sopro com ar comprimido e deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, mas sem que estes iniciem desagregação do corpo da camada. Deverá obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos.

Após concluída a limpeza, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona tratada até que seja executada a rega de impregnação.

Caso se verifique tendência para desagregação superficial, seja por limpeza excessiva, por distorção granulométrica ou segregação, ou ainda em virtude do tráfego de obra, a Fiscalização deverá determinar a escarificação da camada e o seu posterior tratamento.

#### **2.2.7.2. Execução**

Na execução da rega de impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- Previamente à aplicação do aglutinante a superfície deve ser humidificada de modo a facilitar a penetração do aglutinante na camada.
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e com as características definidas em 1.1.5. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente.
- No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 °C.
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra pavimentadora semi-automática ou automática.
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%.

- Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso. Este agregado será rigorosamente isento de pó ou de outras matérias estranhas, devendo passar na totalidade pelo peneiro de 4,75 mm (nº 4) ASTM.
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climáticas.

### **2.2.7.3. Tolerância na percentagem de emulsão betuminosa**

A tolerância na percentagem de emulsão betuminosa para impregnação é de  $\pm 0,5\%$ .

## **2.3. Misturas Betuminosas a Quente - Disposições Gerais para o seu Estudo, Fabrico, Transporte e Aplicação**

Este sub-capítulo refere-se à execução de camadas de base, regularização e desgaste com misturas betuminosas a quente, cujas características satisfazem ao estipulado em 1.3.1., 2. destas Condições Técnicas.

### **2.3.1. Estudo da composição**

#### **2.3.1.1. Apresentação do estudo**

O Adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização o estudo de composição da mistura betuminosa em função dos materiais disponíveis. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tal aprovação tenha sido, de facto, ou tacitamente dada.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá, obrigatoriamente, os boletins relativos aos seguintes ensaios, a realizar sob sua responsabilidade nos termos do artigo 1 destas Condições Técnicas:

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles, para as granulometrias A e B, relativamente aos agregados (devem apresentar-se ensaios por cada fonte de abastecimento).
- Ensaio de adesividade para cada material componente, com excepção do filer.
- Caracterização do betume a empregar na mistura, incluindo a determinação do valor da viscosidade e as temperaturas para as quais aquele valor varia entre  $170 \pm 20$  cSt (gama de temperatura de fabrico das misturas) e entre  $280 \pm 30$  cSt (gama de temperatura de compactação).
- Composição granulométrica de cada um dos materiais propostos.
- Determinação dos pesos específicos e absorção de água relativos a cada um dos agregados.
- Determinação das massas volúmicas de filer e betume.

- Aplicação do método Marshall determinação da curva granulométrica da mistura de agregados, preparação dos provetes, determinação de baridades da mistura compactada, cálculo das baridades máximas teóricas (através do picnómetro de vácuo), da porosidade e do valor VMA, determinação da força de rotura e deformação dos provetes, e ainda traçado do conjunto de curvas características para selecção da percentagem óptima de betume.

A Fiscalização poderá exigir, em aditamento:

- Determinação dos índices de alongamento e de lamelação.
- Ensaio de polimento acelerado das gravilhas das misturas para as camadas de desgaste.

A Fiscalização, após consulta à D.S.A.T., poderá ainda exigir a realização de outros ensaios de caracterização mecânica (módulos de deformabilidade, resistência à fadiga, etc.) das misturas em laboratório reconhecido.

#### **2.3.1.2. Critérios gerais a seguir no estudo**

Os valores da baridade dos provetes preparados pelo método Marshall a tomar para efeitos de definição das curvas características da mistura referentes à porosidade e ao VMA, não devem ser os determinados experimentalmente mas sim os valores corrigidos, lidos sobre uma curva regular que se ajuste aos resultados laboratoriais.

Só será permitida a utilização de agregados que respeitem os valores de absorção de água.

No estudo pelo método Marshall deverão ser utilizados, no mínimo, cinco (5) percentagens de betume, escalonadas de 0,5%, e três (3) provetes para cada uma dessas percentagens.

Por uma questão de uniformidade de critérios e facilidade de leitura, é obrigatório exprimir todo o estudo em termos de **percentagem** de betume (e **não** de **teor**); a não satisfação desta condição poderá levar a Fiscalização a devolver o estudo apresentado ao Adjudicatário para a sua rectificação.

#### **2.3.2. Transposição do estudo laboratorial para a central de fabrico de misturas betuminosas**

A aplicação em obra da mistura betuminosa será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização às condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adoptado, cabendo ao Adjudicatário apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que tal transposição foi realizada.

Nesses ensaios, é obrigatória a inclusão de:

- Granulometria das fracções crivadas, recolhidas nos silos quentes e da correspondente mistura de agregados, recolhida à saída do misturador, quando se trate de uma central de produção descontinua;
- Conjunto de pesagens efectuadas para a calibração das tremonhas doseadoras dos agregados, quando se trate de uma central de produção contínua.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central betuminosa a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem o conhecimento da Fiscalização, à apreciação da qual deverá ser submetida a proposta de alteração, devidamente justificada com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

Em circunstância alguma se poderá alterar a transposição em vigor unicamente com base nos resultados dos ensaios efectuados numa única jornada de trabalho.

### **2.3.3. Execução de trechos experimentais**

Uma vez estudada a composição da mistura, e afinada a operação da central de fabrico, deverá realizar-se, na presença da Fiscalização, um trecho experimental, para cada mistura, a fim de:

- verificar o cumprimento das características da mistura betuminosa aprovada;
- verificar as condições reais de transporte e de espalhamento das misturas betuminosas no local de aplicação, e verificar a temperatura e a trabalhabilidade da mistura;
- definir o esquema de compactação (o tipo de equipamento; a ordem da sua intervenção; o número de passagens) e as temperaturas limites da mistura para se realizar a compactação;
- verificar a eficiência da compactação e a porosidade das misturas depois de aplicadas, através da determinação das baridades de carotes colhidas na camada do trecho experimental;
- verificar a regularidade do acabamento, através da régua de 3 metros.

A execução do trecho experimental deverá, ainda, ter em consideração, os seguintes aspectos:

- a quantidade de mistura a aplicar, deverá ser a suficiente para construir um trecho com pelo menos 100 m de comprimento;
- a espessura da camada deverá ser a do projecto, sendo o material colocado sobre uma estrutura de pavimento de comportamento idêntico ao do trecho do pavimento real;
- o equipamento a utilizar no espalhamento e compactação do material do trecho experimental deverá ser o mesmo que se prevê utilizar na construção do pavimento real.

Deste modo, antes da execução do trecho experimental, o Adjudicatário deverá submeter à apreciação da Fiscalização, o plano de execução do referido trecho, contemplando todos os aspectos anteriormente focados.

A partir dos resultados obtidos e no caso de aprovação pela Fiscalização, do trecho experimental, serão fixadas para cada uma das composições testadas - denominadas fórmulas de trabalho - as temperaturas de fabrico, espalhamento e compactação das misturas betuminosas, bem como o tipo de equipamento e ordem de intervenção a utilizar na pavimentação da obra.

No caso do trecho experimental se revelar insatisfatório deverão ser feitas as necessárias correcções na composição da mistura, na operação de fabrico da central betuminosa e/ou aos procedimentos de transporte, espalhamento e compactação.

Após as correcções feitas será realizado novo trecho experimental.

Quando o material colocado no trecho experimental não satisfazer as exigências especificadas para o troço em que foi realizado, deverá ser removido e substituído a expensas do Adjudicatário.

A produção das misturas a colocar no pavimento real só será iniciada após aprovação pela Fiscalização, do trecho experimental.

#### **2.3.4. Preparação da superfície subjacente**

##### **2.3.4.1. Condições da superfície existente**

As misturas betuminosas não serão aplicadas sem que se verifique que a camada subjacente tem a grau de compactação e a regularidade especificadas nestas Condições Técnicas, ou sem que haja terminado a cura da impregnação betuminosa quando aplicadas sobre bases de granulometria extensa estabilizadas mecanicamente ou da rega de colagem quando se trate da ligação entre camadas betuminosas.

##### **2.3.4.2. Limpeza**

A superfície a recobrir deve apresentar-se isenta de sujidades, detritos e poeiras, que devem ser retirados para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre ela. A última operação de limpeza, a realizar imediatamente antes da rega de colagem, consistirá na utilização de jactos de ar comprimido para remover elementos finos eventualmente retidos naquela superfície.

##### **2.3.4.3. Rega de colagem**

Deverá ser realizada nas condições expressas no projecto e nestas Condições Técnicas; porém, a taxa de rega poderá ser ajustada em conformidade com as particularidades de cada caso e com o critério da Fiscalização sob condição de não se exceder a ordem dos 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Em circunstância alguma se poderá proceder à rega de

colagem com uma emulsão diluída, pelo que a boa dispersão do ligante dependerá somente do equipamento que deverá ser constituído por uma cisterna com barra distribuidora e sistema de controlo semi-automático.

### **2.3.5. Fabrico, transporte e espalhamento das misturas betuminosas**

#### **2.3.5.1. Centrais betuminosas**

O fabrico de misturas betuminosas a quente será assegurado por centrais de produção do tipo descontínuo ou contínuo (de tambor secador-misturador com os fluxos paralelos ou contra-corrente, com ou sem misturador integrado no tambor).

Os ciclos de fabrico de misturas betuminosas dos dois tipos de centrais anteriormente descritos compreendem essencialmente as seguintes operações:

Centrais descontínuas:

- Doseamento volumétrico e/ou ponderal dos agregados nas tremonhas doseadoras de agregados frios;
- Secagem e aquecimento dos agregados no tambor-secador;
- Reclassificação dos agregados na célula de crivagem;
- Armazenamento intermédio dos agregados quentes;
- Doseamento ponderal por amassadura dos agregados quentes, ligante, filer e aditivos;
- Mistura por amassadura individualizada dos diversos componentes no misturador;
- Descarga da mistura betuminosa.

Centrais contínuas:

- Doseamento volumétrico e/ou ponderal dos agregados nas tremonhas doseadoras de agregados frios;
- Rejeito dos agregados sobredimensionados;
- Pesagem contínua do conjunto dos agregados frios;
- Secagem e aquecimento no tambor-secador dos agregados e filer comercial;
- Injecção de ligante e aditivos no mesmo tambor ou em tambor separado e mistura dos diversos componentes;
- Descarga da mistura betuminosa.

A precisão e tolerâncias de dosagem dos diferentes componentes das centrais betuminosas estão definidas no item M.

#### **2.3.5.2. Fabrico**

O Adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização o estudo de composição da mistura betuminosa em função dos materiais disponíveis. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tal aprovação tenha sido, de facto, ou tacitamente dada.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção de 15 dias.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as fracções granulométricas distintas e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

Os materiais finos (0-4 ou areia) devem estar obrigatoriamente cobertos.

As camas dos stocks deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

Para o pré-doseamento dos diversos materiais agregados que entrem na composição da mistura, com excepção do filler, deve o Adjudicatário dispor no estaleiro de tantas tremonhas quantos os referidos materiais, o que significa estar excluído qualquer processo mais grosseiro de pré-mistura, mesmo em relação apenas a uma parte dos componentes. Esta disposição não se circunscreve só às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontínua.

A temperatura dos agregados antes da mistura destes com o betume deve ser compatível com a temperatura da mistura, definida no estudo de formulação.

O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, até à temperatura da mistura definida no estudo.

Não deverão ser aplicadas em obra, as misturas que imediatamente após o fabrico, apresentem temperaturas superiores aos valores definidos nos respectivos estudos. Em tal caso, serão conduzidas, de imediato, a vazadouro e não serão consideradas para efeitos de medição.

As misturas deverão ser fabricadas e transportadas por forma a que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase deverá estar compreendida na gama de valores definida no estudo e, se tal não vier a suceder mesmo que imediatamente após a actuação da pavimentadora, constituirá motivo para rejeição,



devendo ser imediatamente removidas antes do seu total arrefecimento e conduzidas a vazadouro, não sendo, obviamente, consideradas para efeitos de medição.

### **2.3.5.3. Tolerâncias no fabrico**

As tolerâncias admitidas em relação às características de dureza e à fórmula de trabalho aprovada, cumprindo o especificado no capítulo 1. destas Condições Técnicas., são as seguintes, consoante a máxima dimensão (D) do agregado:

$D \leq 16 \text{ mm} - D > 16 \text{ mm}$

- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200) ..... 1% - 2%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80) ..... 2% - 3%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM de 2,00 mm (nº 10) ..... 3% - 4%
- Na % de material que passa no peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4) ou malha mais larga..... 4% - 5%
- Na percentagem de betume..... 0,3% - 0,3%

### **2.3.6. Transporte**

#### **2.3.6.1. Equipamento**

O Adjudicatário deverá dispor de uma frota de camiões dimensionada de acordo com as distâncias de transporte entre a central de fabrico e a obra a realizar.

Todas as viaturas utilizadas, quer pertençam ou não ao Adjudicatário, deverão estar providas de:

- Caixa de recepção com altura tal que não haja qualquer contacto com a tremonha da pavimentadora;
- Toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

#### **2.3.6.2. Condicionamentos do transporte**

- A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo.

Caso as condições atmosféricas façam prever chuva ou em presença de temperaturas ambientes relativamente baixas deverá recobrir se, obrigatoriamente, o material transportado, com uma lona que tape toda a caixa da viatura.

### **2.3.7. Espalhamento**

#### **2.3.7.1. Equipamento**

O equipamento de espalhamento deverá ser constituído por pavimentadoras de rastos (preferencialmente) com mesas flutuantes de extensão hidráulica ou fixas, capazes de repartir uniformemente as misturas betuminosas.

As pavimentadoras serão compostas por:

- Tractor motriz
- Mesa pré-compactadora
- Sistema automático de nivelamento progressivo

O motor terá potência suficiente para garantir o bom funcionamento de todos os órgãos da máquina.

O equipamento de espalhamento deve ser capaz de repartir uniformemente as misturas betuminosas, sem produzir segregação e respeitando os alinhamentos, inclinações transversais e espessuras projectadas e corrigir pequenas irregularidades.

A alimentação far-se-á sobre uma tremonha dimensionada de forma a permitir a descarga do camião. Deverá conter um mínimo de material a fim de garantir a presença constante na frente da mesa.

A ligação entre o tractor e a mesa que apoia sobre o material a colocar, é feita por duas longarinas articuladas.

A altura das articulações das longarinas, de comando individual, poder-se-á fazer manualmente ou através de um sistema de nivelamento automático.

A fixação das longarinas deverá permitir a regulação do ângulo de incidência, isto é, possibilitar a modificação das espessuras de material a colocar.

O material é transportado para a parte traseira da máquina e aí, através de senfins, é distribuído de uma forma uniforme. Quando forem montadas extensões mecânicas, estas deverão ser acompanhadas das extensões dos respectivos senfins.

Estará dotada de um sistema que garanta a alimentação constante em toda a largura de trabalho, de tal forma que haja sempre material a cobrir completamente os senfins de distribuição.

A mesa vibradora será do tipo fixo ou extensível e capaz de produzir de forma homogénea a toda a largura de espalhamento, um grau de compactação mínimo de 90% quando referido ao ensaio Marshall. A compactação

será garantida por sistemas de apiloamento (tampers) e/ou vibração para adaptação às condições de espalhamento mais adequadas ao tipo de mistura.

As mesas deverão estar munidas de cofragens laterais para garantir um bom acabamento e uma adequada compactação dos bordos da camada.

Terão obrigatoriamente um sistema automático de nivelamento progressivo, para perfis longitudinais e/ou transversais, constituído por sensores e por pêndulo.

#### **2.3.7.2. Particularidades do processo de espalhamento**

O espalhamento não deve ser precedido da aplicação manual de misturas betuminosas, procedimento correntemente designado por ensaibramento.

- O espalhamento não deve ser preenchido da aplicação manual de misturas betuminosas, correctamente designado por ensaibramento.

O espalhamento da mistura betuminosa deverá aguardar a rotura da emulsão aplicada em rega de colagem.

O espalhamento deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e de preferência com a temperatura ambiente superior a 10 °C.

No caso de rampas acentuadas com extensão significativa o espalhamento deve realizar-se, preferencialmente, no sentido ascendente.

Com excepção da camada de desgaste, o espalhamento poderá prosseguir sob chuvisco ou chuva fraca, sob condição de já se ter verificado a rotura da rega de colagem entretanto feita; porém, esta rega deverá ser imediatamente interrompida até que cesse a precipitação.

O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização dos seguintes sistemas:

- fio cotado apoiado em estacas com afastamento máximo de 6,25 metros para a primeira camada aplicada sobre materiais granulares;
- fio cotado satisfazendo ao acima referido ou régua com comprimento mínimo de 15 metros na aplicação de uma primeira camada de reforço sobre um pavimento existente - régua com 7 metros no caso de estrada da rede secundária;
- régua com comprimento mínimo de 15 metros (7 metros na rede secundária) na aplicação da segunda camada e seguintes, à excepção da camada de desgaste em IP's e IC's;

- Sistema manual de nivelamento com espessura constante na execução da camada de desgaste em IP's e IC's ou na aplicação de camadas finas em todo o tipo de estradas.

O fio a utilizar será unifilar, de 2 mm de diâmetro, comprimento inferior a 200 m e com uma tensão na ordem dos 80 kg. O fio deverá ser compatível com as condições de apoio, de modo a evitar ressaltos dos sensores.

As réguas de nivelamento de comprimento igual ou superior a 15 m são constituídas por três corpos: um corpo apoiado em rodas que desliza no pavimento já executado; um caixilho central de ligação à pavimentadora. Nele está montado o sensor. Um terceiro corpo colocado na frente da máquina, o qual apoia no suporte da camada a colocar. A diferença entre a leitura frontal e a traseira é a espessura a colocar.

Poderão ser utilizados outros sistemas de nivelamento, tais como ultra sons, lazer, etc. desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Sempre que as características da pavimentadora não permitam a execução da camada em toda a largura da faixa de rodagem deverão ser utilizadas duas pavimentadoras em paralelo. Neste caso recorrer-se-á aos sistemas de nivelamento acima referidos, complementando a segunda pavimentadora com o apoio sobre a camada já executada.

Em AE's e IP's é aconselhável o uso de um alimentador a fim de garantir a alimentação em contínuo, evitando juntas e perdas de temperatura.

Cuidados a ter no início dos trabalhos de espalhamento:

- O percurso deverá estar limpo de quaisquer obstáculos.
- O material não poderá transbordar da tremonha da máquina.
- Na troca de camiões, a tremonha não deverá ficar completamente vazia, excepto quando houver paragens muito prolongadas.
- Verificar se todos os componentes do nivelamento estão em perfeitas condições de funcionamento.
- Verificar se os suportes dos sensores estão convenientemente apertados.
- Verificar se os sensores estão montados fora da influência do tamper e se estão a responder rapidamente às modificações de regulação.
- Verificar se o fio de apoio dos sensores está convenientemente tensionado e com apoios suficientes para impedir a formação de flecha.
- Verificar a precisão da mira, quando se utiliza o laser.
- O arranque da máquina far-se-á após execução de junta transversal e o apoio da mesa sobre calços de madeira.

- No final do trabalho a máquina deverá ficar completamente vazia, retirada do local e convenientemente limpa.
- Quando a largura da mesa é aumentada com o acoplamento de extensões mecânicas, deverá ser assegurada a sua rigidez, através da montagem de tirantes.
- Deverá ser assegurado o seu perfeito alinhamento, por forma a não criar vincos.
- Sempre que se montem extensões mecânicas estas deverão ser acompanhadas das respectivas extensões de senfins e deflectores.

### **2.3.8. Compactação**

#### **2.3.8.1. Equipamento**

Os cilindros a utilizar na compactação das misturas, serão obrigatoriamente auto-propulsionáveis e dos seguintes tipos:

- Rolo de rasto liso
- Pneus
- Combinados

Os cilindros disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com "saías de protecção".

#### **2.3.8.2. Particularidades do processo de compactação**

- As operações de compactação devem ser iniciadas quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de  $280 \pm 30$  cSt assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura e devem ser efectuadas enquanto a temperatura no material betuminoso é superior à temperatura mínima de compactação recomendada para cada tipo de betume e definidas no estudo de formulação.
- O cilindramento deve ser efectuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido o grau de compactação de 97% referido à baridade obtida sobre provetes Marshall moldados com a mistura produzida nesse dia. Quando estes valores variarem  $\pm 0,05$  t/m<sup>3</sup> em relação à baridade do estudo de formulação este terá que ser respeitado.
- O trem de compactação será definido no trecho experimental.
- A velocidade dos cilindros deverá ser contínua e regular para não provocar desagregação das misturas.
- Os cilindros vibradores devem dispor de dispositivos automáticos de corte da vibração, um certo tempo antes de chegar ao ponto de mudança de direcção, início e fim do troço.

- Alguns dispositivos existentes no pavimento, tais como caixas de visita, etc., podem ficar danificados pela passagem dos rolos vibradores. Nestes casos é usual desligar a vibração 0,50 m antes desses dispositivos e empregar nestes locais rolos estáticos ou mesmo compactação manual.
- Nos troços construídos em sobrelevações, a compactação deve ser iniciada da berma mais baixa, devendo-se reduzir a velocidade e a frequência de vibração do cilindro vibrador, quando utilizado.
- Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direcção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens.
- Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser sempre realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro.
- Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas.
- O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, podendo, no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que tal for possível.

### **2.3.9. Juntas de trabalho**

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais entre os troços executados em dias consecutivos e, no caso de se proceder à aplicação por meias-faixas, de juntas longitudinais, umas e outras de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

As juntas de trabalho serão executadas por serragem da camada já terminada, por forma a que o seu bordo fique vertical.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão do tipo das indicadas em 1.1.5.4.1.2 ou 2, iniciando-se depois o espalhamento das misturas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas com emulsão todas as superfícies de contacto da mistura com caixas de visita, lancis, etc..

Quando se execute uma sequência de várias camadas, deverá haver a preocupação de desfasar as juntas de trabalho.

### **2.3.10. Equipamento para a execução de camadas betuminosas a quente**

#### **2.3.10.1. Condições gerais**

O Adjudicatário deverá dispor e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido à apreciação da Fiscalização com entrega de documentos comprovativos da última revisão.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela Fiscalização com a suficiente antecipação sobre o início da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspecção, calibragem dos dispositivos de medição, ajustamento de todas as peças e execução de quaisquer trabalhos de conservação e/ou reparação, que se mostrem necessários para a garantia do trabalho com qualidade satisfatória.

Com aquele objectivo, aquando da apresentação do Plano de Trabalhos, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um "dossier" técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- Localização da área de implantação da central e respectivo lay-out e plano de stockagem de agregados;
- Tipo e capacidade da central betuminosa, assim como componentes e dispositivos de controlo da mesma;
- Meios de transporte, justificando o número de unidades;
- Tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no espalhamento e compactação das misturas e justificação;
- Dimensionamento dos meios humanos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico e de transporte, espalhamento e compactação.

Em obras em que a medição das quantidades é feita em peso a Fiscalização poderá impor a instalação de balanças com características apropriadas para a pesagem das viaturas de transporte das misturas betuminosas, junto da central de fabrico, não tendo o Adjudicatário direito a qualquer pagamento pela eventual implementação da referida medida, a menos que no projecto esteja contemplada a instalação de tais dispositivos, a coberto de rubricas orçamentais específicas.

#### **2.4. Argamassa para juntas de lancis**

O estudo da sua composição será proposto para aprovação à Fiscalização com, pelo menos, 30 (trinta) dias de antecedência relativamente à primeira aplicação prevista. A resistência dessa argamassa não poderá ser, em caso algum, inferior à do betão das peças em que for aplicada.

As características do ligante proposto serão detalhadamente descritas, ficando ao critério da Fiscalização aceitá-lo ou impor outro à sua escolha.

O fabrico das argamassas será feito, em princípio, por meios mecânicos, admitindo-se, porém, que sejam fabricadas manualmente em estrados de chapa de aço protegido.

Neste caso, os materiais devem misturar-se primeiramente a seco e só depois se amassarão com a água necessária até que a argamassa fique homogénea e, no caso da argamassa do tipo II, em conformidade com as especificações indicadas pelo fabricante.

As argamassas serão fabricadas no momento do seu emprego e na proporção do seu consumo, sendo rejeitadas todas as que comecem a fazer presa no amassadouro.

A superfície de contacto com a argamassa não poderá ser lisa ou serrada, mas apresentar-se rugosa ou com rasgos de modo a permitir uma boa aderência da argamassa com as peças.

## **2.5. Trabalhos especiais de pavimentação**

### **2.5.1. Lajeado de betão**

Antes de se iniciar o assentamento das pedras de chão ou lajetas, limpar-se-á o ABGE de toda a lama, poeira e substâncias estranhas.

As lajetas serão assentes sobre uma camada de areia com a espessura de 0,04 m, regularizada e nivelada à régua de modo a constituir um leito liso para o seu assentamento, o qual não deverá ser deformado por pegadas.

Sobre o leito de areia colocar-se-ão as lajetas bem encostadas umas às outras, começando pelo ponto de concordância de dois lados, e tendo o cuidado de manter o alinhamento das juntas.

As juntas serão preenchidas com areia fina e seca, espalhada à vassoura, em ocasião de tempo seco.

Uma vez assentes as lajetas, deverão ser comprimidas com cilindro compressor de 1000 a 3000 kg, de modo a fazer um aperto do pavimento, preenchendo as juntas com mais areia fina espalhada à vassoura após esta operação.

### **2.5.2. Betonilha**

A sub-base ou camada inferior da fundação é constituída por um material granular que será ABGE com 0,20 m de espessura.

Após a abertura da caixa com a profundidade desejada e depois de estar devidamente regularizada e compactada, lança-se a camada de material britado conforme descrito acima e espalha-se com o cuidado necessário de modo a evitar-se a segregação dos materiais, não sendo de admitir bolsadas de material grosso ou fino.

A base ou camada superior de fundação é constituída por um massame de betão C16/20 com 0,10 m de espessura.



Após a sub-base ter sido executada conforme já descrito lança-se o betão na altura pretendida devendo ser perfeitamente vibrado e regularizado, criando-se juntas de dilatação com 0,01m, espaçadas de 3 m e preenchidas com MASTIK.

A camada de desgaste é constituída por betonilha de argamassa de cimento e areia ao traço 1:2 (volume) com uma dosagem de 600Kg/m<sup>3</sup> de cimento e com 0,04 m de espessura.

Para aplicar a betonilha começa-se por estabelecer um certo número de mestras, colocadas cuidadosamente.

Para evitar os inconvenientes devidos à dilatação do cimento sob a acção das diferenças de temperatura, convém dividir o piso em painéis de largura não superior a 3,0m.

Os painéis devem ser executados independentes uns dos outros, se possível até alternadamente, de modo a permitir a sua dilatação e contracção dentro de certos limites, evitando a sua ruptura. Os painéis ficarão portanto separados entre si por juntas com cerca de 0,01m de largura.

O pavimento será executado com uma inclinação transversal de acordo com o valor referido no projecto, ou indicado pela Fiscalização.

Lança-se em seguida a argamassa em cada um dos painéis, antes de o massame ter terminado a presa, roçando-se em seguida uma régua assente sobre duas mestras e a que se aplica em movimento de vai-vem de modo a puxar o excedente de massa de um extremo para o outro. Obtém-se deste modo uma superfície levemente rugosa que é preciso afagar à colher para torná-la lisa, o que só se fará quando a argamassa começa a tornar-se consistente.

Antes de o cimento ganhar presa, mas depois de começar a ganhar uma certa consistência, executar-se-ão estriados ou desenhos por meio de réguas e ferros apropriados cuja geometria será indicada pela Fiscalização.

Depois de concluída a betonilha é conveniente cobri-la com areia húmida durante 8 dias, no mínimo, devendo ser regada regularmente.

### **2.5.3. Assentamento de lancis**

Depois de determinados os alinhamentos e cotas devidas, proceder-se-á à abertura de valas, com as dimensões indicadas no projecto, regularizando-se e compactando-se o fundo.

As fundações serão executadas em betão C16/20 e de acordo com as dimensões mencionadas no projecto.

Os lancis serão assentes sobre a fundação com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3, devendo-se molhar previamente as faces que vão ser argamassadas, procedendo-se previamente ao seu nivelamento com rachas de granito duro que serão totalmente envolvidas na argamassa de assentamento.

As juntas dos lancis serão refechadas com argamassa hidráulica de 600Kg/m<sup>3</sup> de cimento (traço 1:2 em volume), trabalho este que deverá ser precedido de lavagem das juntas e efectuado quando estas se encontrarem molhadas. Este trabalho será efectuado antes da realização dos passeios ou faixa de rodagem por forma a evitar a entrada de resíduos nas juntas.

Quando se tratar de reposição de lancis e a fundação estiver em bom estado, deverá proceder-se à picagem da argamassa antiga e à regularização da superfície de assentamento.

## **SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA**

### **1. MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DE MARCAS RODOVIÁRIAS**

#### **1.1. Tintas para Pré-marcação**

As tintas a utilizar na pré-marcação devem ser, de preferência, na cor branca (cor da marca), de secagem rápida, de resistência ao desgaste compatível com o tempo de duração exigido pela data prevista para a marcação, tendo em consideração o volume de tráfego em presença.

#### **1.2. Material Termoplástico**

##### **1.2.1. Agregado e cargas**

O agregado será constituído por areia siliciosa, calcite, quartzo ou outros produtos similares.

As cargas serão pós finos, que dão corpo ao material termo-plástico, podendo utilizar-se, por exemplo, cré (carbonato de cálcio) ou litopone.

As granulometrias dos agregados e das cargas deverão ser escolhidas de modo a permitir uma boa compacidade do material termoplástico.

##### **1.2.2. Pigmento para termoplástico branco**

O pigmento a utilizar será dióxido de titânio (Ti O<sub>2</sub>).

##### **1.2.3. Ligante**

O ligante deverá ser constituído por um material resinoso termoplástico natural ou sintético, plastificado com óleo mineral.

##### **1.2.4. Pérolas refletoras**

###### **1.2.4.1. Características básicas**

As pérolas deverão ser de vidro transparente ou de material equivalente que permita, por adição, tornar o material termoplástico reflector.

As pérolas deverão ser suficientemente incolores para não comunicar às marcas rodoviárias, sob a luz do dia, nenhuma modificação apreciável da cor. Consideram-se como defeituosas as pérolas não esféricas, opacas, opalescentes e que contenham bolhas de gaz, de dimensão superior a 25% da sua área projectada e graus de materiais estranhos.

A percentagem de pérolas não esféricas, determinada segundo a especificação ASTM 1155-53, deve ser inferior a 30%.

#### **1.2.4.2. Índice de refração**

As microesferas de vidro não devem apresentar um índice de refração menor que 1,5.

#### **1.2.4.3. Resistência à água**

Após 60 minutos de tratamento por refluxo com água destilada, as pérolas não devem apresentar alteração superficial apreciável, e o volume máximo admissível de solução de ácido clorídrico 0,01 N, para neutralizar a água após a realização do ensaio, será de 9 cm<sup>3</sup>.

#### **1.2.4.4. Resistência aos ácidos**

Após 90 horas de imersão numa solução diluída de ácido à temperatura de  $23 \pm 2$  °C, estabilizada a um PH entre 5,0 e 5,3, as pérolas não devem apresentar senão uma ligeira perda de brilho em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

#### **1.2.4.5. Resistência ao cloreto de cálcio em solução**

Após 3 horas de imersão numa solução aquosa de cloreto de cálcio a 5,5%, à temperatura de  $23 \pm 2$  °C, as pérolas não deverão apresentar nenhuma alteração superficial em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

#### **1.2.4.6. Granulometria**

A granulometria das pérolas introduzidas no material termoplástico deve estar de acordo com os valores a seguir especificados:

<b>PENEIRO ASTM</b>	<b>PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA</b>
1,700 mm	100
0,425 mm	0 - 10

A granulometria das pérolas de vidro, projectadas no momento da aplicação deve estar de acordo com os valores seguintes:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
1,700 mm	100
0,600 mm	80 - 100
0,425 mm	45 - 100
0,300 mm	10 - 45
0,212 mm	0 - 25
0,075 mm	0 - 5

### 1.2.5. Material termoplástico branco

- a) O material deverá ser constituído por agregado, pigmento, cargas, ligados por um ligante plastificado com óleo mineral e pérolas de vidro com uma granulometria apropriada para se obter o efeito reflector desejado.
- b) A composição do material deve atender às seguintes proporções em massa:
- Agregado, incluindo as pérolas .....  $60 \pm 2\%$
  - Pigmento e cargas .....  $20 \pm 2\%$
  - Pigmento ..... 6% mínimo
  - Ligante .....  $20 \pm 2\%$
  - Pérolas de vidro ..... 20% mínimo
- c) O material deve ainda obedecer às seguintes características:
- Peso específico compreendido entre 1,96 e 2,04 g/cm<sup>3</sup>.
  - Ponto de amolecimento (anel e bola) superior a 80 °C.
  - Resistência ao abatimento - a percentagem de diminuição da altura de um cone feito com o material, sujeito a  $23 \pm 2$  °C, não deve ser superior a 10%.
  - Repasseamento - o material termoplástico, aplicado sobre base de argamassa betuminosa, não deve apresentar, por repasseamento, uma variação de cor inferior ao grau 8 da escala fotográfica da especificação ASTM D 868-48.
  - Resistência ao envelhecimento acelerado - o material termoplástico aplicado com a espessura seca de 1,5 mm sobre argamassa betuminosa, quando sujeito a envelhecimento acelerado durante 168 h numa máquina "Weather- Ometer" de arco voltaico, com o seguinte ciclo diário:
    - 17 h de luz e calor (55 °C, c/ molhagem intermitente de 18 em 18 min.)
    - 2 h de chuva forte

- 5 h de repouso

não deverá apresentar qualquer defeito assinalável à observação visual.

- Resistência à imersão em água - o material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, aplicado sobre fibrocimento, seco durante 72 h ao ar e imerso em água à temperatura de 20 a 30 °C durante 24 horas e observado 2 horas mais tarde, não deverá apresentar empolamento, fissuração, nem destacamento em relação à base.
- Resistência à alteração da cor - o material termoplástico, submetido à acção da luz solar artificial durante 100 horas, não deve apresentar alteração de cor.
- Factor de luminância - o factor de luminância do material termoplástico branco, determinado numa direcção normal à superfície com iluminação a 45 °, por uma fonte CIE do tipo C, deve ser não inferior a 0,70 segundo a NP-522-1966.
- Resistência à derrapagem - O material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, deverá apresentar uma resistência ao atrito não inferior a 45 BPN, medida com o "pêndulo britânico"; em zonas pontualmente perigosas, aquele valor deverá ser superior a 50 BPN.

## **2. SINALIZAÇÃO VERTICAL E EQUIPAMENTO DE BALIZAGEM E DE GUIAMENTO**

### **2.1. Sinais de Pequena Dimensão**

#### **2.1.1. Âmbito de aplicação**

São incluídos nesta designação os seguintes sinais:

- Sinais de perigo;
- Sinais regulamentando a prioridade em intersecções;
- Sinais de regulamentação;
- Sinais de informação;
- Outros sinais: todas as baías direccionais.

#### **2.1.2. Placa**

As placas devem ser fabricadas em chapa de ferro polido, com a espessura mínima de 2,0 mm e o seu fabrico deverá obedecer às seguintes operações fundamentais:

**2.1.2.1. Moldagem**

- Corte da chapa.
- Moldagem do sinal a frio (por estampagem), ficando os símbolos em relevo, com a profundidade de 2,5 a 4,0 mm (em função da espessura do molde e dos símbolos); no caso dos sinais de STOP, a profundidade deverá ser a maior.

**2.1.2.2. Protecção anti-corrosiva**

- Lavagem e limpeza por processo mecânico ou químico de forma a que fique isento de quaisquer matérias estranhas, produtos de corrosão, óleo ou ácido.
- Secagem.
- Zincagem por galvanização a frio (electrolítica) c/ a esp. de 14 $\mu$  (100g de zinco/m<sup>2</sup>).

**2.1.2.3. Acabamento**

- Lavagem.
- Secagem.
- Pintura:
- Aplicação de primário e aparelho anti-corrosivo
- Secagem em estufa
- Pintura a cores
- Secagem em estufa
- Reflectorização:
- Aplicação de película retroreflectora
- Colagem daquela película em prensa de vácuo
- Secagem por infra-vermelhos

Em alternativa e para os sinais de simples indicação e outros sinais (bairras direccionais) poderá ser utilizado o sistema de quinagem dos ângulos (em substituição do sistema de moldagem a frio), com todas as restantes operações de fabrico semelhantes às já descritas.

A pintura deverá ser executada com tinta de esmalte, nas cores adoptadas nos diversos sinais, sendo a parte posterior na cor cinzenta (RAL 9018).

A reflectorização deverá ser efectuada com tela possuindo esferas de vidro isentas de qualquer rugosidade, constituindo uma superfície perfeitamente lisa e contínua para evitar a fixação de poeiras, facilitar a limpeza e garantir, assim, as necessárias propriedades retro-reflectoras, numa distância nunca inferior a 400 m.

As diferentes cores adoptadas, quer nas superfícies retro-re-flectoras, quer pintadas, devem obedecer respectivamente às coordenadas e referências RAL do **Código Cromático**, expresso na seguinte tabela:

SUPERFÍCIES RECTROREFLECTORAS	SUPERFÍCIES PINTADAS
azul	azul
$x_1 = 0,078$ $x_2 = 0,150$ $x_3 = 0,210$ $x_4 = 0,137$	RAL: 5019
$y_1 = 0,171$ $y_2 = 0,220$ $y_3 = 0,160$ $y_4 = 0,038$	
verde	verde
$x_1 = 0,007$ $x_2 = 0,248$ $x_3 = 0,177$ $x_4 = 0,026$	RAL: 6016
$y_1 = 0,703$ $y_2 = 0,409$ $y_3 = 0,362$ $y_4 = 0,399$	
vermelho	vermelho
$x_1 = 0,690$ $x_2 = 0,595$ $x_3 = 0,569$ $x_4 = 0,655$	RAL : 3002
$y_1 = 0,310$ $y_2 = 0,315$ $y_3 = 0,341$ $y_4 = 0,345$	
amarelo	amarelo
$x_1 = 0,545$ $x_2 = 0,487$ $x_3 = 0,427$ $x_4 = 0,465$	RAL : 1006
$y_1 = 0,454$ $y_2 = 0,423$ $y_3 = 0,483$ $y_4 = 0,534$	
laranja	laranja
$x_1 = 0,610$ $x_2 = 0,535$ $x_3 = 0,506$ $x_4 = 0,570$	RAL : 2008
$y_1 = 0,390$ $y_2 = 0,375$ $y_3 = 0,404$ $y_4 = 0,429$	
castanho	castanho
$x_1 = 0,445$ $x_2 = 0,604$ $x_3 = 0,556$ $x_4 = 0,445$	RAL : 8011
$y_1 = 0,353$ $y_2 = 0,396$ $y_3 = 0,443$ $y_4 = 0,386$	
branco	branco
$x_1 = 0,350$ $x_2 = 0,300$ $x_3 = 0,285$ $x_4 = 0,335$	RAL : 9010
$y_1 = 0,360$ $y_2 = 0,310$ $y_3 = 0,325$ $y_4 = 0,375$	
preto	preto
$x_1 = 0,385$ $x_2 = 0,300$ $x_3 = 0,260$ $x_4 = 0,345$	RAL : 9011
$y_1 = 0,355$ $y_2 = 0,270$ $y_3 = 0,310$ $y_4 = 0,395$	
	cinzento
	RAL : 7011



Os **Factores de Luminância** e **Coefficientes de Retro-reflexão**, deverão respeitar os valores mínimos constantes do seguinte quadro:

CORES	Coeficiente de Rectroreflexão mínimo, em cd/lx.m2								Factor de Luminância mínimo $\beta$
	Ângulo de Observação, em graus sexag.								
	0,2		1/3			2,0			
	Ângulo de entrada, em graus sexages.								
	5	30	5	30	40	5	30	40	
BRANCO	70	30	50	24	9,0	5,0	2,5	1,5	0,35
VERMELHO	15	6,0	10	4,0	1,8	0,8	0,4	0,3	0,05
AMARELO	50	22	35	16	6,0	3,0	1,5	1,0	0,27

As telas rectro-reflectoras deverão possuir em marca de água o símbolo do fabricante com a indicação do período de durabilidade devendo, quando isto não acontecer, ser apresentados os documentos de homologação ou resultados de ensaios laboratoriais das suas características, nomeadamente ópticas, cromáticas e de durabilidade.

### 2.1.3. Postes

Os postes devem ser executados em tubo de aço, de  $3,2 \pm 0,2$  mm de espessura, de acordo com o desenho de pormenor respectivo.

Depois de devidamente limpos levarão, como acabamento, zincagem por galvanização a quente com a espessura de  $84 \mu$  (deposição de 600 g por m2).

### 2.1.4. Peças de ligação

As peças de ligação da placa ao poste, em chapa de aço com 3 mm de espessura (charneiras, parafusos, anilhas e porcas) são normalizadas, devendo obedecer ao respectivo desenho de pormenor, e levarão como acabamento, depois de devidamente limpas, zincagem por galvanização a frio (electrolítica) com a espessura de  $14 \mu$  (100 g de zinco por m2).

## 2.2. Sinais de Média Dimensão

### 2.2.1. Âmbito de aplicação

São incluídas nesta designação as setas de informação (S) do sistema informativo quando montadas em poste único e os sinais de aproximação de saída (SA).

### **2.2.2. Placa**

As placas devem ser fabricadas em chapa de liga de alumínio (AlMg2) com a espessura mínima de 2,0 mm e serão enquadradas por uma moldura tipo "all round" em perfil de alumínio extrudido (AlMg5). Serão refletorizadas, devendo a tela garantir, no momento de aplicação em obra, valores mínimos do Coeficiente de rectro-reflexção e do Factor de luminância de acordo com o quadro que se apresenta em 6.1.2.3. destas Condições Técnicas.

### **2.2.3. Postes**

Os postes devem ser executados em tubo de aço, de  $8,0 \pm 0,2$  mm de espessura, de acordo com o desenho de pormenor respectivo.

Depois de devidamente limpos, levarão, como acabamento, zincagem por galvanização a quente, com a espessura de  $84 \mu$  (deposição de 600 g por m<sup>2</sup>).

### **2.2.4. Peças de ligação**

As peças de ligação ao poste são braçadeiras apropriadas, de aço ou alumínio, de espessura variável, em função da espessura do tubo ou poste, não devendo permitir, depois do aperto, a rotação da seta no poste.

## **2.3. Marcação dos Sinais**

Na parte posterior dos sinais deverá ser inscrito o logotipo da Câmara Municipal de Loulé (4x4 cm<sup>2</sup>) encimando a respectiva data de fabrico, sem cor de fundo, sob a forma de carimbo tecnicamente não removível.

## **2.4. Parafusos, Anilhas e Porcas**

Os tipos de parafusos, suas formas e dimensões devem satisfazer as normas portuguesas em vigor, sendo dos tipos indicados nas peças desenhadas. Serão cadmiados por galvanização a frio.

## **2.5. Aço Corrente e Metal de Adição para Soldadura**

A qualidade e características mecânicas do aço macio corrente a utilizar em chapas, perfis ou parafusos, bem como do metal de adição para soldadura, deverão satisfazer todas as especificações e requisitos próprio indicados no Eurocódigo 3 - Projecto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço.

## **2.6. Alumínio**

Será obtido directamente da primeira ou segunda fusão, sendo a percentagem de impurezas inferior a 2%.

## **2.7. Ligas de Alumínio**

A sua utilização está prevista no presente projecto, e deverão conter um mínimo de 50% de alumínio, sendo a parte restante constituída por componentes de adição e sem quaisquer impurezas.

## **2.8. Protecção de Elementos Contra a Corrosão**

- a) Todos os elementos de aço a empregar na sinalização serão metalizados por galvanização, devendo as suas superfícies apresentar um recobrimento homogéneo com metal de protecção e sem quaisquer impurezas.
- b) Todas as furações, soldaduras e remodelações das peças serão realizadas anteriormente à galvanização.
- c) As placas dos sinais de pequena dimensão serão zincadas por galvanização a frio (electrolítica), sendo a espessura do revestimento de 14  $\mu$  e a deposição de 100 g/m<sup>2</sup>. Os postes, tanto dos sinais de pequena, como de média e grande dimensão, serão zincados por galvanização a quente, sendo a espessura do revestimento de 84  $\mu$  e a deposição de 600 g/m<sup>2</sup>. Todos os parafusos, anilhas e porcas serão cadmiados por galvanização a frio (electrolítica), sendo a espessura do revestimento de 20  $\mu$  e a deposição de 140 g/m<sup>2</sup>, o mesmo sucedendo às charneiras, com 28  $\mu$  e 140 g/m<sup>2</sup>.

## **2.9. Cores**

As cores a utilizar na sinalização, tanto em tintas como em telas reflectoras, devem ser as previstas no Código da Estrada e seu Regulamento.

## **2.10. Abecedários e Numerários**

As características das inscrições utilizadas nas mensagens da sinalização, são obtidas a partir dos abecedários e numerários tipo (unitários) constantes das disposições normativas em vigor no Código da Estrada.

# **3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

## **3.1. Marcas rodoviárias (sinalização horizontal)**

### **3.1.1. Material termoplástico de aplicação a quente**

#### **3.1.1.1. Pré-marcação**

A pré-marcação é obrigatória, não sendo permitido o início da marcação sem que aquela tenha sido revista e aprovada pela Fiscalização.

Sempre que seja possível apoiar mecânicamente a marcação de uma linha na pré-marcação de outra que lhe seja paralela, a pré-marcação da primeira pode ser dispensada (caso da marcação de guias apoiadas na pré-marcação do eixo).

A pré-marcação pode ser executada pelos processos:

a) Manual

Por meio de um cordel suficientemente esticado e ajustado ao desenvolvimento das respectivas marcas, ao longo do qual, por intermédio de um pincel ou outro meio auxiliar apropriado, se executa a piquetagem por pontos, por pequenos traços ou por linha contínua fina, ou recorrendo a pintura de referência ou contornos (quando há lugar à utilização de moldes).

b) Mecânica

Não dispensando a pré-marcação manual, sobre a qual ele se apoia, o processo mecânico é utilizado a partir da máquina de marcação, mediante utilização de um braço com ponteiro de pintura que, à direita e à esquerda, executa a piquetagem.

A pré-marcação deve prever, no pavimento a marcar, a definição de:

a) Nas linhas longitudinais

- Piquetagem;
- Indicação dos limites das zonas com diferentes relações traço/espço;
- Indicação dos limites das zonas de linhas contínuas.

b) Nas marcas diversas

- Pintura de referência, para implantação dos moldes de execução.

### **3.1.1.2. Preparação da superfície**

A superfície que vai ser marcada deve apresentar-se seca e livre de sujidades, detritos e poeiras.

O Empreiteiro será responsável pelo insucesso das pinturas causado por deficiente preparação da superfície.

Se se tratar de um pavimento velho e polido, deverá ser utilizado um aparelho com características adesivas adequadas ao caso em presença, a fim de se garantir uma aderência conveniente das marcas.

### **3.1.1.3. Marcação experimental**

Para verificação da uniformidade da marcação das linhas longitudinais, quanto a dimensão, largura, homogeneidade de aplicação do produto e das pérolas de vidro e ainda para se regular o equipamento de aplicação (velocidade de avanço, pressão de ar nos bicos e no compressor, temperatura) deverá ser feita uma marcação experimental, fora da zona da obra e em local a definir pela Fiscalização, tanto quanto possível, com características semelhantes de superfície.

A passagem à marcação definitiva dependerá do parecer da Fiscalização em face dos resultados obtidos, quer em observação diurna, quer nocturna (rectroreflexão).

### **3.1.1.4. Marcação**

#### **3.1.1.4.1. Aprovação da pré-marcacão**

A marcação não poderá ser iniciada sem que a Fiscalização tenha aprovado a pré-marcacão, como já foi referido.

#### **3.1.1.4.2. Processo de marcação**

Para execução das marcas rodoviárias (marcação) devem ser utilizados, para aplicação de material termoplástico, os seguintes processos:

a) Manual (por moldagem)

A utilizar na execução de:

- Marcas transversais e barras em zonas mortas;
- Setas (de selecção, de desvio e outras);
- Símbolos (sinais e outros);
- Inscricões (números e letras).

As marcas rodoviárias serão executadas em sobreespessura por colagem gravítica e espalhamento manual com emprego de moldes. A espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor entre 2,5 e 3,0 mm.

A temperatura de aplicação deve situar-se entre 165 oC e 190 oC e o tempo de secagem (ausência de pegajosidade resistente à passagem de veículos) não deve ultrapassar 2 a 3 minutos.

As caldeiras de aquecimento devem estar munidas de dispositivos de agitação mecânica, para se evitar a segregação dos diversos constituintes.

A utilização de sistemas de pré-aquecimento da superfície a marcar não é permitida, por princípio, a menos que a Fiscalização o reconheça como indispensável.

**b) Mecânica (spray)**

A utilizar na execução de:

- Marcas longitudinais;

Deve ser concretizado com o emprego de máquinas móveis com dispositivos manuais e automáticos de aplicação do material termoplástico pulverizado (spray) e de projecção simultânea, sobre a superfície do material, de esferas de vidro.

A espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor uniforme não inferior a 1,5 mm.

A temperatura de aplicação deve situar-se entre 200 °C e 220 °C e o tempo de secagem não deve ultrapassar os 40 segundos, para as espessuras previstas.

A taxa de projecção de esferas de vidro deve estar compreendida entre 400 e 500 g/m<sup>2</sup>.

#### **3.1.1.5. Aprovação das marcas**

As marcas que não se apresentem nas condições exigidas (geométricas, de constituição ou de eficácia), serão rejeitadas e como tal removidas, podendo, contudo, ser repetida a execução, se houver da parte do Empreiteiro a garantia de uma rectificação conveniente e susceptível de ser aceite pela Fiscalização.

A remoção deve ser efectuada no prazo de 3 dias a contar da data de notificação da rejeição, pelo que o Empreiteiro, se o não fizer nesse prazo, ficará sujeito aos encargos resultantes da remoção que a Fiscalização mande executar por terceiros.

#### **3.1.1.6. Eliminação das marcas**

Na eventualidade de se ter que apagar marcas rodoviárias pré-existent com o fim de se executar uma nova marcação, o processo de eliminação a utilizar deverá ser escolhido de entre os seguintes:

- Decapagem por projecção de um abrasivo sob pressão, não podendo aquele abrasivo ser areia, excepto quando a decapagem seja feita em presença da água;
- Decapagem mecânica, utilizando decapadores mecânicos ou máquinas de percussão próprias.

No caso de as marcas a eliminar serem de material termoplástico, obtêm-se melhores resultados com tempo frio, para ambos os processos indicados.

Quando aplicado qualquer dos processos descritos, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- Quando a circulação se mantém, deverá a zona restrita dos trabalhos ser convenientemente isolada a fim de que a segurança da circulação de peões e veículos não seja afectada pelos materiais ou agentes envolvidos na obra;
- Após a decapagem, deverá ter-se o cuidado de remover, quer os detritos do material termoplástico, quer os abrasivos utilizados.

Não será permitida, em caso algum, a utilização de processos de recobrimento como método de eliminação de marcas.

### **3.1.2. Lotes, amostras e ensaios**

- a) Durante a execução dos trabalhos, e sempre que o entender, a Fiscalização reserva-se o direito de tomar amostras e mandar proceder às análises e ensaios que julgar convenientes para verificação das características dos materiais utilizados. As amostras serão, em geral, tomadas em triplicado, e levarão as indicações necessárias à sua identificação.
- b) As análises e ensaios necessários poderão vir a ser executados pelas entidades que o dono da obra entender adequadas, por conta do Adjudicatário.

## **3.2. Sinalização vertical e equipamento de balizagem de guiamento**

### **3.2.1. Armazenamento dos sinais**

Todos os sinais e seus componentes deverão ser armazenados em local fechado, limpo e arejado.

### **3.2.2. Montagem dos sinais**

- a) Sinais de pequena dimensão

Na montagem dos sinais de pequena dimensão devem ser seguidos os esquemas de montagem do desenho de pormenor respectivo.

- b) Sinais de média e grande dimensão

Os dispositivos de fixação dos painéis de sinalização nos seus suportes (prumos), devem permitir o seu posicionamento definitivo por deslocamento horizontal e vertical dos seus pontos de fixação.

A sequência seguida na montagem será a que melhor se adapte à natureza e localização do sinal, sendo recomendada a seguinte: montagem dos perfilados, ou chapas, nos suportes, mediante aperto suave; verificação e acerto posicional com aperto definitivo.

### **3.2.3. Localização dos sinais**

A localização dos sinais será a indicada nos desenhos. Serão permitidos ligeiros ajustes de posicionamento para melhor adaptação a condicionalismos locais, não podendo, contudo, ser comprometidas as posições relativas de sinais aplicados em interligação e cujo posicionamento esteja directamente relacionado com as marcas rodoviárias do pavimento adjacente.

### **3.2.4. Implantação transversal dos sinais**

#### **a) Sinais de pequena dimensão e sinais complementares**

Os sinais são implantados do lado direito, no sentido de tráfego a que respeitam, no limite exterior da berma em secção corrente.

Em ilhas, separadores materializados e passeios, os sinais são implantados com um afastamento mínimo de 0,50 m ao limite da faixa de rodagem.

Sempre que for necessário utilizar sinais em duplicado terão que surgir forçosamente sinais do lado esquerdo da via, mas sempre em complemento de um outro, colocado à direita.

Os sinais são implantados de molde que a sua superfície realize, com a linha limite da faixa de rodagem, um ângulo de 100°, medido pelo tardo dos mesmos quer se localizem do lado direito ou do lado esquerdo da faixa de rodagem.

#### **b) Sinais de grande dimensão**

Os sinais são implantados do lado direito, no sentido de tráfego a que respeitam, no limite exterior da berma em secção corrente.

Em ilhas, separadores materializados e passeios, os sinais são implantados com um afastamento mínimo de 0,50 m ao limite exterior da berma.

Os sinais são implantados de molde que a sua superfície realize, com a linha da faixa de rodagem, um ângulo de 80 °, medido pelo tardo dos mesmos.

### **3.2.5. Implantação vertical dos sinais**

Deverão ser respeitados os esquemas de implantação indicados nos documentos normativos da JAE, sobre sinalização vertical, que estiverem em vigor; em qualquer caso deverá a Fiscalização, em tempo oportuno, obter a ratificação da Direcção dos Serviços de Conservação relativamente à implementação do esquema projectado, face à eventual conveniência em executar a sinalização em moldes renovados.



Deverá ainda ser tido em conta o seguinte:

a) Sinais de pequena dimensão

Todos os sinais denominados de código deverão ser colocados a 1,10 m de altura (do solo à base do sinal) devendo este valor ser reduzido para 1,00 m, no caso de dois sinais colocados no mesmo poste.

Deverão estar colocados fora do limite da berma e, sempre que exista guarda de segurança, protegidos por esta.

b) Sinais de média dimensão

Os sinais de média dimensão, designadamente os sinais direccionais, um grupo que pertence ao Sistema Informativo, deverão ser colocados a 2,20 m do solo (para a base da seta mais baixa) e possuir os afastamentos entre setas indicados nos documentos normativos da JAE.

A localização do poste único deverá ser tal que se encontre o mais recolhido possível em relação aos sentidos de tráfego e às vias envolventes sem obviar, contudo, os critérios de visibilidade essenciais à leitura das indicações constantes dos mesmos sinais.

A montagem deverá iniciar-se pela escolha do local para a colocação do poste único, sua verticalidade e posterior colocação das setas direccionais com a angularidade exigida pelas indicações direccionais enunciadas nos sinais a colocar.

c) Sinais de grande dimensão

Os sinais de grande dimensão serão colocados a uma distância mínima de 1,50 m do bordo inferior ao solo, excepto nos casos dos painéis colocados em pórtico e em semi-pórtico em que a placa ficará a uma altura mínima de 5,50 m em relação à faixa de rodagem.

d) Sinais complementares

O seu posicionamento deverá respeitar o já exposto para os sinais de pequena dimensão, devendo a altura entre o bordo do sinal e o solo ser de 0,20 m.

e) Outros sinais e demarcação

Os "chevrons" individuais ou duplos serão implantados de modo idêntico ao descrito em 15.05.2-4 a).

Os marcos quilométricos são implantados a 0,80 m do solo, do lado direito, no sentido da quilometragem, para além da berma e com uma inclinação de cerca de 80 ° em relação à linha definida pelo limite da faixa de rodagem.

Os marcos hectométricos são colocados paralelamente à linha definida pelo limite da faixa de rodagem e do lado direito da mesma, no sentido progressivo da quilometragem e a 0,80 m do solo.

Os marcos miriámétricos respeitam o mesmo princípio dos quilométricos mas serão duplicados e situar-se-ão a 1,20 m.

### **3.2.6. Colocação**

- a) Sinais com uma placa num só poste

Serão encastrados num maciço cúbico de betão B20 com 0,5 m de aresta, a uma profundidade que permita um recobrimento na base do prumo de 0,10 m.

- b) Sinais com duas placas num só poste

Serão encastrados num maciço paralelepípedo de betão B20, com 0,5 por 0,9 m de secção e 0,5 m de altura, a uma profundidade que permita um recobrimento na base do prumo de 0,10 m.

- c) Sinais com dois ou mais postes

Serão encastrados em um ou mais maciços de betão B20, com as dimensões dos quadros respectivos e a profundidade de acordo com o desenho-tipo respectivo.

### **3.2.7. Escavações para maciços de fundação de sinais**

Os caboucos para os maciços de fundação serão, em princípio, levados até à profundidade indicada nos desenhos de execução, podendo no entanto, de acordo com a Fiscalização, a fundação ser alterada de acordo com as condições reais reveladas.

A escavação será completada por um saneamento cuidado das soleiras e paredes dos caboucos, de modo a que no final estas superfícies se apresentem completamente limpas e isentas de materiais soltos, não podendo iniciar-se a betonagem sem autorização expressa da Fiscalização.

As escavações serão conduzidas de forma a que fique salvaguardada a completa segurança do pessoal contra desmoronamentos ou outros perigos e assegurada a correcta execução das operações de betonagem, procedendo-se, para isso, às entivações e escoramentos que a Fiscalização reconheça necessários.

Nos preços contratuais encontram-se incluídos todos os trabalhos relativos à sua completa execução, tais como: elevação, remoção, carga, transporte a vazadouro, a depósito e vice-versa, entivações, esgotos, compactação, regularização e percentagens de empolamento ou quaisquer outros trabalhos subsidiários necessários à segurança do pessoal e à correcta execução das operações de betonagem, ficando bem esclarecido que o Adjudicatário se inteirou no local, antes da elaboração da sua proposta, de todas as particularidades do trabalho

e que nenhum direito a indemnização lhe assiste no caso das condições de execução se revelarem diferentes das que inicialmente previra.

Para efeitos de medição, o volume a considerar será obtido a partir dos perfis teóricos da escavação.

### **3.2.8. Betão**

O fabrico, cura, moldagem e desmoldagem do betão devem respeitar as condições estabelecidas no Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos.

### **3.2.9. Marcadores**

A aplicação de marcadores de base plana por colagem em pavimentos de betão betuminoso ou de cimento, implica a observância das seguintes operações:

a) **Implantação**

Pré-marcação dos locais de aplicação dos marcadores, para o que se impõe um plano da sua distribuição em extensão, espaçamento e orientação (ângulo com o eixo ou tangente ao eixo da faixa de rodagem).

Na pré-marcação, é aconselhado o uso de bitolas (esquadriadas), que garantam o alinhamento regrado do marcador com as linhas longitudinais.

Considera-se que, para uma boa visibilidade, os marcadores devem ser orientados de modo a que os troços rectos fiquem paralelos ao eixo da faixa de rodagem e, da mesma forma, em curvas, paralelos à tangente ao eixo no ponto de aplicação.

b) **Limpeza**

A limpeza e secagem do pavimento deverá ser feita utilizando vassoura ou escova de aço, maçarico ou ar comprimido, por forma a eliminar todos os detritos e humidades existentes e susceptíveis de prejudicar a aderência da cola.

Sobre betão de cimento, é recomendável efectuar a decapagem prévia da superfície utilizando, para o efeito, por exemplo, ácido clorídrico diluído a 1/1, seguida de uma limpeza com água e posterior secagem com maçarico.

**c) Preparação da cola**

Considerando a utilização de cola de dois componentes, procede-se à sua prévia mistura em quantidades que tenham em consideração o seu consumo total em condições de eficácia. Esta preocupação deve prever a duração da mistura e o rendimento de aplicação (nº de marcadores por unidade de tempo).

As quantidades de cada componente por embalagem (lata) permitem, com facilidade, evitar desperdício de material, o que deve ser evitado a todo o custo tendo em atenção a impossibilidade de criação de "stocks" e a dificuldade na sua aquisição (importação).

Deverá ter-se em atenção que cada marcador, com as dimensões de 0,10 por 0,10 m<sup>2</sup> (de base), necessita de um mínimo de 100 g de cola, a que corresponde uma camada, em fresco, de aproximadamente 1,5 mm de espessura.

Não deverá utilizar-se qualquer dos dois componentes desde que o prazo de validade de 8 meses, mínimo (aconselhado 12 meses), tenha sido ultrapassado.

Se, dentro daquele prazo, se verificar qualquer anomalia aparente ou de adesividade, deverá ser dado conhecimento imediato do facto à Fiscalização.

**d) Colagem**

A operação de colagem prevê a aplicação no pavimento, com uma espátula, de uma camada de cola com cerca de 1,5 mm de espessura, numa área correspondente à base do marcador.

Em seguida e de imediato, aplica-se o marcador sobre a camada de cola e pressiona-se vigorosamente até que, por refluimento, se verifique o envolvimento do marcador por uma orla de cola que servirá de protecção contra infiltrações.

Deverá sublinhar-se que, nesta operação, poderá efectivar-se a orientação correcta dos marcadores, de acordo com a angularidade estabelecida na a).