

## Plano e Procedimento de Garantia da Qualidade em Projectos de Obras

### Obras de Pavimento de Betão Betuminoso Modificado de Alta Viscosidade e Elasticidade

#### 1. Generalidades e Campo de Aplicação

A presente secção aplica-se aos requisitos da garantia de qualidade dos materiais e execução relativo a obras do pavimento de betão betuminoso modificado de alta viscosidade e elasticidade com ligantes PG100 (sem modificação pela resina), onde o betão betuminoso modificado de alta viscosidade (tipo SBS) é recomendado para o uso na camada adesiva entre as camadas de betão betuminoso.

O pavimento de betão betuminoso modificado de alta viscosidade e elasticidade é constituído, desde a parte inferior até a parte superior, pelas seguintes camadas:

- ✓ Camada de aterro (Subgrade) que constitui a camada mais inferior do pavimento, executado através dos trabalhos de escavação e enchimento. O plano e procedimento de garantia de qualidade para projecto de escavação e enchimento sem estrutura de suporte podem ser referidos para os requisitos de qualidade;
- ✓ Camada de sub-base granular (Sub-Base) constituído pelos agregados com distribuição bem-graduada;
- ✓ Camada de base granular (Roadbase), formado pela camada de base inferior e camada de base superior, constituído pelos agregados com distribuição bem-graduada;
- ✓ Camada de base betuminosa, constituído pela mistura de betão betuminoso com ligantes PG100;
- ✓ Camada de regularização, constituído pela mistura de betão betuminoso com ligantes PG100;
- ✓ Camada de desgaste (alta tenacidade), constituído pela mistura de betão betuminoso com ligantes PG100.

O pavimento de betão betuminoso é constituído de acordo com a figura a seguir:

|                                        |                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------|
|                                        | Camada de desgaste               |
| Camada de superfície (Surface Course)  | Camada de regularização          |
|                                        | Camada de base betuminosa        |
| Camada de base granular (Roadbase)     | Camada de base granular superior |
|                                        | Camada de base granular inferior |
| Camada de sub-base granular (Sub-Base) |                                  |
| Camada de aterro (Subgrade)            |                                  |

As obras de pavimento de betão betuminoso, para além das várias camadas constituintes do pavimento, podem ainda incorporar outros componentes relevantes, como por exemplo:

- ✓ Bermas (lancis);
- ✓ Passeio pedonal;
- ✓ Barreiras, etc.

Os requisitos da garantia de qualidade para bermas de betão pré-fabricado são incluídos na presente secção, enquanto os requisitos da fundação de betão das bermas, passeio pedonal de betão e barreiras de betão devem ser referidos ao plano e procedimento da garantia de qualidade para o betão reforçado. Os requisitos das barreiras metálicas devem ser referidos ao plano e procedimento da garantia de qualidade para materiais metálicas de construção.

O trabalho da garantia de qualidade do pavimento de betão betuminoso modificado assegura que o sistema de pavimento possua as seguintes propriedades:

- ✓ Segurança — a qualidade dos materiais e execução tem de ser assegurada de modo evitar assentamento e deficiências ao pavimento, aumentando o nível de segurança dos condutores;
- ✓ Aplicabilidade — a superfície do pavimento deve ser plana e sem sujidade, garantindo a comodidade de condução;
- ✓ Durabilidade — resistência ao desgaste, resistência à passagem de água, resistente às mudanças climáticas;
- ✓ Funcionalidade — é necessário assegurar superfície plana, resistência contra derrapagem, resistência ao desgaste, baixo nível de ruído e outras funções.

Todos os requisitos básicos devem atender aos requisitos de projeto e normas e regulamentos relacionados.

## 2. Requisitos dos Documentos de Garantia da Qualidade em Projectos de Obra

Deve submeter os seguintes documentos, em diferentes fases (antes, durante e após) de execução das obras de pavimento betuminoso modificado de alta viscosidade e elasticidade:

Antes de execução

- ✓ Relatório do ensaio geológico do local de construção (se necessário);
- ✓ Registo do nivelamento do local de construção (se necessário);
- ✓ Registo do levantamento topográfico no local de construção, incluindo elevação;
- ✓ Registo do ensaio de compactação da camada de aterro;
- ✓ Registo do ensaio da camada geotêxtil / drenagem de aterro;
- ✓ Método e plano de execução e compactação por camadas e zonas;
- ✓ Plano para amostra e inspecção.

Fases de aprovação dos materiais

- ✓ Relatório do ensaio de análise granulométrica em camada de sub-base granular e camada de base granular;
- ✓ Manual do produto de betão betuminoso emulsionado de alta viscosidade aplicado entre a camada de sub-base granular e camada de base granular;
- ✓ Relação da mistura de betão betuminoso;

- ✓ Informação da matéria-prima da mistura de betão betuminoso, incluindo:
  - ◆ Registo do ensaio dos agregados;
  - ◆ Relatório do ensaio de enchimento;
  - ◆ Relatório do ensaio de betão betuminoso emulsionado de alta viscosidade (em camada de aderência);
  - ◆ Relatório do ensaio de betão betuminoso modificado de alta viscosidade e elasticidade com ligantes PG100;
- ✓ Relatório do ensaio da mistura de betão betuminoso.

Durante a fase de execução ou durante a recepção

- ✓ Registo e relatório do ensaio da camada de sub-base granular e camada de base granular por camadas e zonas;
- ✓ Registo e relatório do ensaio de matéria-prima da mistura de betão betuminoso (incluindo agregados, enchimento e betume);
- ✓ Registo e relatório do ensaio da mistura de betão betuminoso na camada de regularização e camada de desgaste;
- ✓ Registo e relatório do ensaio da amostra da mistura de betão betuminoso no local de construção, por camadas e zonas;
- ✓ Registo de chegada e relatórios de ensaio das bermas em betão pré-fabricado.

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção das obras do pavimento de betão betuminoso, representam-se no quadro seguinte:

| Quadro dos Itens para Inspeção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso |                                                                                     |                      |                      |                        |                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------|
| Objectivos                                                                |                                                                                     | Controlo de Material | Controlo de Execução | Frequência da Inspeção | Norma a Cumprir | Nota |
| Itens para Inspeção                                                       |                                                                                     |                      |                      |                        |                 |      |
| Levantamento Topográfico no Local de Construção                           |                                                                                     |                      | ✓                    | Antes da Execução      | a               |      |
| Sub-base e Base                                                           | Características Granulométricas                                                     | ✓                    |                      | Cada Lote              | a               |      |
|                                                                           | Transportação e Armazenagem para os Materiais Granulométricas                       |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Equipamento de Espalhamento                                                         |                      | ✓                    | Antes da Execução      | a               |      |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos de Espalhamento por Camadas                                 |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Equipamento de Compactação                                                          |                      | ✓                    | Antes da Execução      | a               |      |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos de Compactação por Camadas                                  |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Inspeção Visual                                                                     |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Verificação de Elevação                                                             |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Tiragem de Amostra e Ensaio no Local de Construção                                  |                      | ✓                    | Cada Lote              | a               |      |
| Camada de Base Betuminosa e Camada de Desgaste                            | Propriedades do Material de Betão Betuminoso                                        | ✓                    |                      | Cada Lote              | a, b            |      |
|                                                                           | Propiedades da Mistura de Betão Betuminoso                                          | ✓                    |                      | Antes da Execução      | a               |      |
|                                                                           | Propiedades dos Produtos Emulsão Betuminosa                                         | ✓                    |                      | Antes da Execução      | a, b            |      |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos de Aplicação dos Produtos Emulsão Betuminosa                |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a, b            |      |
|                                                                           | Equipamentos de Espalhamento para Mistura Betuminosa                                | ✓                    |                      | Antes da Execução      | a               |      |
|                                                                           | Ensaio de Amostra para Mistura de Betão Betuminoso à chegada do local de Construção | ✓                    |                      | Cada Lote              | a               |      |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos da Execução da Mistura de Betão Betuminoso                  | ✓                    |                      | Ininterrupto           | a               |      |
|                                                                           | Temperatura Após da Produção e Pronta para Execução da Mistura de Betão Betuminoso  |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a, b            |      |
|                                                                           | Equipamentos de Compactação para Mistura de Betão Betuminoso                        |                      | ✓                    | Antes da Instalação    | a               |      |

| Quadro dos Itens para Inspeção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso |                                                                       |            |                      |                      |                        |                 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| Itens para Inspeção                                                       |                                                                       | Objectivos | Controlo de Material | Controlo de Execução | Frequência da Inspeção | Norma a Cumprir |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos da Compactação de Mistura de Betão Betuminoso |            |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |
|                                                                           | Inspeção Visual                                                       |            |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |
|                                                                           | Verificação de Elevação                                               |            |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |
|                                                                           | Tiragem de Amostra e Ensaio no Local                                  |            |                      | ✓                    | Cada Lote              | a               |
| Bermas                                                                    | Tiragem de Amostra e Ensaio para Bermas                               |            | ✓                    |                      | Cada Lote              | a, b            |
|                                                                           | Métodos e Procedimentos de Execução de Bermas                         |            |                      | ✓                    | Ininterrupto           | a               |

Norma a Cumprir:

a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos

b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor

## Inspeção, Ensaio e Recepção (Cont.)

Os itens para o ensaio e recepção das obras do pavimento de betão betuminoso representam-se no quadro seguinte:

| Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso     |                                          |                                                   |                                 |                 |                                  |                  |                       |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|-----------------------|------|--|
| Itens para Inspeção                                                                    |                                          | Ensaio do Material                                | Ensaio de Qualidade de Execução | Norma do Ensaio | Frequência Recomendada do Ensaio | Norma a Cumprir  | Critério de Aceitação | Nota |  |
| Método de Inspeção                                                                     |                                          |                                                   |                                 |                 |                                  |                  |                       |      |  |
| Granulares                                                                             | Análise Granulométrica                   |                                                   | ✓                               |                 | ASTM C 136 [1]                   | Cada Lote❶       | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Peso Específico                          |                                                   | ✓                               |                 | ASTM C 127 [2]<br>ASTM C 128 [3] |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Ensaio de Abrasão do Mét. Los Angeles    |                                                   | ✓                               |                 | ASTM C 131 [4]<br>ASTM C 535 [5] |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Valor Equivalente de Areia               |                                                   | ✓                               |                 | ASTM D 2419 [6]                  | Se Necessário❷   | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Teor de Água no Local                    |                                                   |                                 | ✓               | ASTM D 4944 [7]                  | Cada Lote 500 m² | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Peso Volúmico no Local e Índice de Vazio |                                                   |                                 | ✓               | ASTM D 1556 [8]                  |                  | a                     | i    |  |
| Matérias-primas da Mistura de Betão Betuminoso de Alta Viscosidade e Alta Elasticidade | Agregado Grosso                          | Resistência ao polimento PSV (camada de desgaste) | ✓                               |                 | JTG E42 T 0321 [22]              | Cada Lote❶       | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Teor de Desgaste do Mét. Los Angeles              | ✓                               |                 | JTG E42 T 0317 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Resistência ao Esmagamento                        | ✓                               |                 | JTG E42 T 0316 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Densidade Aparente                                | ✓                               |                 | JTG E42 T 0304 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Teor de Absorção de Água                          | ✓                               |                 | JTG E42 T 0354 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Partículas Agulhadas                              | ✓                               |                 | JTG E42 T 0312 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Adesão ao Betão Betuminoso                        | ✓                               |                 | JTG E42 T 0316 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Robustez                                          | ✓                               |                 | JTG E42 T 0314 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Partículas com Dimensão Menor que 0.075mm         | ✓                               |                 | JTG E42 T 0310 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        | Agregado Fino                            | Teor de Areia                                     | ✓                               |                 | JTG E42 T 0334 [22]              | Cada Lote❶       | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Robustez                                          | ✓                               |                 | JTG E42 T 0340 [22]              |                  | a                     | i    |  |
|                                                                                        |                                          | Densidade Relativa Aparente                       | ✓                               |                 | JTG E42 T 0349 [22]              |                  | a                     | i    |  |

| Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso     |                                                                     |                                                           |                    |                                 |                                           |                                  |                 |                       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|------|
| Itens para Inspeção                                                                    |                                                                     |                                                           | Ensaio do Material | Ensaio de Qualidade de Execução | Norma do Ensaio                           | Frequência Recomendada do Ensaio | Norma a Cumprir | Critério de Aceitação | Nota |
| Método de Inspeção                                                                     |                                                                     |                                                           |                    |                                 |                                           |                                  |                 |                       |      |
| Matérias Primas de Betão Betuminoso Modificado de Alta Viscosidade e Alta Elasticidade | Material de Enchimento                                              | Densidade Aparente                                        | ✓                  |                                 | JTG E42 T 0352 [22]                       | Cada Lote❶                       | a               | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Teor de Absorção de Água                                  | ✓                  |                                 | JTG E42 T 0103 Mét. De Secagem [22]       |                                  | a               | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Intervalo das pequenas partículas (<0.6, <0.15, <0.075mm) | ✓                  |                                 | JTG E42 T 0351 [22]                       |                                  | a               | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Coefficiente Hidrofilico                                  | ✓                  |                                 | JTG E42 T 0353 [22]                       |                                  | a               | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Índice de Plasticidade                                    | ✓                  |                                 | JTG E42 T 0354 [22]                       |                                  | a               | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Inspeção Visual                                           | ✓                  |                                 | Sem formação de partícula nem aglomeração |                                  | a               | i                     |      |
|                                                                                        | Betão Betuminoso Modificado de Alta Viscosidade e Alta Elasticidade | Penetração (25°C, 5s, 100g)                               | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0604 [23]                       | Cada Lote❷                       | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Ponto de Amolecimento T <sub>R&amp;B</sub>                | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0606 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Ponto de Inflamação                                       | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0611 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Solubilidade (Tricloroetileno)                            | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0607 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | Recuperação Elástica (25°C)                               | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0662 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | 60°C Tensão de cisalhamento G*                            | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0628 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | 60°C Viscosidade Dinâmica                                 | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0620 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | TFOT(ou RTFOT) Perda de Qualidade do Pós-Resíduo          | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0610 / T 0609 [23]              |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | TFOT(ou RTFOT) Taxa de Penetração do Pós-Resíduo          | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0604 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |
|                                                                                        |                                                                     | TFOT(ou RTFOT) Pós-resíduo G*/sinδ≥2.2kPa Temp. crítica   | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0628 [23]                       |                                  | a, b            | i                     |      |

| Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso |                                                      |                        |                    |                                 |                        |                                  |                 |                       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|------|
| Itens para Inspeção                                                                |                                                      |                        | Ensaio do Material | Ensaio de Qualidade de Execução | Norma do Ensaio        | Frequência Recomendada do Ensaio | Norma a Cumprir | Critério de Aceitação | Nota |
| Método de Inspeção                                                                 |                                                      |                        |                    |                                 |                        |                                  |                 |                       |      |
| Betão Betuminoso Emulsionado Modificado de Alta Viscosidade                        | Resíduo de Peneira (Peneira 1.18mm)                  | ✓                      |                    | JTG E20 T 0652 [23]             | Cada Lote <sup>2</sup> | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Partícula Carregada                                  | ✓                      |                    | JTG E20 T 0653 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Viscosidade (Viscosímetro de Betão Betuminoso C25,3) | ✓                      |                    | JTG E20 T 0621 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Teor de Resíduo de Evaporação                        | ✓                      |                    | JTG E20 T 0651 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Penetração de Resíduos de Evaporação(25°C)           | ✓                      |                    | JTG E20 T 0604 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Ponto de Amolecimento do Resíduo de Evaporação       | ✓                      |                    | JTG E20 T 0606 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Alongamento de Resíduos de Evaporação (5°C)          | ✓                      |                    | JTG E20 T 0605 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Solubilidade de Resíduos de Evaporação               | ✓                      |                    | JTG E20 T 0607 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Recuperação Elástica de Resíduos de Evaporação(25°C) | ✓                      |                    | JTG E20 T 0662 [23]             |                        | a, b                             | i               |                       |      |
|                                                                                    | Mistura de Betão Betuminoso                          | Análise Granulométrica | ✓                  |                                 |                        | JTG E20 T 0725 [23]              | Cada Tipo       | a                     | i    |
| Quantidade do Betume (Relação Óleo-Agregado)                                       |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0722 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Índice de Vazios VV                                                                |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0705 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Vazio de Agregado Grosso VCAmix (Camada de Desgaste)                               |                                                      | ✓                      |                    |                                 | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Estabilidade de Marshall MS                                                        |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0709 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Estabilidade Contra Carga Impostas de Veículo (60°C, 0.7MPa)                       |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0719 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Perda por Desgaste no Ensaio Cantábrico (Camada de Desgaste)                       |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0733 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Estabilidade Residual de Marshall                                                  |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0709 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Ensaio de Fissura Relação de Resistência Residual                                  |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0729 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |
| Coef. de Permeabilidade de Água                                                    |                                                      | ✓                      |                    | JTG E20 T 0730 [23]             | a                      | i                                |                 |                       |      |

| Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras do Pavimento de Betão Betuminoso |                                                                                       |                    |                                 |                              |                                                      |                 |                       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|------|
| Itens para Inspeção                                                                |                                                                                       | Ensaio do Material | Ensaio de Qualidade de Execução | Norma do Ensaio              | Frequência Recomendada do Ensaio                     | Norma a Cumprir | Critério de Aceitação | Nota |
| Método de Inspeção                                                                 |                                                                                       |                    |                                 |                              |                                                      |                 |                       |      |
|                                                                                    | Porosidade Mineral VMA (Camada de Regularização/Camada de Base Betuminosa)            | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0705 [23]          |                                                      | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Saturação de Betão Betuminoso VFA (Camada de Regularização/Camada de Base Betuminosa) | ✓                  |                                 |                              |                                                      | a               | i                     |      |
| Mistura de Betão Betuminoso Preparada no Local                                     | Quantidade do Betu                                                                    | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0725 [23]          | 1 vez por misturador por dia pela manhã e pela tarde | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Quantidade do Betume (Relação Óleo-Agregado)                                          | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0722 [23]          |                                                      | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Ensaio de Marshall: Porosidade, Fluxo e Estabilidade                                  | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0705 & T 0709 [23] | 2 vezes por misturador por dia                       | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Ensaio de Sinais (Estabilidade Dinâmica)                                              | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0719 [23]          | 1 vez por misturador por dia                         | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Ensaio de Imersão de Marshall                                                         | ✓                  |                                 | JTG E20 T 0709 [23]          | 1 vez por misturador por dia                         | a               | i                     |      |
| Mistura de Betão Betuminoso Compactado                                             | Espessura                                                                             |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0912 [24]         | Cada 2000 m <sup>2</sup> em cada camada              | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Compactação                                                                           |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0924 [24]         |                                                      | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Largura                                                                               |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0911 [24]         |                                                      | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Coef. de Permeabilidade de Água                                                       |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0971 [24]         | 1 pontos por 200m em cada camada                     | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Planura Superficial (Camada de Desgaste)                                              |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0931 [24]         | 10 pontos por 1km Régua de 3 Metros                  | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Profundidade (Camada de Desgaste)                                                     |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0961 [24]         | 1 pontos por 200m em cada camada                     | a               | i                     |      |
|                                                                                    | Coef. de Fricção (Camada de Desgaste)                                                 |                    | ✓                               | JTG 3450 T 0965 [24]         |                                                      | a               | i                     |      |
| Bermas                                                                             | Ensaio de Carrote                                                                     | ✓                  |                                 | EN 12504-1 [21]              | Cada 1000 Bermas ❸                                   | a, b            | -                     |      |
|                                                                                    | Ensaio de Compressão para a Amostra de Betão                                          | ✓                  |                                 | EN 12504-1 [21]              |                                                      | a, b            | ii                    |      |

Nota: Frequência Recomendada de Ensaio

- ① – Cada lote de material granulométrica que pertence ao mesmo tipo, distribuição e origem.
- ② – Cada lote que pertence a mesma especificação técnica e executado no mesmo período.
- ③ – Recolha de 3 amostras escolhidas no meio de 1000 peças de bermas em betão pré-fabricado para fins de ensaio.

Norma a Cumprir

a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos

b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor

Critério de Aceitação

- i – O critério deve ser de acordo com os requisitos das especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projetista. Caso não estiver mencionado, deve seguir os requisitos de “Alta resistência camada de desgaste”[25] e “Alta resistência camada de regularização”[26] com pormenores ilustrados.
- ii – Quando o resultado do ensaio não corresponde aos requisitos, outras 3 amostras de berma devem ser retirados do mesmo lote para ensaio. No caso em que os resultados do segundo ensaio não correspondam aos requisitos, todo o lote é considerado insatisfatório.

#### 4. Regulamentos citados / Documentos técnicos de referência

- [1] ASTM C 136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- [2] ASTM C 127, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
- [3] ASTM C 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate
- [4] ASTM C 131, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- [5] ASTM C 535, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- [6] ASTM D 2419, Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate
- [7] ASTM D 4944, Standard Test Method for Field Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Calcium Carbide Gas Pressure Tester Method
- [8] ASTM D 1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- [9] BS 812-105.1, Testing Aggregates - Methods for Determination of Particle Shape - Flakiness Index
- [10] ASTM D 5, Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials
- [11] ASTM D 36, Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)
- [12] ASTM D 113, Standard Test Method for Ductility of Bituminous Materials
- [13] ASTM D 92, Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester
- [14] ASTM D 2172, Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures
- [15] ASTM D 2726, Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures
- [16] ASTM D 3203, Standard Test Method for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures
- [17] ASTM D 1559, Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus
- [18] ASTM D 5361, Standard Practice for Sampling Compacted Bituminous Mixtures for Laboratory Testing

- [19] ASTM D 3549, Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens
- [20] EN 13036-1, Road and airfield surface characteristics. Test methods. Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric patch technique
- [21] EN 12504-1, Testing Concrete in Structures - Cored Specimens - Taking, Examining and Testing in Compression
- [22] JTG E42, 公路工程水泥及水泥混凝土試驗規程
- [23] JTG E20, 公路工程瀝青及瀝青混合料試驗規程
- [24] JTG 3450, 公路路基路面現場測試規程
- [25] APR/DG/23, Procedimentos de Aprovação e Recepção – Alta resistência camada de desgaste, Laboratório de Engenharia Civil de Macau (LECM)
- [26] APR/DG/24, Procedimentos de Aprovação e Recepção – Alta resistência camada de regularização, Laboratório de Engenharia Civil de Macau (LECM)