TÍTULO

# PAVIMENTO COM PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Pavimento Articulado. Peças Pré-moldadas. Blocos Intertravados. Pavimentação.

| APROVAÇÃO | PROCESSO |
|---|---|
| | |

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO – SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS **ES-P22/99**. Diretrizes Executivas de Serviços – Pavimento com Peças Pré-moldadas de Concreto, 1999.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **DAER ES-P 23/91**. Revestimento com Blocos de Concreto, 1991.

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. **ET-P0/012**. Especificação de Pavimento Articulado de Concreto. São Paulo, 1985.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER ES-327/97**. Pavimentação – Pavimento com Peças Pré-moldadas de Concreto, 1997.

OBSERVAÇÕES

| REVISÃO | DATA | DISCRIMINAÇÃO |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

# ÍNDICE

1 OBJETIVO ..... 3
2 DEFINIÇÃO ..... 3
3 MATERIAIS ..... 3
3.1 Blocos ..... 3
3.2 Areia ..... 3
3.3 Asfalto ..... 3
4 EQUIPAMENTOS ..... 4
5 EXECUÇÃO ..... 4
5.1 Condições Gerais ..... 4
5.2 Execução ..... 4
5.3 Abertura do Tráfego ..... 6
6 CONTROLE ..... 6
6.1 Controle do Material ..... 6
6.2 Controle Geométrico e de Acabamento ..... 7
7 ACEITAÇÃO ..... 7
7.1 Materiais ..... 7
7.2 Execução ..... 7
8 CONTROLE AMBIENTAL ..... 8
8.1 Execução ..... 8
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO ..... 8
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 9
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE ..... 10
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO ..... 12

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

# 1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços de construção de pavimentos com peças pré-moldadas de concreto de cimento Portland, blocos intertravados, em áreas de afetação para fins rodoviários, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

# 2 DEFINIÇÃO

O pavimento é constituído por lajotas ou blocos de concreto de cimento Portland com diversos formatos, justapostos, com ou sem articulação e rejuntados ou não com material asfáltico, assentados sobre lastro de pó de pedra, ou areia lavada, executados sobre sub-base ou base; de acordo com os alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecida pelo projeto e confinada lateralmente por sarjetas ou guias.

# 3 MATERIAIS

## 3.1 Blocos

As peças pré-moldadas de concreto devem ser fabricadas por processos que assegurem a obtenção de concreto suficientemente homogêneo, compacto e de textura lisa, devendo atender as exigências da NBR 9781[(1)] e as seguintes características:

a) formato geométrico regular, não apresentando dimensões superiores a 45 cm nas duas direções ortogonais;
b) devem possuir as arestas da face superior bisotadas com um raio de 3 mm;
c) devem possuir dispositivos eficazes de transmissão de carga de um bloco a outro, não devendo possuir ângulos agudos e reentrâncias entre dois lados adjacentes;
d) quanto ao desempeno das faces, não são toleradas variações superiores a 3 mm, que devem ser medidas com o auxílio de régua apoiada sobre o bloco;
e) a resistência característica à compressão, determinada conforme NBR 9781[(1)], deve ser maior ou igual a 35 MPa para solicitação de veículos comerciais, ou de linha, e maior ou igual 50 MPa quando houver tráfego de veículos especiais ou solicitações capazes de produzir acentuados efeitos de abrasão, ou a resistência característica definida na estrutura do projeto de pavimento.

## 3.2 Areia

A areia lavada ou pó de pedra utilizado no lastro deve ser livre de torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas, e devem atender a especificação DNER-EM 038/97[(2)].

A areia deve possuir grãos que passem pela peneira 4,8 mm e fiquem retidos na peneira 0,075 mm.

## 3.3 Asfalto

O material a ser utilizado para o rejuntamento das peças deve ser o cimento asfáltico de penetração CAP 30-45 ou CAP 50-70.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

# 4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deverá ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

O equipamento básico para a execução da camada de pavimento com peças pré-moldadas de concreto compreende as seguintes unidades:

a) rolo compressor liso de 10 t a 12 t;

b) caldeira para asfalto, dotada de rodas pneumáticas, engate para reboque, torneira lateral para retirada de asfalto em baldes ou regadores, maçarico e termômetros;

c) outras ferramentas, tais como: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, cordões, ponteiras de aço, vassouras, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos, placas vibratórias e outras.

# 5 EXECUÇÃO

## 5.1 Condições Gerais

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

A camada de blocos pré-moldados só deve ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução do pavimento de com peças pré-moldadas de concreto.

Durante todo o tempo que durar a execução do pavimento com peças pré-moldadas de concretos os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

A base da camada dos blocos intertravados deve ser drenada, interligando o coxim de areia grossa ou pó de pedra à rede de drenagem, ou aos drenos laterais da via, a fim de permitir o escoamento d'água.

Quando este tipo de pavimento for executado sobre a sub-base, esta deve ser constituída por material coesivo ou brita graduada de granulometria fechada, ou seja, com mínimo de vazios, para evitar a perda de areia da camada de assentamento das peças, contribuindo para melhoria no padrão de acabamento da superfície do pavimento.

## 5.2 Execução

### 5.2.1 Colchão de areia

Sobre a sub-base ou base concluída deve ser lançada uma camada de material granular inerte, areia ou pó de pedra, com diâmetro máximo de 4,8 mm e com espessura uniforme, após compactada de 3 cm a 5 cm, na qual devem ser assentados os blocos de concreto. O coxim de areia ou pó de pedra deve ser confinado por guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

tipo de pavimento.

### 5.2.2 Distribuição das Peças

As peças transportadas para a pista devem ser empilhadas, de preferência, à margem desta. Cada pilha de blocos deve ser disposta de tal forma que cubra a primeira faixa à frente, mais o espaçamento entre elas. Se não for possível o depósito nas laterais, as peças podem ser empilhadas na própria pista, desde que haja espaço livre para as faixas destinadas à colocação de linhas de referência para o assentamento.

### 5.2.3 Colocação de linhas de referência.

Devem ser cravados ponteiros de aço ao longo do eixo da pista, afastados, no máximo, 10 m uns dos outros. Em seguida, cravar ponteiros ao longo de duas ou mais linhas paralelas ao eixo da pista, a uma distância desse eixo igual a um número inteiro, cinco a seis vezes as dimensões da largura ou comprimento das peças, acrescidas do espaçamento das juntas intermediárias.

Marcar com giz nestes ponteiros, com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que, referida ao nível da guia, resulte a seção transversal correspondente ao abaulamento estabelecido pelo projeto.

Em seguida distender fortemente um cordel pelas marcas de giz, de ponteiro a ponteiro, segundo a direção do eixo da pista, de modo que restem linhas paralelas e niveladas.

### 5.2.4 Assentamento das Peças

O assentamento das peças deve obedecer a seguinte sequência:

a) iniciar com uma fileira de blocos, dispostos na posição normal ao eixo, ou na direção da menor dimensão da área a pavimentar, a qual deve servir como guia para melhor disposição das peças;

b) o nivelamento do assentamento deve ser controlado por meio de uma régua de madeira, de comprimento um pouco maior que a distância entre os cordéis, acertando o nível dos blocos entre estes e nivelando as extremidades da régua a esses cordéis;

c) o controle do alinhamento deve ser feito acertando a face das peças que se encostam aos cordéis, de forma que as juntas definam uma reta sobre estes;

d) o arremate com alinhamentos existentes ou com superfícies verticais deve ser feito com auxílio de peças pré-moldadas, ou cortadas em forma de ¼, ½ ou ¾ de bloco;

e) de imediato ao assentamento da peça, deve ser feito o acerto das juntas com o auxílio de uma alavanca de ferro própria, igualando assim, a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição do pedrisco para o rejuntamento, pois o acomodamento deste nas juntas prejudicará o acerto. Para evitar que areia da base também possa prejudicar o acerto, certos tipos de peça possuem chanfros nas arestas da face inferior;

f) o assentamento das peças deve ser feito do centro para as bordas, colocando-as de cima para baixo evitando-se o arrastamento da areia para as juntas, permitindo espaçamento

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

mínimo entre as peças, assegurando um bom travamento, de modo que a face superior de cada peça fique um pouco acima do cordel;

g) o enchimento das juntas deve ser feito com areia, pedrisco, ou outro material granular inerte, vibrando-se a superfície com placas ou pequenos rolos vibratórios;

h) após a vibração, devem ser feitos os acertos necessários e a complementação do material granular do enchimento até ¾ da espessura dos blocos.

#### 5.2.5 Rejuntamento

Quando indicado em projeto, o rejuntamento das peças é feito com pedrisco seguido do derrame de asfalto. Distribui-se o pedrisco pelas juntas e depois, com vassoura, procura-se forçá-lo a penetrar nessas juntas, de forma que cerca de ¾ de sua altura fiquem preenchidos. Depois, com regador, derrama-se o asfalto previamente aquecido nas juntas, até que ele aflore na superfície do pavimento.

Entre o esparrame do pedrisco e o derrame do asfalto, deve ser procedida a compactação. Isso é realizado ao passar o rolo compactador, começando pelas bordas da pista e progredindo até o centro, nos trechos retos e até a borda externa, nos trechos em curva.

A abertura das juntas deve estar compreendida entre 5 mm a 10 mm, salvo nos arremates, a critério da fiscalização.

Não devem ser tolerados desníveis superiores a 5 mm, entre as bordas das juntas.

### 5.3 Abertura do Tráfego

Durante todo o período de construção do pavimento, devem ser construídas valetas provisórias, com a finalidade de desviar as águas de chuva. E não deve ser permitido o tráfego sobre a pista em execução.

Sob a responsabilidade da executante, eventualmente, deve ser liberado o trecho ao tráfego por prazo não inferior a dez dias, para que se processe devidamente o adensamento do material de enchimento.

## 6 CONTROLE

### 6.1 Controle do Material

#### 6.1.1 Blocos

O recebimento de cada lote deve ser feito, a critério da fiscalização, na fábrica ou no local de entrega. A cada fornecimento correspondente a 1.600 m² de área a ser pavimentada, deve ser formado um lote de 32 amostras.

Cada lote deve ser formado por um conjunto de peças com as mesmas características, produzidas com as mesmas condições e os mesmos materiais. A cada 300 m² deve ser retirada uma amostra de no mínimo 6 peças, e uma peça adicional para cada 50 m² suplementar, até perfazer uma amostra de 32 peças. Deve-se determinar:

a) a resistência característica à compressão, aos 28 dias de cura, conforme a NBR 9781[(1)];

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

b) verificar as dimensões das peças do lote, conforme a NBR 9781[(1)];

c) verificar as condições de acabamento das peças do lote.

## 6.2 Controle Geométrico e de Acabamento

Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, deve ser procedida a relocação e nivelamento do eixo e das bordas, de 20 m em 20 m ao longo do eixo, para verificar se a largura, a espessura e as cotas do pavimento estão de acordo com o projeto.

# 7 ACEITAÇÃO

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

## 7.1 Materiais

### 7.1.1 Blocos

Os lotes são aceitos desde que:

a) a variação individual das dimensões dos blocos seja de no máximo ± 5 mm;

b) não apresentar dimensões superiores a 45 cm, nas duas direções ortogonais.

As peças defeituosas do acabamento devem ser substituídas pelo fornecedor por peças que atendam às demais exigências do item 3.1, para que o lote possa ser aceito.

### 7.1.2 Resistência

A resistência característica estimada à compressão simples aos 28 dias de cura, calculada de acordo com a equação 5, do anexo B, é aceita desde que:

a) seja maior ou igual a 35 MPa , quando tratar-se de áreas com solicitação de veículos comerciais, ou a definida no projeto da estrutura do pavimento;

b) seja maior ou igual a 50 MPa, para quando houver tráfego de veículos especiais, ou a definida no projeto da estrutura do pavimento.

## 7.2 Execução

### 7.2.1 Geometria

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

a) a variação individual da largura da plataforma seja no máximo superior de +10% em relação à definida no projeto;

b) não se obtenham valores individuais da largura da plataforma inferiores as de projeto;

c) a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e, a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

# 8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados para proteção do meio ambiente e segurança, a serem observados no decorrer da execução do pavimento com peças pré-moldadas de concreto.

## 8.1 Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:

a) deve-se ser implantada a sinalização de alerta e segurança de acordo com a norma pertinente aos serviços;

b) proíbe-se o tráfego desnecessário dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, e localizadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

d) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

e) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na execução dos serviços junto ao sistema de drenagem lateral, evitando assim o assoreamento e soterramento da vegetação;

f) é obrigatório do uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

# 9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metros quadrados de revestimento com peças pré-moldas executado, a área é calculada multiplicando as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal de projeto.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: o fornecimento de materiais, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, assentamento, compactação, acabamento e rejunte; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

| DESIGNAÇÃO | UNIDADE |
|---|---|
| 23.12.01 – Pavimento Concreto Intertravado (e = 6 cm) | m² |
| 23.12.02 – Pavimento Concreto Intertravado (e = 8 cm) | m² |
| 23.12.03 – Pavimento Concreto Intertravado (e = 10 cm) | m² |

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**. Peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 2013.

2 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-EM 038/97**. Agregado miúdo para concreto de cimento. Rio de Janeiro, 1997.

---

/ANEXO A

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

## ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

| ENSAIO | MÉTODO | FREQUÊNCIA | CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS | ACEITAÇÃO |
|---|---|---|---|---|
| **1. CONTROLE DOS BLOCOS** | | | | |
| Resistência à compressão | NBR 9781(1) | A cada fornecimento correspondente a 1.600m² de área a ser pavimentada, deve ser formado um lote de 32 amostras para determinar a resistência à compressão, aos 28 dias de cura<br><br>Cada lote deve ser formado por um conjunto de peças com as mesmas características, produzidas com as mesmas condições e os mesmos materiais. A cada 300m² deve ser retirada uma amostra de no mínimo 6 peças, e uma peça adicional para cada 50m² suplementar, até perfazer uma amostra de 32 peças | Conforme equação 5 do Anexo B | Se $F_{ck, est} \geq 35$ MPa<br><br>quando tratar-se de áreas com solicitação de veículos comerciais, ou de linha<br><br>Se $F_{ck, est} \geq 50$ MPa, quando houver tráfego de veículos especiais |
| Dimensões e acabamento das peças | NBR 9781(1) | | Resultados Individuais | Não apresentar dimensões superiores a 45 cm em duas direções ortogonais. Tolerância de ± 5mm nas medidas.<br>Não são admitidas variações superiores a 5 mm para menos. |
| **2. CONTROLE DA EXECUÇÃO** | | | | |
| Alinhamento da plataforma<br><br>Largura da plataforma | Relocação e nivelamento<br>Medidas de trena | A cada 20 m | Resultados individuais | No máximo +10 cm<br>Não se admite largura da plataforma inferior as de projeto |
| Espessura | Relocação e nivelamento topográfico | A cada 20 m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários | Espessura média e resultados individuais | Igual ou superior à espessura de projeto e diferença entre o menor e o maior valor obtido for menor ou igual a 1,0 cm |
| Cotas | Relocação e nivelamento topográfico | A cada 20 m | Resultados individuais | ± 1,0 cm da cota de projeto |

_____/ANEXO B

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

# ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

## Tabela B-1 – Controle Estatístico

| Parâmetro | | |
|---|---|---|
| 1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$) | $\overline{f_{ctM,j}}$ ou $\overline{f_{cj}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} f_i}{N}$ | Onde:<br>$f_i$ = resistência de um determinado exemplar<br>$\overline{f_{ctM,j}}$ = resistência característica média do concreto da amostra à tração na flexão; na idade de j dias;<br>$\overline{f_{cj}}$ = resistência média do concreto da amostra à compressão, na idade de j dias;<br>N = número de amostras<br>K= parâmetro estatístico que varia em função do número de amostras que estão tabelados na tabela B-2 – Valores de K. |
| 2 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à tração na flexão | $s = \sqrt{\frac{\sum(\overline{f_{ctM,j}} - f_i)^2}{N-1}}$ | |
| 3 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à compressão | $s = \sqrt{\frac{\sum(\overline{f_{cj}} - f_i)^2}{N-1}}$ | |
| 4 – Resistência característica estimada do concreto à tração na flexão | $f_{ctM,est} = \overline{f_{ctM,j}} - Ks$ | |
| 5 - Resistência característica estimada do concreto à compressão simples | $f_{ck,est} = \overline{f_{cj}} - Ks$ | |

## Tabela B-2 – Valores K

| N | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 18 | 20 | 25 | 30 | 32 | > 32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | 0,920 | 0,906 | 0,896 | 0,883 | 0,883 | 0,876 | 0,868 | 0,863 | 0,861 | 0,857 | 0,854 | 0,842 | 0,842 |

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.