TÍTULO

PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND SOBRE OBRA DE ARTE INCORPORADO À LAJE DO TABULEIRO

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Obra de Arte. Incorporado. Cimento.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT ES-047/2004**. Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**. Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

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 Aço 4
3.2 Cura do Concreto 4
4 EQUIPAMENTOS 4
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Considerações de Geometria 5
5.2 Grampos 5
5.3 Preparo de Superfície 5
5.4 Assentamento de Formas de Preparo para a Concretagem 6
5.5 Lançamento, Espalhamento e Adensamento do Concreto 6
5.6 Acabamento da Superfície 6
5.7 Cura 7
5.8 Abertura ao Tráfego 7
6 CONTROLE 7
6.1 Controle dos Materiais 7
6.2 Controle Geométrico e de Acabamento 9
7 ACEITAÇÃO 9
7.1 Materiais 10
7.2 Geometria 11
8 CONTROLE AMBIENTAL 11
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 11
8.2 Execução 12
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 13
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 14
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 17

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 pavimento de concreto de cimento Portland, incorporado à laje do tabuleiro de obras de arte especiais em obras rodoviárias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

O pavimento de concreto de cimento Portland incorporado à laje do tabuleiro, comumente denominado como pavimento incorporado às obras de arte especiais, é o pavimento de concreto executado separadamente da laje do tabuleiro, mas aderido a esta por meio de grampos devidamente posicionados na laje.

Nos pavimentos incorporados ao tabuleiro das obras de arte especiais devem ser empregadas também telas soldadas, para combate de fissuração.

O pavimento possui juntas de dilatação nos locais indicados no projeto da estrutura.

3 MATERIAIS

O concreto empregado na execução do pavimento rígido deve apresentar a resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto.

A resistência à tração na flexão deve ser determinada em corpos-de-prova prismáticos, confeccionados e curados conforme NBR 5738(1), e ensaiados conforme NBR 12142(2).

Na dosagem racional do concreto também devem ser considerados os requisitos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Requisitos para a Dosagem do Concreto

Características	Método de Ensaio	Valores Recomendados
Consumo mínimo de cimento	-	350 kg/m^3
Relação água/cimento máxima	-	0,45 a 0,50
Agregado graúdo	-	Dimensão máxima característica < 1/3 da espessura da placa de concreto ou 25 mm, obedecendo ao menor valor
Abatimento	NBR 16889(3)	Conforme equipamento
Resistência característica à tração na flexão	NBR 12142(2)	≥ a definida em projeto
Resistência característica à compressão	NBR 5739(4)	≥ a definida em projeto
Teor de ar incorporado	NBR 16887(5)	Inferior ou igual a 4,0%

O concreto pode ser produzido em centrais gravimétricas do tipo misturadora ou dosadora.

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.

3.1 Aço

Os grampos podem ser executados com aço CA-50 com diâmetro 8,0 mm ou CA-25 com diâmetro de 10,0 mm. Quando houver necessidade de liberação ao tráfego entre a concretagem da laje e o pavimento, os grampos devem ser executados em aço CA-25, com disposição definida em projeto.

A tela eletrosoldada deve ser de malha quadrada em aço CA-60 com a seção definida no projeto, podendo eventualmente ser utilizadas armaduras adicionais, conforme definidas em projeto.

O aço utilizado nos grampos deve obedecer à norma NBR 7480[(6)] e as telas soldadas empregadas no combate à fissuração devem atender à norma NBR 7481[(7)].

3.2 Cura do Concreto

Os compostos químicos líquidos devem ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM C 309[(8)].

Os materiais para cura complementar à cura química do concreto podem ser água, lençol plástico e geotêxteis.

O lençol plástico deve apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante.

Os tecidos devem ser limpos, absorventes, sem furos e, quando secos, pesar um mínimo de 200 g/m².

4 EQUIPAMENTOS

Antes de dar início à execução dos serviços, todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pelo DER/SP.

Os equipamentos fundamentais para a execução das placas de concreto do pavimento compreendem as seguintes unidades:

a) central de usinagem de concreto ou betoneiras de grande porte;

b) formas metálicas, para conter o concreto fresco, e ao mesmo tempo servir de guias, para movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, montadas sobre rodas;

c) distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem;

d) vibradores de imersão;

e) eixo rotor frontal;

f) vibroacabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações por minuto;

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.

g) régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável;

h) caminhões tipo *dumpcrete*, ou caminhões betoneiras;

i) máquina de serrar juntas com disco diamantado;

j) compressor de ar comprimido;

k) equipamento para aplicação de cura química;

l) ferramentas diversas tais como, pás e enxadas, ferramentas com ponta em cinzel, desempenadeira de madeira, vassouras de fios de *nylon*, piaçava e metálicos, desempenadeira de borda para acabamento de cantos das juntas moldadas, rolo alumínio de cabo longo de formas arredondas.

Além dos equipamentos acima, podem ser utilizados outros equipamentos, desde que aceitos pela fiscalização.

5 EXECUÇÃO

5.1 Considerações de Geometria

Antes da concretagem do pavimento deve ser efetuado levantamento topográfico do topo da laje, isto é, eixo da estrutura, bordas e linha base, com seções a cada 5 m, para a adequação do topo do pavimento à geometria definida em projeto, greide, declividades transversais e longitudinais.

Para adequação do greide do pavimento à geometria de projeto, a espessura do pavimento pode sofrer variações pontuais entre 8 cm a 16 cm. Quando não for possível atender a geometria dentro desta faixa de variação, deve-se reestudar a geometria da pista de rolamento, de forma a manter o perfil compatível com o restante da rodovia, e minimizar os enchimentos necessários. Quando os enchimentos abrangerem área e volume significativos, deve ser feita a verificação da estrutura para esta carga adicional, usualmente não prevista nas condições de projeto.

Quando for realizada adequação da geometria do pavimento sobre a obra de arte especial, a execução do pavimento sobre terraplenagem deve ser interrompida aproximadamente 200 m antes e após a obra de arte especial, para que os pontos de inflexão não fiquem muito próximos e se possa adequar um perfil compatível com a geometria.

5.2 Grampos

Os grampos devem ser devidamente posicionados e fixados na armadura da laje, se necessário, com armadura complementar, de acordo com projeto, antes da concretagem do tabuleiro, de modo que fiquem ancorados na massa de concreto em pelo menos o equivalente ao comprimento de ancoragem reta.

Os grampos devem ser instalados e dobrados após a colocação dos respectivos gabaritos ou formas de nivelamento, para que mantenha o recobrimento mínimo do concreto.

5.3 Preparo de Superfície

O acabamento do topo da laje deve ser rugoso para a melhor aderência entre a laje do tabuleiro

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.

e o pavimento de concreto.

A superfície deve ser limpa com jato de água e ar comprimido.

5.4 Assentamento de Formas de Preparo para a Concretagem

As formas devem ser assentadas de acordo com os alinhamentos indicados em projeto, ou conforme a nova adequação de geometria, uniformemente apoiadas sobre a estrutura e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportarem, sem deformações ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho.

O alinhamento e o nivelamento das formas devem ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto.

Por ocasião da concretagem, as formas devem estar limpas e untadas com desmoldantes, a fim de facilitar a desmoldagem.

5.5 Lançamento, Espalhamento e Adensamento do Concreto

O lançamento do concreto, quando possível, deve ser feito de preferência lateralmente à faixa de concretagem.

O espalhamento do concreto deve ser executado com os dispositivos e equipamentos apropriados e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais.

O adensamento do concreto deve ser feito por vibração superficial. Exige-se, entretanto, o emprego de vibradores de imersão sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente, como por exemplo, nas formas de execução de juntas, ou quando a espessura do pavimento o exigir.

5.6 Acabamento da Superfície

O acabamento mecânico da superfície deve ser feito imediatamente após o adensamento do concreto.

O equipamento vibro-acabador deve passar em um mesmo ponto repetidas vezes até atingir o adensamento ideal do concreto, e para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto, pronta para o acabamento final.

As depressões observadas na passagem da máquina devem ser imediatamente corrigidas com concreto fresco, sendo vedado o emprego de argamassa para esse fim.

O acabamento manual da superfície deve ser feito à operação da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém.

Enquanto o concreto estiver ainda plástico, deve-se proceder à verificação da superfície em toda a largura da faixa, com a régua de 3,00 m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando, no máximo, metade de seu comprimento de cada vez. Se forem encontradas depressões, estas devem ser imediatamente

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.

preenchidas, rasadas e acabadas. Qualquer saliência encontrada deve ser cortada e igualmente acabada.

O acabamento final da superfície deve ser feito através da texturização da superfície, para qual recomenda-se arraste de vassoura de piaçava na direção transversal ao desenvolvimento do pavimento, garantindo-se uma rugosidade existente nas placas vizinhas à região sob intervenção.

5.7 Cura

Para a cura do concreto devem ser utilizados produtos químicos capazes de formar película plástica que atendam à norma ASTM C 309[(8)], numa taxa variando entre 0,35 l/m² e 0,50 l/m², definida pelo fabricante e aprovada pela fiscalização.

A aplicação pode ser realizada manualmente ou com equipamento autopropelido, constituído de bomba e barra espargidora em toda a largura da faixa, devendo ser iniciada logo após o término das operações de texturização, assim que o concreto tenha perdido o brilho superficial e realizado o acabamento final.

As faces da laje a serem expostas pela remoção das formas devem ser imediatamente protegidas, de modo que se proporcionem condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

Caso ocorra evaporação da água de amassamento durante a concretagem, deve ser aplicada uma segunda demão de produto químico.

Em condições críticas de ambiência, cura úmida complementar poderá ser utilizada, a critério da fiscalização. A cura complementar deve ser efetuada com aplicação de mantas de geotêxtil, ou similar, mantidas permanentemente umedecidas por, no mínimo, 3 dias sobre a superfície do pavimento acabado. Podem ser usadas, também, lonas plásticas para esse fim, a critério da fiscalização. De qualquer forma, a cura complementar não deve danificar a superfície do pavimento acabado.

5.8 Abertura ao Tráfego

O pavimento pronto só pode ser aberto ao tráfego quando atingida a resistência mínima de aceitação, 28 dias após a concretagem da última placa, e depois de verificado e recebido pela fiscalização.

Quando houver necessidade de se antecipar à abertura ao tráfego, a fiscalização pode autorizá-la desde que as tensões de ruptura dos corpos de prova ensaiados com menos de 28 dias de idade tenham atingido as especificadas com a antecipação pretendida.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Concreto

O controle das características do concreto na pista deve abranger:

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

a) registro de todo concreto recebido na obra, identificando cada caminhão betoneira, o volume de concreto e a hora de lançamento. O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos;

- este período pode ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, ou quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente e através de ensaios laboratoriais. Pode ainda ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira.

b) determinar o abatimento do concreto, conforme NBR 16889[(3)] no máximo igual a 60 mm (a ser definido em função do equipamento vibroacabador), de cada caminhão que chegar à obra, imediatamente antes do lançamento; o material deve ser liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada na dosagem do concreto e seja compatível com equipamento utilizado;

c) moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos e prismáticos, conforme NBR 5738[(1)], com adequação ao volume de concreto a ser aplicado na pavimentação, de modo obter o número de exemplares mínimos exigidos para o controle da resistência à compressão e tração, conforme estabelecido na Tabela 2;

d) determinação das resistências à compressão simples, conforme NBR 5739[(4)], e à tração na flexão, conforme NBR 12142[(2)], nas idades de 1,3, 7 e 28 dias de cura;

e) o teor de ar incorporado, determinado conforme NBR 16887[(5)], de cada caminhão que chegar à obra, deve ser inferior ou igual a 4%;

f) consumo mínimo de cimento: $C_{mín}$ = 350 kg/m³;

g) relação água/cimento: 0,45 l/kg ≤ A/C ≤ 0,50 l/kg;

h) a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deve exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento e 25 mm, obedecido ao menor valor.

Na moldagem dos corpos-de-prova, para determinação da resistência à compressão simples, cada exemplar deve ser constituído por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para mesma idade de rompimento. Toma-se como resistência do exemplar, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio.

Deve-se anotar o número da placa ou estaca onde o concreto estiver sendo aplicado.

Os lotes para determinação da resistência à tração na flexão, não devem possuir volume de concreto superior a 500 m³, e devem corresponder a no máximo a uma área pavimentada de 2500 m².

Os lotes devem ser formados de acordo com Tabela 2 e possuir o número mínimo de exemplares indicados.

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.

Tabela 2: Lotes e número mínimo de exemplares para a determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

Vol. Concreto do Lote (m³)	Nº Mínimo de Exemplares
Até 50	10
50 a 200	15
200 a 400	25
400 a 500	32

6.1.2 Aço

Os fios de aço utilizados devem ser amostrados e ensaiados conforme o estabelecido na NBR 7480(6).

As telas empregadas devem ser ensaiadas conforme estabelecido na NBR 7481(7).

6.2 Controle Geométrico e de Acabamento

O pavimento de concreto acabado deve ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecidos pelo projeto, ou com as devidas adequações descritas no item 5.1.

6.2.1 Controle de Espessura

A espessura deve ser verificada por medidas topográficas altimétricas, devem ser determinadas no mínimo 6 medidas para o consumo de concreto inferior 500 m³, e área pavimentada de no máximo 2500 m², as medidas devem ser realizadas em pontos definidos pela fiscalização.

6.2.2 Controle do Alinhamento e Nivelamento

A locação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

O posicionamento das fôrmas deve ser verificado durante os trabalhos de locação, alinhamento e nivelamento das seções.

As diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m, conforme nota de serviço.

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:

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.

7.1 Materiais

7.1.1 Resistência à Compressão Simples e Resistência a Tração por Compressão Diametral

Os lotes para determinação da resistência característica estimada à tração na flexão e compressão não devem possuir volume de concreto superior a 500 m³, e devem corresponder a, no máximo, uma área pavimentada de 2.500 m².

Na identificação dos corpos de prova deve constar a data da moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto e outras informações julgadas necessárias.

Os lotes devem possuir o número mínimo de amostras, em função do volume de concreto aplicado, como definido na Tabela 2. O número de amostras deve corresponder ao número inteiro de placas concretadas.

A resistência característica estimada à tração na flexão e à compressão devem ser determinadas na idade definida em projeto, calculadas de acordo com as equações 4 e 5, do anexo B, respectivamente.

Os lotes serão aceitos desde que:

$$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k} \quad \text{e} \quad f_{ck,est} \geq f_{ck}\,;$$

Onde:

$f_{ctM,est}$ = resistência característica estimada do concreto à tração na flexão;

$f_{ctM,k}$ = resistência característica do concreto à tração na flexão, definida em projeto;

$f_{ck,est}$ = resistência característica estimada do concreto à compressão;

f_{ck} = resistência característica do concreto à compressão simples, definida em projeto.

Quando a condição acima não for aceita, devem ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova prismáticos conforme a norma ASTM C42/C42M(9), os quais devem ser ensaiados à tração na flexão conforme a norma NBR 12142(2). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova deve ser determinada a resistência característica, e verificar se a condição foi atendida.

Se o trecho ainda não for aceito, deve ser adotada uma das seguintes decisões:

- a parte condenada deve ser demolida e reconstruída;
- o pavimento pode ser aproveitado, porém não utilizado.

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.

7.1.2 Aço

As telas soldadas são aceitas desde que atendam os requisitos da NBR 7481[7].

7.2 Geometria

O pavimento de concreto deve ter a forma definida pelos alinhamentos do eixo e das bordas determinado pelo projeto.

As tolerâncias quanto ao alinhamento e nivelamento da colocação das formas são:

Para cada 3 m:

- desvios máximos de ± 3 mm nos nivelamentos;
- desvios máximos de ± 5 mm nos alinhamentos.

Para as placas, as tolerâncias são:

- ± 1,5 mm de desnível entre duas placas;
- ± 5 mm nos alinhamentos.

A tolerância quanto à variação de cotas em relação às previstas no projeto é de ± 15 mm em cada ponto.

As armaduras distribuídas descontínuas devem estar posicionadas verticalmente entre a metade da placa e o seu superior. Para as armaduras, são adotadas as seguintes tolerâncias:

- desvio máximo em relação ao espaçamento indicado no projeto: ± 20 mm.

A tolerância quanto à variação das espessuras das placas de concreto é de ± 1 cm.

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 e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do revestimento de concreto de cimento Portland incorporado à laje do tabuleiro.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;

b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;

c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

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

d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;

f) caso seja necessário promover o corte de árvores para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constantes nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e árvores.

g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;

i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;

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

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

f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado no pavimento de concreto de cimento Portland, junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

g) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

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.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é medido em metro cúbico (m³) de concreto da camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal pela espessura de projeto, e são pagos de acordo com os preços unitários contratuais correspondentes à especificação ET-DE-P00/043 Pavimento de Concreto sobre Obra de Arte Especial.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2016.

2 ____. **NBR 12142**. Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

3 ____. **NBR 16889**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

4 ____. **NBR 5739**. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

5 ____. **NBR 16887**. Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2020.

6 ____. **NBR 7480**. Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

7 ____. **NBR 7481**. Tela de aço soldada nervurada para armadura de concreto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

8 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 309**. Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete. Philadelphia, 2019.

9 ____. **ASTM C42/C42M**. Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete. Philadelphia, 2012.

_____

/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.

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQUÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
1.1 Cimento				
Registro de todo concreto recebido na obra, identificando-se cada caminhão, o volume de concreto, a hora da saída da usina e a hora de lançamento	-	Todo caminhão	Resultados individuais	O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos
Este período poderá ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, ou quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente e através de ensaios laboratoriais. Pode ainda ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira.				
Determinação da resistência característica estimada à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto	NBR 12142(2)	No mínimo 1 determinação a cada 15m^3 de concreto que chegar à obra	Conforme equação 4 do Anexo B Análise de 32 amostras por lote	$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$
Determinação da resistência característica à compressão simples na idade de controle fixada no projeto	NBR 5739(4)	Os lotes devem ser formados de acordo com Tabela 2, e possuir o número mínimo de exemplares indicados	Conforme equação 5 do anexo B	$f_{ck,est} \geq f_{ck}$
Na moldagem dos corpos de prova, para determinação da resistência à compressão simples e à tração na flexão: - cada amostra será constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento; - toma-se como resistência da amostra, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio; - deve-se correlacionar-se o número da placa do caminhão, estaca, número da placa de concretada, com os respectivos corpos-de-prova.				

/continua

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.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.2 Aço e Telas				
Verificação da qualidade	NBR 7480[6] e NBR 7481[7]	Formação de lotes conforme as normas indicadas	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
2. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessura	Medidas altimétricas	O lote deve ser menor que 500m^3 de concreto e não ultrapassar 2.500 m^2 de área pavimentada. No mínimo, 6 medidas por lote	Média aritmética	A espessura média do lote for maior ou igual à espessura de projeto e a diferença entre o menor e o maior valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm
As amostragens devem ser realizadas em pontos representativos e definidos pela fiscalização.				
Alinhamento das formas	Medidas Topográficas	A cada 3 m	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm
Nivelamento das formas	Medidas Topográficas	A cada 3 m	Resultados individuais	No máximo ± 3 mm
Placas de Concreto	Medidas Topográficas	Entre duas placas consecutivas	Resultados individuais	- ± 1,5 mm de desnível entre duas placas; - ± 5 mm nos alinhamentos
Cotas da seção	Medidas Topográficas	A cada 20 m	Resultados individuais	± 15 mm em cada ponto previsto em projeto
Juntas	Medidas Topográficas	Aleatório	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm

/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: f_i = resistência de um determinado exemplar $\overline{f_{ctM,j}}$ = resistência característica média do concreto da amostra à tração na flexão; na idade de j dias; $\overline{f_{cj}}$ = resistência média do concreto da amostra à compressão, na idade de j dias; N = número de amostras 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	$f_{ck,est} = \overline{f_{cj}} - Ks$	

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.