



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

## MEMORIAL DESCRITIVO

**Objeto:** Pavimento urbano de concreto de alto desempenho extensão da Rua Esmeralda.

**Local:** Rua Esmeralda – Bairro Bela Vista, Fartura/SP

**Proprietário:** Prefeitura Municipal de Fartura.

### 1. OBJETIVO

O presente memorial tem por objetivo descrever e especificar os materiais, Normas Técnicas e acabamentos que serão utilizados nos serviços de Pavimento Urbano de Concreto de alto desempenho com adição de macrofibra estrutural e demais serviços da obra, na Rua Esmeralda. Para o dimensionamento e análise do pavimento foram utilizados os métodos de cálculo da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de 1993; da Portland Cement Association (PCA/1984); conceitos da American Concrete Institute (ACI); ABNT PR1011/2021 – Projeto de Pavimentos Urbanos de Concreto, Rio de Janeiro, 2021; ABNT NBR 16935/21 Projeto de Estruturas de Concreto Reforçado Com Fibras – Procedimento.

### 2. METODOLOGIA APLICADA NO PAVIMENTO

Conforme já mencionado, para o dimensionamento e análise do pavimento foram utilizados os métodos de cálculo da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) de 1993, da Portland Cement Association (PCA/1984) e conceitos da American Concrete Institute (ACI) e ABNT PR1011/2021 – Projeto de Pavimentos Urbanos de Concreto, Rio de Janeiro, 2021. A metodologia de cálculo para a introdução da macrofibra estrutural baseia-se através da determinação dos esforços solicitantes conforme os métodos de cálculo apresentados, o cálculo do dimensionamento do pavimento correlaciona o ganho de desempenho do CRF (Concreto Reforçado com Fibra) através da norma da ABNT



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

NBR 16935/2021 - Projeto de Estruturas de Concreto Reforçado Com Fibras - Procedimento.

### 3. APRESENTAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

O presente memorial descreve os serviços relativos à obra na Rua Esmeralda, bairro Bela Vista, localizada no Município de Fartura/SP, compreendendo obras de pavimentação em concreto e serviços complementares.

### 4. INSTALAÇÃO DA OBRA

A executora providenciará e montará a estrutura provisória para atendimento à obra, nas proximidades da área onde ocorrerão as intervenções, podendo esta ser substituída por container que atenda aos requisitos mínimos estabelecidos. Deve fechamentos da área, visando o bom andamento dos serviços e respeitando as diretrizes indicadas na Norma Regulamentadora - NR18.

A executora se responsabilizará pela guarda dos materiais em local especificado, sendo vedado a guarda em locais fora do canteiro das obras.

A executora deverá instalar a placa de obras se necessário, no modelo a ser orientado pelo Município, em local visível e seguro, previamente estabelecido pela fiscalização.

### 5. LOCAÇÃO DA OBRA

A locação da obra deverá ser realizada pela executora por meio dos serviços de profissional habilitado, equipe de topografia, planilhas e ordens de serviços específicos para cada trecho, sob a supervisão da fiscalização do Município e de acordo com os termos deste Memorial Descritivo e do projeto anexo.

### 6. CORTE E ESCAVAÇÃO



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

Carga e transporte (mat. 1ª ou 2ª cat.), cortes são segmentos, cuja implantação requer escavação do terreno natural, nas áreas de alargamento de pista no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal.

As operações de corte compreendem:

– Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplenagem;

– carga e transporte dos materiais para aterros ou bota-foras.

Estes materiais deverão ser transportados para locais previamente indicados pela fiscalização, de forma a não causar transtornos, provisórios ou definitivos, à obra.

Serão empregados tratores equipados com lâminas, carregadoras conjugadas com outros equipamentos, escavadeira hidráulica e transportadores diversos. A operação incluirá, complementarmente, a utilização de tratores e motoniveladoras, para escarificação.

## 7. REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

O subleito local quando apresenta expansão elevada, deverá ser tratado em uma camada com espessura de 20 cm com adições de cal calcítica podendo variar entre 2% e 4% e óxido de cálcio igual a 85%. Não é permitida a adição de cal dolomítica e cal derivado de carbureto de cálcio.

O pavimento de concreto necessita de subleito estável, isto é, não sujeito a recalque diferencial. Portanto, o subleito deverá ser regularizado segundo o procedimento ET-DE P00/001 do DER/SP – Melhoria e Preparo do Subleito e, se necessário, reforçado pelo modo indicado no ET-DE-P00/002 do DER/SP – Reforço do Subleito.

Concluída a operação de preparo do subleito, deverá ser realizada a liberação da camada por meio de controle deflectométrico, feitas aleatoriamente nas bordas e no eixo do futuro pavimento de concreto, onde as deflexões atuantes no subleito deverão ser inferiores às indicadas em projeto para esse fim.



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas ( $D^0$ ) da camada, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024, ou FWD, Falling Weight Deflectometer, de acordo com DNER PRO 273.

Poderá ser admitido que o controle do coeficiente de recalque seja feito por meio de execução de ensaios de Índices de Suporte Califórnia (ISC), em número estatisticamente significativo, a partir dos quais será avaliado o coeficiente de recalque ( $k$ ) por meio de curvas de correlação apropriadas.

Tabela 1. Classificação AASHTO de Materiais de Subleito da Via

Classificação Geral	Materiais granulares (35% ou menos passando na peneira nº 200)							Materiais siltosos e argilosos (mais de 35% passando na peneira nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Peneiração: % que passa: Nº 10 Nº 40 Nº 200 (p)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características da fração que passa nº 40 Limite de Liquidez - LL (%) Índice de Plasticidade IP (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Grupo	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais que predominam	Pedra Britada pedregulho e areia		Areia fina	Areia e areia silosa ou argilosa				Solos Siltosos		Solos argilosos	
Comportamento geral como subleito	Excelente a bom							Fraco a pobre			

– O índice de plasticidade do subgrupo A-7-5 é igual ou menor que LL menos 30. O índice de plasticidade do subgrupo A-7-6 é maior que LL menos 30

## 8. SUB-BASE

A sub-base do pavimento tem as funções de uniformizar o suporte da fundação, evitar o efeito danoso dos materiais finos, absorver as tensões devidas à expansão do subleito e aumentar o valor de suporte da estrutura. Isto posto, as placas de concreto poderão ser assentadas diretamente sobre o subleito ou sobre uma sub-base que não apresente expansibilidade nem seja bombeável, devendo ser verificado através de ensaios a capacidade mecânica de suporte do solo (CBR) e sua expansão, caso o solo não atenda as exigências mínimas principalmente a expansibilidade  $\leq 2\%$  devem ser controladas e verificadas para evitar possíveis soerguimentos (elevações do pavimento) ocasionando patologias, a utilização de estabilização da camada incorporando estabilizantes conforme norma (NORMA



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

DNIT 420/2019 – ES) a fim de garantir uma melhora de desempenho mecânico e controle de expansibilidade, não utilizar cal reciclada de origem carbureto; esta capacidade assegura às placas um suporte uniforme ao longo do tempo. A definição da sua necessidade é confirmada após ensaios do solo e conhecimento do tráfego.

A estrutura proposta em projeto pode ser definida seguindo como orientação utilização ou não do uso dessa camada conforme o critério acima e conforme a verificação e validação de ensaios do solo local.

Caso necessária utilização da sub-base, em carga de tráfego pesado e/ou caso especial de drenagem, poderá ser composta por camada de Brita Graduada Simples (BGS) e/ou outra camada complementar.

## 9. BRITA GRADUADA SIMPLES (BGS)

Brita Graduada é a camada composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua e cuja estabilização é obtida através da estabilização in loco.

Para a execução da sub-base em BGS deve ser seguida a especificação técnica “Sub base ou Base de Brita Graduada – ET-DE-P00/008” do DER/SP, incluindo todo o controle tecnológico exigido.

A superfície que receberá a camada de BGS deve ter atingido o parâmetro deflectométrico de controle apresentado no projeto, e estar desempenada e limpa, isenta de resíduos e outros elementos prejudiciais à adequada execução da mesma.

## 10. PAVIMENTO URBANO DE CONCRETO – DETALHAMENTO

Pavimento Urbano de Concreto de Alto Desempenho, para uso em vias urbanas é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland com adição de macrofibras estruturais, que atuam como reforço secundário, desta forma elevando-se o desempenho de resistência a tração do concreto e reduzindo-se a espessura da camada de concreto, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

A execução dos serviços deve seguir rigorosamente a Especificação Técnica “ET-DE P00/040 – Pavimento de Concreto de Cimento Portland Sobre Plataforma de Terraplenagem” – Manual do DER/SP.

Dentre os procedimentos indicados pelo DER/SP, outros procedimentos construtivos podem ser adotados, oriundos de especificações e referências de apoio, desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

A composição (traço) do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme requisitos especificados nas normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se com os materiais disponíveis na região uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e, simultaneamente, um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade (alta densidade), e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento. Tal composição (traço) sendo acrescido pela inserção de macrofibras estruturais para reforço secundário que atenda as normas (ABNT NBR 16935/16940/16942-21) assim como as especificações de resistência dos projetos, sendo imprescindível que as fibras atendam as normas específicas da ABNT bem como o desempenho mínimo exigido do material na pós fissuração, conforme recomendado neste manual. Sendo imprescindível que seja verificado através da realização de ensaios (Segundo a norma ABNT 16940) que o material atende as exigências mínimas de desempenho, sendo de responsabilidade do projetista e do responsável técnico pela execução a verificação. A indústria e comércio de concreto (Usinas de concreto), fazendo o fornecimento do concreto com adição de macrofibras (Concreto reforçado com fibra, CRF), não tendo o projeto e com fornecimento direto, obrigatoriamente deverá emitir o Relatório de Carregamento de Carga e ART (Acervo de Responsabilidade Técnica) do concreto fornecido.

## 11. MATERIAIS CONSTITUINTES DO CONCRETO

São considerados adequados qualquer tipo de cimento que atenda aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 16697. Normalmente os cimentos mais



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

utilizados são os do tipo CP II e CP III por não serem muito fino (blaine máximo de 4000 g/cm<sup>2</sup>).

Os agregados, água, aditivos e aço deverão seguir os requisitos identificados no item 5 da norma do DNIT 047 e o recebimento e armazenamento na obra deverá ser feito conforme recomendado nas normas DNIT 050/2004 - EM e DNER-EM 037. No caso dos projetos onde ocorra a utilização da macrofibra estrutural é necessário que a mesma atenda as exigências de norma (ABNT NBR 16935/16940/16942-21) e parâmetros de cálculos conforme especificado no projeto (Parâmetros de cálculo mínimos de Cmod: FL = 4,2/ FR1=1,90 e FR4=1,75).

O concreto do pavimento deverá atender aos requisitos seguintes:

– Resistência característica mínima à tração na flexão ( $f_{ctM,k}$ )  $\geq 4,2$  MPa aos 28 dias (resistência utilizada no cálculo), conforme condições de solo e tráfego utilizadas em projeto do pavimento, atendendo-se às referências de controle definidas no projeto, ou então, resistência característica à compressão axial equivalente ( $f_{ck}$ ) desde que determinada em ensaio a correlação, utilizando-se os materiais que efetivamente serão aplicados na obra. A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme procedimentos constantes nas normas NBR 5738, NBR 12142 e NBR 16940. A resistência à compressão axial será determinada em corpos de prova cilíndricos, moldados e ensaiados conforme os requisitos e procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.

– Consumo mínimo de cimento:  $C_{min} = 320\text{Kg/m}^3$ , conforme especificado no Projeto com utilização de Macrofibra estrutural.

– Relação água / cimento máxima:  $A/C \leq 0,50$  l/Kg.

– Abatimento, determinado conforme a norma NBR NM 67, deverá atender as necessidades dos equipamentos a serem utilizados na execução do pavimento e as condições de declividade da obra.

– A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

– Teor de ar, determinado conforme a norma NBR NM 47:  $\leq 4,0\%$ .

– Exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102:  $\leq 3,0\%$ .





– Teor de argamassa entre 50% e 53% ou de acordo com equipamento a ser utilizado na aplicação do concreto.

## Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

## 12. REFORÇO DO CONCRETO COM FIBRAS POLIMÉRICAS

Quando o uso de macrofibras e microfibras na composição do concreto, estas devem atender as normativas NBR 16940-02/21 Concreto Reforçado com Fibras – Determinação das Resistências à Tração na Flexão e NBR 16942-02/21 – Fibras Poliméricas para Concreto – Requisitos e Métodos de Ensaio. As macrofibras têm como objetivo aumentar a resistência residual pós-fissuração do concreto (adicionada no cálculo da placa) estas atuando no reforço secundário do concreto, tornando-o mais dúctil e consequentemente podendo promover uma diminuição na espessura da placa de concreto do pavimento. As macrofibras devem apresentar características mínimas exigidas pelas normas: quanto ao diâmetro equivalente (de  $\geq 0,30$  mm), comprimento unitário ( $L_d > 30\text{mm}$  a  $L_d < 50\text{mm}$  máximo), módulo de elasticidade  $\geq 3,0$  GPa, tipo de polímero (poliafinas derivada de polipropileno), tratamento superficial, fator de forma e resistência a alcalinidade conforme norma (NBR 16942). O teor de fibra, em quilogramas por metro cúbico de concreto ( $\text{kg/m}^3$ ), deve ser o necessário para atingir a resistência residual média recomendada para o dimensionamento de pavimentos urbanos de alto desempenho que é de pelo menos 1,89 MPa a 0,5 mm CMOD (FR1) e uma resistência residual média de pelo menos 1,75 MPa a 3,5 mm CMOD (FR4) com K90 (Percentual de confiabilidade de resultado), para o concreto de referência com resistência à tração na flexão (LOP)





# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

de  $(4,2 \pm 0,3)$  MPa. Desta forma para proceder a dosagem das macrofibras sintéticas, deve ser baseado pela verificação dos resultados dos ensaios dos fabricantes, estando estes em consonância com os resultados de resistência residual média recomendada do material, estes valores variam de acordo com o material de cada fabricante, podendo ser consultado os ensaios através da Associação Brasileira da Indústria do Concreto Reforçado com Fibras e Produtos Afins (ABIFIBRA) ou validação dos resultados através de ensaios de laboratório em campo, sendo recomendado a utilização entre 3 e  $5,5\text{kg/m}^3$  de macrofibra estrutural para os concretos de pavimentos urbanos de alto desempenho.

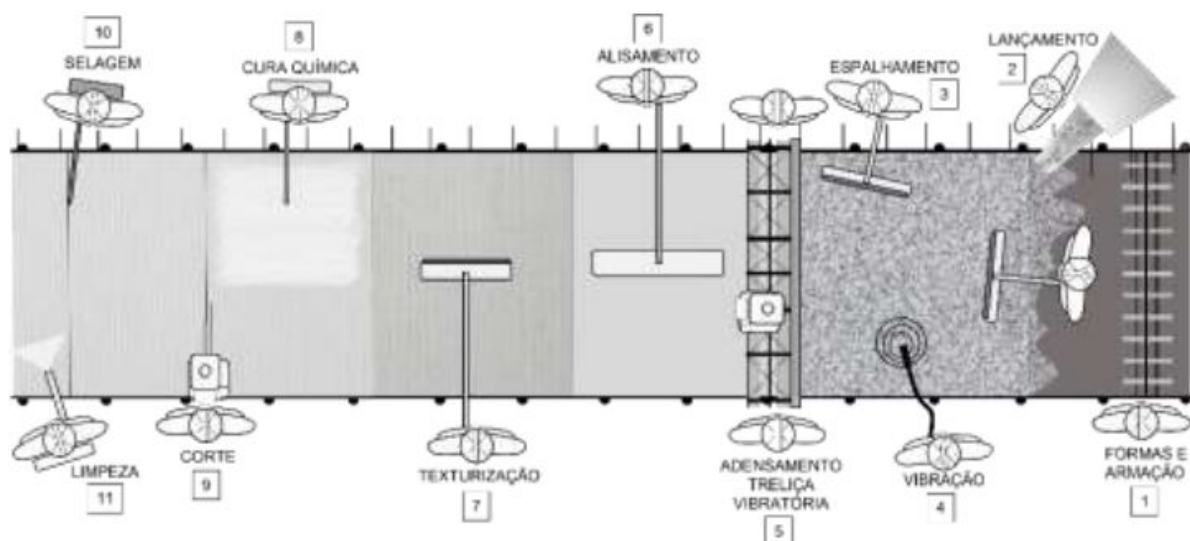
## 13. EQUIPAMENTOS PARA EXECUÇÃO

Para a execução do pavimento rígido deverá ser utilizado equipamento compatível com as características da obra e necessidade de produtividade para a situação em questão. Esses equipamentos estão descritos e especificados nos procedimentos ET-DE- P00/040 DER/SP, e na norma DNIT 047/2004 – ES, que apoia este documento, e podem ser do tipo régua vibratória, treliça vibratória ou rolo vibratório (roller screed). Serão aceitos equipamentos de maior porte (fôrmas-trilho e/ou pavimentadoras de formas deslizantes) desde que aplicáveis à obra, podendo ser utilizados alisadora/acabadora de concreto (bambolê). Neste caso, para outros equipamentos, devem ser seguidas as normativas específicas para tais equipamentos, ET-DE P00/039 DER/SP ou ET-DE- P00/041 DER/SP.



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68



Além do equipamento principal de espalhamento (adensamento/alisamento) do concreto, a executora fará uso dos seguintes equipamentos complementares para a correta execução do pavimento:

- Formas metálicas ou similar, para contenção lateral do concreto em quantidade suficiente para 2 dias de produção, se for reutilizada. Estas formas deverão servir de furos para instalação das barras de ligação. No caso de concretagem em toda largura/seção transversal da pista/rua, em um mesmo momento, poderão ser utilizadas mestras/taliscas de nível, substituindo as formas, para referência de cota e apoio do equipamento de adensamento/alisamento do concreto;

- Formas metálicas ou similar, para contenção frontal do concreto em final de jornada (juntas transversais). Estas formas deverão servir de furos para instalação das barras de transferência;

- Plataforma de apoio ou ponte de serviço: Necessária para eventuais acabamentos do concreto após a passagem do equipamento de espalhamento. Normalmente fabrica-se este equipamento na obra, prevendo-se possíveis mudanças de larguras;

- Lona plástica, para em caso de chuva proteger-se o concreto fresco em fase de pega;

- Ferramentas manuais de pedreiro e armador (equipamento de nível, linhas, linhas marcadoras de juntas, pontalotes, pás, enxadas, puxadores de concreto em



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

frente ao equipamento, turquesas, etc) em quantidade suficiente para o bom andamento da obra;

- Vibradores de imersão (motor a gasolina), diâmetro > 50mm (mínimo dois);
- Desempenadeira metálica de cabo longo - Float manual (mínimo dois);
- Rodo de corte de secção retangular (mínimo 3m) de cabo longo (caso necessário);
- Elementos para texturização: Vassoura de piaçava, nylon ou pente metálico;
- Bomba de pulverização costal manual para aplicação do agente de cura (mínimo duas);
- Equipamento de corte e serras de disco diamantado (conforme espessura e profundidade do corte), autopropelidas (corta e anda) em quantidade suficiente para atendimento à demanda de cortes (mínimo duas – considerando o não funcionamento de uma no momento do corte – contingência);
- Sistema de iluminação auxiliar. Dependendo do planejamento da obra, grande parte dos cortes das juntas pode vir a ser executada a noite;
- Réguas de alumínio de comprimento  $\geq 3\text{m}$  com secção retangular, para aferição do nivelamento da superfície acabada (mínimo duas);
- Aplicadores manuais de selantes (mínimo um). Deve-se prever também equipamento para limpeza do corte para melhor aderência do selante, neste caso podendo ser por pressão de ar ou água. Em caso em que o projeto possua no reservatório das juntas cordão de respaldo, este deve ser introduzido por ferramenta adequada que permita constante nivelamento deste dentro das juntas;
- Equipamento para limpeza de ferramentas e entrega do pavimento, inclusive a limpeza e remoção do agente de cura sobre o concreto, para posterior pintura de sinalização sobre o mesmo (pressurização de água).

Obs: Deve-se prever a instalação de protetores para não permitir o acesso ao concreto fresco, por pessoas ou animais, bem como também prever a proteção ao vento quando necessário.

## 14. PREPARO DA PISTA PARA A CONCRETAGEM E ASSENTAMENTO DE FÔRMAS



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

A superfície que receberá a camada de CONCRETO deve ter atingido o parâmetro defletoométrico de controle apresentado no projeto, e estar desempenada e limpa, isenta de resíduos e outros elementos prejudiciais à adequada execução da mesma.

As fôrmas, quando utilizadas, deverão ser alocadas anteriormente à execução do pavimento e estarem de acordo com a topografia. Deverão ser assentadas na camada subjacente com base no alinhamento da pista, bem como serem fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem quaisquer deslocamentos os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento, as fôrmas ainda devem ser calçadas em toda a sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados.

O topo das fôrmas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, admitindo-se desvios altimétricos de até 3mm e diferenças planialtimétricas não superiores a 5mm com relação ao projeto.

Deverá também ser efetuada verificação do fundo de caixa (no centro da pista) não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

## **15. COLOCAÇÃO DE LONA PLÁSTICA**

Logo abaixo das placas de concreto com o objetivo de manter a água de amassamento do concreto, evitando a perda desta para a camada de base, é recomendado o uso de lona impermeável ou produto similar. A lona precisa ser resistente, com alta micragem entre 150 e 200 micras.

## **16. MISTURA, TRANSPORTE, LANÇAMENTO E ESPALHAMENTO DO CONCRETO**

O concreto deverá ser produzido em centrais de concreto, com o atendimento integral das condições estipuladas na norma NBR 7212.



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

O transporte do concreto deverá ser feito em caminhões betoneira ou basculantes.

O período máximo entre a mistura (a partir da adição da água) e o lançamento do concreto será de trinta minutos, no caso de caminhões basculantes, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando utilizados caminhões betoneira (com agitação) para o transporte este período poderá ser de 90 minutos.

A introdução da macrofibra estrutural e microfibra pode ser realizada diretamente durante o carregamento na usina, inserindo as mesmas na esteira, ou diretamente em obra, lançando as fibras conforme sua dosagem especificada em projeto diretamente no caminhão betoneira, devendo proceder a homogeneização batendo o caminhão durante 2 min para cada m<sup>3</sup> de concreto, observar se os caminhões que se encontram na linha estão com as facas em boas condições, para garantir a boa homogeneização do material.

O espalhamento do concreto pode ser feito com auxílio de ferramentas manuais (pás, enxadas etc.) ou executado de forma mecanizada (escavadeira de pequeno porte, etc), porém, qualquer que seja o processo utilizado, deve-se garantir uma distribuição homogênea de modo a regularizar a camada na espessura a ser adensada.

A pavimentação poderá ser realizada numa faixa contínua sem a necessidade de juntas longitudinais de construção. Caso estas sejam necessárias, devem coincidir com as previstas em projeto.

## **17. ADENSAMENTO E CONFORMAÇÃO DO CONCRETO**

O equipamento para execução do pavimento de concreto deverá ser, preferencialmente, de pequeno porte, do tipo régua vibratória, treliça vibratória ou rolo vibratório (roller screed). Eventualmente, caso as características da via permitam, podem ser utilizados equipamentos com maior produtividade (Fôrmas-trilho ou pavimentadoras de fôrmas deslizantes), adequando se, neste caso, as condições de execução e canteiro.

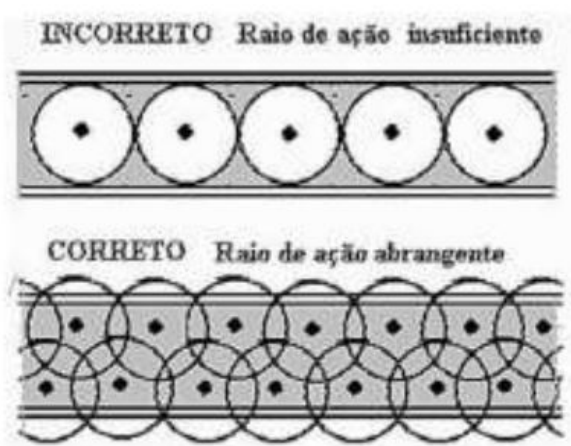
Além do adensamento superficial realizado pelos equipamentos vibratórios deverá ser realizado adensamento complementar com vibradores de imersão em



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

toda a largura concretada, respeitando-se o raio de vibração do equipamento, e inserindo o mesmo em ângulos de 45° a fim de melhor adensar o concreto reforçado com fibra e direcionando o posicionamento horizontal da mesma. Atentar para a sobreposição dos pontos de adensamento, conforme figura que segue:



A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de alumínio com mais de 3 m de comprimento. Qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou saliência, deverá ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco.

## 18. ACABAMENTO E TEXTURIZAÇÃO DO CONCRETO

O acabamento do concreto deverá ser realizado, primeiramente, por meio da utilização do rodo de corte (para retirada de irregularidades na superfície) e, na sequência com a utilização do float manual (desempenadeira de cabo longo) para o desempenho final do pavimento. Estes serviços devem ser executados imediatamente após o adensamento do concreto.

Logo a seguir, deve-se proceder com a texturização do pavimento, que deve estar de acordo com os parâmetros definidos em projeto e validados pelo Município. Para regiões de baixa velocidade, via local e coletora, admite-se como acabamento nível de rugosidade simples como o alisamento camurçado, grosso ou superior, não sendo admitido acabamento lapidado ou polido. Para regiões com declive é



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

recomendado o acabamento vassourado ou superior. Nestes casos é importante reforçar o adensamento do concreto para diminuir o afloramento das macrofibras estruturais. Para regiões com velocidade acima de 40 km/h deve se utilizar acabamento com textura vassourado ou utilização de pentes metálicos que provocarão ranhuras na superfície das placas.

A vassoura ou o pente metálico devem ser passados na direção transversal à faixa concretada, de forma homogênea e constante, a fim de obter ranhuras contínuas, uniformes e alinhadas ao longo do pavimento como um todo.

As ranhuras devem ser leves para não comprometer o acabamento do pavimento e evitar geração acentuada de ruídos. As ranhuras devem ser verificadas através do ensaio de mancha de areia, onde a altura das ranhuras deve ficar entre 0,6 e 1,2 mm.

## 19. CURA DO CONCRETO

Deve ser empregada a cura química, com produto a base PVA ou polipropileno, com pigmentação branca (clara), que obedeça aos requisitos descritos na norma ASTM-C 309. O produto deve ser aplicado em toda a superfície do pavimento na razão de 0,35 l/m<sup>2</sup> a 0,50 l/m<sup>2</sup> (conforme indicação do fabricante) visando a formação de película plástica, cujo objetivo é impedir a perda de água de amassamento do concreto para o ambiente. Este serviço deve ser executado por meio de aspersão imediatamente após a execução da texturização na superfície do pavimento de concreto. O período total de cura deverá ser de 7 dias, período no qual recomenda-se a não circulação de qualquer tráfego sobre o pavimento recém executado.

Caso as condições climáticas apresentem-se muito exacerbadas, calor ou frio em demasiado e/ou muito vento, deve-se proceder com cura úmida adicional neste período de 7 dias, espalhando-se mantas de geotêxtil umidificadas sobre o pavimento recém executado.

No final da obra, após passado o período de cura, deve-se prever a limpeza do pavimento com pressão de água para remoção da película de cura, assim permitindo a pintura de sinalização no pavimento.





# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

## 20. DESMOLDAGEM

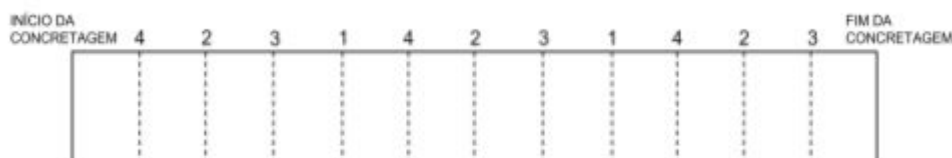
As formas só poderão ser retiradas decorridas ao menos 12 horas da finalização da concretagem (atentar para especificações do concreto) e, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento nos cantos das placas.

Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, sejam imediatamente protegidas por processo que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

## 21. JUNTAS

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou ainda, sobre as formas estacionárias.

Deve-se estabelecer um Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais, que devem ser trabalhadas de modo a aliviar as tensões no pano concretado. Em síntese, deve-se adotar uma estratégia de corte na qual os panos venham sendo reduzidos, aliviando assim as tensões incidentes.



As juntas deverão obedecer a paginação do projeto e serem serradas no primeiro momento possível após o início de pega do concreto, momento no qual o concreto jovem já se encontra endurecido e assim possível apoiar o equipamento de corte sem provocar depressões no concreto e esborcinamento nos cortes. Esse



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

momento específico vai depender das condições climáticas, do concreto e diversos outros aspectos, mas na grande maioria dos casos ele se dá por volta de 4 - 8h após a concretagem (janela de serragem).

A profundidade do corte será de 1/3 da espessura da placa e sua largura será de 2 a 3mm. Para as condições finais das juntas deverão ser atendidas as recomendações especificadas no detalhamento do projeto, inclusive as condições de preenchimento (selagem) das juntas, quando necessários (juntas de construção).

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 60 minutos, deverá ser executada uma junta de construção cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto.

Entre a placa de concreto e o meio fio poderá ser inserido EPS (isopor) de espessura de mínimo 3mm, para que não haja aderência entre o pavimento e o meio fio, assim não formando um único elemento e possibilitando a pequena movimentação de ambos.

Caso o meio fio seja moldado in loco recomenda-se que suas juntas coincidam com as juntas transversais do pavimento, evitando-se assim fissuras induzidas nesse elemento.

## 22. SELAGEM DAS JUNTAS

Para a aplicação do material de selagem das juntas (quando especificadas), limpar as juntas cuidadosamente com a ponta de um cizel, vassouras de fios duros e ar comprimido.

O material de selagem das juntas deve ser elástico, de silicone autonivelante, resistente a ações climáticas, raio ultravioleta e intempéries, e deve ser aplicado cuidadosamente no interior dos sulcos, de modo a preencher a junta sem transbordamento. Os excessos e respingos na superfície devem ser removidos.

A profundidade de penetração do material selante e suas características devem ser executadas conforme definidas no projeto.

“Para ruas de cidades com espaçamentos de juntas curtos, a quantidade de abertura e fechamento de juntas é pequena. Como resultado, a eficácia da vedação



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

de juntas para vias urbanas não é tão crítica quanto para espaçamentos de juntas longos e para pavimentos de rodovias com alto volume de caminhões” ACPA – Projeto e construção de juntas para ruas de concreto. Assim quando encontrado tal situação, concentra-se a selagem para as áreas com corrente de águas próximas ao meio fio e entre placas com barras de transferência e ligação.

## 23. ABERTURA AO TRÁFEGO

O pavimento pronto só pode ser aberto ao tráfego quando atingida a resistência mínima de aceitação. Recomenda-se a aceitação de 80% da resistência especificada do concreto.

## 24. CONTROLE DE QUALIDADE E ENSAIOS

A empresa executora deverá apontar laboratório que irá realizar os ensaios e controle de qualidade para a prefeitura que terá poder de veto, caso este laboratório não apresente os requisitos técnicos necessários.

Os ensaios que serão exigidos para o controle tecnológico são baseados e indicados nas Especificações Técnicas “ET-DE-P00/040 – Pavimento de Concreto de Cimento Portland Sobre Plataforma de Terraplenagem – Manual”. Definidas conforme tipologias de projeto.

## 25. CONTROLE DO ACABAMENTO SUPERFICIAL

Após a conclusão de cada trecho, antes da liberação ao tráfego, este deverá ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento de acordo com a especificidade e velocidade limite da via, e conforme a norma DNIT 063/2004-PRO (Pavimento de Concreto - Avaliação Subjetiva), que apoia este documento.

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros. Este conceito será



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

dado por uma nota entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos somente os trechos que apresentarem nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada e, caso isto não seja possível, os trechos considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

## **26. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO**

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou, a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, sendo para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

## **27. MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA**

A cada trecho de no máximo 2.500m<sup>2</sup> de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de massadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma massada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738. Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto e outras informações julgadas necessárias.

## **28. ENSAIOS**

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.



## 29. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctm,est} = f_{ctm,28} - ks \text{ ou } f_{ck,est} = f_{c,28} - ks$$

Onde:  $f_{ctm,est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

$f_{ctm,28}$  = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck,est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

$f_{c,28}$  = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

$s$  = desvio padrão dos resultados;

$k$  = coeficiente de distribuição de Student;

$n$  = número de exemplares.

O valor do coeficiente  $k$  é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela 1.

<b>Tabela 1 – Coeficiente de distribuição de Student</b>													
<b>AMOSTRAGEM VARIÁVEL</b>													
<b><i>n</i></b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>&gt; 32</b>
<b><i>k</i></b>	<b>0,920</b>	<b>0,906</b>	<b>0,896</b>	<b>0,889</b>	<b>0,883</b>	<b>0,876</b>	<b>0,868</b>	<b>0,863</b>	<b>0,861</b>	<b>0,857</b>	<b>0,854</b>	<b>0,842</b>	<b>0,842</b>

## 30. ACEITAÇÃO AUTOMÁTICA

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k} \text{ ou } f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

## 31. VERIFICAÇÕES SUPLEMENTARES



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro, ou correspondentes a espessura da placa de concreto, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). 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 será determinada a resistência característica pela fórmula  $f_{ctM,est} = f_{ctM,28} - k_s$  ou  $f_{ck,est} = f_{c,28} - k_s$ . O trecho será aceito se for atendida a condição  $f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$  ou  $f_{ck,est} \geq f_{ck}$ . Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Município, uma das seguintes decisões:

- Aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso.
- Reforço do pavimento.
- Demolição e reconstrução do pavimento.

## 32. CONTROLE DE TRAFEGABILIDADE

A empresa executora é responsável pelo controle de trafegabilidade sobre o pavimento (pedestres, automóveis e outros) durante o período da obra e em horário imediato a sua conclusão.

## 33. LIMPEZA DA OBRA

Deverá ser efetuada a completa limpeza da pista antes de sua liberação por completo ao tráfego, buscando eliminar quaisquer detritos que venham a atrapalhar sua utilização.



# PREFEITURA MUNICIPAL DE FARTURA

CNPJ 46 223 707 / 0001 - 68

## 34. ACEITE DA OBRA

A prefeitura municipal através do seu corpo técnico irá analisar todos os relatórios de controle de qualidade e ensaios para aceite da obra. A obra será considerada aceita e entregue somente após entrega do relatório final comprovando estarem cumpridos todos os requisitos do controle de qualidade baseados nos Ensaios e Critérios de Aceitação exigidos pela Especificação Técnica “ET- DE- P00/040 – Pavimento de Concreto de Cimento Portland Sobre Plataforma de Terraplenagem – Manual”.

A prefeitura reserva-se o direito de não aceitar a obra caso os resultados não estejam de acordo com os critérios normativos estabelecidos, bem como pode pedir a realização de novos ensaios tantos quantos forem necessários para essa avaliação.

A prefeitura terá amplo e irrestrito acesso às informações relativas aos serviços e materiais descritos neste memorial.

Fartura, 04 de outubro de 2023.

Juliano Rodrigues Fabro

Engenheiro Civil

Assessor Técnico de Obras e Infraestrutura Urbana