

MANUAL DE

# Pavimento Urbano

EXECUÇÃO DO CONCRETO  
MOLDADO *IN LOCO*.



soluções:  
para cidades.

Esta publicação destina-se a profissionais capazes de avaliar a significância e as limitações do seu conteúdo. Embora tenham sido tomadas as devidas precauções e que nela constem informações atualizadas e corretas sobre o assunto, a Associação Brasileira de Cimento Portland e seus autores eximem-se de toda e qualquer responsabilidade quanto ao emprego dos princípios aqui estabelecidos, a qual é do próprio usuário.

Manual de Pavimento Urbano: Execução do concreto moldado In Loco  
©COPYRIGHT Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)  
Todos os direitos de reprodução ou tradução reservados  
pela Associação Brasileira de Cimento Portland

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento.  
Manual de Pavimento Urbano: Execução do concreto moldado in loco. Associação Brasileira  
de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2025. 43p.

Coordenação técnica e pesquisa:  
Engº Ricardo H. Moschetti

Desenvolvimento e concepção do conteúdo:  
Engª Elza Nakakura  
Engª Glécia Vieira

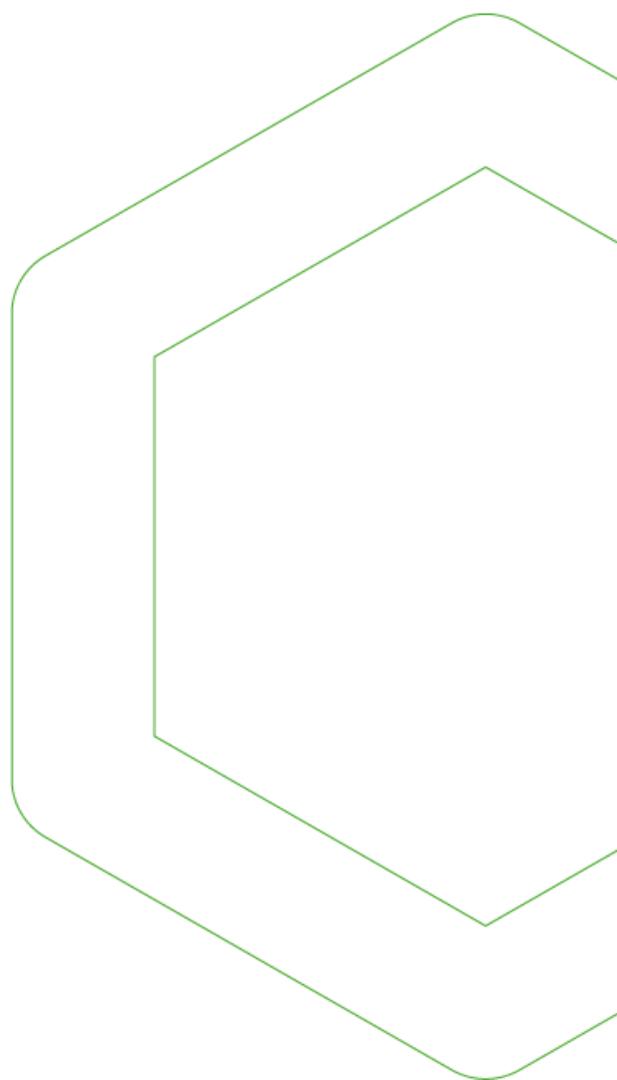
Revisão:  
Engº Alexander Maschio  
Engª Erika Mota

Colaborador:  
Engº Guilherme Capovilla Marchiori

Diagramação:  
Karen Correa

Fotos: Acervo da ABCP

Pavimento Urbano – Concreto  
concreto – execução



# INTRODUÇÃO

## PAVIMENTOS URBANOS: EXECUÇÃO DE PAVIMENTO DE CONCRETO

As cidades tem buscado soluções mais duradoras para pavimentação, diminuindo o gasto e a manutenção de ruas e avenidas. O pavimento de concreto tem sido uma alternativa, pois é mais durável que qualquer outra tecnologia do mercado e requer baixa manutenção ao longo de sua vida útil. Além disso, contribui com a redução do calor na cidade e melhora as condições de visibilidade das ruas, aumentando a segurança e reduzindo custos com iluminação.

Com objetivo de auxiliar as cidades na implantação do pavimento de concreto, esta publicação tem o objetivo de orientar a maneira mais adequada e conveniente as etapas de execução de pavimento de concreto nas vias urbanas. Busca-se compilar as diferentes técnicas, procedimentos e experiências sobre o assunto.

A execução deve seguir as orientações e especificações do projeto, buscando a racionalização de recursos, seja de materiais, equipamentos e/ou mão de obra, afim de obter a qualidade do pavimento de concreto, garantindo assim sua vida útil e de serviço ao usuário.

Para a execução de pavimentos urbanos, geralmente utiliza-se o sistema com formas fixas, pois se adaptam a várias tipologias de projetos e a logística de abastecimento no meio urbano. O foco da publicação será as boas práticas de execução das placas de concreto com formas fixas, considerando que as camadas de subleito, sub-base e base já estão liberadas conforme as normas vigentes.

Diante do exposto, serão abordadas as seguintes etapas:

- Requisitos para o preparo do subleito, sub-bases e bases;
- Equipamentos;
- Concretagem do pavimento;
  - Colocação das formas fixas;
  - Barras de transferência e ligação;
  - Preparo e transporte do concreto;
  - Lançamento do concreto;
  - Adensamento;
  - Acabamento superficial;
- Texturização;
- Cura;
- Juntas.



# PREPARO DA FUNDAÇÃO

Requisitos para preparação do  
subleito, sub-base e base

## Subleito

A uniformidade e estabilidade do subleito afetam diretamente a performance do pavimento ao longo do tempo, como também o seu processo de construção. Requisitos para preparação do subleito podem variar consideravelmente, dependendo do tipo de solo disponível, das condições ambientais e do tipo e quantidade prevista de tráfego que passará sobre este.

Em qualquer situação, o objetivo é obter um suporte uniforme que atenda à vida útil projetada do pavimento. As deformações desta camada ao longo do tempo, podem reduzir a vida do pavimento, portanto, é importante projetar e construir de maneira a garantir a durabilidade necessária.



Nesta fase a atenção também se dá à montagem e execução do plano cotado, que indicará todas as cotas do pavimento, desde a fundação até o topo do concreto.



Antes de iniciar o trabalho, verifique as condições do subleito, sem que haja camada vegetal, para assim que executado receber os materiais das camadas seguintes. É importante que o terreno não apresente águas superficiais, solos úmidos ou saturados, e estes não devem ser preparados até que sejam corrigidos.



É recomendável que as instalações de serviços, sejam executadas nas laterais, na faixa de serviço das calçadas, evitando a quebra do pavimento da via e da faixa livre da calçada para possível manutenção das instalações.

## Sub-bases e Bases

Certas condições críticas, como suporte heterogêneo ou inconstante, presença no subleito de finos plásticos ou solos muito suscetíveis a variações volumétricas, região úmida ou sujeita a épocas de grandes chuvas, cargas elevadas ou tráfego intenso requerem nos projetos de pavimentos de concreto, a construção de camada de sub-base estável sobre o subleito, de material não bombeável e homogêneo.

A base é a camada de material que encontra-se imediatamente abaixo das placas de concreto, podendo se necessário, através de critérios técnico-econômicos, receber outra camada, normalmente de material distinto, chamada sub-base.

As funções, tipos e especificações da sub-base e base garantem o bom comportamento e a durabilidade do pavimento de concreto como um todo. As bases e sub-bases podem ser construídas de materiais granulares, materiais tratados com cimento, ou outros aditivos como asfalto ou cal. Tal como acontece com os subleitos, as características mais importantes destas camadas são: a uniformidade e o suporte adequado.



Concreto rolado



Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)



Solo Cimento



Brita Graduada Simples (BGS)

Quanto mais nivelada a superfície da sub-base ou base, menores serão os riscos de fissuração inesperada do concreto, devida à restrição de sua movimentação por retração nas primeiras horas após a concretagem.



Recomenda-se que a tolerância quanto às cotas de projeto, quando verificadas pela régua de 3 m de comprimento, seja de  $\pm 3$  cm para diferenças localizadas.



- Verificar limpeza da pista;
- Eventuais correções de superfície;
- Teste dos equipamentos;
- Molhar a camada sobre a qual será executado o concreto simples, principalmente em dias de calor muito intenso.

## Impermeabilização e isolamento da fundação

Nos projetos de pavimentos de concreto é boa prática garantir que a fundação:

- Não absorva a água de amassamento do concreto; e
- Não impeça a movimentação horizontal do concreto, devida à retração volumétrica inicial.

Para tanto, deve-se colocar filme plástico sobre a fundação terminada, ou aplicar pintura betuminosa, no caso de uma superfície lisa e pouco absorvente, com uma taxa de aplicação entre 0,8 L/m<sup>2</sup> e 1,6 L/m<sup>2</sup>.

Os filmes plásticos deverão sobrepor-se em pelo menos, 10 cm no sentido longitudinal e 30 cm nas extremidades transversais, tomando-se cuidado para que não sofram rasgos ou furos durante a instalação ou se desloquem da posição antes da concretagem.

Em qualquer caso, com o emprego ou não de lençóis ou pintura, a superfície a receber o concreto deverá estar limpa, isenta de detritos, pedras, pó ou outras sujeiras.



Pintura betuminosa



Filme plástico



# EQUIPAMENTOS

Formas fixas

Para execução de pavimento de concreto em vias urbanas existem dois tipos de equipamentos:

- Pequeno porte
- Forma-trilho

## Equipamento de pequeno porte

Para concretagem com este tipo de equipamento utiliza-se basicamente:

- Formas de contenção lateral do concreto, preferencialmente metálicas, embora podendo ser de madeira ou mistas;
- Vibradores de imersão;
- Régua vibratória, com motor a gasolina e de deslocamento manual;
- Rolo giratório, elétrico ou a bateria;
- Régua acabadora;
- Serra de disco diamantado.

A produtividade desse conjunto varia, em geral, entre 100 e 200 m/dia.



Régua - treliça vibratória modular



Rolo giratório simples



Alguns rolos giratórios possuem três tubos acoplados no mesmo equipamento, realizando a acomodação, o nivelamento e o alisamento do concreto, em uma única passada. Alguns equipamentos possuem vibradores de imersão acoplados no sistema.



## Equipamento sobre Forma-trilho

De maior porte e produtividade que o anterior, esse equipamento de concretagem conta com as seguintes unidades:

Formas-trilho metálicas, para contenção do concreto fresco e servindo, ao mesmo tempo, como guias para a movimentação da unidade de adensamento, montada sobre rodas;



- Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria;
- Vibradores de imersão;
- Eixo rotor frontal;
- Vibro-acabadora, dotada de bitola ajustável;
- Acabadora diagonal, não tubular ou oscilante, de bitola ajustável;
- Serra de disco diamantado.

A produtividade do conjunto normalmente é de 250 a 350 m/dia.



# CONCRETAGEM DO PAVIMENTO

Colocação de formas  
Adensamento  
Acabamento

## Colocação das formas fixas

As formas ou moldes são elementos que definem a largura da faixa de pavimentação e sua altura determina a espessura do concreto a ser colocado. Neste sentido a colocação, nivelamento e fixação das formas é um dos trabalhos mais importantes nesta etapa de pavimentação.

As formas normalmente usadas são estruturas de chapa de aço com formato em L. As laterais podem possuir furos para a passagem das barras de ligação. A base tem furos ou dispositivos, em intervalos de 1 m, no máximo, que garantam a fixação do conjunto na superfície a concretar. Essa fixação faz-se em geral com ponteiros de aço ou de ferro.



Estrutura de chapa de aço com formato em L



Fixação e alinhamento das formas



Especificações dos moldes e das chapas metálicas:

- Chapa de aço com comprimento  $\geq 3,0$  m;
- Altura igual a espessura de projeto do pavimento (limite até  $\leq 5$  mm a menos);
- Espessura da chapa  $\geq 5/16"$  (7,9 mm) de maneira que suporte o equipamento vibroacabador;
- Deformação vertical máxima em face superior  $\leq 3$  mm ao comprimento de 3 m;
- Deformação horizontal máxima em face lateral  $\leq 6$  mm ao comprimento de 3 m.

As ponteiros de aço ficarão cravadas sob a camada de apoio, de maneira em que o conjunto de formas, possa resistir ao esforço lateral do concreto fresco e garantir a estabilidade destas formas, com a passada do equipamento vibroacabador.

O topo das formas coincidirá com a superfície de rolamento prevista, e orientada pela topografia, fazendo-se necessária a verificação de seu alinhamento e nivelamento.



Nas fixações das formas se incorporam cunhas para permitir um melhor posicionamento e nivelamento. O apoio deve ser contínuo e integral. Recomenda-se usar somente calços colocados transversalmente a elas, evitando assim futuras ondulações na superfície do pavimento, posto que o trânsito do equipamento provocará a flexão das formas entre os calços. Em seguida, preenche-se os vazios entre a base da forma e a fundação do pavimento com concreto magro/pobre. No caso em que a base tenha alguma imperfeição, pode-se distribuir areia para assentar firmemente os moldes.



Incorporação das cunhas e fixação das formas

Nas junções de moldes sucessivos o principal cuidado que se deve ter é manter o conjunto destes moldes alinhados e nivelados tanto na vertical como na horizontal, tendo seu encaixe ou travamento feito através de sistema macho e fêmea, ou parafusado.



Sistema parafusado



Formas alinhadas na vertical e horizontal

O assentamento das formas deve obedecer aos alinhamentos longitudinais e transversais determinados por marcos providos de centros de referência, postados a cada 40 m de ambos os lados da pista. Nos trechos em tangente, a distância recomendada nas curvas é de 10 m, no máximo.



Qualquer correção quanto ao alinhamento e o nivelamento das formas, seja, quando forem verificados desvios altimétricos superiores a 3 mm ou diferenças planimétricas maiores do que 5 mm com relação ao projeto, deve ser realizada antes do lançamento do concreto.

Assentadas as formas, segue-se a verificação do fundo da caixa com um gabarito que, nelas apoiado, detecte as necessárias correções pontuais na fundação. Quando especificada a lona plástica, essa será colocada após os eventuais acertos da superfície.



Deve-se controlar os níveis dos moldes instalados, para assegurar os níveis de caimentos transversais de projeto. Coloca-se um fio tensionado na altura do topo dos moldes de sentidos opostos e checa-se a espessura que será concretada em qualquer dos pontos intermediários da seção transversal.

Para o final de jornada deve-se prever formas para a localização da junta de construção. Nestas regiões conforme projeto e espessura do pavimento, as formas podem possuir furos para instalação das barras de transferência, que devem permanecer firmes e alinhadas após a concretagem.



Em curvas com raios menores ou iguais a 30 m deve-se usar moldes curvados ou flexíveis com raios adequados. Não se recomenda o uso de moldes de madeira em locais onde haja a passada de equipamentos vibratórios.



Formas flexíveis ou curvas

Antes da concretagem deve-se conferir o estado e manutenção dos moldes, pois estes devem estar limpos e sem restos de concreto endurecido, deve-se descartar ou consertar aqueles que apresentem amassados ou defeitos. Nos moldes deve-se passar desmoldante ou similar, compatível com o concreto a ser utilizado, para facilitar a retirada destes sem danificar o concreto quando endurecido. Logo após sua remoção os moldes, devem ser limpos para posterior reutilização.

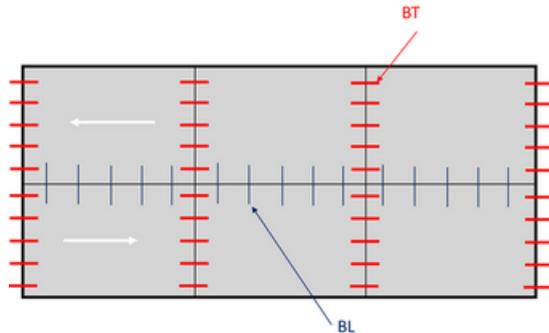
Os moldes devem ser removidos a partir do momento que o concreto estiver no estado endurecido, e sua remoção não deve prejudicar as bordas do concreto.



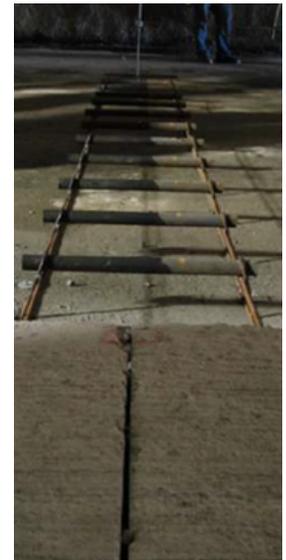
Não se deve permitir o tráfego de veículos ou equipamentos sobre a superfície pronta da fundação, como também após o assentamento das formas e a colocação do material de cobertura da fundação.

## Barras de transferência e ligação

Se o projeto especificar **o sistema de transferência de cargas e ligação entre placas**, deve-se ter o cuidado com a colocação e alinhamento destes, pois sua incorreta aplicação pode afetar e comprometer diretamente o desempenho do pavimento, podendo ocasionar patologias indesejáveis.



Projeto - barras de transferência (BT) e barras de ligação (BL)



Posicionamento correto das barras

As barras de transferência e de ligação podem ser posicionadas sobre treliças (gaiola), ou conjunto de estrutura com barras (ligação) em "L", fixadas manualmente na base antes da aplicação do concreto ou nas laterais das formas fixas que não tiverem furos de passagem.

O sistema de apoio das barras de transferência requer uma estrutura suficientemente firme para assegurar a indeformabilidade do conjunto, de modo que os equipamentos (régua, treliças ou vibro-acabadoras mais pesadas) possam realizar a terminação superficial do concreto, sendo fixados e cravados com pregos, pinos, ganchos ou estacas.



Suporte - barras de transferência (BT) e barras de ligação (BL)



Fixação das gaiolas

Quando especificadas em projeto, as barras de transferência, que são lisas, devem estar pintadas e engraxadas em metade de seu comprimento + 2 cm, assim, quando inseridas no concreto permanecerão não aderidas, promovendo a movimentação horizontal destas, devido a sua retração e expansão. As barras de ligação feitas de aço corrugado, não recebem nenhum tratamento, pois devem ficar aderidas ao concreto.



Barras pintadas e engraxadas

Para identificação da localização da junta transversal, antes da instalação das gaiolas, se crava uma estaca ou prego, fixando os pontos em cada um dos lados da faixa de concretagem com um respectivo sinal, identificando a real posição das barras de transferência. Esta marcação não pode ser removida ou movimentada, até se realizar a serragem da junta.



Marcação do posicionamento das barras

Após a realização da concretagem, com o concreto ainda no estado fresco, deve-se descobrir por amostragem, a camada superficial de concreto, verificando o final posicionamento de algumas barras, principalmente no início de jornada ou com algumas mudanças significativas nas condições de execução.



As armações (gaiolas) com a barras de transferência ou ligação, bem como o uso de armações com telas especificadas em projeto, podem dificultar o adensamento do concreto durante a passagem do equipamento. Algumas práticas indicam colocar concreto sobre os conjuntos da armação (gaiola) antes da passagem da máquina de pavimentação, assim eliminando os efeitos de pressão no conjunto.



# Preparo e transporte do concreto

## Características do concreto

As características do concreto devem atender aos requisitos mecânicos, como resistência à tração na flexão definida em projeto, aos requisitos de durabilidade, como a relação água-cimento prevista e a quantidade de ar incorporado, além da consistência, ou abatimento, que são requisitos inerentes à metodologia e equipamentos utilizados para a aplicação do concreto.



Resistência característica à tração na flexão



### Requisitos práticos para a dosagem do concreto:

- Consumo mínimo de cimento:  $C_{min} = 350 \text{ Kg/m}^3$ ;
- Relação água /cimento máxima:  $A/C \leq 0,50 \text{ l/Kg}$ ;
- Abatimento, determinado conforme a norma NBR NM 67, deverá atender às necessidades dos equipamentos a serem utilizados na execução do pavimento e às 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 50 mm, 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 47% e 53% ou de acordo com equipamento a ser utilizado na aplicação do concreto.



O abatimento do concreto está relacionado ao equipamento disponível para a execução das placas e à declividade da via. A trabalhabilidade do concreto com ou sem macrofibras deverá oferecer condições para distribuição, colocação, compactação e acabamento do concreto.



- Pavimentadora de régua vibratória ou rolo giratório com formas fixas:  $10 \pm 1 \text{ cm}$  a  $12 \pm 1 \text{ cm}$ ;
- Em alicive/declive acentuado:  $7 \pm 1 \text{ cm}$  a  $9 \pm 1 \text{ cm}$ ;

No caso de 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, além de ajustes na dosagem do concreto.



Recomenda-se a realização de pista teste no primeiro segmento a ser executado para avaliar as características do concreto, conforme o projeto, e o real desempenho do equipamento. Estabelece-se nesta avaliação os critérios de trabalho, metas e se confirma as práticas executivas.



## Transporte do concreto

Em geral nas pavimentações que utilizam formas fixas, o transporte é realizado por caminhões betoneira, já que facilitam a descarga em obra e sua velocidade de descarga é compatível com a produção dos equipamentos vibro-acabadores normalmente utilizados. Neste caso a mistura do concreto é feita no próprio caminhão.



Caminhão Betoneira



O equipamento de pavimentação deve ser alimentado com concreto de forma consistente, adequando o número de caminhões. Este número muitas vezes ditará a condução do equipamento vibro-acabador ou a velocidade de trabalho. Todo o ciclo de mistura, transporte e lançamento do concreto deve ser coordenado desde as condições e capacidade da planta de dosagem, mistura, distâncias de transporte e espera, e as capacidades do espalhador e do funcionamento do equipamento de pavimentação.



### Normalmente se segue as seguintes tolerâncias:

- Tempo de transporte: menor que 90 minutos, independentemente das condições de tráfego e da distância entre a central e o local da obra que contratou o serviço, considerado seu início a partir do momento que o cimento tiver contato com a água de amassamento;
- Tempo para início da descarga: menor que 30 minutos;
- Tempo para lançamento e adensamento: menor que 30 minutos.



ABNT NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central – Procedimento

## Lançamento do concreto

Na etapa de descarregamento deve-se fazer o controle do concreto no estado fresco, conforme o especificado no plano de qualidade do projeto. Deve-se verificar a trabalhabilidade e consistência desejada sem que exista evidências de segregação de seus componentes.



- Somente deverá ser lançado o concreto liberado pelo controle tecnológico;
- As amostras para moldar os corpos de prova, devem ser representativas e desconsiderar a primeira e última porção do caminhão (Betoneira);
- O concreto recusado pelo controle tecnológico deverá ser encaminhado ao bota fora;
- O tempo permitido entre a adição de água e o lançamento do concreto na via será de 1 hora para concretos confeccionados sem acelerador de pega.



### ABNT NBR NM 33: Amostragem de concreto fresco

O concreto deve ser lançado sobre a camada de apoio/superfície de maneira mais direta possível evitando sua segregação. Recomenda-se alturas de queda menores 1 metro.



Sempre que possível o caminhão deve ingressar na área de lançamento para buscar uma descarga frontal a seção de pavimentação, assegurando que o concreto se mantenha uniforme, e que este se distribua em todos os espaços no interior dos moldes.



Em algumas situações o lançamento pode ser realizado pela lateral da área a ser pavimentada.



Boas práticas de lançamento do concreto

Se a descarga for feita por um caminhão betoneira, recomenda-se que se faça um movimento em arco circular, com a bica de descarga distribuindo uniformemente a quantidade requerida.

Uma vez descarregado o concreto, os operários podem completar a distribuição de forma manual utilizando ferramentas tipo enxada. Desta maneira se assegura a distribuição de material em toda a frente do equipamento vibro-acabador.

Se o projeto contempla o uso de barras de transferência, ligação ou armaduras fixadas à base, é importante o acompanhamento da descarga do concreto sobre as mesmas, evitando o deslocamento com pisadas ou golpes.

A quantidade de concreto sendo lançado na frente do equipamento vibro-acabador deve estar controlado para garantir que não fique muito alto ou muito baixo.

Se o volume de concreto ficar muito alto, cria um aumento de pressão sob alguns equipamentos, podendo levanta-los, gerando um relevo incorrigível na superfície de pavimentação, comprometendo o conforto de rolamento.

Se há material insuficiente na frente da máquina de pavimentação, a superfície do concreto pode ficar vazia, criando pontos baixos ou buracos, sendo necessário o preenchimento com concreto na região falha e, em alguns casos, o retorno do equipamento na região já acabada.



Ondulações no concreto devido à altura do concreto



Vazios no concreto



O movimento do equipamento de pavimentação deve ser contínuo, com velocidade controlada e, se possível, até o final de jornada.

## Adensamento do concreto

Independente do tipo de equipamento de pavimentação que se utilize, no adensamento do concreto deve-se cuidar que:

- O grau de densificação do concreto seja o mais elevado e constante possível em toda a área em pavimentação;
- As bordas longitudinais, cantos e outras juntas recebam cuidados especiais, que não permitam a formação de vazios ou ocos;
- Na existência de barras de transferência, armadura de retração, caixas de inspeção e outras interferências no pavimento, tomem-se as mesmas precauções para evitar inadequada ou insuficiente densificação;
- Os vibradores de imersão devem ter o tamanho e potência compatíveis com a espessura de concreto a vibrar.



Recomenda-se o uso de vibradores de imersão para densificar as áreas adjacentes ao molde, como também seu uso em qualquer espessura de pavimento.

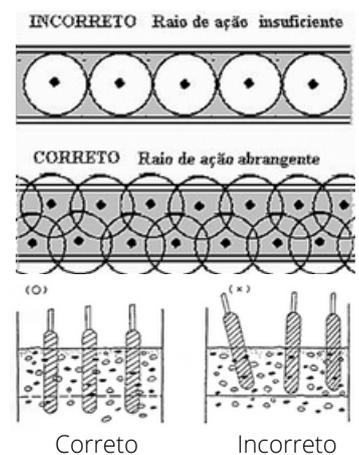


## Vibradores

Ao manejar o vibrador de imersão, é desejável que este penetre lentamente na massa de concreto, de preferência pela ação do próprio peso, até o fundo da camada que se deseja vibrar, e nunca atingindo a base.

O vibrador deverá ser mantido na posição vertical durante o tempo necessário, o qual varia de 5 a 15 segundos para concretos com abatimentos de 70 mm a 100 mm. Considera-se 10 segundos, tempo suficiente para obter o adensamento da mistura.

Após o tempo de vibração, deve-se retirar o vibrador lentamente, e verificar se o furo causado pela presença do vibrador na massa se fecha. No caso de permanecer ainda um pequeno vestígio, deve-se inserir o vibrador próximo ao furo até que a massa fique uniforme. Este fenômeno poderá ocorrer também na última inserção, quando então, ao ser retirado o vibrador, deve-se dar um movimento de vaivém no equipamento, corrigindo o problema.



A sequência de operações de adensamento se descreve a seguir:

a) **Equipamento de pequeno porte:**

- aplicação dos vibradores de imersão;
- aplicação da régua, treliça vibratória ou rolo giratório.

b) **Equipamento sobre forma-trilho:**

- aplicação dos vibradores de imersão;
- regularização da superfície com o eixo rotor frontal ou dispositivo equivalente;
- aplicação da vibro-acabadora.

Independentemente do tipo de equipamento, deve-se operá-lo de forma contínua, com o menor número possível de paradas. Para isso, deve-se haver uma completa coordenação entre a produção, o transporte, o lançamento, o espalhamento e o adensamento do concreto, de modo que o progresso da pavimentação tenha boa uniformidade e constância.

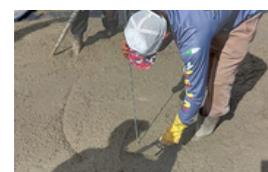
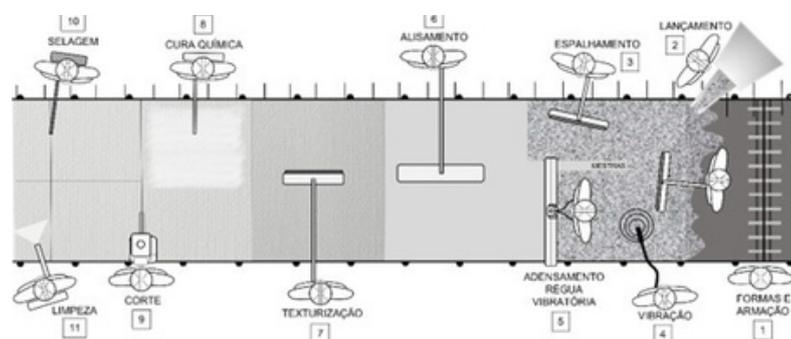
As régua, principalmente as treliçadas, e rolos, são apoiados sobre as formas fixas, e são deslizados sobre estas de forma manual, em sentido único, e conforme seu peso, mediante a ajuda de um guincho manual ou outro dispositivo compatível. Em alguns casos o apoio é feito sobre o concreto endurecido de outra faixa já concretada, tomando o cuidado em não danificar suas bordas. Taliscas-guias removíveis também podem ser usadas sob a passagem do equipamento vibro-acabador, sendo necessário logo após a passagem do equipamento, a remoção da guia e o rápido preenchimento com concreto.

Qualquer depressão observada após o adensamento deverá ser imediatamente corrigida com o concreto fresco. Jamais é permitido o uso de argamassa para esse fim.

Quando a utilização de régua vibratória, atentar ao nivelamento e as guias mestras para apoio do equipamento.



Em alicive/declive concretagem de baixo para cima



Recomenda-se usar pontes de serviço que possibilitem a movimentação do pessoal sobre a pista em construção, evitando-se o trânsito de operários sobre o concreto, seja antes ou depois do acabamento.

Poços de visita, grelhas, bocas-de-leão (bueiro), e outras interferências poderão estar na área de concretagem, e devem possuir armaduras em seu entorno, definidas em projeto. As bordas das interferências podem ser concretadas antes ou depois (em moldes particulares criando elementos independentes), ou em conjunto com a concretagem da faixa envolvida, ficando sem colarinho.



## Acabamento do concreto

Logo após a passagem do equipamento vibro-acabador verifica-se a regularidade superficial do concreto através da passagem de uma régua de alumínio de 3 m de comprimento, para assim corrigir as imperfeições detectadas ainda com o concreto fresco.



Esta aferição deve ser realizada desde o início ou partida da concretagem, inclusive considerando a região onde haja a junção de um concreto já endurecido com o concreto fresco, sendo esta uma área com grande possibilidade de desníveis. Todo e qualquer desnível deve ser corrigido imediatamente através de colocação de mais material ou por raspagem.



Réguas convencionais



O acabamento deve ser executado logo após a passagem do equipamento vibro-acabadora e antes que ocorra o início do endurecimento do concreto.

O acabamento final 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.



Rodo de corte



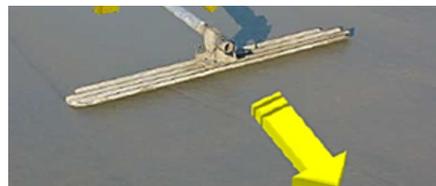
Float

Para o melhor resultado no procedimento, o profissional deve estar em uma das laterais da faixa concretada e arrastar a ferramenta de forma contínua considerando a posição perpendicular ao eixo do pavimento transversal.

A força de arraste do float deve considerar apenas o próprio peso da ferramenta. Deve-se sobrepor ao menos 10 cm da passada anterior para não deixar imperfeições na superfície.

O número de passadas mínimo deve ser suficiente para reparar os ajustes necessários, podendo estes em demasia prejudicar a resistência superficial do pavimento.

É importante lembrar que nesta etapa não se deve molhar a superfície do concreto fresco com água para facilitar o acabamento, pois isso altera a relação água/cimento da superfície e gera um alto desgaste superficial e descamação do concreto.



Ressalta-se que o emprego da régua metálica de 3 m (rodo de corte), embora não seja obrigatório, tem-se mostrado bastante eficaz na eliminação de pequenas ondulações que porventura tenham ocorridas na superfície do concreto, quando da passagem da acabadora, aumentando assim o conforto de rolamento superficial do pavimento.

O emprego do rodo de corte é fundamental nas juntas transversais de construção.



## Condições climáticas

A qualidade do concreto é fortemente impactada pelas condições ambientais, principalmente ligadas a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, como também, danos podem ser causados pelos impactos diretos das chuvas. Diante das condicionantes climáticas é necessário alguns cuidados para evitar patologias.

Em tempos quentes, principalmente na aplicação do concreto, a temperatura deve permanecer até 32°C, sendo que temperaturas acima disto aumentam a probabilidade de patologias no pavimento.

Alguns cuidados ajudam a diminuir a ocorrência de fissuras por retração plástica:

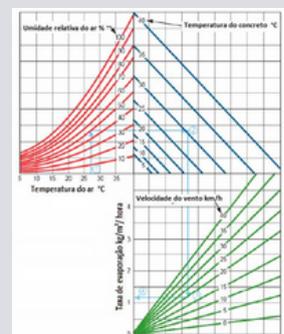
- Umedecer os agregados secos e absorventes;
- Manter a temperatura do concreto baixa, esfriando os agregados e a água de amassamento;
- Umedecer a camada de base ;
- Utilizar quebra-ventos temporários para reduzir a velocidade do vento;
- Utilizar quebra-sóis temporários para reduzir a temperatura superficial do concreto;
- Trabalhar em horários alternativos à diminuição de temperatura.



A taxa de evaporação deve ser reduzida, pois a falta de cuidados gera perda de umidade, podendo ocasionar particularmente problemas referentes a secagem superficial e fissuração no estado plástico.

Taxa de evaporação < 0,5 (L/m<sup>2</sup>/h) probabilidade de nenhuma fissura

Taxa de evaporação 0,5 - 1,2 (L/m<sup>2</sup>/h) probabilidade de alguma fissura



Uso de manta em clima frio



Uso de proteção na chuva

Em tempos frios, considerado aqueles que a temperatura média diária está abaixo de 5°C, o processo de hidratação fica mais lento, aumentando o tempo de endurecimento e ganho de resistência do concreto e, aumentando o risco de fissuração plástica.

Sempre é necessário se programar prevendo possibilidade de chuva, principalmente em épocas de chuvas fortes ou torrenciais. Se o concreto aplicado ainda não endureceu, sugere-se cobrir a superfície com filmes plásticos ou mantas geotêxteis.

# TEXTURIZAÇÃO

Tipos de Texturas  
Práticas de Execução

## Texturização

A textura superficial de um pavimento de concreto, tem como principal objetivo garantir resistência ao deslizamento adequada, para alcançar níveis de segurança de trânsito, de acordo com o uso e classificação da via. Através do arraste de alguma ferramenta sobre a superfície do concreto, no estado fresco, podemos determinar as condições de resistência ao atrito e derrapagem.

Para velocidade acima de 60Km/h, recomenda-se a profundidade média de textura superior ou igual a 0,6mm até 1,2mm, medidas através do ensaio de círculo de areia (mancha de areia).

A texturização deve ser executada imediatamente após a fase de acabamento do concreto.



Em algumas situações, como vias de tráfego leve e baixa velocidade, a **textura é opcional**.

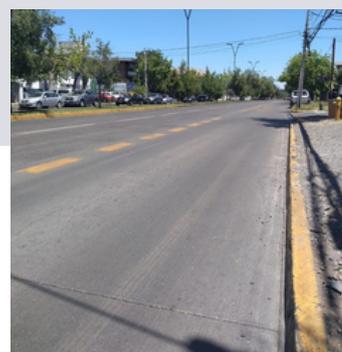
A texturização pode ser transversal ou longitudinal, de acordo com a situação da via, definida em projeto.



Sem texturas



Textura transversal



Textura longitudinal

## Tipos de texturização:

### Textura com escova (vassoura)

Este procedimento permite criar pequenas cristas, através da passagem de escova no sentido transversal ou longitudinal. As cerdas utilizadas podem ser de polipropileno ou nylon.

Esta técnica alcança a profundidade de textura para todas as condições de tipo de tráfego.

Deve-se tomar o cuidado de não ter material aderido nas cerdas para que a textura seja mantida uniforme.



## Textura com tecido de juta

Uma simples forma de realizar uma leve texturização, é o arraste de um tecido de juta sobre a superfície recém aplicada do concreto. Este processo forma uma textura longitudinal de baixo ruído e moderado coeficiente de atrito. O procedimento se inicia após o alisamento final do concreto. Durante a sua jornada de uso, é importante mantê-lo úmido e limpo. Este tecido pode ser usado com uma ou um conjunto de dobras, ou com suas pontas desfiadas. A profundidade de textura deste procedimento fica em torno de 0,2 a 0,4 mm.



Passagem em forma de ondas

## Textura com carpete de grama sintética

De procedimento similar ao anterior (tecido de juta), o arraste com um carpete de grama sintética pode produzir uma profundidade maior, sem elevar o nível de ruído, o que pode aumentar levemente o coeficiente de atrito do pavimento. Normalmente, se recomenda carpetes com peso mínimo de 2350 g/m<sup>2</sup> e comprimento de pelo de 15 a 25 mm. Para o aumento de profundidade de textura se recomenda agregar peso sobre o carpete.



## Textura com pente metálico

Consiste no arraste de um pente metálico ou de plástico, no sentido transversal ou longitudinal do pavimento. Esta técnica gera uma série de sulcos sobre a superfície do pavimento e sua principal vantagem é o alcance de bons índices do coeficiente de atrito com alta durabilidade, atingindo as profundidades necessárias para qualquer tipo de tráfego. Caso se realize o arraste no sentido transversal, a técnica favorece o escoamento da água para as laterais do pavimento, diminuindo a formação de lâminas de água, e melhorando a resistência ao atrito, como também favorecendo regiões de aclave e declive.

Na utilização da técnica na longitudinal, uma vantagem é a diminuição do nível de ruído, e aumento da segurança em curvas.

Para um melhor resultado desta técnica, deve-se realizar uma pré-textura com tecido ou carpete.

Para textura com pente se deve verificar:

- Pente com dentes espaçados uniformemente a cada 13mm, ou para redução de ruídos espaçamentos variáveis de 10 a 50 mm;
- Profundidade de 1 a 3 mm;
- Largura dos canais com 3 mm.



Cuidados para manter uma textura uniforme:

- Mão de obra (evitar alternância);
- Limpeza constante das cerdas.



# CURA

Tipos de Cura  
Aplicação

Os pavimentos de concreto por possuírem grandes áreas de exposição ao ambiente, necessitam o mais cedo possível de medidas de cura para manter a hidratação do cimento e garantir suas propriedades, conforme requeridas no projeto. Utiliza-se técnicas de proteção do concreto, buscando-se manter as condições de umidade e temperatura, evitando sua secagem e favorecendo seu ganho de resistência e durabilidade.



A execução inadequada de cura, sua ausência ou insuficiência, podem comprometer o desempenho do pavimento, como: a formação de fissuração plástica ou retração por secagem e perda no desenvolvimento de resistência do concreto ao longo do tempo.

Existe uma variedade de sistemas e produtos de cura para pavimento de concreto, incluindo névoa de água, lençóis de tecidos úmidos, lona plásticas e cura química.

## Cura Química

Dentre os produtos existentes, os mais habituais a serem utilizados são os compostos líquidos formadores de membranas, pois formam uma pele sobre a superfície do concreto reduzindo a taxa de perda de umidade, sem danificar a textura superficial.

O composto deve ser aplicado o mais rápido possível após a saída do brilho de água da superfície, normalmente logo após a texturização.

Para uma boa cura, a aplicação deve ser homogênea em toda a superfície, pois alguns pontos sem material ou com taxa menor que o previsto, podem aumentar a evaporação da umidade do concreto.

**O uso de composto com material branco, contribui para a visualização da cobertura feita pelo processo de aplicação. O pigmento também reflete a radiação solar que aquece em excesso a superfície do concreto.**

O cobrimento deve ser tanto sobre a parte superior como nas arestas verticais de concreto moldado.



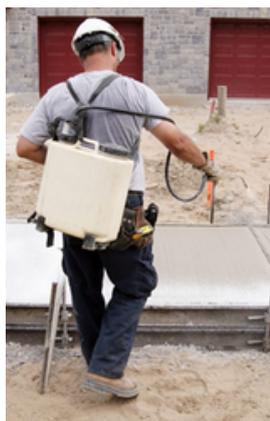
**Aplicação em grandes áreas:** é recomendado o uso de equipamento de pulverização com aplicação uniforme do composto. Bicos de pulverização e anteparo de proteção devem ser previstos, para evitar que o vento espalhe e perca o composto.

**Aplicação em áreas menores:** utilizam-se de equipamentos pulverizadores manuais costais.

**É importante a limpeza constante dos bicos**



Aplicação mecânica



Aplicação manual



Um composto líquido formador de membrana deve atender à ASTM/C309, com consumo mínimo recomendado pelo fabricante, na ordem de 0,4 l/m<sup>2</sup>.



**Bordas laterais:**

- Para formas fixas, após a remoção das formas, aplica-se uma segunda demão cobrindo as laterais verticais.

## Cura com filme plástico

Filmes plásticos também podem ser usados como cura, geralmente como complementos de cura química, para facilitar em dias frios ou proteger a superfície em dias de chuva. Devem ter uma espessura mínima de 50 micras e permanecer no mínimo 7 dias.



# JUNTAS

Tipos  
Corte  
Selagem

O papel das juntas nos pavimentos de concreto simples é essencial ao seu bom comportamento futuro; são os pontos fracos dos pavimentos e, como tal, requerem precauções e precisão tanto no projeto, que estabelece o tipo e a localização, quanto na sua execução.

Os pavimentos de concreto simples possuem diferentes tipos de juntas que delimitam a superfície das placas e cumprem diferentes funções. As juntas podem ser de contração, construção ou expansão.

## Juntas de contração

Juntas de contração são específicas para o controle de fissuras. O princípio do processo é fazer um corte primário para o controle de fissuração. O método mais utilizado para este tipo de junta, consiste em um corte com disco de serra para concreto endurecido. Vários tipos de serra podem ser utilizados para cortar as juntas. Para a maioria das juntas transversais e longitudinais de contração, são utilizadas serras de lâmina única (diamantada ou abrasiva), que possibilitem uma única passada, podendo este corte ser por via úmida ou seca.



A localização das juntas devem ser identificadas de forma precisa, principalmente em pavimentos que possuem barras de transferência, de modo que estas funcionem corretamente.

As marcações das juntas transversais são feitas através de pontos, marcas ou linhas, antes ou ainda no concreto fresco, e antes do período de início de corte, servindo de guia para o operador do equipamento de corte.



Para as juntas longitudinais, as linhas de demarcação são feitas com o concreto endurecido, a partir do momento que o profissional de marcação possa estar sobre o pavimento, sem danificar sua superfície.

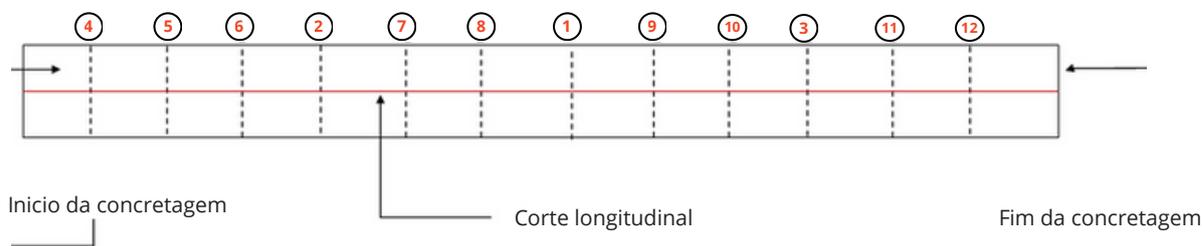


## Plano de corte

Neste plano deve-se prever todos os procedimentos, equipes e equipamentos necessários para a execução do conjunto de cortes do pavimento. A equipe de produção apoiada pela equipe de projetos, deve prever o plano de cortes considerando as seguintes condições:

- Propriedades do concreto (início de pega do cimento...);
- Projeto Geométrico do pavimento (juntas);
- Projeto do reservatório das juntas (dimensões);
- Área de intervenção e metragem linear das juntas;
- Períodos previstos para concretagem;
- Períodos previstos para o corte (manhã, tarde, noite, madrugada);
- Regras locais sobre possibilidade de corte em certos períodos;
- Condições climáticas local (temperatura);
- Informações técnicas sobre os equipamentos e ferramentas, de marcação e produção dos cortes;
- Equipamentos complementares para o corte (energia, geradores, iluminação, água);
- Profissionais de produção disponíveis na região.

Para obras com alta produção de corte, nas juntas transversais, são utilizadas duas serras, a primeira para os cortes nos meios da área definida concretada, começando por uma junta central, e na sequência pela região com concreto mais antigo e alternando com a outra área gerada pelo corte central, afim de diminuir as tensões de tração nestas áreas, e a segunda serra nas áreas intermediárias destas. Na sequência faz-se os cortes longitudinais também iniciando pela junta central.



Exemplo de plano de corte



O Ideal é iniciar a execução dos cortes primários de juntas o quanto antes possível, para permitir que todas as juntas possam ser cortadas dentro do período previsto. Isto deve estar identificado no plano de corte.

## Tempo de corte

O tempo de corte ou janela de corte, é o período após a aplicação do concreto, no qual o pavimento pode ser cortado. Começa quando a resistência do concreto é suficiente para não haver deslocamento de material das bordas de juntas, formadas após o corte da placa de concreto, e podendo suportar o peso do equipamento e do profissional que realizará o corte, como também os danos causados à superfície do concreto no manuseio ou arraste deste equipamento, e termina quando fissuras aleatórias imperceptíveis começam a ocorrer.



Tempo de corte ideal



Fissura por atraso de corte



O tempo para o corte normalmente varia entre 6h e 12h após a concretagem, dependendo dos materiais, principalmente do cimento e das condições ambientais.

Na prática, para definir o tempo de corte, arranhe a superfície do concreto com uma lâmina ou faca. À medida que a superfície endurece, a profundidade do risco diminui. Se o arranhão remove a textura do concreto, ainda é cedo para o corte.



Os cortes primários devem ser realizados com profundidade projetada mínima entre 1/4 e 1/3 da espessura das placas de concreto para juntas transversais, e preferivelmente 1/3 da espessura das placas para juntas longitudinais. A profundidade dos cortes secundários, serão definidos conforme as condições necessárias para a preparação do reservatório de selagem das juntas prevista em projeto.

A espessura dos cortes primários normalmente possui 3 mm e a dos secundários serão definidas conforme as condições necessárias para a preparação do reservatório de selagem das juntas, sendo estes normalmente realizados com no mínimo 6 mm para as juntas de contração.



Em situações específicas, de projetos mais esbeltos, pode haver apenas um único corte com espessura de 2 mm sem a necessidade de posterior selagem.

## Corte no estado fresco do concreto

Em algumas situações especiais, na qual não seja possível a realização dos cortes do concreto no estado semi-endurecido e o pavimento projetado encontra-se em regiões de baixa velocidade de tráfego, pode-se considerar como alternativa a execução de juntas com o concreto no estado fresco.

Na prática, no local da junta já demarcada, se realiza um risco de baixa profundidade com ferramenta metálica de espessura apropriada para posterior penetração de um elemento de junta, normalmente de polietileno ou PVC, que será penetrado através de leves golpes até sua profundidade final e que fique o mais raso possível com a superfície do pavimento.

Esta peça ficará permanente dentro do concreto. Na região de penetração do elemento de junta, se faz uma leve vibração no concreto para poder se remoldar o conjunto e buscar o melhor acabamento possível na superfície do pavimento. A profundidade do elemento deve permanecer na condição de 1/3 da espessura do pavimento, se assim projetado. Se recomenda-se a utilização do elemento de junta com espessuras entre 4 e 5 mm e o comprimento deve ser o mesmo da largura da via, para juntas transversais.



Execução do corte



Polietileno ou PVC

## Juntas de construção

Juntas de construção são consideradas aquelas que resultam da união de dois concretos que são manuseados em momentos distintos, podendo estas ser formadas na transversal ou longitudinal.

É importante fazer um bom acabamento na junção do concreto no momento da finalização da concretagem, assim como na retirada da forma para garantir o nivelamento da próxima concretagem. O nivelamento é conferido com uma régua de 3 m de comprimento.



Ao fim de cada jornada de trabalho ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. No caso em que não for possível coincidir com a junta transversal mais próxima, deve-se executar uma junta de emergência, definida em projeto, paralisando a concretagem com uma forma provisória que garanta as especificações desta placa.



Junta de construção transversal

Juntas de construção longitudinais são executadas quando a largura total da pista é construída por mais de dois momentos distintos de concretagem ou por faixas. Se o projeto prever barras de ligação a forma deve conter perfurações para manter estas barras posicionadas.



Junta de construção longitudinal



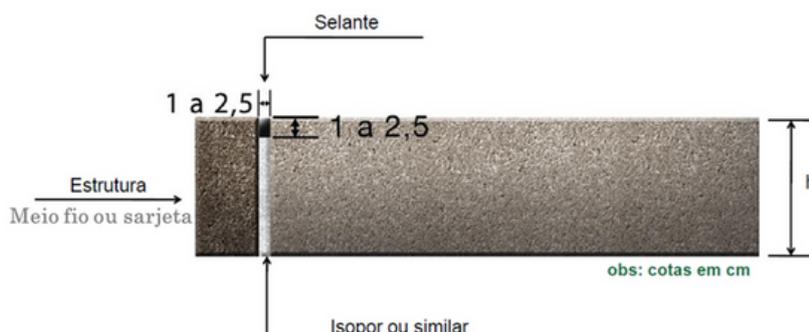
Quando se executa uma faixa vinculada a uma faixa já existente, as juntas transversais da faixa anterior devem ser protegidas com filme de polietileno. Evitando-se a manifestação de fissuras por reflexão na nova faixa durante as primeiras horas de vida do concreto.



## Juntas de expansão

Juntas de expansão são necessárias para permitir movimentos diferenciais entre áreas pavimentadas ou contra estruturas fixas.

Normalmente estas juntas possuem espessura mínima de 20 mm, onde se introduz, conforme projeto, um elemento de junta pré-formado compressível e não incorruptível, no qual servirá de anteparo ao concreto em execução. Este ocupará o espaço entre o apoio e o selante da junta.



## Selagem

A selagem das juntas, quando especificada em projeto tem o objetivo de minimizar a infiltração de água superficial e prevenir a entrada de material incompressível em camadas do pavimento. Existem vários tipos de materiais para selagem de juntas em pavimentos de concreto. Estes possuem forma líquida ou pré-fabricada. O material selante é definido no projeto.



Selante a frio



Selante pré-fabricado

As práticas obedecem à seguinte sequência:

- Verificação do selante especificado e das recomendações do fabricante;
- Verificação da conformação do reservatório do selante;
- Limpeza das juntas.

Após o corte, os sulcos destinados a receber o material selante devem ser completamente limpos, empregando-se para isso ferramentas com ponta de cinzel que penetre na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros ou jato de ar comprimido, ou de água.



Limpeza com jato de água



Limpeza com jato de ar



Para a aplicação do selante, as juntas devem estar sãs, limpas e secas. Juntas porventura esborcinadas deverão ser recuperadas antes de serem seladas.

## Cordão de respaldo

A colocação do corpo de apoio ou tarucel no fundo do reservatório do selante deve ser realizado com o auxílio de ferramenta com ponta em roldana (tipo cortador de pizza) ou com gabarito metálico apropriado.

O cordão de respaldo, normalmente em polietileno expandido, deve ter uma espessura 25% maior que o tamanho da junta e resistir as temperaturas do material selante. Este é introduzido por pressão para o fundo do reservatório.



## Aplicação do selante a frio

Devido a suas propriedades, são altamente indicados para a selagem de juntas de pavimentos, dado sua alta resistência as intempéries, sua elasticidade e recuperação de forma, e seu baixo módulo de deformação. Silicones de baixo módulo fazem parte deste grupo e possuem uma expectativa de vida de aproximadamente 10 anos, quando bem aplicados, conforme garantia de fabricantes.

Aplicar com bisnaga própria do fabricante, caso fornecida, ou com ferramenta similar para tal finalidade, cuidando para que não extravase da junta e suje suas laterais, o que obrigará uma limpeza, removendo-se todo o material nela derramado.



O nível do selante deve ser ligeiramente inferior ao nível da superfície do pavimento, com concavidade de cerca de 1 mm, evitando-se, assim, sua extrusão pelo tráfego.



## Aplicação do selante pré-moldado

Deve ser contratada empresa especializada que detenha a tecnologia de aplicação deste tipo de material.

Há várias espécies de selantes pré-moldados, citando-se como exemplo o poliuretano, o polietileno e as cortiças. Os perfis pré-fabricados possuem saliências laterais, em estrias, para receber aplicação de produto adesivo e propiciar melhores condições de aderência com as paredes da junta. Este selantes são excelentes para evitar a penetração de incompressíveis e, por sua alta compressibilidade e elasticidade, tem excepcional atuação em juntas de expansão.



## Operação de selagem

A operação de selagem deve ser executada nos períodos mais frios do dia, quando o concreto está mais retraído e, por conseguinte, as juntas mais abertas, garantindo-se a colocação de quantidade suficiente de selante e sua aderência às paredes da junta, pois estará praticamente todo o tempo sendo comprimido. Recomenda-se que a selagem seja executada com o concreto nas idades mais avançadas (mínimo de 7 dias), quando o cimento não for de alta resistência inicial, cujo prazo cairia para 3 dias.

No caso de cimento pozolânico, a idade mínima deve ser 28 dias. Salienta-se também que umidade relativa do ar mais baixa é importante para o sucesso da selagem, posto que concreto úmido e ambiente úmido são desfavoráveis à aderência do material selante às paredes da junta.



Para garantir melhor a performance do material selante, é sempre importante respeitar as recomendações dos fabricantes.



### Conformação do reservatório do selante

O primeiro corte é executado com 3 mm de largura. O segundo corte, para conformação do reservatório do selante, é executado com largura máxima de 6 mm e profundidade tal que, após a colocação do corpo de apoio, o reservatório fique com profundidade útil máxima de 12 mm.

O fator de forma máximo do reservatório (relação profundidade/largura) é igual a 2, para o bom desempenho da futura selagem.

Também pode-se executar a junta com um único corte, com dois discos de 3 mm acoplados, ou mesmo com um só disco de 5 mm, em toda a profundidade da junta, evitando-se o risco de danificar a junta por má operação da serra durante o 2º corte.

## Referências Bibliográficas

CALO, Diego - Manual de Pavimentos Urbanos de Hormigón - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Instituto del Cemento Portland Argentino, 2016.

CARVALHO, M. D. - Pavimentos Viários de Concreto.

CARVALHO, M. D. - Os dez mandamentos dos pavimentos rígidos. Associação Brasileira de Pavimentação (ABPv). Reunião de Pavimentação Urbana, 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) - Pavimentação - Regularização do subleito - Especificação de serviço - NORMA DNIT 137/2010 - ES. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) Pavimentação - Reforço do subleito - Especificação de serviço - NORMA DNIT 138/2010 - ES. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) Pavimento rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte - NORMA DNIT47/2004 - ES. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) Pavimento rígido - Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte- NORMA DNIT. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2010 - NORMA DNIT. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2010.

DNIT 048/04 - ES. - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) Pavimento Rígido - Execução de Pavimento Rígido Com Equipamento de Fôrma-Deslizante - NORMA DNIT 048/2013 - ES. Rio de Janeiro, IPR DNIT, 2010.

FOGANHOLE, L. - Pavimentos rígidos: Execução de pavimentos de concreto. Curso Avançado de Pavimento de Concreto (ABCP). DNIT, Aracaju/SE, 2010.

IECA - Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. - Diseño y ejecución de juntas en pavimentos y soleras de hormigón. Madri, 2013.

MASCHIO, Alexander - Pavimentos Urbanos de Concreto: Execução de pavimentos de concreto. Curso de Pavimento de Concreto (ABCP). Curitiba/PR, 1998.

PITTA, Márcio Rocha - Construção de pavimentos de concreto simples -Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). São Paulo/SP, 2020.

TAYLOR, Peter - DAM, Tom Van, SUTTER, Larry, and FICK, Gary - Materials and Construction Practices for Concrete Pavement: A State-of-the-Practice Manual -National Concrete Pavement Technology Center - Federal Highway Administration Transportation Pooled Fund. Washington, 2019.

soluções:  
para cidades

