

Para assegurar a qualidade das estruturas de concreto, como durabilidade, acabamento, segurança, resistência a intemperismos, é fundamental que se faça o recebimento correto do material que chega em diversas etapas nos caminhões-betoneira. Esses procedimentos são fartamente previstos em normas técnicas, manuais nacionais e internacionais, além de práticas recomendáveis compiladas por empresas de serviços de concretagem e associações destinadas à divulgação do uso correto do concreto.

Além dos procedimentos de recebimento, a correta avaliação do material em laboratório depende da observação das etapas recomendadas para retirada das amostras e posterior transporte, respeitando-se quantidades, condições climáticas e estado geral dos equipamentos e ferramentas demandadas.

Neste artigo, em forma de "melhores práticas", nós, autores e profissionais do grupo Falcão Bauer, relacionamos esses procedimentos a serem seguidos, de forma ilustrada, para se garantir o bom recebimento do concreto em obra e a destinação em seguida para os laboratórios onde serão feitos os ensaios de rompimento. O artigo segue em sentenças para facilitar a leitura e compreensão. As normas de recebimento, teste de abatimento e moldagem de corpos de prova (NBR NM 67 e NBR 5738) foram resumidas a tópicos para fácil entendimento.

Uma questão não abordada no artigo, mas que deverá ser alvo de preocupação do construtor refere-se à escolha do laboratório, que deverá ser pautada por critérios como: acreditação do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial); qualidade dos equipamentos; controle de qualidade laboratorial e treinamento profissional.



Figura 1 - Recebimento do concreto e conferência dos dados da nota fiscal



Figura 2 - Coleta de amostra para verificação do abatimento (slump)

Recebimento

Ao receber a nota fiscal do concreto, são verificadas as seguintes informações:

- 👤 Nome e endereço da obra onde está sendo entregue o concreto.
- 👤 Número do lacre do caminhão-betoneira.
- 👤 Horário de carregamento.
- 👤 Tipo de lançamento (bombeado ou convencional).
- 👤 Diâmetro máximo do agregado utilizado na mistura.
- 👤 Abatimento especificado (medidas em milímetro) e f_{ck} solicitado (MPa).
- 👤 Cimento utilizado, consumo, marca, tipo.
- 👤 Aditivo utilizado.
- 👤 Traço do concreto em volume (m^3).

Enquanto são verificados esses itens, o caminhão-betoneira deve "bater" o concreto por quatro a cinco minutos.

Após essa verificação é realizado o ensaio de abatimento, antes do descarrego do concreto, a fim de se conferir se o produto está dentro das especificações da nota fiscal.

Por que se mede o abatimento?

Sabemos que quanto mais água se coloca no concreto, menor resistência ele terá, além de ter suas características modificadas, como tempo de cura, porosidade etc. A adição de água deve ser controlada, pois um concreto no qual tenha sido adicionada água além da quantidade prevista, não deverá ser utilizado.

O ensaio de abatimento nos permite saber se foi ou não adicionada água além da prevista.

Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67)

🧑‍🔧 O local dos ensaios deve ser plano, sem vibrações e regular; se necessário utilize areia para regularizar o piso.

🧑‍🔧 A amostra deve ser coletada em um recipiente não absorvente, sem furo (para não perder nata), limpo (o carrinho não deve conter terra, óleo etc.) e previamente umedecido.

🧑‍🔧 A quantidade de material coletado deve ser pelo menos 1,25 a 1,50 vezes (mínimo) a quantidade necessária para realização do ensaio (abatimento 5,5 l).

🧑‍🔧 A amostra é coletada após a adição total de água na betoneira e do primeiro concreto homogêneo ao sair da betoneira.

🧑‍🔧 Homogeneíze a amostra com o uso de colher e concha antes de iniciar o ensaio.

🧑‍🔧 O tempo entre a coleta e início do ensaio de abatimento deve ser de aproximadamente cinco minutos.

Nota: o concreto que apresentar um diâmetro máximo de agregado superior a 38 mm deve ser passado pela peneira de 38 mm para eliminação de eventuais pedras retidas nessa malha.



Figura 3 - Ensaio de abatimento (slump)



Figura 4 - Medida do abatimento (resultado em mm)

Equipamentos utilizados no slump test e abatimento do tronco de cone

🧑‍🔧 Molde confeccionado em chapa metálica com pelo menos 1,6 mm de espessura, em forma de tronco de cone reto, 300 mm de altura, base superior e inferior abertas com diâmetro de 200 e 100 mm respectivamente.

🧑‍🔧 Placa metálica de base para apoio do molde.

🧑‍🔧 Haste de socamento: barra de aço reta, com 600 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro, superfície lisa, seção transversal e extremidade de socamento semiesférica.

🧑‍🔧 Concha para recolhimento do concreto, confeccionada em aço ou outro material não absorvente.

🧑‍🔧 Trena metálica, carrinho, colher de pedreiro e balde com água.

Como realizar o ensaio "in loco"

🧑‍🔧 Na camada inferior (primeira camada), é necessário inclinar levemente a haste de socamento e efetuar cerca da metade dos golpes próximos à parede interna do molde. No adensamento das camadas restantes, a haste deve penetrar até ser atingida a camada inferior.

⚠ Após o adensamento, retirado o complemento, o excesso de concreto deverá ser removido com auxílio da própria haste de socamento ou colher de pedreiro, de forma que a superfície do concreto fique nivelada com a extremidade superior do molde.

⚠ A desmoldagem será efetuada elevando-se o molde pelas alças, cuidadosamente, na direção vertical com velocidade constante e uniforme, num tempo compreendido entre cinco e dez segundos.

⚠ O tempo previsto para o enchimento e retirada do molde é de dois minutos e meio.

⚠ O molde é colocado sobre abas, com auxílio da haste de socamento apoiada sobre o molde, mede-se a distância, em milímetros, entre a haste de socamento e o centro da amostra. Essa distância equivale ao abatimento do concreto.

Nota: deverá ser refeito o ensaio se houver desmoronamento ou deslizamento da massa de concreto ou se houver dúvidas sobre o resultado obtido.

Se o abatimento obtido no ensaio estiver de acordo com o especificado na nota fiscal, o caminhão é liberado para descarregar.

Com o caminhão liberado pode se iniciar o procedimento de amostragem para moldagem dos corpos de prova para ensaio de compressão.



Figura 5 - Conjunto completo para ensaio de abatimento (haste, funil, placa e concha)



Figura 6 - Moldes para corpos de prova de concreto

Moldagem de corpos de prova cilíndricos de concreto (NBR 5738)

⚠ Deve-se colher a amostra enquanto o concreto está sendo descarregado da betoneira, no terço médio do volume total de descarregamento, ou seja, entre 15% e 85% do volume total do concreto.

⚠ Os moldes de aço devem estar limpos e não devem sofrer deformações durante a moldagem; as superfícies internas devem ser lisas e sem defeitos.

⚠ Os moldes devem ser revestidos (untados) internamente com fina camada de óleo mineral.

⚠ Os moldes deverão ser colocados sobre uma base nivelada, não sujeitos a choques e vibrações.

⚠ É importante que os corpos de prova moldados fiquem em local protegido e que sejam armazenados cuidadosamente, fora do alcance das intempéries (sol, vento, chuva etc.). Também devem ser moldados em local próximo àquele em que serão armazenados nas primeiras 24 horas, não podendo haver transporte dos corpos após sua moldagem, garantindo-se que estejam repousados.

⚠ Um corpo de prova bem moldado não apresenta ninhos ou vazios em seu interior, não apresenta poros em sua superfície e tem o topo liso e nivelado.

⚠ Após a retirada da amostra, o prazo máximo para a moldagem deve ser de 15 minutos.

⚠ Deve-se misturar bem o concreto com uma concha ou colher de pedreiro, antes de colocá-lo dentro do molde, para que fique homogêneo.

⚠ A moldagem do corpo de prova, uma vez iniciada, não deve sofrer interrupção.

TIPOS DE MOLDAGEM/NÚMERO DE CAMADAS

Tipo de molde	Tipo de adensamento	Abatimento "a" (mm)	Dimensão do CP (cm)	Nº de camadas	Nº de golpes por camada
Cilíndrico	Manual	Se o abatimento for maior que 30 e menor que 150	10 x 20	2	12
			15 x 30	3	25
		Se o abatimento for maior que 160	10 x 20	1	12
			15 x 30	2	25
	Vibratório	Somente se o abatimento for maior que 10 e menor que 150	10 x 20	1	-
			15 x 30	2	-

Aparelhos/instrumentos necessários para o ensaio

🔧 Moldes metálicos: de formato cilíndrico, com 150 mm de diâmetro e 300 mm de altura e com 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura.

🔧 Haste de socamento: barra de aço reta, com 600 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro, com superfície lisa, seção transversal circular e extremidade de socamento semiesférica.

🔧 Concha: deve ser confeccionada em aço ou outro material rígido não absorvente.

🔧 Colher de pedreiro.



Figura 7 - Nivelamento do terreno para moldagem de corpos de prova de concreto



Figura 8 - Corpos de prova armazenados em câmara úmida, com temperatura e umidade relativas do ar controladas

Execução dos ensaios de moldagem de corpos de prova

O adensamento do concreto é feito de duas maneiras - por vibração ou manual.

Adensamento por vibração - esse método varia conforme a classe do concreto, tipo de vibrador e de fôrma, onde é requerido um tempo específico de vibração, que deve ser uniforme. Esse tempo depende da consistência do concreto e da eficiência do vibrador. A vibração deve ser finalizada quando a superfície do concreto estiver lisa e não houver mais o aparecimento de bolhas de ar na superfície. Deve-se evitar vibrar muito o concreto, pois isso pode provocar segregação, isto é, desprendimento do agregado graúdo (brita) do concreto. Ao vibrar cada camada, o elemento vibrante deve ser introduzido apenas uma vez no centro da superfície do corpo de prova, ao longo do seu eixo (centro).

Quando feito adensamento com vibrador de imersão, a ponta do vibrador não deve ser encostada nas laterais e fundo da fôrma. Terminado o adensamento o vibrador deve ser retirado lenta e cuidadosamente para não deixar vazios no concreto. Recomenda-se bater levemente na lateral da fôrma para eliminar bolhas de ar e possíveis vazios.

Adensamento manual - o concreto deve ser moldado em camadas de volume aproximadamente iguais, adensando-se cada camada com a haste, que deve penetrar no concreto o número de vezes descrito na tabela abaixo, distribuindo-os de modo uniforme pela seção do molde e de maneira que atinjam a camada anterior. Se a haste de socamento criar vazios na massa do concreto, deve-se bater levemente na face externa do molde até o fechamento dos vazios.

Após 24 horas da concretagem, os corpos de prova são transportados para o laboratório, onde são identificados e armazenados em câmara úmida até a data de ruptura.

LEIA MAIS

[NBR 12655 - Preparo, Recebimento e Controle de Concreto](#). ABNT (Associação Brasileira de Norma Técnicas).

[NBR 5738 - Moldagem de Corpos de prova Cilíndricos de Concreto](#). ABNT (Associação Brasileira de Norma Técnicas).

[Manual de Procedimentos de Recebimento de Concreto](#). Abesc (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem).

[Manual do Moldador](#). Treinamento interno do Laboratório Falcão Bauer.

Daniel Franco da Silva, tecnólogo do Departamento controle tecnológico

João Bosco Coser, gerente do departamento de controle tecnológico

Roberto José Falcão Bauer, diretor técnico, falcaobauer@falcaobauer.com.br