

GUIA DE BOLSO

ENSAIOS EM CONCRETO

A MIGO

CONSTRUTOR

 **InterCement**
BRASIL



ÍNDICE

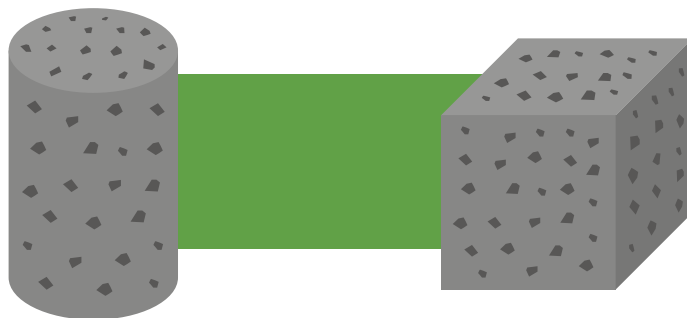
INTRODUÇÃO - ENSAIOS EM CONCRETO: QUAL É SUA IMPORTÂNCIA?	3
ENSAIOS DE RECEBIMENTO DO CONCRETO	4-18
ENSAIO DE ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE	5
ENSAIO DE ESPALHAMENTO DO CONCRETO	8
ENSAIOS DE ACEITAÇÃO DO CONCRETO	12
REFERÊNCIAS	19

ENSAIOS EM CONCRETO: QUAL É SUA IMPORTÂNCIA?

Os ensaios em concreto são realizados com o objetivo de verificar suas propriedades, tanto no estado fresco (antes de começar a pega), quanto no estado endurecido. A realização desses ensaios faz parte do que chamamos de controle tecnológico do concreto, que está intimamente ligado ao controle de qualidade do material.

Neste Guia de Bolso falaremos sobre os principais ensaios em concreto relacionados ao seu recebimento e aceitação.

1. ENSAIOS DE RECEBIMENTO DO CONCRETO



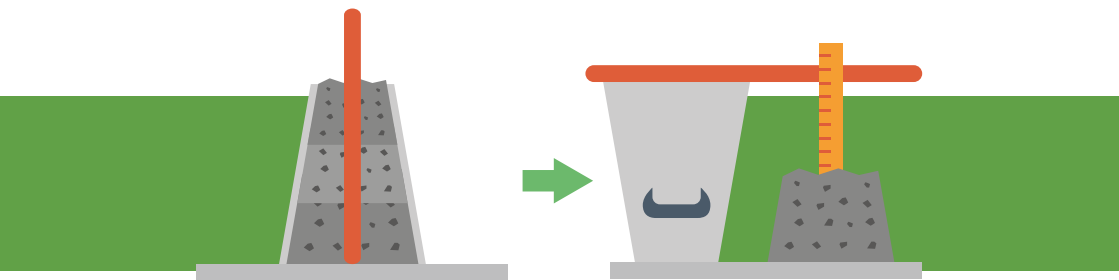
Os ensaios de recebimento estão relacionados ao controle do concreto no estado fresco, ou seja, assim que chega na obra, no caminhão-betoneira. Eles avaliam, principalmente, a consistência do concreto. Esta característica está associada a dois fatores:

- Mobilidade (também chamada de trabalhabilidade) da massa de concreto: pode ser mais “mole” ou mais “seca”, mais fácil de espalhar ou mais rígida, dependendo da aplicação;
- Coesão da massa de concreto: capacidade de seus componentes de permanecerem unidos e homogêneos, sem segregar.

Os tipos de ensaios de recebimento dependem, principalmente, da trabalhabilidade do concreto (uma vez que nenhum concreto deve sofrer segregação). Os principais tipos são:

- **Ensaio de abatimento do tronco de cone;**
- **Ensaio de espalhamento do concreto.**

1. Ensaio de Abatimento do tronco de cone



Se o concreto tiver uma trabalhabilidade convencional (ou seja, se ele não for muito seco e for possível moldá-lo), a consistência é medida pelo abatimento de tronco de cone, mais conhecido como Slump-test, de acordo com a NBR 16889 (antiga NBR NM 67).

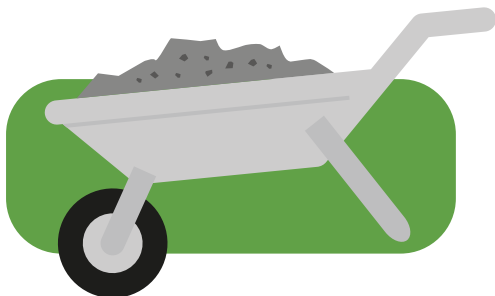
Você precisará de:

- Molde metálico do cone de Abrams, em forma de tronco de cone oco (as medidas podem variar em ± 2 mm). O molde deve ter duas alças a dois terços da altura e suportes (aletas) em sua parte inferior para mantê-lo estável;
- Haste de aço, cilíndrica e com superfície lisa, com 16 ± 2 milímetros de diâmetro, 60 cm de comprimento e bordas semiesféricas;
- Placa de base, metálica, com dimensões mínimas de 50 cm x 50 cm e espessura mínima de 3 mm;
- Régua ou trena metálicas;
- Concha de seção U;
- Colher de pedreiro.

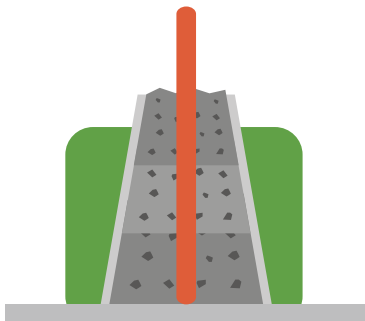
Além destes itens, pode ser empregado um molde que complementa o tronco cônico, que auxiliará no preenchimento do cone, conforme veremos a seguir.

Como executar o ensaio:

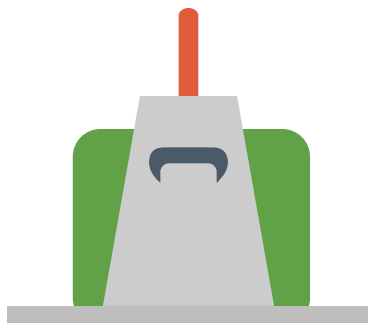
- 1) Assim que o caminhão betoneira chegar na obra, separe uma porção de concreto de pelo menos 30 L após a descarga dos primeiros 50 L de concreto. Direcione a bica do caminhão-betoneira para um carrinho de mão ou uma gerica para coletar esta amostra.



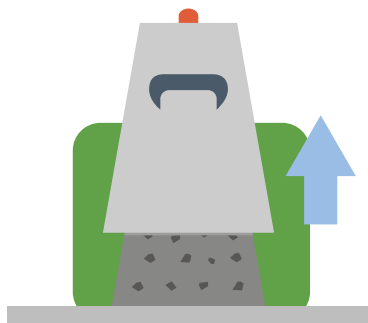
- 2) Coloque a placa de base sobre uma superfície rígida, plana, horizontal e sem vibrações. Dica: você pode utilizar um pouco de areia sob a base para conseguir essa estabilidade. Umedeça o molde e a placa de base. O operador deve posicionar-se com os pés sobre as aletas do cone, para mantê-lo estável. Com a concha, o operador deve preencher o molde em 3 camadas aproximadamente da mesma altura. Cada camada deve ser adensada com 25 golpes da haste, distribuídos uniformemente sobre a massa de concreto. Após o adensamento da última camada, um pouco de concreto deve ficar acumulado na parte superior (você pode precisar acrescentar concreto se faltar).



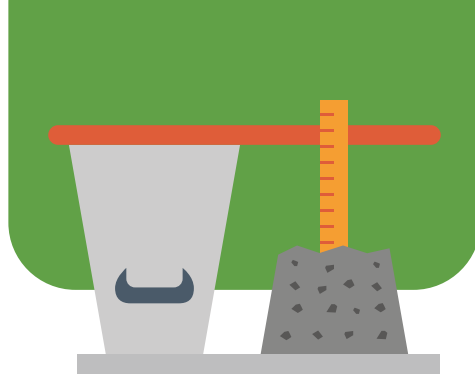
- 3)** Remova o molde complementar. A superfície do concreto na última camada deve ser rasada. Fica mais fácil se você utilizar uma colher de pedreiro ou desempenadeira para fazer isso, mas você também pode rolar a haste de adensamento sobre o topo do cone.



- 4)** Limpe a placa de base se algum concreto tiver caído nela durante o preenchimento do molde (você pode usar a colher de pedreiro ou desempenadeira para isso). Em seguida, levante o molde cuidadosamente na direção vertical, puxando-o para cima pelas alças, em um tempo de 4 a 6 segundos.



- 5)** Com uma trena ou régua metálica, meça o abatimento do concreto, que é a diferença entre a altura do molde tronco-cônico e a altura média do corpo de prova desmoldado. Posicione a haste de adensamento sobre o tronco cônico para te ajudar com a referência da altura do molde.



A norma brasileira que estabelece os limites de consistência é a NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Você pode consultar, na tabela abaixo, as classes de consistência segundo essa norma:

Classe	Abatimento (mm)	Aplicações típicas
S10	$10 \leq a < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
S50	$50 \leq a < 100$	Alguns tipos de pavimentos e de elementos de fundações
S100	$100 \leq a < 160$	Elementos estruturais com lançamento convencional do concreto
S160	$160 \leq a < 220$	Elementos estruturais com lançamento bombeado do concreto
S220	≥ 220	Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras

NOTA 1: De comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes especiais de consistência, explicitando a respectiva faixa de variação do abatimento.

NOTA 2: Os exemplos desta Tabela são ilustrativos e não abrangem todos os tipos de aplicações.

2. Ensaio de espalhamento do concreto

Em peças de pequena espessura – como as paredes de concreto local – ou peças com alta densidade de armaduras, o mais recomendável é utilizar um concreto autoadensável. Este concreto

é capaz de fluir e adensar pelo seu peso próprio (não precisa ser vibrado), e também preenche as fôrmas e passa por embutidos (armaduras, dutos, insertos) mantendo a homogeneidade. Não dá para medir abatimento neste concreto, por isso, a consistência é verificada por meio do espalhamento, ou slump-flow, que deve ser realizado de acordo com a NBR 15823-2 – Concreto autoadensável – Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams.

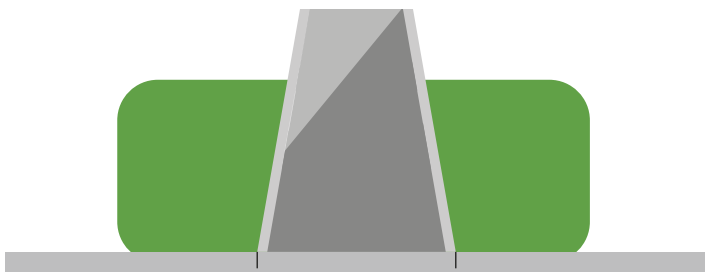
Você precisará de:

- Molde metálico do cone de Abrams (é o mesmo molde do ensaio de abatimento);
- Placa de base, metálica, com dimensões mínimas de 90 cm x 90 cm e espessura mínima de 1,5 mm. Esta placa deve conter duas marcações circulares centradas, com diâmetros de 20 cm e 50 cm;
- Régua metálica com no mínimo 1 m de comprimento, com resolução de 1 mm, sendo o zero a extremidade da régua;
- Recipiente com capacidade de pelo menos 10 L de material não absorvente e não reagente com os compostos do concreto, que permita verter o concreto de uma só vez;
- Molde complementar tronco cônico;
- Colher de pedreiro.

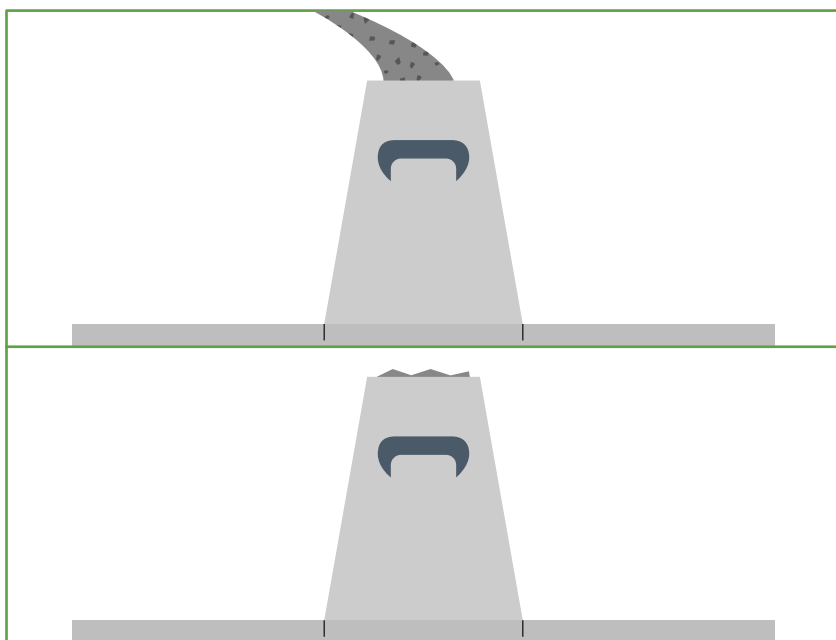
Como executar o ensaio:

1) Assim que o caminhão-betoneira chegar à obra, separe uma porção de concreto de pelo menos 30 L após a descarga dos primeiros 50 L de concreto. Direcione a bica do caminhão betoneira para um carrinho de mão ou uma gerica para coletar esta amostra.

2) Coloque a placa de base sobre uma superfície rígida, plana, horizontal e sem vibrações. Dica: você pode utilizar um pouco de areia sob a base para conseguir esta estabilidade. Umedeça o molde e a placa de base. Posicione o molde tronco-cônico sobre a placa, centrando-o na marcação circular de 20 cm, e encaixe o molde complementar.



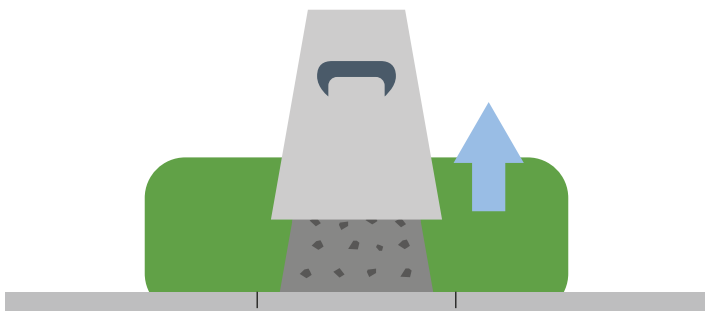
3) Um operador deve ficar segurando o molde pelas alças, enquanto outro, com auxílio do recipiente, preenche-o com o concreto de forma contínua e uniforme.



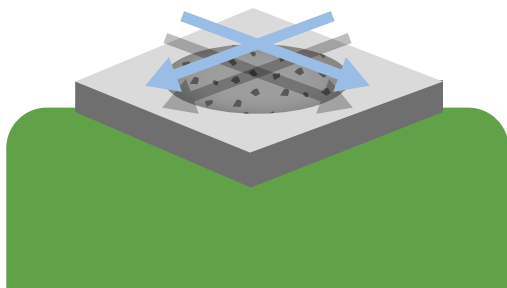
4) Retire o molde complementar e remova o excesso de concreto da superfície, com auxílio da colher de pedreiro, rasando o molde tronco-cônico. Limpe a placa de base, retirando os resíduos de concreto que tenham caído.



5) Efetue a desmoldagem cuidadosamente, levantando o cone verticalmente pelas alças, em um tempo de até 3 s.



6) Aguarde até que o concreto alcance uma situação de repouso. Realize, então, duas medidas perpendiculares do diâmetro do concreto na placa de base, cuja média representa o espalhamento do concreto.



A norma brasileira que estabelece as classes de espalhamento é a NBR 15823-1 – Concreto autoadensável – Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco. Você pode consultar estas classes na tabela a seguir:

Classe	Espalhamento (mm)	Método de Ensaio
SF 1	550 a 650	ABNT NBR 15823-2
SF 2	660 a 750	
SF 3	760 a 850	

3. Ensaio de aceitação do concreto

Os ensaios de aceitação do concreto envolvem, principalmente, a verificação de sua resistência à compressão em 28 dias (ou em outra idade de controle estabelecida pelo projetista, para outras atividades. Em obras de paredes de concreto, por exemplo, é comum especificar uma resistência para desforma às 14 horas).

Esta atividade envolve a moldagem de corpos de prova (segundo a NBR 5738), na própria obra, para posterior ruptura à compressão (de acordo com a NBR 5739). Para isso, a coleta de amostra do caminhão-betoneira deve ser realizada após a descarga de 15% do concreto e antes de 85% do volume total da carga do caminhão. A ruptura pode ser realizada tanto em obra quanto em laboratórios de controle tecnológico de concreto.

Você precisará de:

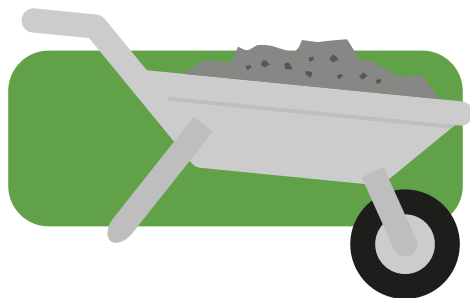
- Moldes cilíndricos com altura igual ao dobro do diâmetro. O diâmetro deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm ou 30 cm ou 45cm (comumente, são empregados corpos de prova de Ø10 cm). As laterais e a base do molde devem ser de aço ou outro material não absorvente, que não reaja com o

cimento, e suficientemente resistentes para manter sua forma durante a operação de moldagem.

- Haste de aço, cilíndrica e com superfície lisa, com 16 ± 2 mm de diâmetro, 60cm a 80cm de comprimento e bordas semiesféricas (pode utilizar a mesma haste dos ensaios de recebimento);
- Concha de seção U;
- Colher de pedreiro;
- Tanque de cura com água saturada com cal ou câmara úmida com temperatura e umidade controladas;
- Equipamentos para preparo de topo dos corpos de prova (retífica ou materiais para execução de capeamento);
- Prensa para ensaios de resistência à compressão do concreto.

Como realizar a moldagem e cura inicial dos corpos de prova (na obra):

1) Faça a homogeneização da amostra de concreto no carrinho de mão ou gerica, para garantir sua uniformidade, utilizando a concha de seção U.



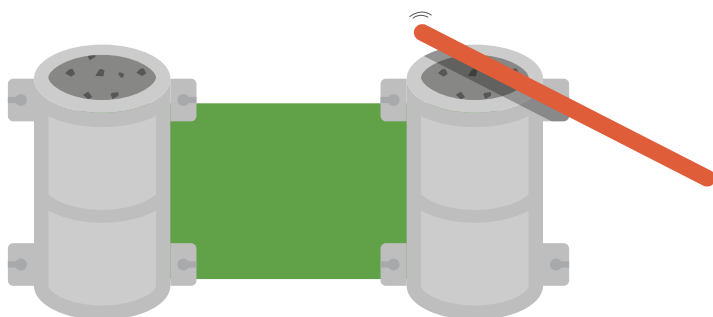
2) Inserir o concreto nos moldes e adensá-los uniformemente com a haste, considerando o número de

camadas conforme tabela a seguir. Esta etapa deve ser dispensada em caso de concreto autoadensável. A última camada deve ser moldada com excesso de concreto (assim como no ensaio de abatimento);

Tipo de corpo de prova	Diâmetro (cm)	Número de camadas	Número de golpes por camadas
Cilíndrico	10	2	12
	15	3	25
	20	4	50
	25	5	75
	30	6	100
	45	*	*

OBS: Para concretos com abatimento superior a 160mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.
* No caso de dimensão básica de 45 cm, deve ser realizado adensamento mecânico (com uso de vibrador de imersão ou mesa vibratória).

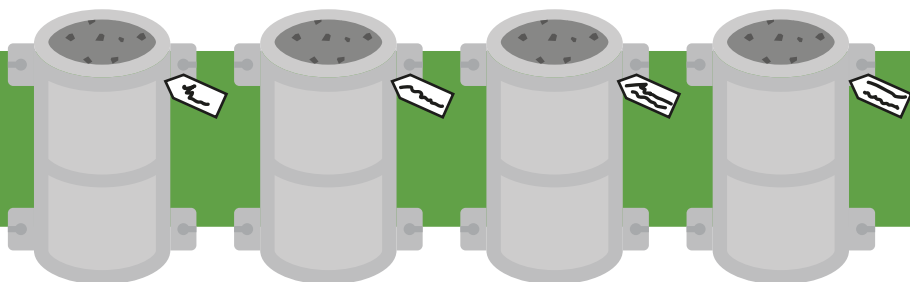
3) Após o adensamento, bater levemente na face externa do molde com a haste, para que o ar possa sair e a superfície não fique com vazios;



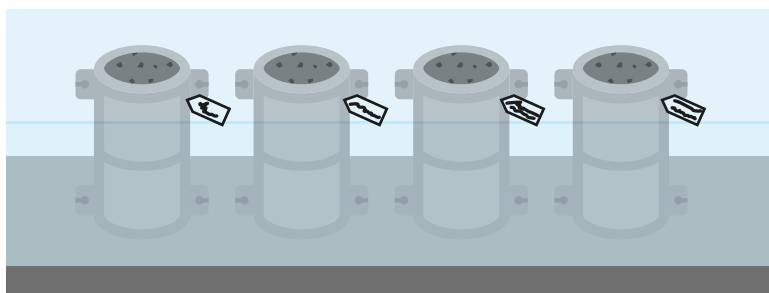
4) Realizar o rasamento da última camada, com a colher de pedreiro;



5) Os corpos de prova devem, então, ser identificados. Alguns laboratórios utilizam códigos de barra para identificar os corpos de prova, facilitando a identificação em todas as etapas posteriores até a ruptura e emissão do relatório de ensaio;



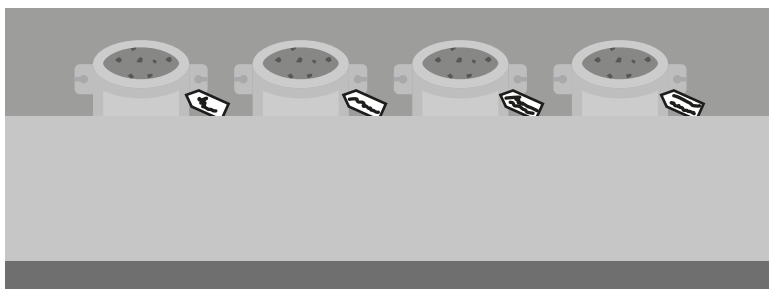
6) Os moldes devem ser colocados sobre uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra ação que possa perturbar o concreto, durante pelo menos as primeiras 24 h. Todos os corpos de prova devem ser armazenados em local protegido de intempéries, sendo devidamente cobertos com material não reativo e não absorvente, com a finalidade de evitar perda de água do concreto.



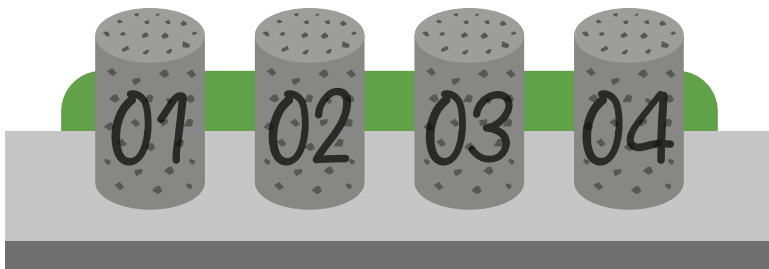
Conforme mencionado anteriormente, a próxima etapa (continuação da cura e ensaio de resistência à compressão) pode ser executada tanto na obra quanto em um laboratório especializado.

Como realizar a cura e ruptura dos corpos de prova (na obra):

1) Caso sejam levados a um laboratório específico, após endurecimento do concreto, os corpos de prova devem ser transportados dentro das respectivas fôrmas. Caso não seja possível, após a desforma, os corpos de prova devem ser transportados em caixas rígidas contendo serragem, areia molhada ou similar, para evitar trepidações. Se a ruptura for realizada na obra, não há necessidade de transporte.

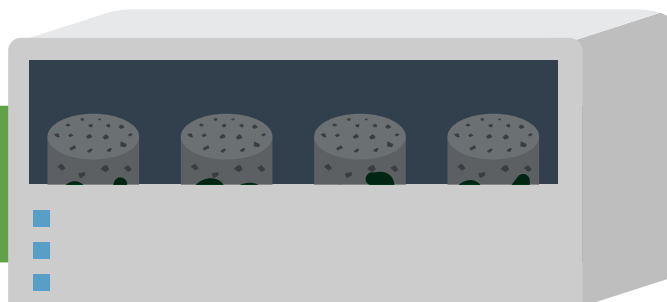


2) Os corpos de prova devem ser desmoldados após o período de cura inicial. Você pode, então, utilizar um giz de cera para anotar no próprio corpo de prova sua identificação.

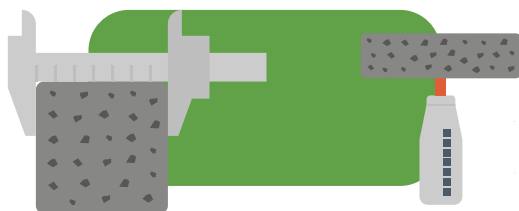


3) Em seguida, devem ser armazenados, até o momento do ensaio (por exemplo, na idade de controle, geralmente 28 dias), em solução saturada de cal hidratada (23 ± 2)°C ou em câmara úmida à temperatura de (23 ± 2)°C e umidade

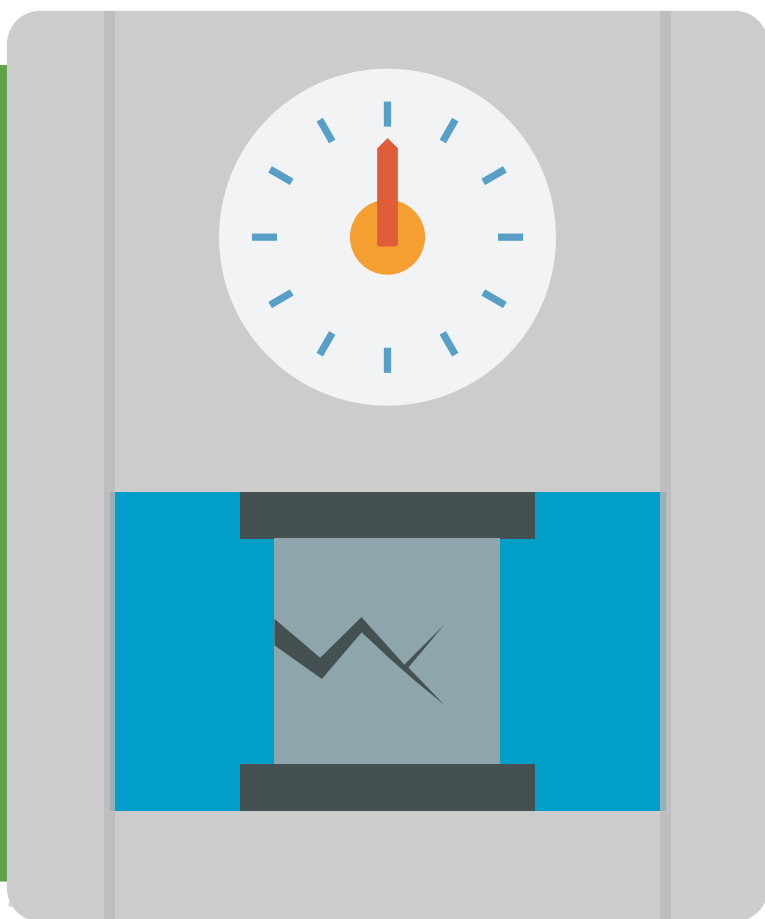
relativa do ar superior a 95%, protegidos do gotejamento e da ação de água em movimento.



4) Antes de ensaiar os corpos de prova, suas bases devem ser preparadas de modo que fiquem completamente planas e horizontais, sem imperfeições resultantes do processo de moldagem. Este preparo pode ser feito por retificação (remoção mecânica de uma fina camada de material das bases, executada em máquinas específicas) ou capeamento (com espessura de até 3 mm). O material empregado deve ter as seguintes características: ser aderente ao corpo de prova, quimicamente compatível com o concreto, fluido durante a aplicação, com acabamento liso e plano após o endurecimento e com resistências à compressão compatíveis com as do concreto. Geralmente, utiliza-se enxofre em pó quando se opta por este tipo de tratamento superficial). Outra opção é o uso de discos de neoprene reutilizáveis, porém, a norma condiciona o uso desta alternativa à comparação estatística de resultados obtidos pelos métodos tradicionais de preparo de bases de corpo de prova.



5) Agora, os corpos de prova serão submetidos à aplicação de carregamento de compressão numa prensa que deve possuir capacidade compatível com a resistência esperada do concreto. O corpo de prova ensaiado deve ficar centralizado com o eixo da prensa, e a aplicação da força de compressão deve ser uniforme e constante. A resistência do corpo de prova corresponde à carga máxima suportada até o momento da ruptura, que será indicada na prensa – esse valor será comparado com a especificação de projeto e deve ser superior para que o concreto seja considerado aprovado.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015 (Versão Corrigida: 2016).
- _____. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- _____. NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- _____. NBR 15823-1: Concreto autoadensável. Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- _____. NBR 15823-2: Concreto autoadensável. Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- _____. NBR 16886: Concreto - Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- _____. NBR 16889: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.



Gostou das dicas?

Fique ligado no próximo Guia de Bolso.

Até a próxima!

 @amigoconstrutor_brasil

 www.amigoconstrutor.com.br

 /amigoconstrutor

