

NORMA
BRASILEIRA

**ABNT NBR
7212**

Segunda edição
07.08.2012

Válida a partir de
07.09.2012

**Execução de concreto dosado em central —
Procedimento**

Ready-mixed concrete — Procedure



ICS 91.100.30

ISBN 978-85-07-03609-8



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 7212:2012
16 páginas

© ABNT 2012



© ABNT 2012

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário	Página
Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	2
4 Requisitos gerais	4
4.1 Armazenamento dos materiais componentes do concreto	4
4.1.1 Agregados	4
4.1.2 Cimento	4
4.1.3 Água	4
4.1.4 Aditivos	4
4.1.5 Outros materiais componentes do concreto	4
4.2 Calibração dos equipamentos	4
4.3 Dosagem dos materiais componentes do concreto	5
4.3.1 Agregados	5
4.3.2 Cimento	5
4.3.3 Água	5
4.3.4 Aditivos	5
4.3.5 Outros materiais componentes do concreto	6
4.4 Mistura	6
4.4.1 Centrais misturadoras	6
4.4.2 Centrais dosadoras	6
4.4.3 Mistura parcial na central e complementação na obra	6
4.4.4 Adição suplementar de água	7
4.4.5 Adição suplementar de aditivo	7
4.5 Transporte e lançamento do concreto	7
4.5.1 Tipo de veículo	7
4.5.2 Período de tempo para o transporte	7
4.5.3 Período de tempo para operações de lançamento e adensamento do concreto	8
4.5.4 Temperatura	8
4.5.5 Condições especiais	8
5 Requisitos específicos	8
5.1 Pedido do concreto	8
5.1.1 Pedido pela resistência característica do concreto à compressão	8
5.1.2 Pedido pelo consumo de cimento	8
5.1.3 Pedido pela composição do traço	8
5.1.4 Requisitos complementares	9
5.1.5 Especificação da trabalhabilidade do concreto	9
5.2 Entrega do concreto	10
5.2.1 Local e programação de entrega	10
5.2.2 Unidade de volume de entrega	10
5.2.3 Verificação física do volume	10

5.2.4	Volume mínimo de entrega por viagem.....	10
5.2.5	Volume máximo de entrega por viagem.....	10
5.2.6	Fração de volume de entrega por viagem.....	10
5.2.7	Verificação da consistência do concreto fresco	11
5.2.8	Operações subsequentes.....	11
5.3	Documentos de entrega	11
5.4	Carta de traço	11
6	Controle do processo de dosagem da central	12
6.1	Amostragem	12
6.2	Análise estatística	12
6.2.1	Formação da amostra	12
6.2.2	Cálculo do desvio-padrão	13
6.2.3	Avaliação estatística do desempenho do ensaio	14
7	Análise do processo	14
7.1	Análise do desvio-padrão.....	14
7.2	Análise de resistência.....	14
7.2.1	Generalidades.....	14
7.2.2	Análise por classe de resistência.....	15
7.2.3	Análise da resistência transposta por família ou da central.....	15
7.2.4	Outros métodos de controle	15
	Bibliografia.....	16

Tabelas

Tabela 1 – Parâmetros e limites para caminhões betoneiras de centrais dosadoras.....	6
Tabela 2 – Classes de consistência.....	9
Tabela 3 – Amostragem	12
Tabela 4 – Critérios de amostragem	12
Tabela 5 – Critérios de agrupamento.....	13
Tabela 6 – Desvio-padrão do processo	14

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 7212 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18), pela Comissão de Estudo de Concreto Dosado em Central (CE-18:300.10). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 04, de 11.04.2012 a 11.06.2012, com o número de Projeto ABNT NBR 7212.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 7212:1984), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard establishes the requirements for the ready-mixed concrete, including storage of materials, batching, blending, transportation, receiving, quality control, inspection, acceptance and rejection.

This Standard does not cover the operations subsequent to the delivery and receipt of the fresh concrete.

This Standard applies when the constructor has concrete plant.

Execução de concreto dosado em central — Procedimento

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos para a execução de concreto dosado em central e inclui as operações de armazenamento dos materiais, dosagem, mistura, transporte, recebimento, controle de qualidade e inspeção, incluindo critérios de aceitação e rejeição do controle interno da central de concreto.

Esta Norma não abrange as operações subsequentes à entrega e recebimento do concreto fresco.

Esta Norma aplica-se também, no que couber, aos casos em que a executante da obra dispõe de central de concreto.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5671, *Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura*

ABNT NBR 5738, *Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*

ABNT NBR 6118, *Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*

ABNT NBR 8953, *Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência*

ABNT NBR 9833, *Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico*

ABNT NBR 12655, *Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento*

ABNT NBR 14931, *Execução de estruturas de concreto – Procedimento*

ABNT NBR 15823-1, *Concreto auto-adensável – Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco*

ABNT NBR 15823-2, *Concreto auto-adensável – Parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento – Método do cone de Abrams*

ABNT NBR 15900-1, *Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos*

ABNT NBR NM 33, *Concreto – Amostragem de concreto fresco*

ABNT NBR NM 67, *Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*

ACI 214, *Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete*

EN 206-1, *Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

concreto dosado em central

concreto dosado, misturado em equipamento estacionário ou em caminhão betoneira, transportado por caminhão betoneira ou outro tipo de equipamento, dotado ou não de agitação, para entrega antes do início de pega do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações subsequentes à entrega, necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades pretendidas

NOTA Nesta Norma, a expressão "concreto" se refere a concreto dosado em central, como definido em 3.1, salvo indicações em contrário.

3.2

caminhão betoneira

veículo dotado de dispositivo que efetua a mistura do concreto e mantém sua homogeneidade por simples agitação

3.3

equipamento dotado de agitação (DUMPER)

veículo autopropelido que permite manter a homogeneidade do concreto durante o transporte e a descarga, sendo para isso dotado de dispositivos de agitação, constituídos de eixo com paletas, sistema de lâminas especiais em hélice ou qualquer dispositivo equivalente

3.4

equipamento não dotado de agitação (caminhão basculante)

veículo constituído de uma caçamba, não dotado de dispositivo de agitação, que pode ser utilizado somente para o transporte de concretos não segregáveis

3.5

central de concreto

conjunto de instalações onde são realizadas as operações de recebimento, estocagem e dosagem dos materiais componentes do concreto e, conforme o caso, mistura do concreto

3.5.1

centrais dosadoras de concreto

central onde a mistura completa é feita por caminhão betoneira

3.5.2

centrais misturadoras de concreto

central onde a mistura completa é feita por misturador estacionário

3.6

contratante dos serviços de concretagem

entidade, empresa ou pessoa, conforme a ABNT NBR 5671, responsável pelas seguintes atribuições:

- a) contratação dos serviços de concretagem;
- b) emissão dos pedidos de entrega de concreto;
- c) aceitação do concreto fresco através da verificação da concordância das características do concreto pedido e do concreto entregue;
- d) recebimento final do concreto endurecido.

3.7

dosagem

proporcionamento em massa ou em volume dos materiais para obtenção do concreto

3.8

empresa de serviços de concretagem

empresa responsável pelos serviços de dosagem e, geralmente, mistura e transporte do concreto, da central até o local de entrega, de acordo com o estabelecido em contrato

3.9

pedido do concreto

discriminação das características, propriedades e parâmetros necessários ao concreto fresco e endurecido, inclusive quantidade, programação e local de entrega

3.10

verificação e aceitação do concreto fresco

ato pelo qual se constata, mediante ensaios ou outras verificações, por ocasião da entrega e recebimento do concreto fresco, o atendimento às especificações e às exigências do pedido

3.11

entrega do concreto fresco

conjunto de ações que incluem o pedido do concreto (ver 3.9) e a verificação e aceitação do concreto fresco (ver 3.10)

3.12

recebimento do concreto endurecido

ato pelo qual se constata, mediante ensaios ou outras verificações, o atendimento às especificações e às exigências do pedido

3.13

viagem

termo que designa a quantidade de concreto entregue de uma só vez em um único veículo (caminhão betoneira ou basculante ou DUMPER)

3.14

resistência transposta

método estatístico de avaliação do controle de processo de uma central de concreto

3.15

carta de traço

documento emitido pela empresa de serviços de concretagem que define a composição do traço, os parâmetros e especificações técnicas solicitados pelo contratante

3.16

central operando em condição inicial

central que inicia a operação ou retoma as operações após uma paralização

NOTA Quando a central opera em condição inicial, ela não dispõe de dados que permitam uma avaliação estatística do processo.

3.17

central em operação contínua

central que opera de forma continuada

NOTA Quando a central opera em condição contínua, ela dispõe de dados para avaliação estatística do processo.

3.18

documento de entrega do concreto

documento que acompanha cada remessa de concreto, contendo os itens obrigatórios pelos dispositivos legais vigentes e informações técnicas

4 Requisitos gerais

Os requisitos gerais exigíveis do concreto devem ser os apresentados em 4.1 a 4.5, salvo nos casos em que forem estabelecidas condições especiais, que neste caso prevalecem desde que previamente aceitas pelas partes interessadas.

4.1 Armazenamento dos materiais componentes do concreto

O armazenamento deve ser feito em locais ou recipientes apropriados, de modo a não permitir a contaminação por elementos indesejáveis, evitando a alteração ou a mistura de componentes com características e de procedências diferentes.

4.1.1 Agregados

Devem ser armazenados de maneira a evitar a mistura das diversas granulometrias, procedências ou outras características requeridas conforme a ABNT NBR 12655.

4.1.2 Cimento

Cada cimento deve ser armazenado separadamente, de acordo com a marca, tipo e classe, conforme a ABNT NBR 12655.

4.1.3 Água

Água de diferentes origens, conforme a ABNT NBR 15900-1, deve ser armazenada separadamente de acordo com ABNT NBR 12655.

4.1.4 Aditivos

Devem ser identificados e armazenados, segundo as recomendações do fabricante de acordo com a ABNT NBR 12655, a fim de evitar contaminação, misturas involuntárias, sedimentação e alteração da composição.

4.1.5 Outros materiais componentes do concreto

Devem ser identificados e armazenados separadamente conforme as instruções do fabricante.

4.2 Calibração dos equipamentos

As balanças devem atender à portaria vigente do Inmetro, para classe 3.

Os dosadores volumétricos de água e aditivos devem ser calibrados periodicamente, de forma a assegurar que a diferença entre o volume nominal e o registrado seja igual ou inferior a 2 % do primeiro.

Devem ser efetuadas calibrações frequentes conforme o estabelecido a seguir:

- a) para centrais com células de carga, fazer a calibração no máximo a cada seis meses;
- b) para centrais com transmissão mecânica, fazer a calibração no máximo a cada três meses;
- c) em obras especiais, tais como barragens, pontes e túneis, o período de calibração deve ser estabelecido, em comum acordo entre as partes, em função do volume de concreto preparado.

No caso de reposicionamento de uma central dosadora, uma calibração dos equipamentos é obrigatória.

NOTA As empresas de serviços de concretagem podem ter procedimentos internos de verificações dos equipamentos e planos de manutenção periódicos mais restritivos.

4.3 Dosagem dos materiais componentes do concreto

Os desvios tolerados para as dosagens dos materiais componentes do concreto são devidos somente a variações de pesagem intrínsecas à operação.

4.3.1 Agregados

Os agregados devem ser medidos em massa, com variação máxima ao final do carregamento, em valor absoluto, de 3 % do valor nominal da massa ou 1 % da capacidade da balança, adotando-se o menor dos dois valores.

4.3.2 Cimento

O cimento deve ser medido em massa, com variação máxima ao final do carregamento, em valor absoluto igual a 1 % da capacidade da balança, nas dosagens iguais ou superiores a 30 % dessa capacidade.

Para dosagens inferiores a 30 % da capacidade da balança, a variação máxima positiva é de até mais 4 % do valor nominal da massa.

Em nenhum caso o cimento deve ser dosado conjuntamente com os agregados.

Pode ser admitida a dosagem do cimento em sacos, desde que as quantidades estejam dentro das tolerâncias estabelecidas nesta Norma, não se admitindo o fracionamento de sacos.

4.3.3 Água

A quantidade total de água deve ser determinada com variação máxima de 3 % em relação à quantidade nominal, em valor absoluto.

Esta quantidade de água compreende, além da adicionada, a devida à umidade dos agregados, a utilizada para dissolução dos aditivos e a adicionada sob forma de gelo.

4.3.4 Aditivos

Os aditivos devem ser adicionados de forma a assegurar a sua distribuição uniforme na massa do concreto, admitindo-se variação máxima de dosagem igual ou inferior a 5 % da quantidade nominal, em valor absoluto.

4.3.5 Outros materiais componentes do concreto

Sílica ativa e metacaulim devem ser medidos atendendo aos mesmos requisitos estabelecidos para o cimento (ver 4.3.2).

Outros materiais devem ser dosados de acordo com as tolerâncias estabelecidas pelo fornecedor.

4.4 Mistura

O volume de concreto não pode exceder a capacidade nominal de mistura do equipamento, conforme especificação do fabricante.

4.4.1 Centrais misturadoras

Os materiais componentes do concreto, devidamente dosados, são colocados em um misturador e após homogeneização completa, são descarregados em veículo para o transporte até a obra.

Os equipamentos devem ser verificados quanto ao desgaste das pás, estanqueidade do misturador, velocidade e tempo de mistura e aderência/limpeza do misturador, a fim de assegurar a eficiência necessária para a mistura.

Devem ser obedecidas as especificações dos equipamentos no que diz respeito ao tempo de mistura, velocidade, número de rotações e capacidade volumétrica.

4.4.2 Centrais dosadoras

Os materiais componentes do concreto devem ser colocados no caminhão betoneira na melhor ordem e nas quantidades totais tecnicamente determinadas. A verificação quanto à qualidade da mistura da betoneira deve contemplar sua estanqueidade, a ausência de concreto aderido às paredes da betoneira e os parâmetros e seus limites especificados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros e limites para caminhões betoneiras de centrais dosadoras

Parâmetro	Limite
Altura das facas	≥ 280 mm
Espessura de chapas de aço (cilindro central do balão e das facas)	≥ 2 mm
Velocidade de mistura da betoneira	(14 ± 2) rpm

Pode-se misturar completamente em caminhão betoneira o concreto que será transportado por equipamento dotado ou não de agitação.

4.4.3 Mistura parcial na central e complementação na obra

Os materiais componentes do concreto são colocados no caminhão betoneira, com parte da água, que é complementada na obra imediatamente antes da mistura final e descarga. Neste caso deve-se estabelecer um sistema rigoroso de controle e registro da quantidade de água adicionada na central e a ser complementada na obra, para evitar ultrapassar a quantidade prevista no traço.

Parte dos materiais componentes do concreto (tais como fibras, aditivos, gelo etc.) pode ser adicionada na obra imediatamente antes da mistura final e descarga, desde que previamente acordado entre as partes e especificado na formulação.

Devem ser obedecidas as especificações dos equipamentos no que diz respeito ao tempo de mistura, desde que respeitados os limites mínimos de 30 s/m³ de concreto e 3 min em velocidade de mistura conforme a Tabela 1.

NOTA Entende-se por água complementar a quantidade de água adicionada ao concreto que não ultrapassa a prevista na dosagem.

4.4.4 Adição suplementar de água

Antes do início da descarga, ao verificar que o concreto apresenta abatimento dentro da classe de consistência especificada, não se admite adição suplementar de água.

Qualquer adição de água exigida pela contratante exime a empresa de serviços de concretagem de qualquer responsabilidade quanto às características do concreto constantes no pedido. Este fato deve ser registrado no documento de entrega.

NOTA Entende-se por água suplementar a quantidade de água adicionada ao concreto que ultrapassa a prevista na dosagem.

4.4.5 Adição suplementar de aditivo

Caso o concreto apresente abatimento inferior à classe de consistência especificada, admite-se adição suplementar de aditivo superplastificante antes do início da descarga, desde que a consistência final não ultrapasse a faixa especificada.

Esta deve ser uma decisão técnica definida pela empresa de serviço de concretagem e mantém a sua responsabilidade pelas propriedades constantes no pedido.

4.5 Transporte e lançamento do concreto

4.5.1 Tipo de veículo

O transporte deve ser feito por veículo dotado ou não de dispositivo de agitação, desde que apresente estanqueidade necessária, fundo e paredes revestidos de material não absorvente, a fim de que não haja perda de qualquer componente. Via de regra, o transporte até a obra deve ser feito por caminhão betoneira. Admite-se o transporte por caminhão basculante com carroceria de aço, desde que, devido às características da mistura e às condições de transporte, fique garantida a não separação das partes componentes do concreto e o abatimento seja igual ou inferior a 40 mm.

4.5.2 Período de tempo para o transporte

O tempo de transporte do concreto decorrido entre o início da mistura, a partir do momento da primeira adição da água, até a entrega do concreto deve ser:

- a) fixado de forma que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado e das camadas ou partes contíguas a essa remessa (evitando-se a formação de "junta-fria");
- b) inferior a 90 min, no caso do emprego de caminhão betoneira, observado o disposto em 4.5.1;
- c) inferior a 40 min, no caso de veículo não dotado de equipamento de agitação, observado o disposto em 4.5.1.

Se esses prazos não forem atendidos e o tempo previsto para lançamento e adensamento ultrapassar os períodos previstos em 4.5.3, cabe à contratante recusar o recebimento.

4.5.3 Período de tempo para operações de lançamento e adensamento do concreto

O lançamento e o adensamento do concreto devem ser:

- a) iniciados em até 30 min após a chegada do caminhão betoneira na obra. Em situações onde este tempo de início de descarga não possa ser cumprido, o contratante deve avaliar previamente a melhor solução técnica junto a empresa prestadora dos serviços de concretagem. Não se admite adição suplementar de água, conforme 4.4.4;
- b) realizados em tempo inferior a 150 min, contado a partir da primeira adição de água, no caso do emprego de caminhão betoneira, observado o disposto em 4.5.1. Decorridos 150 min contados a partir da primeira adição de água, fica a empresa prestadora de serviços de concretagem eximida de responsabilidade do concreto aplicado;
- c) realizados em tempo inferior a 60 min, contados a partir da primeira adição de água, no caso de veículo não dotado de equipamento de agitação, observado o disposto em 4.5.1.

4.5.4 Temperatura

A temperatura ambiente para lançamento do concreto deve estar entre 5 °C e 30 °C, conforme ABNT NBR 14931. Fora desses limites devem ser tomados cuidados especiais acordado entre as partes. A temperatura do concreto por ocasião de seu lançamento deve ser fixada de modo a evitar a ocorrência de fissuração de origem térmica.

4.5.5 Condições especiais

Devem ser verificadas as experiências anteriores e condições especiais, tais como temperatura e umidade relativa do ambiente, propriedades do cimento, características dos materiais, peculiaridades da obra, uso de aditivos retardadores, refrigeração e outras, em função das quais podem ser alterados os tempos (prazos) de transporte e descarga do concreto.

5 Requisitos específicos

5.1 Pedido do concreto

5.1.1 Pedido pela resistência característica do concreto à compressão

O concreto deve ser solicitado especificando-se a resistência característica do concreto à compressão na idade de controle, a classe de agressividade ambiental, a dimensão máxima característica do agregado graúdo e a classe de consistência do concreto fresco (abatimento) ou classe de espalhamento no caso de concreto autoadensável no momento da entrega.

5.1.2 Pedido pelo consumo de cimento

O concreto deve ser solicitado especificando-se o consumo de cimento por metro cúbico de concreto, a dimensão máxima característica do agregado graúdo e a classe de consistência do concreto fresco (abatimento) ou classe de espalhamento no caso de concreto auto-adensável no momento de entrega.

5.1.3 Pedido pela composição do traço

O concreto deve ser solicitado informando as quantidades dos materiais componentes do concreto por metro cúbico, incluindo-se aditivos, se for o caso.

Neste caso, o profissional responsável pela composição do traço responde pelo desempenho do concreto e pelo atendimento às especificações técnicas. Cabe à empresa prestadora do serviço de concretagem a fiel reprodução do traço recebido.

5.1.4 Requisitos complementares

Além dos requisitos constantes de 5.1.1 a 5.1.3, podem ser solicitadas outras características e parâmetros, entre os quais:

- a) tipo de cimento;
- b) tipo e teor de aditivo;
- c) tipo e teor de adição (metacaulim, sílica ativa, fibras metálicas ou sintéticas e outras.);
- d) relação água-cimento máxima;
- e) consumo de cimento máximo ou mínimo;
- f) teor de ar incorporado;
- g) tipo de lançamento (convencional, bombeado, projetado, submerso etc.);
- h) características especiais como teor de argamassa ou de agregado miúdo, cor, massa específica, uso de gelo em substituição à água e outras;
- i) propriedades e condições especiais, como: tração na flexão, retração, fluência, permeabilidade, módulo de elasticidade ou deformação, temperatura do concreto e outras.

A verificação dos requisitos exigidos deve ser feita segundo as Normas Brasileiras específicas e, na falta destas, por critérios e métodos previamente acordados entre as partes.

5.1.5 Especificação da trabalhabilidade do concreto

Os concretos devem ser especificados por classe de consistência, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Classes de consistência

Classe	Abatimento (A) mm
S10	$10 \leq A < 50$
S50	$50 \leq A < 100$
S100	$100 \leq A < 160$
S160	$160 \leq A < 220$
S220	$A \geq 220$

Em casos especiais, de comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes diferentes de consistência.

No caso do uso de concreto autoadensável a consistência deve ser especificada pela classe de espalhamento, conforme a ABNT NBR 15823-1.

5.2 Entrega do concreto

Deve fazer parte do processo de aceitação do concreto na obra a conferência de todas as características contidas no documento de entrega do concreto comparando-as com o pedido do concreto. Caso haja alguma divergência o concreto não deve ser aceito, exceto por concordância do responsável da obra devidamente registrada no documento de entrega.

5.2.1 Local e programação de entrega

O local e a programação de entrega devem ser informados pela contratante de acordo com o estipulado no contrato e no pedido.

Quando a contratante retirar o concreto na central, a prestação do serviço é considerada concluída imediatamente após o carregamento, independentemente do tipo de veículo utilizado.

5.2.2 Unidade de volume de entrega

A unidade de volume de entrega é o metro cúbico (m^3), medido enquanto fresco e após adensamento.

5.2.3 Verificação física do volume

A verificação física do volume de concreto entregue pode ser efetuada por um dos métodos a seguir:

- a) conhecida a massa específica do concreto, o volume pode ser obtido a partir das massas totais de cada remessa ou viagem;
- b) pelo cálculo do volume absoluto total ocupado pelos componentes do concreto, a partir dos volumes absolutos de cada um deles, considerando-se o volume de ar aprisionado, medido de acordo com a ABNT NBR 9833;
- c) por medição direta, mediante o lançamento e adensamento do concreto em recipientes de volume definido;
- d) pelos volumes das fôrmas ou moldes, devendo ser tomadas precauções no que se refere a erros ocasionados por perdas, derramamentos, deformações e erros nas dimensões das fôrmas.

5.2.4 Volume mínimo de entrega por viagem

Para equipamento não dotado de agitação, o volume deve ser fixado de acordo com as especificações do equipamento.

Para equipamento dotado de agitação e mistura (caminhão betoneira), o volume deve ser igual ou superior a $3 m^3$.

5.2.5 Volume máximo de entrega por viagem

O volume deve ser compatível com o equipamento de transporte, não excedendo a capacidade nominal de mistura ou agitação, conforme as indicações do fabricante.

5.2.6 Fração de volume de entrega por viagem

Os pedidos devem ser feitos em volumes múltiplos de $0,5 m^3$, respeitando-se os limites prescritos em 5.2.4 e 5.2.5.

5.2.7 Verificação da consistência do concreto fresco

A avaliação do concreto fresco compreende a verificação da consistência pelo abatimento do tronco de cone que deve ser feita conforme a ABNT NBR NM 67, ou espalhamento, conforme a ABNT NBR 15823-2, em função do tipo de concreto previamente especificado no pedido, e a comprovação da dimensão máxima característica do agregado graúdo solicitada.

5.2.8 Operações subsequentes

As operações de manuseio subsequentes à entrega do concreto tais como transporte interno, lançamento, adensamento, acabamento superficial, cura, retirada de escoramento e desforma são de responsabilidade da executante da obra, conforme estipulado em contrato.

5.3 Documentos de entrega

O documento de entrega que acompanha cada remessa de concreto, além dos itens obrigatórios pelos dispositivos legais vigentes, deve conter:

- a) volume de concreto;
- b) hora de início da mistura (primeira adição de água);
- c) classe de consistência ou classe de espalhamento no início da descarga;
- d) dimensão máxima característica do agregado graúdo;
- e) resistência característica do concreto à compressão, quando especificada;
- f) quantidade máxima de água complementar a ser adicionada na obra, retida pela central dosadora;
- g) código de identificação do traço utilizado na dosagem do concreto.

Quando a contratante requerer a composição do traço, a empresa prestadora de serviço de concretagem deve apresentar esta informação pela carta de traço, conforme 3.15.

5.4 Carta de traço

A carta de traço deve conter:

- a) data da elaboração da carta de traço;
- b) código de identificação do traço;
- c) especificações do concreto;
- d) materiais utilizados;
- e) fornecedores de insumos;
- f) quantidade em massa de cada componente do concreto;
- g) assinatura do responsável técnico.

6 Controle do processo de dosagem da central

6.1 Amostragem

As amostras devem ser coletadas aleatoriamente durante a operação de concretagem, conforme a ABNT NBR NM 33, após o ajuste e mistura do concreto, conforme 4.4.3 a 4.4.5. Cada exemplar deve ser constituído de dois corpos de prova da mesma viagem, moldados conforme a ABNT NBR 5738, para cada idade de rompimento e no mesmo ato. Toma-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos no ensaio (f_i).

Os exemplares devem ser tomados aleatoriamente de concretos de mesmo traço ou de traços diferentes observando o disposto em 6.2 e na Tabela 3.

Tabela 3 – Amostragem

Condição	Frequência de amostragem
Operação inicial da central de concreto (até serem obtidos, ao menos, 32 resultados)	uma amostra a cada 20 m ³ e, no mínimo, duas amostras por dia de operação
Operação contínua (após serem obtidos, ao menos, 32 resultados)	uma amostra a cada 50 m ³ e, no mínimo, uma amostra por dia de operação

Em obras especiais, tais como barragens, pontes e túneis, a frequência de amostragem deve ser estabelecida, em comum acordo entre as partes, em função do volume de concreto preparado.

6.2 Análise estatística

O objetivo da análise estatística é avaliar o processo através de parâmetros de controle.

6.2.1 Formação da amostra

A avaliação deve ser executada considerando os resultados previstos nos critérios apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios de amostragem

Critério	Especificação	Exemplo	Número mínimo de exemplares
A ^a	Diversas famílias de concreto e suas classes de resistência	C30 S100 D19 e C25 S160 D12,5	32
B	Uma família de concreto específica e suas classes de resistência	C30 S100 D19 e C25 S100 D19	24
C	Uma única classe de resistência de uma determinada família de concreto	Somente C30 S160 D19	16

^a Diversas famílias de concreto (ver ABNT NBR 12655), com diferentes classes de resistência, de consistência e diâmetros de agregados diferentes, por exemplo: concreto classe de resistência C30, classe de consistência S100 e dimensão máxima característica do agregado graúdo de 19 mm (D19), avaliado juntamente com concreto de classe C25, abatimento S160 e preparado com agregado graúdo de dimensão máxima característica de 12,5 mm (D12,5).

Quando da avaliação de diversas classes de resistência pelo método da resistência transposta, critérios A e B, é permitido agrupar os valores conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Critérios de agrupamento

Agrupamentos	Classes de resistência ^a
I	C20 a C35
II	C40 a C60

^a Classes de resistência não contempladas no agrupamento devem ser avaliadas individualmente.

Devem ser considerados espúrios e desprezados das avaliações os exemplares nos quais a variação dos resultados individuais de corpos de prova for maior que 15 % da média entre eles. Se uma investigação revelar a razão que justifique a eliminação de um valor individual, o resultado remanescente do par pode ser considerado.

É permitido o tratamento e decorrente depuração dos resultados espúrios a serem considerados na avaliação do conjunto de valores para determinação do desvio-padrão, das resistências média e característica. Os resultados espúrios devem ser objeto de investigação para identificar as causas e tratá-las.

6.2.2 Cálculo do desvio-padrão

O desvio-padrão deve ser calculado pela expressão a seguir:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_i - f')^2}{n - 1}}$$

sendo

$$f'_i = f_r + (f_i - f_{ci})$$

$$f_r = f_{ck, ref.} + 1,65 \times S_d$$

$$f_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n}$$

$$f' = \frac{\sum_{i=1}^n f'_i}{n}$$

onde

S_n é o desvio-padrão da central calculado através dos resultados das amostragens executadas durante um período pré-estabelecido, expresso em megapascals (MPa);

S_d é o desvio-padrão adotado para o cálculo das dosagens do concreto, conforme 5.6.3 da ABNT NBR 12655:2006, expresso em megapascals (MPa);

f'_i é o valor transposto da resistência de cada amostragem, expresso em megapascals (MPa);

- f' é a média dos valores transpostos da resistência de todas as amostras, expressa em megapascals (MPa);
- f_i são os resultados individuais das amostras de cada classe de resistência, expressos em megapascals (MPa);
- f_{cm} é a resistência média dos exemplares, expressa em megapascals (MPa);
- n é o número de exemplares da amostra;
- f_r é a resistência de referência, expressa em megapascals (MPa);
- $f_{ck, ref}$ é a resistência característica à compressão do concreto tomada como referência, que pode ser escolhida arbitrariamente, dentro dos valores agrupados conforme a Tabela 4, expressa em megapascals (MPa).

Recomenda-se que a resistência característica à compressão do concreto tomada como referência ($f_{ck, ref}$) seja a de um concreto frequentemente solicitado e igual ou superior a 25 MPa.

O valor do desvio-padrão (S_n) do período em análise deve ser estabelecido com base nos mesmos critérios de amostragem (famílias de concreto ou classes de resistência) adotados para o desvio-padrão inicial ou do período imediatamente anterior.

6.2.3 Avaliação estatística do desempenho do ensaio

A avaliação estatística do desempenho do ensaio deve ser realizada conforme a ABNT NBR 5739.

7 Análise do processo

7.1 Análise do desvio-padrão

A avaliação do controle de processo deve ser feita com base no desvio-padrão, calculado de acordo com 6.2.2 e analisado conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Desvio-padrão do processo

Local de preparo do concreto	Desvio-padrão MPa			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Central	$S_n < 3,0$	$3,0 < S_n < 4,0$	$4,0 < S_n < 5,0$	$S_n > 5,0$

7.2 Análise de resistência

7.2.1 Generalidades

O processo deve ser avaliado continuamente, sendo recomendados ajustes nas dosagens conforme observa-se variação do desvio-padrão, da resistência média da central ou de determinada família de concreto.

Recomendam-se avaliações mensais ou em períodos estabelecidos conforme critérios específicos de acordo com a necessidade.

O processo pode ser avaliado pelos critérios estabelecidos em 7.2.2 a 7.2.4.

7.2.2 Análise por classe de resistência

O processo é considerado satisfatório em um determinado período quando a resistência média dos exemplares avaliados de uma classe de resistência é:

$$f_{cm} \geq f_{cj}$$

sendo

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 \times S_d$$

onde

f_{cm} é a resistência média obtida pelos resultados de resistência individual (f_i) de uma determinada classe de resistência considerando o período de análise, expressa em megapascal (MPa);

S_d é o desvio-padrão adotado para o cálculo das dosagens do concreto, estabelecido conforme 5.6.3 da ABNT NBR 12.655:2006.

7.2.3 Análise da resistência transposta por família ou da central

O processo é considerado satisfatório em um determinado período quando a resistência média dos resultados transpostos é:

$$f' \geq f_r$$

sendo

$$f_r = f_{ck, ref.} + 1,65 \times S_n$$

onde

f' é a resistência média transposta, expressa em megapascals (MPa);

S_n é o desvio-padrão obtido, conforme 6.2.2.

7.2.4 Outros métodos de controle

Permite-se fazer uso de outros métodos de controle da qualidade, prescritos em normas internacionais ou estrangeiras como, por exemplo, a ACI 214 ou EN 206-1.

Bibliografia

- [1] Triola, Mario F., **Introdução à estatística**, São Paulo: LCT, 2008.

