

ANEXO I.D

Controle de Qualidade do Concreto

Controle de Qualidade do Concreto, Cimento e Agregados na Fabricação de Tetrápodes

OBJETIVO

Estabelecer os procedimentos para assegurar a execução do controle de qualidade do concreto, cimento e agregados que serão utilizados na fabricação dos tetrápodes.

NORMAS DE REFERÊNCIA

NBR-5736

Cimento Portland Pozolânico;

NBR-5733

Cimento Portland de alta resistência inicial;

NBR-5738 (NB-2)

Confecção e cura de corpos de prova de concreto cilíndricos ou prismáticos;

NBR-5739 (NB-3)

Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto;

NBR-5741 (MB-508)

Cimento Portland - Extração e preparo da amostra;

NBR-6118 (NB-1)

Projeto e execução de obras de concreto armado;

NBR-7211 (EB-4)

Agregados para concreto;

NBR-7215 (MB-1)

Ensaio de cimento Portland;

NBR-7216 (MB-6)

Amostragem de agregados;

NBR-7217

Determinação da composição granulométrica dos agregados;

NBR-7218

Determinação do teor de argila em torrões nos agregados;

NBR-7219

Determinação do teor de materiais pulverulentos nos agregados;

NBR-7220

Avaliação das impurezas orgânicas das areias para concreto;

NBR-7223

Concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;

NBR-7809

Agregado graúdo - determinação do índice de forma pelo método do paquímetro;

PRODUTOS

Qualidade do Cimento

O cimento deve ser de um dos seguintes tipos:

- Cimento Pozolânico - POZ - 32
- Cimento Portland CEP

O cimento deverá também satisfazer as seguintes condições:

Características Valor Método de Ensaio

Características	Valor	Método de
Resistência à compressão mínima aos 28 dias	35 Mpa	NBR-7215
Início de Pega (agulha de Vicat) mais que	90 min	NBR-7215
Estabilidade Lê Chatelier (expansão quente e frio)	3mm	NBR-7215
Aluminato tricálcico (máximo)	8%	

A mistura de diferentes tipos de cimento não está autorizada.

Aprovação do Cimento Antes de Qualquer Uso

- a) Cada obtenção de cimento deve ser constituída de cimento de uma fonte homogênea (mesma fábrica, mesmo processo de fabricação e o mesmo material básico).
- b) O fornecedor deve submeter um relatório do teste para cada tipo de cimento. Este relatório do teste deve conter o resultado dos ensaios realizados na fábrica ou em laboratório aprovado pelo Engenheiro.
- c) O teste deve incluir:
- Expansão a frio e a quente
 - Ensaios químicos
 - Resistência à compressão e tração com compressão diametral aos 1,7 e 28 dias
 - Início e fim de pega da pasta pura.
 - Medição da superfície específica (Blaine)
- d) Cada característica deve ser considerada pela média de três medições para cada teste (exceto para o esforço de compressão, que deve ser a média de 6 testes).

Verificação da Entrega do Cimento

Amostragem

Definições

- a) Amostra de uma só tomada - é a amostra de cimento que se realiza em uma única operação.
- b) Amostra composta - é a mistura de várias “amostras de uma só tomada” extraídas em intervalos de tempo pré-fixados.
- c) Amostra de ensaio - é a amostra destinada aos ensaios físicos ou químicos.

Extração das Amostras

- a) As amostras de ensaio serão de uma amostra composta. Representarão no máximo 100 t de cimento e serão tomadas em duplicata. As amostras de ensaio pesarão pelo menos 5 Kg
- b) A extração das amostras de uma só tomada será feita enquanto o cimento fluir pela boca de descarga do silo em intervalos tais que se logre uma amostra de 2,5 Kg para cada 25 t, no máximo. As amostras serão depositadas em sacos plásticos, eliminando-se o excesso de ar e sendo devidamente lacrados;
- c) Caso o cimento permaneça estocado por mais de 30 (trinta) dias, será efetuada uma nova amostragem.

Preparo das Amostras

- a) Para se homogeneizar a amostra e se extrair todos os materiais estranhos, antes do ensaio, se fará passar o cimento através da peneira ABNT 0,840mm (no 20). O cimento assim resultante será guardado em sacos plásticos, eliminando-se o excesso de ar e sendo devidamente lacrados, permanecendo assim até a hora do ensaio.
- b) Para os ensaios as amostras serão homogeneizadas e dispostas em grupos de modo que cada grupo represente o peso requerido.
- c) Cada amostra será identificada pelos seguintes dados:
 - Tipo de cimento e sua marca comercial;
 - Locais de procedência e de retirada da amostra;
 - Número de ordem de retirada da amostra;
 - Peso do lote representado na amostra.

Condições Impostas:

Cimento Especial para pré-moldados

Exigências Químicas

Perda ao fogo	- Máx. 3,72%
Resíduo insolúvel	- Máx. 2,27%
Trióxido de enxofre (SO ₃)	- Máx. 3,72%
Óxido de magnésio (MgO)	- Máx. 9,36%

Nota:

O cumprimento das exigências químicas será comprovado através do certificado de qualidade fornecido pelo fabricante.

Exigências Físicas:

Finura (NBR 7215)	- Máx. 0,09%
Tempo de pega (NBR 7215) início de pega	- Mín. 205
Fim de pega	- Máx. 470

Resistência a compressão:

a 3 dias	- Máx. 25,7 MPa
a 7 dias	- Mín. 31,3 MPa
a 28 dias	- Mín. 40,5 MPa

Cimento Portland Pozolânico - POZ32

Exigências Químicas

Perda ao fogo	- Máx. 4,0%
Trióxido de enxofre (SO ₃)	- Máx. 4,0%
Óxido de magnésio (MgO)	- Máx. 6,5%

Exigências Físicas:

Finura (NBR 7215)	- Máx. 8,0%
Tempo início de pega (NBR 7215)	- Mín. 1 h
Fim de pega (NBR 7215)	- Máx. 10 h

Resistência a compressão:

a 3 dias	- Mín. 10 MPa
a 7 dias	- Mín. 20 MPa
a 28 dias	- Mín. 32 MPa
a 91 dias	- Mín. 40 MPa

Rejeição

Serão rejeitados todos os materiais que não atenderem a qualquer exigência descrita neste procedimento.

Registro de Resultados

O registro de resultados dos diversos ensaios aqui indicados serão efetuados nos formulários de modelo em anexo, que estarão sob a responsabilidade do laboratório da obra.

a) Uma amostra para controle deve ser feita para cada entrega do cimento na obra e para cada teste de informação sobre o concreto (traço).

b) Se não forem usadas para testes de inspeção, amostras devem ser guardadas num laboratório local no mínimo por 6 meses (amostras conservadas). Estas amostras conservadas serão usadas como amostras de como foram fabricadas, em testes de pós fabricação, no caso de alguma contestação ou por motivo de informações.

c) Todo mês ou a cada vez que for consumido 1000 toneladas, se o consumo mensal for menor que 1000 toneladas, os seguintes testes de inspeção devem ser feitos:

- Expansão a frio e quente
- Resistência à compressão axial e diametral aos 1,7 e 28 dias
- Início e fim de pega da pasta pura
- Medição de superfície específica (Blaine)

d) Todo 2 meses ou a cada 2000 toneladas de consumo, se o consumo bimensal for menor que 2000 toneladas, os seguintes testes de inspeção devem ser realizados:

- Expansão fria e quente
- Análise química

Entrega do Cimento

a) O cimento deve ser entregue a granel exceto quando entregue para reparos ou acabamentos, quando poderá ser adquirido em sacos, a critério da fiscalização.

b) O transporte da fábrica para o local deve ser efetuado em carretas de cimento.

Estocagem do Cimento

a) O cimento fornecido a granel deve ficar estocado em silos estanques para assegurar que não haverá perda na estocagem. Os silos devem ser esvaziados e limpos a cada 6 meses e sempre que houver uma troca no tipo ou na origem do cimento.

b) O cimento quando fornecido em sacos deve ser estocado em lugar seco, totalmente coberto e fechado, isolado do sol ou agentes atmosféricos. O armazém deve ser de dimensões suficientes para permitir um fácil acesso para identificação, coleta de amostras,

contagem e movimentação dos sacos. Os sacos não devem ser estocados em pilhas com altura superior a 2,5 metros.

- c) O cimento deve ser usado em ordem cronológica de chegada. A temperatura do cimento na hora do seu uso não deve exceder a 70 graus centígrados.
- d) Deve haver capacidade suficiente de estocagem para assegurar o suprimento para o planejamento da obra.
- e) O uso de qualquer cimento que permaneceu no armazém por mais de 4 meses deve ser sujeito a uma série completa de testes físicos de análise para assegurar que o mesmo se encontra dentro das especificações.
- f) Qualquer cimento que tiver sido exposto aos elementos naturais ou que tenha caído no chão, mesmo que parcialmente, ou que fora rejeitado de acordo com as especificações não devem ser usados para trabalhos permanentes e deve ser removido dos silos ou armazéns.

Agregados

Considerações Gerais

Os agregados deverão ser compostos por grãos de minerais duros, compactos duráveis e limpos e não deverão conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a durabilidade do concreto.

Transporte e armazenamento de agregados

- a) Os métodos de transporte e armazenamentos devem ser tanto para garantir a estabilidade e uniformidade do conteúdo da água e evitar qualquer segregação.
- b) As diferentes classes dos agregados devem ser estocadas separadamente em silos ou em uma plataforma de concreto ou por quaisquer outros meios, que garantam um nível de equivalência de limpeza e proteção da radiação solar. A área de estocagem deve ser projetada para assegurar uma drenagem eficaz dos agregados.
- c) A capacidade de estocagem para cada classe dos agregados como definida acima deve ser suficiente para fornecer contínuo abastecimento para o trabalho por 8 dias.

Verificação dos Agregados

- a) Frequência Normal "N"
 - Todo mês ou todo 2000 m³ de concreto se o volume de concreto manufaturado for maior que 2000 m³ por mês
 - Para cada nova entrega de material de origem diferente ou obtida por um processo diferente.

b) Freqüência “xN”

- Para cada teste x efetuada na freqüência normal
- Para cada nova entrega

No fornecimento dos agregados serão observadas as seguintes informações:

Nome do fornecedor

Procedência do Material

Massa ou volume aparente do material

Data do recebimento

Definições

Agregado Miúdo

A areia de origem natural ou resultante de britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm.

Agregado Graúdo

Pedregulho ou a brita proveniente das rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT 4,8 mm.

Dimensão Máxima Característica

Grandeza associada à distribuição do agregado, corresponde a abertura de malha quadrada, em mm, à qual corresponde uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa.

Módulo de Finura

Soma de porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100.

Qualidade dos Agregados

- a) Os agregados devem ser de origem aluvionar ou britado ou material misturado originários da rocha não sensível ao ambiente (sã) nem passível de provocar qualquer efeito prejudicial aos outros ingredientes do concreto.
- b) Os agregados devem satisfazer os requisitos da NBR-7211 (EB-4)
- c) Os agregados devem ter a densidade de maior que 2,6 t/m³

Amostragem

De cada lote em 100 m³ ou fração se formará uma amostra representativa, ou a cada mudança de fornecedor.

A fim de se evitar a segregação da parte pulverulenta, as amostras serão formadas, sempre que possível, quando material estiver úmido.

Serão tomados os demais cuidados e precauções para que a amostra seja representativa, estudando, preliminarmente, a proporção dos vários tamanhos do material, de modo que a mesma proporção aproximada seja conservada na amostra.

As amostras parciais serão obtidas de pontos diversos do silo, devendo estes pontos abranger, tanto quanto possível a superfície, o interior e a parte inferior do silo, evitando a coleta somente na zona periférica. Obtidas essas amostras se procederá ao quarteamento conforme abaixo:

Quarteamento da amostra

As amostras parciais serão reunidas em um encerado e misturados intimamente;

Às amostras misturadas serão dadas a forma de tronco de cone de bases tão larga quanto possível; Esse tronco de cone é dividido diametralmente em quatro porções, das quais duas opostas serão rejeitadas;

Com as duas porções restantes serão repetidas essas operações até se obter as quantidades fixadas na tabela 2.

Tabela 2

Natureza do Material	QUANTIDADE MÍNIMA			
	Caracterização Completa	Determinação de Materiais Pulverulentos	Absorção e Densidade Real	Densidade Aparente Por Percentagem de Vazios
Brita nº 3 (25 - 50)	40	20	5	40
Brita nº 2 (12,5 - 25)	30	10	5	20
Brita nº 1 (4,8 - 12,5)	25	5	5	10
Areia	10	5	2	5

A amostra será identificada através de um número, nome da pedreira e local de amostragem.

Condições Específicas

Agregado Miúdo

Granulometria (NBR 7217)

Granulometria dos Agregados Finos

Os agregados finos devem, em princípio, estar entre uma variação de 0,075 a 4,7 mm.

A granulometria deverá cumprir os limites de somente uma das zonas indicadas na tabela 3. Poderão ser utilizadas areias cuja granulometria não se enquadre em qualquer uma das zonas indicadas na tabela 3, desde que sejam realizados estudos prévios de dosagem ou então a faixa granulométrica seja de uso consagrado na região. Após definido o emprego de uma zona granulométrica para a obra, a mudança para outra zona somente deverá ser aprovada após estudo de dosagem.

A granulometria dos agregados finos após peneiramento, deve variar segundo a escala:

Malha da Peneira (mm)	Material Passado (%)
0,075	0-5
0,150	5-20
0,320	15-40
0,600	30-65
1,200	60-85
2,400	85-95
4,720	95-100

Tabela 3

Limites Granulométricos de Agregado Miúdo

Peneira ABNT	Porcentagem em peso, retida acumulada na peneira ABNT, para a:			
	Zona 1 (muito fina)	Zona 2 (fina)	Zona 3 (média)	Zona 4 (grossa)
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a
4,8 mm	0 a 5 (A)	0 a 10	0 a 11	0 a
2,4 mm	0 a 5 (A)	0 a 15 (A)	0 a 25 (A)	5 (A) a
1,2 mm	0 a 10 (A)	0 a 25 (A)	10 (A) a 45 (A)	30 (A) a
0,6 mm	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a
0,3 mm	50 a 85 (A)	60 (A) a 88 (A)	70 (A) a 92 (A)	80 (A) a
1,15 mm	85 (B) 100	90 (B) 100	90 (B) 100	90 (B) a 100

(a) Pode haver uma tolerância de até um máximo de 5 unidades de por cento em um só dos limites marcados com a letra A ou distribuídos em vários deles.

(b) Para agregado miúdo resultante de britagem este limite poderá ser 80.

Módulo de Finura

O módulo de finura do agregado miúdo, cuja a granulometria cumpre com qualquer uma das zonas indicadas na tabela 3, não deve variar de mais de 0,2 para o material de uma mesma origem.

Substâncias Nocivas

As quantidades de substâncias nocivas não deverão exceder os limites máximos em porcentagem da massa do material:

Torrões de argila (NBR 7218)	- 1,5%
Materiais pulverulentos (NBR 7219)	- 5,0%
Concreto submetido a desgaste superficial	- 3,0%
Nos demais concretos	- 5,0%

Impurezas orgânicas

O agregado miúdo submetido ao ensaio não apresentará uma solução mais escura do que a solução padrão. Se a coloração for mais escura a utilização ao agregado ficará condicionada a resultado do Ensaio de Qualidade de Areia (NBR 7221).

Agregados Graúdos

Granulometria dos Agregados Graúdos

Os agregados graúdos serão divididos em duas classes pela relação d/D , e devem satisfazer as seguintes condições:

Malha da Peneira (mm)	Material Passado (%)
1,56D	100
D	>90
0,50d	entre 35 e 65 (If $D > 2,5d$)
d	<10
0,63d	<3

Os agregados graúdos devem ser divididos em 3 categorias principais.

O conteúdo de finos deve ser menor que 2% para todos agregados, incluindo areias.

Granulometria (NBR 7217)

A granulometria deverá cumprir os limites indicados na tabela 4.

Tabela 4

Graduação	Porcentagem retida acumulado, em peso, nas peneiras de abertura em mm de:								
	50	38	32	25	19	12,5	9,5	6,3	4,8
1				0	0-10	-	80-100	92-100	95-100
2			0	0-25	75-100	90-100	95-100		
3	0	0-30	75-100	87-100	95-100				

Substâncias Nocivas

As quantidades de substâncias nocivas não excederão os seguintes limites máximos em porcentagem da massa do material.

Torrões de argila e partículas friáveis (NBR7218):

Concreto cuja aparência e importante	- 1,0%
Concreto submetido a desgaste superficial	- 2,0%
Demais concretos	- 3,0%
Materiais Pulverulentos (NBR7219)	- 1,0%

Água

A água de mistura e cura deve ser livre de quaisquer impurezas que possam significativamente afetar o tempo de pega, a resistência ou a durabilidade do concreto.

A água de mistura e cura deve ter as seguintes especificações:

Impureza	Conteúdo máximo nas partes por milhões (ppm)
Matéria Orgânica (O2)	3
Matéria suspensa	2000
Sais dissolvidos	2000

Quando a concentração de sal exceder o valor especificado, ou quando a qualidade da água for duvidosa na opinião do Engenheiro, testes comparativos de resistências e início de pega, deverão ser realizados em duas pastas com o mesmo cimento, um com água em questão e o outro com água destilada na mesma proporção.

Aditivos

- O uso de aditivos contendo cloreto de cálcio é proibido.
- Todos os aditivos devem ser em forma líquida
- Provisões devem ser feitas para a adição automática de qualquer aditivo.

- d) A contratante submeterá, para a aprovação de qualquer aditivo proposto, um memorando demonstrativo, nas bases dos resultados dos testes, a compatibilidade do aditivo com outros ingredientes do concreto, sua influência na proporção de água para igual consistência, seu efeito na consistência para iguais proporções de água, os tempos de início e fim de pega da pasta de cimento, e a resistência mecânica do concreto obtido.
- e) Isto deve ser executada para uma proporção ótima proposta e para o dobro e metade desta proporção ótima.
- f) Tolerância na precisão dos aditivos dosados: 2%
- g) Aditivos não devem ser adicionados para ligar na fabrica.

CONCRETO

Tipo de Controle da Resistência do Concreto

O tipo de controle a ser será o sistemático

Lotes

Os lotes não terão mais de 500m³ e nem corresponderão a um tempo de execução de mais de uma (01) semana.

Amostragem

A cada lote de concreto corresponderão uma amostra com “n” exemplares.

No início de produção do concreto será adotado o índice de amostragem. O índice será mantido ou alterado no prosseguimento da produção de acordo com as indicações da tabela abaixo. Nas peças em que a cura será a vapor sempre utilizado o índice de amostragem rigoroso.

Valor Estimado da Resistência Característica	Índice de Amostragem Empregado no Lote em Exame		
	Reduzido (n = 6)	Normal (n = 12)	Rigorous (n = 18)
	Índice a Adotar no Lote Seguinte		
fck, est. > 1,1 fck	Manter o Reduzido	Passar para o Reduzido	Passar para o Normal
1,1 fck > fck, est. < fck	Passar para o Normal	Manter o Normal	Passar para o Normal
fck, est. < fck	Passar para o Normal	Passar para o Rigoroso	Manter o Rigoroso

Cada exemplar será constituído de corpos de prova da mesma massada, moldados no mesmo ato e rompidos da seguinte maneira:

n corpos de prova para orientação da equipe de produção quanto a movimentação e desforma das peças. Esse número estará definido nos procedimentos de execução destas peças.

Para a obra em questão o número mínimo de amostras do lote será de 10 corpos de prova, assim distribuídos:

- * 2 corpos de prova para o rompimento em compressão axial em 24 horas
- * 2 corpos de prova para o rompimento em compressão diametral em 24 horas

- 2 corpos de prova para rompimento aos 7 dias
- 2 corpos de prova para rompimento aos 28 dias
- 2 corpos de prova para rompimento aos 90 dias

Será tomada como resistência do exemplar, para cada idade, o maior dos dois valores obtidos no ensaio.

Nota:

Nos casos em que houver a necessidade de se estimar a resistência do concreto em outras idades, o número de corpos de prova será aumentado (como distribuído acima).

Para cada betonada será determinada a consistência do concreto pelo Abatimento do Tronco de Cone (slump test), e dera tomada uma medida da densidade do concreto.

Cada corpo de prova será identificado através de um número indicativo do exemplar.

Cálculo do Valor Estimado da Resistência

Característica à compressão (fck est.).

O valor estimado da resistência característica à compressão será dada por:

$$f_{ck.est} = \frac{2(f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}) + f_m}{m - 1}$$

Onde:

“m” é a metade número “n” de exemplares, desprezando-se o valor mais alto se este número for ímpar, e f1, f2, fm, fn são as resistências dos exemplares.

Não se tomará para fck.est valor menor que Ys f1 (ver tabela1), nem maior que:

$$0,85 \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_n}{n}$$

Quando o primeiro destes limites for maior do que o segundo, será este segundo limite adotado como valor de f_{ck} est.

Tabela 1 - Valores de γ_s

n =	6	7	8	10	12	14	16 $\geq$ 18
γ_6 =	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02 1,04

Aceitação da Estrutura

Satisfação as condições de projeto e de execução das normas aplicáveis, a estrutura será automaticamente aceita se f_{ck} est $\geq f_{ck}$.

Quando não houver aceitação automática na forma do item anterior, será emitido um relatório de não conformidade e a decisão basear-se-á em uma ou mais das seguintes verificações: revisão do projeto, ensaios especiais, rompimento de corpos de prova aos noventa (90) dias de idade, etc.

Classes do Concreto a serem usados na Obra

- As classes de concreto são definidas por suas resistências características f_c em Mpa, seguida pela máxima dimensão do agregado em mm.
- A resistência característica f_c é a resistência à compressão nos 28 dias abaixo ao qual menos que 5% das amostras testadas devem ser encontradas.
- Dosagem mínima de cimento.

Classe	Dmax da malha (em mm)				
	25	31.5	40	50	80
$C = 700 / \sqrt[5]{D}$ (Kg / m ³)	370	350	335	320	291

A dosagem de cimento pode também depender do tipo de cimento usado. No caso de blocos de mais que 16 m³, um estudo de dosagem de cimento especial deve ser efetuado para evitar choque térmico devido a uma mudança excessiva de temperatura entre o centro do bloco e a crosta.

d) Principais Características do Concreto

Critério	Especificação		Observações
Densidade mínima	em geral (2.3t/m ³)		Aquela levada em conta durante o projeto do bloco ou durante testes em escala de modelo
Relação água / cimento	0,50		A relação água/cimento é calculada excluindo a água absorvida pelos agregados
Máxima temperatura do Concreto durante lançamento	30°C		A Contratante tomará todas as medidas necessárias conforme estas especificações
Resistência à compressão aos 28 dias	Resistência mínima da amostra moldagem 23 MPa	Resistência média de 29 MPa	Composição de lotes e amostragem definidos no Capítulo 3
Resistência à compressão mínima aos 28 dias			O engenheiro recebe os resultados dos testes iniciais considerando satisfatórios, e informações suficientes nas avaliações feitas durante a fabricação
Resistência a compressão nominal aos 28 dias		32MPa	O engenheiro recebe somente os resultados dos trabalhos julgados
Resistência à tração aos 28 dias	Resistência Mínima > 2.0MPa		Resistência à tração por compressão diametral - Ensaio brasileiro

Composição do Concreto

Para cada classe de concreto, um memorando deve ser entregue ao empregador, demonstrando que para o projeto consistente, a composição proposta e as instalações no local irão produzir concreto, satisfazendo as especificações.

Projeto de Traços - Dosagem Racional

Propósito das traços

- Verificar se a fórmula nominal proposta pelo fornecedor está de acordo com os requerimentos de qualidade estipulados nas especificações.
- Verificar se esses requisitos ainda estariam de acordo com a qualidade dos componentes, alcançados os limites especificados, ou dentro dos limites apropriados para os componentes usados.
- Verificar se esses requisitos ainda estão de acordo com as proporções dos componentes encontrados nos limites especificados ou dentro dos limites apropriados resultando das instalações locais (os limites estudados também estão escolhidos em cada caso para examinar várias fórmulas nominais ao mesmo tempo).

O plano de tentativas de misturas engloba a preparação de:

- a) Três porções de acordo com a formula nominal,
- b) Oito porções de acordo com a formula nominal, compreendendo:
 - Duas porções derivadas da formula nominal com uma modificação na proporção dos agregados (por exemplo, variações para mais ou menos 10% na divisão entre os peso de agregado grossos e finos),
 - Duas porções derivadas da formula nominal modificadas na quantidade de mistura de água (mais ou menos 10 litros por m3 de concreto)
 - Duas porções de derivadas da fórmula nominal modificadas no conteúdo de cimento (mais ou menos 25Kg de cimento para cada m3 de concreto)
 - Se necessário, duas porções derivadas da fórmula nominal pela modificação da qualidade de aditivo (dividindo ou dobrando).

Medidade Tomadas

1. Uma amostra deve ser retirada de cada porção e os seguintes testes devem ser efetuados:
 - a. De consistência.
 - b. Densidade e a qualidade de ar dentro do cimento fresco.
 - c. Densidade do concreto aos 28 dias.
 - d. Resistência à compressão a 1 dia em duas amostras.
 - e. Resistência à compressão aos 2 dias em duas amostras.
 - f. Resistência à compressão aos 3 dias em duas amostras
 - g. Resistência à compressão aos 28 dias.
2. Os componentes devem estar sujeitos às medidas de controle especificadas em qualquer lugar.
3. Também devem ser anotados os seguintes fatores:
 - a. A temperatura dos componentes do concreto durante os teste.
 - b. O aspecto do concreto fresco durante o processo do ensaio de consistência e da preparação doa corpos de prova.
 - c. O aspecto da ruptura durante os ensaios mecânicos.

Interpretação do Projeto de Traços

1. O projeto de traço será considerando válido e a composição do concreto aceita se todas as seguintes condições forem encontradas:
 - a. Todos os resultados de consistência estiverem dentro dos limites especificados entre 2 e 6 cm para agregados redondos e entre 4 e 8 cm para agregados britados.
 - b. A media aritmética de seis medições (2 testes para cada porção) de resistência à compressão em Mpa medida aos 28 dias atingirem os seguintes requisitos:

$$f_{ck} \geq 26 \text{ Mpa}$$

2. Se as condições acima não forem totalmente satisfeitas, mas o concreto está perto aos valores, o Engenheiro fixará, se o fornecedor aceitar a essa sugestão, composição nominal do concreto sem qualquer outro projeto de traço.

Trabalhos para o Traço

Os trabalhos para determinar o traço, para ser efetuado antes de qualquer fabricação de bloco em escala industrial, devem visar a verificação do seguinte:

1. Que o concreto feito pela aplicação da composição nominal, usando os materiais e planta de construção entregues no local, satisfazem as especificações.
2. Que a composição do concreto, considerando as instalações é considerada para uso, irá possibilitar as estruturas para serem construídas de maneira satisfatória.
3. Que a consistência do concreto está mencionada.

Os trabalhos de testes de mistura devem envolver pelo menos 6 blocos. Concreto de várias consistências devem ser usados. Medidas baixas com o cone de Abrams deve ser de 3, 5 e 7 cm para os agregados arredondados e 5, 7 e 9 para o agregados moídos.

Todos os testes de controle e informação devem ser efetuados. O peso dos 6 blocos devem ser checados.

Os testes devem ser interpretados nas mesmas com os planos de testes de mistura.

A fabricação industrial deve começar apenas se os resultados dos testes de 28 dias estiverem acima de 29 ou 32 Mpa, dependendo em onde os estudos das amostras foram feitas ou não.

Teste de Amostras

Tomadas de Amostras

Amostras devem ser feitas do mesmo que o concreto local

Dimensões e Números de Amostras

Em geral, amostras devem ser cilíndricas para o teste de resistência à compressão e para o teste de resistência à tração por compressão diametral (ensaio brasileiro).

- Amostras cilíndricas do dia. 15 x 30: D 7740mm
- Acima de 40mm, amostras cilíndricas do dia. 25 x 50 devem ser usadas. Neste caso, a correlação deve ser estabelecida entre os dois diâmetros.

Armazenagem - Remoção - Transporte de Amostras

As amostras devem ser mantidas em suas formas por 20 horas. Elas devem estar protegidas de tal forma a evitar qualquer evaporação na temperatura em torno de 20 °C + - 3°C.

Após este período, o fornecedor deve remover as amostras de seus moldes, tomando o grande cuidado de não as danificar.

Após as amostras terem sido removidas dos seus moldes, elas devem ser transportadas cuidadosamente a um laboratório aprovado pelo engenheiro da obra, onde devem ser depositadas em sala com temperatura e umidade controladas.

Se as amostras não puderem ser transportadas imediatamente após a remoção dos moldes, devem ser protegidas contra o sol e chuva e respingadas com água na maneira normal de cura.

Em qualquer evento, as amostras devem ser transportadas entre as 24 horas seguintes da remoção dos moldes.

Fabricação do Concreto

As condições exigíveis para o preparo, controle e recebimento de concreto destinado à execução das estruturas de concreto armado estão fixadas na norma NBR 12655.

O controle da produção consiste em:

- a) Controle tecnológico dos materiais componentes do concreto, conforme NBR 12654.
- b) Controle das condições de armazenamento, medida e mistura dos materiais expressas no Capítulo 5 da NBR 12655.
- c) Atendimento às disposições da NBR 7212, quando aplicáveis.

Armazenamento dos materiais componentes:

Os materiais componentes do concreto devem permanecer armazenados na obra em central de dosagem, separados fisicamente desde o instante do recebimento até a mistura. Cada um dos componentes deve estar completamente identificado durante o armazenamento, no que diz respeito à classe ou à graduação do material de cada procedência. Os documentos que comprovam a origem e características dos materiais devem permanecer arquivados, conforme legislação vigente.

Medidas dos materiais componentes do concreto

Os agregados, água, cimento e aditivos devem ser misturados em um caminhão betoneira, após medidas suas porções em central de concreto automática. O misturador local deve ser aprovado na instalação por uma organização reconhecida como sendo cabível para a escolha da mistura de concreto.

Tolerância de Peso

- Cimento e água: $\pm 1\%$
- Agregados:
Peso total dos agregados: $\pm 2\%$
Peso de cada classe: $\pm 3\%$

Checação das escalas de pesagem

A precisão das escalas de pesagem das plantas de porção deve ser checada no começo de cada mês. Se a precisão sair das tolerâncias específicas, a planta de porção não deve ser usada novamente até que as escalas forem ajustadas ou reparadas como necessário.

Mistura dos Componentes:

Os componentes do concreto, medidos de acordo com o indicado no item anterior, devem ser misturados até formar uma massa homogênea. Esta operação será realizada na central de concreto, através de um caminhão betoneira.

Execução dos Tetrápodes

Transportando o concreto

O concreto deve ser transportado de tal forma que não haja segregação dos componentes, nenhuma vibração anterior a sua colocação e nenhuma evaporação.

O tempo de transporte é limitado em 90 minutos.

Colocando o concreto

O concreto deve ser colocado e compactado de tal forma a evitar o deslocamento da forma de trabalho.

Quando o concreto é derramado de uma altura maior que 3 m, o fornecedor deve usar uma calha para introduzir o concreto no molde.

O concreto deve ser derramado em camadas de não mais de 80 cm de espessura. Em qualquer evento essa espessura deve ser menor que o comprimento do vibrador usado.

Todo o concreto deve ser compactado com vibradores. O número, frequência e potência dos vibradores devem ser suficientes para todo o tempo assegurar a carreta e rápida compactação de toda a quantidade de concreto que está sendo colocada.

Os vibradores devem ser introduzidos verticalmente em intervalos regulares no concreto. Se a camada colocada cobrir uma camada compacta fresca, o vibrador deve ser colocado cerca de 10 cm na camada prévia. Os vibradores devem ser manuseados vagarosamente de modo a não criar vácuos.

A vibração continua até que praticamente todas as bolhas de ar tenham subido para a superfície e pode ser cessada se um aparecer excesso de água na superfície. Quando a presença de bolhas de ar puder prejudicar a estrutura, a espessura das camadas deve ser reduzida e uma compactação adicional será efetuada nas formas, após compactação regular da superfície inteira.

O tempo entre duas camadas deve estar limitada a :

- 20 minutos, clima ventoso ou seco
- 40 minutos em clima úmido e frio

Para a verificação do abatimento de concreto vamos adotar:

- Os primeiros 25 m³ serão retirados slump para aferição do volume de água necessária para plasticidade desejada;
- A cada 150 m³ serão realizados complementarmente um teste de slump a cada 25 m³.

Concreto em clima quente

Quando a temperatura do dia exceder 35°C, o concreto deve ser feito à noite, a menos que ajustes especiais sejam feitos para mistura, transporte e lançamento do concreto.

Esses ajustes especiais devem incluir:

- Borrifamento e proteção dos agregados grossos contra a luz do sol
- Borrifamento das formas
- Proteção do concreto contra a luz do sol durante o transporte e lançamento
- Em todos os casos, a temperatura do concreto no lançamento deve ser menor que 30°C.

Concretando em Clima Frio

Quando as temperaturas estiverem entre +10°C e +5°C, os seguintes ajustes devem ser feitos:

- Os agregados devem ser protegidos contra geada
- Um agente de aceleração de pega deve ser usado para pequenos blocos de mais de 5 m³
- A água de amassamento deve ser pré-aquecida
- Distância de transporte longa deve ser evitada
- As formas devem ser cobertas antes do lançamento e os blocos depois da desforma e se necessário um sistema de aquecimento deve ser instalado (cura a vapor).

Toda a concretagem deve ser parada se a temperatura cair abaixo de 5°C.

Cura do Concreto

As superfícies expostas do concreto novo devem ser mantidas úmidas pela aplicação de produto cura.

A cura deve começar tão logo possível após o lançamento do concreto para partes não fechadas e imediatamente após a remoção da forma de trabalho em outros casos.

A cura deve continuar por um período de 3 dias.

As formas poderão abertas quando o concreto atingir a resistência de 7 MPa, como medida com o esclerômetro calibrado. Um agente desmoldante é usado para facilitar esta operação. Esse agente tem uma ação físico-química, a qual também previne bolhas na superfície de se formar no concreto.