



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-OA 02/05

OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: CONCRETOS E ARGAMASSAS

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-OA 02/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: concreto; argamassa; calda de
cimento

15 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução e aplicação de concretos e argamassas utilizados em estruturas necessárias à implantação de rodovias. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as especificações de serviços DNER-ES 330/97 e DER/PR ES-OA 02/91.

1 OBJETIVO

Definir as condições exigíveis para produção e aplicação de concretos e argamassas em obras rodoviárias sob jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- | | |
|-----------------------------|--|
| ABNT-NBR 5738/03 (MB-2) | - Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova |
| ABNT-NBR 5739/94 (MB-3) | - Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos |
| ABNT-NM 19/94 | - Cimento Portland – Análise química - Determinação do enxofre na forma de sulfeto |
| ABNT-NM 33/94 | - Concreto - Amostragem de concreto fresco |
| ABNT-NBR 6118/03 (NB-1) | - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento |
| ABNT-NBR 7187/03(NB-2) | - Projeto de pontes de concreto armado e concreto protendido - Procedimento |
| ABNT-NBR 7211/05 | - Agregados para concreto – Especificação |
| ABNT-NBR 7212/84 (EB-136) | - Execução de concreto dosado em central |
| ABNT-NBR NM 67/98 | - Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone |
| ABNT-NBR NM 68/98 | - Concreto – Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff |
| ABNT-NBR 7681/83 (EB-1348) | - Calda de cimento para injeção |
| ABNT-NBR 7682/83 (MB-1760) | - Calda de cimento para injeção – Determinação do índice de fluidez |
| ABNT-NBR 7683/83 (MB-1761) | - Calda de cimento para injeção - Determinação dos índices de exsudação e expansão |
| ABNT-NBR 7684/83 (MB-1762) | - Calda de cimento para injeção – Determinação da resistência à compressão |
| ABNT-NBR 7685/83 (MB-1763) | - Calda de cimento para injeção - Determinação da vida útil |
| ABNT-NBR 8953/92 (CB-130) | - Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência |
| ABNT-NBR 9062/01 (NB-949) | - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado |
| ABNT-NBR 10839/89 (NB-1223) | - Execução de obras de arte especiais em concreto armado e concreto protendido; |
| ABNT-NBR 12654/92 | - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto |
| ABNT-NBR 12655/96 | - Concreto - Preparo, controle e recebimento |
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR

Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Concretos e argamassas: são misturas executadas em proporções determinadas envolvendo aglutinante de cimento Portland, água e agregados, com ou sem aditivos de características diversas, de forma a obter uma massa homogênea e de consistência plástica, cuja plasticidade dependerá de sua aplicação, e que ganhe resistência com o tempo.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Devem ser preparados e executados de acordo com as formas da estrutura e resistências características indicadas em projeto final de engenharia.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) Em dias de chuva;
- b) sem apresentação pela executante, e aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem dos concretos e argamassas a serem utilizadas na obra. Quaisquer alterações das jazidas de agregados ou do tipo de cimento requerem nova dosagem da mistura.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Cimento

- a) O cimento deve satisfazer às especificações brasileiras, podendo ser de qualquer tipo e classe, desde que o projeto não apresente restrições.
- b) Todo cimento deve ser guardado em local seco e abrigado de agentes nocivos e não deve ser transportado em dias úmidos, sem proteção adequada.
- c) O cimento pode ser armazenado em sacos de 50kg ou outros pesos, sempre fechados, ou em silos, quando entregue a granel e para cimento de uma única procedência. O período de armazenamento não pode comprometer a sua qualidade.
- d) Não é admitida a mistura de dois tipos de cimento ou de cimentos do mesmo tipo procedentes de fábricas diferentes.

5.1.2 Agregados: devem constituir-se de materiais granulosos e inertes, substâncias minerais naturais ou artificiais, britados, duráveis e resistentes, com dimensões máximas características e formas adequadas ao concreto a produzir. Devem ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural, em assoalho de madeira ou camada de concreto de forma a permitir o escoamento de água. Não devem conter substâncias nocivas que

prejudiquem a pega e/ou o endurecimento do concreto, ou minerais deletérios que provoquem expansões em contato com a umidade e com determinados elementos químicos.

a) Agregados miúdos

- a.1) São normalmente constituídos por areia natural quartzosa, de dimensão máxima característica igual ou inferior a 4,8 mm. Devem ser bem graduados, sendo recomendadas as areias grossas que não apresentem substâncias nocivas, como torrões de argila, materiais orgânicos e outros.
- a.2) O emprego de agregados miúdos provenientes de rocha sã ou pó de pedra só é admitido após a realização de ensaios de laboratório idôneo, e quando constante da dosagem da mistura apresentada.

b) Agregados graúdos

- b.1) Devem apresentar dimensão máxima de acordo com sua aplicação. Não devem apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila e matéria orgânica.
- b.2) Os agregados graúdos são constituídos por partículas de diversas graduações nas proporções indicadas nos traços do concreto e armazenados separadamente.

c) Pedra de mão

- c.1) A pedra de mão para concreto ciclópico, de rocha estável, deve ter qualidade idêntica à exigida para a pedra britada a empregar na confecção do concreto.
- c.2) Deve ser limpa, isenta de incrustações nocivas, sendo sua maior dimensão não inferior a 10 cm, nem superior à $\frac{1}{3}$ (um terço) da menor dimensão do elemento a ser construído.

d) Água: a água para a preparação do concreto não deve conter ingredientes nocivos que afetem o concreto, ou reduzir a proteção das armaduras contra a corrosão, como cloretos. Deve ser clara e isenta de óleo, ácidos, álcalis, matéria orgânica e obedecer à exigência do item 7.3.3 desta especificação.

e) Aditivos

- e.1) A utilização de aditivos deve implicar no perfeito conhecimento de sua composição e propriedades através de ensaios, dos seus efeitos no concreto e armaduras, do seu prazo de validade e devem ser isentos de cloretos. Somente usar na obra aditivos previstos na dosagem dos concretos, realizada em laboratório e aprovada pelo DER/PR.
- e.2) Para o concreto protendido, os aditivos que contenham cloretos ou quaisquer outros ingredientes que possam provocar a corrosão do aço são proibidos, valendo as mesmas recomendações para a calda de injeção.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços. Os equipamentos básicos necessários são:

- a) betoneira estacionária com dosador de água ≥ 320 l;
- b) central de concreto;
- c) caminhão betoneira;
- d) carrinhos, caçambas, ou bombas de concreto;
- e) vibradores mecânicos.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança do serviço é da executante.

5.3.2 Concreto: deve apresentar uma massa fresca com trabalhabilidade adequada para cada tipo de aplicação com os equipamentos disponíveis na obra, para que depois de endurecido se torne um material homogêneo e compacto.

a) Dosagem

- a.1) Os concretos para fins estruturais devem ser dosados, racionalmente e experimentalmente, a partir da resistência característica à compressão mínima estabelecida em projeto, do tipo de controle do concreto, da trabalhabilidade adequada ao processo de lançamento empregado e das características físicas e químicas dos materiais componentes.
- a.2) O cálculo da dosagem deve ser refeito cada vez que haja uma mudança na marca, tipo ou classe de cimento, na procedência e qualidade dos agregados e demais materiais, e quando não obtida a resistência desejada no projeto. Quando não atingida a resistência no rompimento de corpos de prova, um consultor de engenharia de estruturas, com experiência em projetos de OAEs deverá ser consultado para parecer estrutural, continuando, entretanto, a empreiteira responsável pelos efeitos de resistência baixa ou considerada aceitável pelo consultor.
- a.3) Os concretos são classificados conforme a resistência característica à compressão (f_{ck}) em grupos I e II e, dentro dos grupos, em classes, sendo o grupo I subdividido em nove classes, do C10 ao C50 e o grupo II em quatro classes (C55, C60, C70 e C80).
- a.4) Somente o traço do concreto da classe C10, com consumo mínimo de 300 kg de cimento por metro cúbico, pode ser estabelecido empiricamente.

- a.5) São consideradas também, para a dosagem dos concretos, condições peculiares previstas ou não no projeto final de engenharia, como: impermeabilidade, aderência, resistência ao desgaste, a ação de águas agressivas, o aspecto das superfícies (como concreto aparente e concreto projetado), as condições de lançamento (como pequenas concretagens em locais de difícil acesso, com baldes, em reforços de estruturas), e outras, como grauteamentos especiais.
- a.6) A resistência de dosagem do concreto é função dos critérios utilizados para a definição da sua resistência característica, através do desvio padrão das amostras, dependendo do controle tecnológico dos materiais na obra, e classificada de acordo com as condições apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1				
Condições	Classe de resistência	Cimento	Água	Agregados
C	C10 a C15	Massa	Volume (1)	Volume
B	C 10 a C20	Massa	Volume, com dispositivo dosador (1)	Volume (2)
	C10 a C25	Massa	Volume, com dispositivo dosador (1)	Massa combinada com volume (3)
A	C10 a C80	Massa	Massa (1)	Massa

(1) Corrigido pela estimativa ou determinação da umidade dos agregados.

(2) Volume do agregado miúdo corrigido através da curva de inchamento e umidade, determinada em pelo menos três vezes no mesmo turno de serviço.

(3) Umidade da areia medida no canteiro, em balanças aferidas para permitir a rápida conversão de massa para volume de agregados.

b) Preparo

- b.1) Para os concretos e argamassas executados no canteiro, ao menos 7 dias antes do início da concretagem, deve ser preparada uma amassada para comprovação e ajustes da dosagem.
- b.2) Quando a mistura for preparada no canteiro da obra, por betoneira, o tempo de mistura deve ser estabelecido experimentalmente em função da betoneira empregada de modo a assegurar perfeita homogeneidade do concreto. Maiores detalhes quanto aos tempos de mistura e repouso consultar o Manual de Execução. Para central de concreto e caminhão betoneira, deve ser atendida a NBR 7212.
- b.3) Fica proibido o preparo de concreto com mistura e adensamento manual, não podendo ser aumentada, em hipótese alguma, a quantidade de água prevista para o traço.
- b.4) Os sacos de cimento rasgados, parcialmente usados ou com cimento endurecido e aqueles com prazo de validade vencido, devem ser rejeitados.
- b.5) Quando o concreto for preparado por empresa de serviços de concretagem, a central deve assumir a responsabilidade por este serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de execução do concreto (NBR 12655), bem como as disposições da NBR 7212 e desta especificação.

- b.6) O concreto deve ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. Não é permitido a remistura do concreto parcialmente endurecido.
- c) Transporte
- c.1) Quando a mistura for preparada fora do local da obra e o concreto for transportado em caminhões betoneiras, não pode haver segregação durante o transporte, nem apresentar temperaturas fora das faixas de 5°C a 30°C. A velocidade do tambor giratório não deve ser menor que duas nem maior que seis rotações por minuto.
- c.2) Se por qualquer motivo houver aceleração da pega, deve ser constatado se o concreto ainda é aplicável. Caso contrário ou em caso de dúvidas, deve ser rejeitado o carregamento. Nas próximas entregas, devem ser empregados aditivos retardadores da pega. O intervalo entre as entregas do concreto deve ser programado, de forma que estas se mantenham contínuas. O concreto entregue fora dos prazos combinados deve ser devolvido à concreteira. Maiores detalhes quanto aos tempos de carga e descarga consultar o Manual de Execução.
- d) Lançamento
- d.1) O lançamento do concreto só pode ser iniciado após o conhecimento dos resultados dos ensaios da dosagem. Se for utilizado concreto usinado, devem ser moldados dois corpos de prova por descarregamento.
- d.2) Previamente ao lançamento do concreto, deve ser procedida a verificação da posição exata da armadura e limpeza das fôrmas, que devem estar suficientemente molhadas e saturadas. Do interior das fôrmas devem ser removidos os cavacos de madeira, arames de amarração, serragem e demais resíduos de operações de carpintaria, através da execução de cortes nas fôrmas que permitam a remoção com água, os quais devem ser devidamente tamponados após a limpeza.
- d.3) Devem ser tomadas precauções para não haver excesso de água no local de lançamento o que pode ocasionar a possibilidade do concreto fresco vir a ser contaminado com água.
- d.4) Não é permitido lançamento do concreto de uma altura superior a 2,0 m, ou acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e posterior deslocamento ao longo das fôrmas. Na concretagem de colunas ou peças altas, o concreto deve ser introduzido por janelas abertas nas fôrmas, fechadas à medida que a concretagem avançar.
- d.5) Somente em situações especiais, pode o DER/PR permitir lançamento de concreto com altura superior a 2,0 m, através do emprego de calhas de aço ou madeira e tubos, dispostos de modo a não provocar segregação. Devem ser mantidos limpos e isentos de camada de concreto endurecido.

- d.6) O concreto submerso somente pode ser colocado sob água quando sua mistura possuir excesso de 20% em peso do cimento da dosagem. Em hipótese alguma pode ser empregado concreto submerso com consumo de cimento inferior a 400 kg/m³. Para evitar segregação, o concreto deve ser cuidadosamente colocado na posição final em uma massa compacta, por meios adequados e não perturbado após depositado. Cuidados especiais devem ser tomados para manter a água parada no local de depósito, como ensecadeiras ou fôrmas estanques. O concreto não deve ser colocado se houver água corrente. Contatar consultor de estruturas para dúvidas ou procedimentos diferentes dos acima citados, pois as condições acima se aplicam em condições especiais, dependendo da altura e largura do local a ser preenchido com concreto submerso, como em reforços de blocos de fundação.
- d.7) Para concreto submerso ou convencional, em formas longas, como pilares ou estacas, quando usado funil, este deve consistir de um tubo de mais de 25cm de diâmetro, construído em seções acopladas umas às outras, por flanges providas de gachetas. O modo de operar deve permitir movimento livre da extremidade de descarga e seu abaixamento rápido, quando necessário, para estrangular ou retardar o fluxo. O enchimento deve processar-se por método que evite a lavagem do concreto. O terminal deve estar sempre dentro da massa do concreto e o tubo deve conter suficiente quantidade de concreto para não haver penetração de água. O fluxo do concreto deve ser contínuo e regulado de modo a obter camadas aproximadamente horizontais até o término da concretagem.
- d.8) O concreto deve ser lançado em camadas horizontais que não excedam a 60cm de altura, evitando-se juntas frias e camadas inclinadas. Em vigas de grandes dimensões, pode-se proceder a concretagem em planos horizontais de 20 a 30cm de altura, prosseguindo-se, porém, até a completa concretagem da peça, sem interrupção.
- d.9) As lajes são concretadas em uma operação contínua de lançamento, podendo haver concretagens alternadas de painéis, para reduzir a retração e obter horizontalidade de concretagem, para obras longas.
- d.10) Os pilares devem ser concretados em lances contínuos (ver subitem d.4), com as eventuais juntas de construção locadas em posições previamente previstas.
- d.11) No caso de construções monolíticas, cada camada de concreto deve ser lançada enquanto a camada inferior está ainda suscetível de vibração, de forma a permitir a união entre si através de vibração adequada.
- d.12) Não se admite o uso de concreto remisturado ou com pega iniciada.
- e) Adensamento do concreto
- e.1) O concreto deve ser bem adensado dentro das fôrmas, mecanicamente, usando vibradores, que podem ser internos, externos ou superficiais, com frequência mínima de 3.000 impulsos por minuto. O número de vibradores deve permitir adensar completamente, no tempo adequado, todo o volume de concreto a ser colocado. Somente é permitido o adensamento manual em caso de interrupção no

fornecimento de força motriz e pelo mínimo período indispensável ao término da moldagem da peça em execução, com acréscimo de 10% de cimento, sem aumento da água de amassamento.

- e.2) Normalmente são utilizados vibradores de imersão internos. Os externos, apenas quando as dimensões das peças não permitirem inserção do vibrador ou, em conjunto com os internos, quando se deseja uma superfície de boa aparência, e os vibradores superficiais somente em lajes e pavimentos.
 - e.3) O vibrador de imersão deve ser empregado na posição vertical evitando-se o contato demorado com as paredes das fôrmas ou com a armação, bem como, a permanência demasiada em um mesmo ponto. Não é permitido o uso do vibrador para provocar deslocamento horizontal do concreto nas fôrmas. O afastamento de dois pontos contíguos de imersão do vibrador deve ser no mínimo de 30 cm.
- f) Cura do concreto
- f.1) Para atingir sua resistência total, o concreto deve ser curado e protegido eficientemente contra o sol, vento e chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de sete dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário. Para o concreto protendido, também a cura deve prosseguir até que todos os cabos estejam protendidos. Sendo usado cimento de alta resistência inicial (ARI), esse período pode ser reduzido e cuidados iniciais redobrados, pois os cimentos ARI têm retração muito superior aos cimentos comuns.
 - f.2) A água para a cura deve ser da mesma qualidade usada para a mistura do concreto. Podem ser utilizados, principalmente, os métodos de manutenção das fôrmas; colocação de coberturas de areia mantidas permanentemente úmidas (recomendado em lajes), aspersão contínua de água (não recomendado) ou aplicação de produtos químicos especiais que formem membranas ou filmes plásticos protetores, mais adequado e indicado para lajes e pavimentos. O DER-PR recomenda em lajes, pavimentos e grande superfícies expostas ao sol ou calor, o uso de agentes de cura química, dispersos em água, e aplicados com pulverizadores de baixa pressão, que protegem o concreto durante 20 a 30 dias, obtendo uma cura livre de altas retrações. Detalhes a respeito consultar o Manual de Execução.
- g) Juntas de concretagem
- g.1) Devem obedecer, rigorosamente, ao disposto no projeto. O número de juntas de concretagem deve ser o menor possível nas peças estruturais, a menos nas lajes e pavimentos de concreto, onde podem ser alternadas, para reduzir efeitos de retração.
 - g.2) As juntas de construção horizontais devem ser preparadas através de limpeza por jato de areia úmida ou por corte com jato de água, deixando à mostra os agregados graúdos.

- g.3) Quando ocorrer o fim da pega, o processo de preparo da junta de construção horizontal é feito por jato de areia úmida, deixando à mostra os agregados graúdos.

Após o início da pega e antes do concreto ter atingido o fim da pega, o processo de preparo é feito por corte com jato ar-água, deixando à mostra os agregados graúdos.

- g.4) As juntas de construção verticais devem ser limpas por jateamento de areia úmida, por apicoamento ou por outro método indicado em projeto, deixando à mostra os agregados graúdos.
- g.5) As superfícies que devem receber concreto de segunda fase são limpas através de jato de ar-água com pressão em torno de 7 kgf/cm^2 , após o concreto haver endurecido o suficiente para resistir ao jateamento.
- g.6) Outros detalhes são descritos no Manual de Execução.

5.3.3 Concreto ciclópico

- a) Onde for necessário o emprego de concreto ciclópico, adicionar para cada metro cúbico de concreto, preparado como mencionado no subitem 5.4.2, um volume de até 30% de pedras de mão, lavadas, saturadas com água e envolvidas com um mínimo de 5,0 cm de concreto.
- b) Nenhum concreto a ser empregado em concreto ciclópico deve ter resistência característica à compressão f_{ck} inferior a 11 MPa.

5.3.4 Argamassas

- a) As argamassas são preparadas em betoneiras, sendo permitida a mistura manual. A areia e o cimento devem ser misturados a seco até obter-se coloração uniforme. Adicionar a água necessária para a obtenção da argamassa de consistência para manuseio e espalhamento fáceis com a colher de pedreiro. A argamassa não empregada em 45 minutos após a preparação será rejeitada e não é permitido seu aproveitamento, mesmo com adição de cimento. Argamassas pré-dosadas têm tempo de uso e quantidade de água específicos, devendo ser consultadas as embalagens.
- b) As argamassas destinadas ao nivelamento das faces superiores dos pilares e preparo do berço dos aparelhos de apoio devem ter resistência característica à compressão maior ou igual a $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$.

5.3.5 Calda de cimento para injeção

- a) Produto da mistura conveniente de cimento, água e, eventualmente, de aditivos, para preenchimento de bainhas ou dutos de armadura de protensão de peças de concreto protendido a fim de proteger a armadura contra a corrosão e garantir a aderência posterior ao concreto da peça, assim como preencher vazios estruturais.

- b) O cimento utilizado deve ser o cimento Portland comum, ou outro tipo de cimento que satisfaça às seguintes exigências:
 - teor de cloro proveniente de cloreto: máximo igual a 0,10%;
 - teor de enxofre proveniente de sulfetos (NM-19); máximo igual a 0,20%.
- c) A água é considerada satisfatória se atender ao constante do item 7.3.3 desta especificação.
- d) Não são permitidos aditivos que contenham elementos que deteriorem ou ataquem o aço.
- e) O fator água/cimento não deve ser superior a 0,45 em massa.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Durante a execução dos serviços devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se que sejam atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 Controle do material: a NBR-12654 fixa as condições exigíveis para a realização do controle tecnológico dos materiais componentes do concreto.

7.3.1 Cimentos

- a) Os ensaios de cimento devem obedecer às normas da ABNT, sendo desnecessária a realização freqüente de ensaios se existir garantia de homogeneidade de produção para determinada marca de cimento.
- b) O peso do saco de cimento deve ser verificado para cada 50 sacos fornecidos, com tolerância de 2%.

7.3.2 Agregados miúdo e graúdo: devem obedecer à NBR-7211.

7.3.3 Água

- a) Controle da água desde que apresente aspecto ou procedência duvidosa. Para utilização em concreto armado ou protendido, é considerada satisfatória se apresentar PH entre 5,8 e 8,0 e respeitar os seguintes limites máximos:
- matéria orgânica: 3 mg/l (expressa em oxigênio consumido);
 - resíduo sólido: 5000 mg/l;
 - sulfatos: 300 mg/l (expresso em íons SO₄);
 - cloretos: 500 mg/l (expresso em íons CL);
 - açúcar: 5 mg/l.
- b) Para casos especiais, considerar outras substâncias prejudiciais.
- c) O gelo a ser utilizado, quando necessário para resfriamento da mistura (concreto ou calda de cimento), deve obedecer aos requisitos citados anteriormente.

7.4 Controle da execução

7.4.1 Concreto

- a) De acordo com a NBR 12655, para a garantia da qualidade do concreto a empregar na obra, para cada tipo e classe de concreto, são realizados os ensaios de controle adiante relacionados, além de outros recomendados em projetos específicos.
- b) Ensaios de consistência de acordo com as normas NM 67e NM 68, sempre que ocorrerem alterações na umidade dos agregados, na primeira amassada do dia, após o reinício, seguido de interrupção igual ou superior a duas horas, na troca de operadores e cada vez que forem moldados corpos de prova. Para concreto fornecido por terceiros devem ser realizados ensaios a cada betonada. A consistência do concreto deve atender aos valores estipulados nos métodos de ensaio. Caso não os atenda na primeira amostra, repetir nova amostragem; se persistir, provavelmente não apresenta a necessária plasticidade e coesão. Verificar a causa e corrigir antes da utilização.
- c) Ensaios de resistência à compressão de acordo com a NBR 5739, para aceitação ou rejeição dos lotes. A amostragem mínima do concreto para ensaios de resistência à compressão deve ser feita dividindo-se a estrutura em lotes. Cada lote corresponde a um elemento estrutural, limitado pelos critérios da Tabela 2 adaptada da NBR 12665 apresentada a seguir.

Tabela 2		
Limites superiores	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou Compressão e Flexão	Flexão Simples
Volume de concreto	50 m ³	100 m ³
Tempo de concretagem	3 dias de concretagem (1)	
(1) Este período deve estar compreendido no prazo total máximo de sete dias, inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.		

- d) De cada lote retirar uma amostra de, no mínimo, seis exemplares para os concretos até a classe C50 e doze exemplares para as classes superiores a C50.

- e) Cada exemplar é constituído por dois corpos de prova da mesma amassada para cada idade do rompimento, moldados no mesmo ato. A resistência do exemplar de cada idade é considerada a maior dos dois valores obtidos no ensaio. O volume de concreto para a moldagem de cada exemplar e determinação da consistência deve ser de 1,5 vezes o volume necessário para estes ensaios e nunca menor que 30 litros.
- f) A coleta deste concreto em betoneiras estacionárias deve ocorrer enquanto o concreto está sendo descarregado, representando o terço médio da mistura. Caso contrário, deve ser tomada imediatamente após a descarga, retirada de três locais diferentes, evitando-se os bordos. Homogeneizar o concreto sobre o recipiente com o auxílio de colher de pedreiro, concha metálica ou pá.
- g) A coleta deste concreto em caminhão betoneira deve ocorrer enquanto o concreto está sendo descarregado e obtida em duas ou mais porções, do terço médio da mistura.
- h) Para o concreto bombeado, a coleta deve ser feita em uma só porção, colocando-se o recipiente sob o fluxo de concreto na saída da tubulação, evitando o início e o fim do bombeamento.

7.4.2 Concreto ciclópico: o concreto empregado em concreto ciclópico deve ser submetido ao controle especificado no subitem 7.4.1.

7.4.3 Argamassa: as argamassas são controladas através dos ensaios de qualidade e volume de água e da areia, quando for argamassa fabricada em canteiro.

7.4.4 Calda de cimento para injeção: os materiais são medidos com precisão de 2%, sendo o cimento medido em massa. Além do controle estabelecido com antecedência e em separado para a água e o cimento, devem ser realizados os ensaios para a calda, de acordo com a NBR 7681, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3			
Ensaio	Método	Frequência e local da amostragem	Limites admitidos
Fluidez	NBR 7682	Em cada cabo, uma vez na entrada e quantas forem necessárias na saída da bainha	Imediatamente antes da injeção: máximo de 18 segundos. Na saída da bainha: mínimo de 8 segundos.
Vida Útil	NBR 7685	Uma vez para mesma composição e condição de mistura no recipiente da estocagem.	Índice de fluidez maior que 18 segundos, durante o período de 30 minutos, após a conclusão da mistura.
Exsudação	NBR 7683	Uma vez no início do primeiro dia de trabalho, repetindo no máximo a cada 100 sacos de cimento consumidos por frente de trabalho e/ou a cada duas semanas; e a cada vez que mudar a composição e/ou condição de mistura e/ou materiais.	Três horas após a mistura, a água exsudada máxima de 2% do volume inicial da calda.
Expansão	NBR 7683		Quando empregados expansores, três horas após a mistura, expansão total livre máxima 7% do volume inicial da calda. A calda deve ser injetada em um tempo tal que no mínimo 70% da expansão total livre ocorra dentro da bainha.
Resistência à compressão	NBR 7684		$f_{ck_{28}}$ maior ou igual a 25 MPa.

7.5 Controle da resistência mecânica

7.5.1 O controle da resistência mecânica do concreto produzido e das argamassas, quando solicitadas estruturalmente, é obtido normalmente pelo rompimento à compressão simples de corpos de prova aos 7 e aos 28 dias de idade, de acordo com o previsto na NBR 12655 e NBR 5739. Podem ser solicitados resultados a 24 horas, aos 3, 60 e 90 dias.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Concretos

9.1.1 A aceitação dos serviços de concretagem somente é efetuada pelo DER/PR quando forem atendidas, simultaneamente, as condições a seguir descritas.

- a) Por inspeção, realizada após a retirada das fôrmas e escoramentos, não havendo a existência de falhas de concretagem, falhas no posicionamento das armaduras, nem trincas ou fissuras estruturais e desvios geométricos, dentro das tolerâncias admissíveis, para peças ou elementos indicados em projeto.
- b) Os lotes de concreto apresentem resistência à compressão maior ou igual à resistência característica indicada em projeto.

9.1.2 Em não havendo atendimento de uma ou mais condições previstas no subitem 9.1.1, o serviço é rejeitado, devendo ser corrigido, complementado ou refeito, a exclusivo critério do DER/PR.

9.2 Argamassas

9.2.1 A aceitação dos serviços de argamassa somente é efetuada pelo DER/PR quando forem atendidas, simultaneamente, as condições a seguir descritas.

- a) Por inspeção visual, não havendo falhas e apresentando bom aspecto de homogeneidade e estanqueidade.
- b) Sua resistência à compressão simples for igual ou maior que a resistência característica indicada em projeto. Para argamassas ensacadas, com resistência garantida pelo fabricante, devem ser conferidas a data de validade e as condições exigidas nas embalagens.

9.2.2 Em não havendo atendimento de uma ou mais condições previstas no subitem 9.2.1, o serviço é rejeitado, devendo ser corrigido, complementado ou refeito a exclusivo critério do DER/PR.

9.3 Calda de cimento

A aceitação dos serviços e materiais de calda de cimento deve ser feita com antecedência, de forma a assegurar que os mesmos atenderam às condições fixadas no capítulo 4- Condições Gerais da NBR 7681.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Concreto: o concreto simples, armado, protendido ou ciclópico é medido por metro cúbico de concreto lançado no local, pelo volume calculado em função das dimensões indicadas no projeto ou, quando não houver indicação no projeto, pelo volume medido no local de lançamento.

10.2 Argamassa: é medida por metro cúbico aplicado, em função das dimensões indicadas no projeto. Não cabe a medição em separado, quando se tratar de alvenaria de pedra argamassada.

10.3 Calda de cimento: é medida em conjunto com a protensão.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se, juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.