

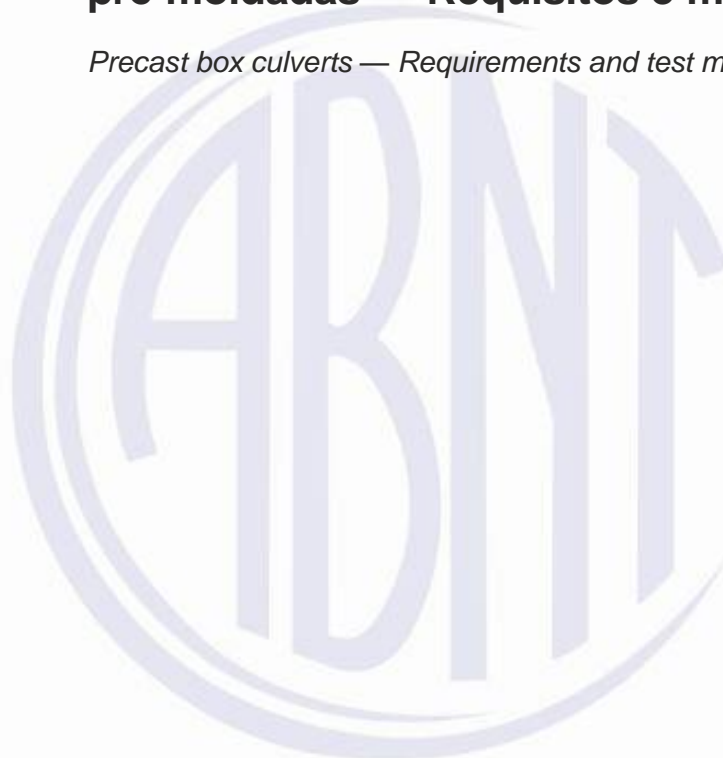
NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15396

Terceira edição
17.12.2018

**Aduelas (galerias celulares) de concreto armado
pré-moldadas — Requisitos e métodos de ensaios**

Precast box culverts — Requirements and test methods



ICS 91.100.30; 91.140.99

ISBN 978-85-07-07847-0



Número de referência
ABNT NBR 15396:2018
15 páginas

© ABNT 2018



© ABNT 2018

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 Responsabilidades	6
5 Requisitos gerais	6
5.1 Dimensões das aduelas	6
5.1.1 Base e altura	6
5.1.2 Comprimento	8
5.1.3 Comprimento de encaixe (macho e fêmea)	8
5.1.4 Folga de encaixe	8
5.2 Materiais	8
5.2.1 Concreto	8
5.2.2 Aço em barras, fios e telas soldadas	10
5.3 Moldagem das aduelas	10
5.4 Fôrmas	10
5.5 Cura	10
5.6 Estocagem, identificação e manuseio	11
5.7 Juntas	11
6 Requisitos específicos	11
6.1 Acabamento	11
6.2 Cobrimento mínimo da armadura	12
6.3 Absorção de água	12
7 Inspeção	12
7.1 Critérios	12
7.2 Ensaio e verificações	12
7.2.1 Formação de lotes	12
7.2.2 Inspeção visual	12
7.2.3 Dimensões e tolerâncias	13
7.2.4 Ensaio de absorção de água	13
7.2.5 Controle de resistência do concreto	13
8 Aceitação e rejeição	13
Anexo A (informativo) Recomendações	15
A.1 Incumbências do comprador quanto ao projeto das aduelas	15
A.2 Incumbências do responsável técnico quanto ao projeto das aduelas	15
A.3 Incumbências do fabricante das aduelas	15
 Figuras	
Figura 1 – Aduela de seção transversal fechada	3
Figura 2 – Aduela de seção transversal aberta	3
Figura 3 – Detalhe de emenda	4
 Tabela	
Tabela 1 – Dimensões das aduelas	7

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 pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

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

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 15396 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-018), pela Comissão de Estudo de Tubos e Aduelas de Concreto (CE-018:600.006). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 09, de 20.09.2017 a 19.11.2017. O seu Projeto de Emenda 1 foi elaborado no Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-018), pela Comissão de Estudo de Tubos e Aduelas de Concreto (CE-018:600.006). O Projeto de Emenda 1 circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 09.11.2018 a 10.12.2018.

Esta terceira edição da ABNT NBR 15396 equivale ao conjunto ABNT NBR 15396:2017 e Emenda 1, de 17.12.2018, que cancela e substitui a edição anterior ABNT NBR 15396:2017.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the minimum requirements for manufacturing, quality control and acceptance of the precast concrete box culvert for make open or closed linear constructions for streams, pluvial drainage, sewer, underground reservoirs, including retention and retardation of rainwater, visited or non visited manholes, technical galleries or other.

This Standard also establishes the material characteristics, parameter dosing of the concrete, finishing characteristics, curing method, dimensions and tolerances and criteria for inspection, tests and acceptance of the box culvert.

For the validity of this standard, it should be the same requirements for the parts made inside or outside of the industry, and both are referred like a precast concrete box culvert.

Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas — Requisitos e métodos de ensaios

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos mínimos para fabricação, controle da qualidade e recebimento das aduelas (galerias celulares) pré-moldadas e pré-fabricadas em concreto armado para execução de obras lineares destinadas à canalização aberta ou fechada de córregos, drenagens pluviais, esgoto sanitário, construção de reservatórios enterrados para diversas finalidades, inclusive para retenção ou retardo pluvial, poços de visita e/ou inspeção, galerias técnicas e demais utilizações.

Esta Norma também estabelece as características dos materiais, parâmetros de dosagem do concreto, características de acabamento, métodos de cura, dimensões e tolerâncias e critérios para a inspeção, ensaios e aceitação das aduelas.

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os mesmos requisitos às peças pré-moldadas e às peças pré-fabricadas de concreto, sendo ambas referenciadas por esta Norma apenas como peças pré-moldadas.

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 5732, *Cimento Portland comum*

ABNT NBR 5733, *Cimento Portland de alta resistência Inicial*

ABNT NBR 5735, *Cimento Portland de alto forno*

ABNT NBR 5736, *Cimento Portland pozolânico*

ABNT NBR 5737, *Cimentos Portland resistentes a sulfatos*

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

ABNT NBR 5739, *Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos*

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

ABNT NBR 7211, *Agregados para concreto – Especificação*

ABNT NBR 7480, *Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação*

ABNT NBR 7481, *Tela de aço soldada – Armadura para concreto*

ABNT NBR 7680-1, *Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1: Resistência à compressão axial*

ABNT NBR 9062, *Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado*

ABNT NBR 9778, *Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica*

ABNT NBR 10908, *Aditivos para argamassa e concreto – Ensaio de caracterização*

ABNT NBR 11578, *Cimento Portland composto – Especificação*

ABNT NBR 11768, *Aditivos para concreto de cimento Portland – Requisitos*

ABNT NBR 12653, *Materiais pozolânicos – Requisitos*

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

ABNT NBR 12989, *Cimento Portland branco – Especificação*

ABNT NBR 13956-1, *Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta – Parte 1: Requisitos*

ABNT NBR 15894-1, *Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta – Parte 1: Requisitos*

ABNT NBR 15577-1, *Agregados – Reatividade álcali-agregado – Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto*

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

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

3 Termos e definições

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

3.1

aduelas

galerias celulares

estruturas pré-moldadas em concreto armado, de seção retangular, fechada ou aberta, com ou sem mísulas internas, com sistema de encaixe tipo macho-fêmea, conforme especificações, requisitos e métodos de ensaio previstos nesta Norma

NOTA 1 As Figuras 1 e 2 ilustram os tipos de aduelas cobertos por esta Norma.

NOTA 2 As dimensões internas das aduelas são descritas como largura interna (l), seguida da altura interna (a).

EXEMPLO 1 Uma aduela de 3,00 m × 2,00 m, sendo 3,00 m a largura interna (l) e 2,00 m a altura interna (a).

EXEMPLO 2 Uma aduela de 2,00 m × 3,00 m, sendo 2,00 m a largura interna (l) e 3,00 m a altura interna (a).

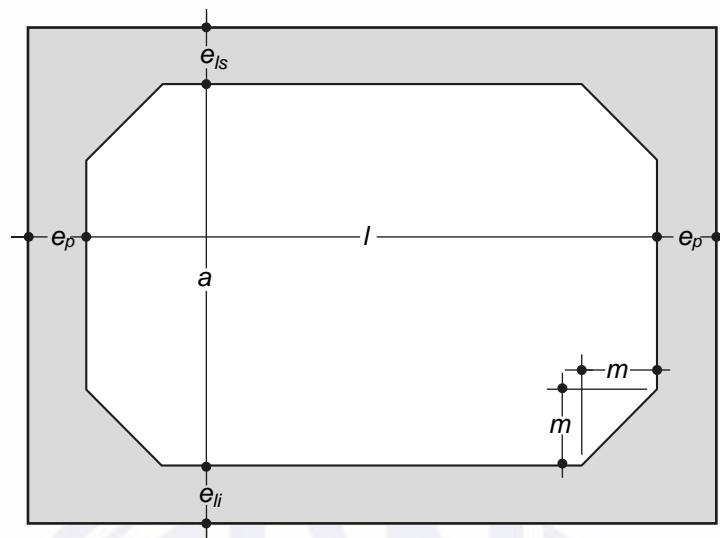


Figura 1 – Aduela de seção transversal fechada

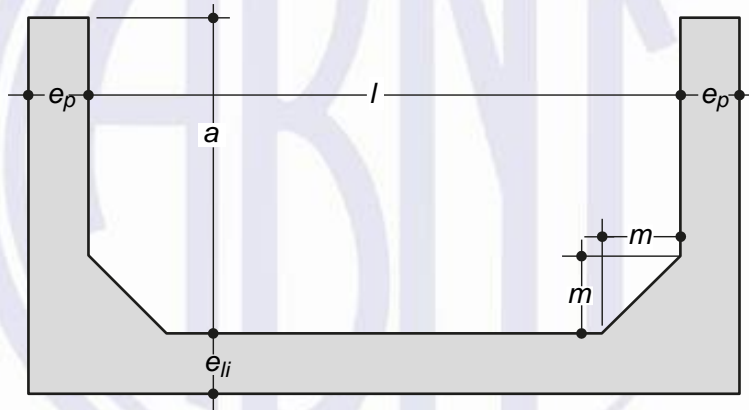


Figura 2 – Aduela de seção transversal aberta

3.2

absorção de água

capacidade do concreto e seus componentes de incorporar e reter água em seus poros e vazios internos

3.3

altura

a

distância entre dois pontos, determinados pela interseção de uma geratriz interna vertical, perpendicular à base da aduela, com as geratrizes internas horizontais paralelas à largura

3.4

amostra

aduelas pertencentes a um mesmo lote, utilizadas na inspeção

3.5

armadura

estrutura em barras soldadas, ou amarradas com arame recozido, ou telas soldadas, incorporadas ao concreto na moldagem, destinada a aumentar a resistência da aduela

3.6

comprimento útil

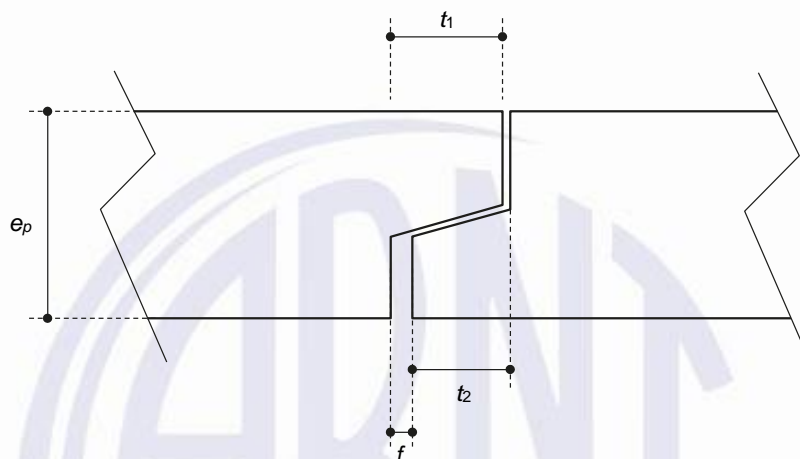
distância entre dois pontos extremos de uma geratriz qualquer, da seção interna da aduela

3.7

comprimento de encaixe

t_1 e t_2

comprimento de transpasse no encaixe entre duas aduelas, conforme a Figura 3



NOTA Recomenda-se que a folga de encaixe seja preferencialmente na face interna da aduela

Figura 3 – Detalhe de emenda

3.8

controle de recebimento

conjunto de procedimentos realizados pelo comprador, durante a produção ou nos lotes adquiridos, para fins de aceitação ou rejeição das aduelas

3.9

controle de produção

conjunto de procedimentos realizados pelo produtor nas peças pré-moldadas, durante o processo de fabricação, visando o atendimento às especificações técnicas

3.10

cobrimento mínimo

espessura da camada de concreto desde a superfície interna ou externa da parede da aduela até a face mais externa da barra de armadura mais próxima da superfície em qualquer ponto da aduela

3.11

durabilidade

capacidade da aduela de manter sua qualidade por toda a vida de serviço prevista em projeto

3.12

espessura da laje inferior

e_{ji}

medida da distância entre dois pontos determinados pela interseção perpendicular de uma geratriz interna e outra externa da laje inferior da aduela

3.13**espessura da laje superior** e_s

medida da distância entre dois pontos determinados pela interseção perpendicular de uma geratriz interna e outra externa da laje superior da aduela

3.14**espessura de parede** e_p

medida da distância entre dois pontos determinados pela interseção perpendicular de uma geratriz interna e outra externa da parede da aduela

3.15**folga de encaixe** f

diferença entre o encaixe interno de uma aduela e o encaixe externo da aduela seguinte de uma linha de aduelas, conforme a Figura 3

3.16**inspeção**

ato de verificar a qualidade das aduelas mediante critérios visuais e ensaios

3.17**largura** l

distância entre dois pontos, determinados pela interseção de uma geratriz interna, paralela à base da aduela, com as geratrizes internas verticais paralelas à altura

3.18**lote**

conjunto de aduelas de mesmas dimensões e mesma capacidade de carga, mesmos materiais e processo produtivo, pertencentes a uma mesma partida e disponíveis simultaneamente para inspeção

3.19**número de rastreamento**

número de identificação que permite a rastreabilidade interna de fábrica da peça, indicando todas as características de resistência, data de fabricação e cliente

3.20**partida**

conjunto de peças pré-moldadas de concreto ou conjunto de acessórios de mesmo tamanho, classe ou tipo, de mesmo material, produzidos nas mesmas condições, em um prazo máximo de 15 dias corridos

3.21**permeabilidade**

capacidade do material concreto de permitir a passagem de água por seus poros, caracterizando o vazamento da água de um lado para o outro da barreira constituída pelo material

3.22**reforço estrutural**

barras de aço soldadas ou amarradas com arame recozido e/ou tela de aço soldada, incorporadas ao concreto na moldagem da peça, para aumento de sua resistência aos esforços solicitantes

3.23**vida de serviço**

tempo, em anos, previsto em projeto para uso da aduela

4 Responsabilidades

As soluções estruturais adotadas devem ser definidas por engenheiro devidamente habilitado, que será o responsável técnico pelo projeto, com apresentação de memória de cálculo do dimensionamento estrutural e respectivo desenho de fôrma e armação. As aduelas devem atender aos requisitos de qualidade estabelecidos pelas Normas Brasileiras pertinentes, relativos à capacidade resistente, ao desempenho em serviços e à durabilidade da estrutura, conforme especificado na ABNT NBR 6118.

Quando as aduelas forem utilizadas para transporte de esgoto sanitário ou efluente industrial, o projetista deve apresentar proposta técnica que garanta a estanqueidade do sistema de encaixe e atender aos requisitos específicos desta Norma.

5 Requisitos gerais

As aduelas são enquadradas na categoria de condutos rígidos, ou seja, devem suportar as cargas por sua própria resistência, com possibilidade ou não de sobrecargas acidentais móveis.

Esta Norma fixa dimensões padronizadas e requisitos para o recebimento das aduelas de concreto armado. Podem ser produzidas aduelas de características especiais, específicas para aplicação em um determinado empreendimento, desde que o projeto seja elaborado por profissional habilitado e a memória de cálculo seja disponibilizada para verificação do comprador ou seu preposto. Igualmente às aduelas padronizadas nesta Norma, as aduelas de características especiais estão sujeitas à inspeção, conforme a Seção 7.

Os requisitos relacionados à capacidade resistente e ao desempenho em serviço são estabelecidos pelos critérios adotados no dimensionamento estrutural das peças. Os requisitos relacionados à durabilidade, que indicam a capacidade da estrutura de resistir às influências ambientais, devem ser definidos em comum acordo entre o cliente e o autor do projeto estrutural.

Em qualquer situação de utilização das aduelas, devem ser seguidos os parâmetros relacionados à relação água/cimento em massa, à classe do concreto, ao consumo de cimento Portland por metro cúbico de concreto e ao cobrimento nominal das armaduras, conforme a classe de agressividade ambiental interna e externa à galeria, estabelecida pelas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655. Em caso de sobreposição, prevalecem os requisitos específicos estabelecidos nesta Norma.

5.1 Dimensões das aduelas

As aduelas devem apresentar suas dimensões e tolerâncias especificadas conforme 5.1.1 a 5.1.4 e ser dimensionadas estruturalmente com base nas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 9062.

5.1.1 Base e altura

Recomenda-se que as aduelas tenham dimensões internas “*l*” e “*a*” (Ver Figuras 1 e 2), com variações de 0,50 m em 0,50 m, conforme a Tabela 1.

Para verificação das dimensões internas (“*l*” e “*a*”), a tolerância considerada é de $\pm 1,5\%$ do valor declarado em projeto, em qualquer ponto da seção transversal.

NOTA As variações das dimensões internas de 0,50 m em 0,50 m são justificadas pela utilização de fôrmas metálicas moduladas padronizadas, facilitando sua montagem e trazendo economias financeiras nos custos de fabricação.

A espessura mínima das paredes das aduelas deve ser de 15 cm, com tolerância de 10 mm para mais e 5 mm para menos. Na existência de mísulas internas, suas dimensões mínimas devem ser de 15 cm \times 15 cm.

Tabela 1 – Dimensões das aduelas

Largura (l)	Altura (a)	Largura (l)	Altura (a)
1,00	1,00	–	–
1,50	1,00	1,00	1,50
2,00	1,00	1,00	2,00
2,50	1,00	1,00	2,50
3,00	1,00	1,00	3,00
3,50	1,00	1,00	3,50
4,00	1,00	1,00	4,00
1,50	1,50	–	–
2,00	1,50	1,50	2,00
2,50	1,50	1,50	2,50
3,00	1,50	1,50	3,00
3,50	1,50	1,50	3,50
4,00	1,50	1,50	4,00
2,00	2,00	–	–
2,50	2,00	2,00	2,50
3,00	2,00	2,00	3,00
3,50	2,00	2,00	3,50
4,00	2,00	2,00	4,00
2,50	2,50	–	–
3,00	2,50	2,50	3,00
3,50	2,50	2,50	3,50
4,00	2,50	2,50	4,00
3,00	3,00	–	–
3,50	3,00	3,00	3,50
4,00	3,00	3,00	4,00
3,50	3,50	–	–
4,00	3,50	3,50	4,00
4,00	4,00	–	–

NOTA Caso haja necessidade, as dimensões estabelecidas nesta Tabela podem ser modificadas mediante acordo entre comprador e fabricante, respeitando-se os demais requisitos desta Norma.

5.1.2 Comprimento

O comprimento útil mínimo das aduelas deve ser de 1,00 m, e a tolerância máxima deve ser de 2 % do valor declarado, para mais ou para menos.

5.1.3 Comprimento de encaixe (macho e fêmea)

O comprimento do encaixe deve atender à seguinte especificação (ver Figura 3):

- a) t_1 maior ou igual a t_2 ;
- b) t_2 maior ou igual a 7,0 cm.

5.1.4 Folga de encaixe

A folga f permitida no encaixe de duas aduelas (ver Figura 3) deve ser de no máximo 30 mm.

5.2 Materiais

5.2.1 Concreto

Na preparação do concreto a ser utilizado na fabricação das aduelas, deve ser considerada a classe de agressividade de exposição das peças, conforme classificação estipulada pela ABNT NBR 6118, e deve ser atendido o prescrito em 5.2.1.1 e 5.2.1.2. O concreto utilizado na fabricação das aduelas, quando no estado fresco, deve apresentar características compatíveis com o processo de fabricação, que deve ser conduzido sob o controle tecnológico estabelecido na ABNT NBR 12655, ressalvadas as condições de formação de lotes, conforme 7.2.

O concreto endurecido deve atender aos requisitos de durabilidade previstos na ABNT NBR 12655.

5.2.1.1 Dosagem do concreto

Deve ser feita por método compatível com a tecnologia usual reconhecida no País, de acordo com a ABNT NBR 12655, atendendo às correspondências entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto, especificadas pela ABNT NBR 6118. O responsável pelo preparo do concreto deve disponibilizar os relatórios de produção, indicando a proporção dos materiais utilizados na dosagem do concreto.

5.2.1.2 Resistência do concreto

52121 Na produção das aduelas deve ser usado concreto com classe de resistência característica à compressão mínima C25 (f_{ck} maior ou igual a 25 MPa). Na data de manuseio é requerido f_{ck} maior ou igual a 20 MPa.

52122 A resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) definida pelo projeto deve ser consequência de análises de dimensionamento estrutural, respeitados os requisitos específicos desta Norma e desde que atendidas as condições impostas pela agressividade ambiental do meio, conforme especificações das ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655.

5.2.1.3 Cimento

Na produção das aduelas pode ser utilizado qualquer tipo de cimento Portland, de acordo com as ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 5737, ABNT NBR 11578 e ABNT NBR 12989, exceto no caso de comprovada agressividade do meio

interno ou externo ao concreto, quando deve ser feita uma avaliação conforme as ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655, para definição dos parâmetros de preparação do concreto e seleção do cimento. Para a situação de utilização das aduelas na captação e condução de esgoto sanitário, efluentes industriais ou solos contaminados com sulfatos, é obrigatório o uso de cimentos resistentes a sulfatos, conforme à ABNT NBR 5737.

Deve ser rejeitado, independentemente de ensaios de laboratório, todo e qualquer cimento que indicar sinais de hidratação, ou que esteja acondicionado em sacos que se apresentem manchados, úmidos ou avariados.

5.2.1.4 Adições

As adições a serem utilizadas no concreto devem atender ao que estabelecem as ABNT NBR 13956-1, ABNT NBR 15894-1 e ABNT NBR 12653, caso sejam selecionados para uso a sílica ativa, o metacaulim ou outros materiais pozolânicos respectivamente. Qualquer que seja a adição selecionada, esta não pode conter elementos nocivos que influenciem negativamente na resistência, endurecimento, estanqueidade e durabilidade do concreto, ou que provoquem corrosão da armadura.

As adições devem ser identificadas e armazenadas separadamente em local abrigado das intempéries, umidade e calor, respeitando-se seu prazo de validade. Para serem utilizadas, devem ser declaradas pelo fabricante quanto ao seu teor e natureza, com prévia aprovação do comprador.

5.2.1.5 Aditivos

Os aditivos utilizados no concreto devem atender ao disposto na ABNT NBR 11768, e o teor de íon cloro no concreto não pode ser maior que 0,15 %, determinado conforme a ABNT NBR 10908. Os aditivos devem ser armazenados em local abrigado das intempéries, umidade e calor, respeitando-se seu prazo de validade.

Podem ser utilizados aditivos para diversas finalidades, desde que respeitadas as normas correspondentes.

5.2.1.6 Agregados

Os agregados devem atender aos requisitos da ABNT NBR 7211, sendo sua dimensão máxima característica limitada ao menor valor entre o cobrimento mínimo da armadura e o menor espaçamento entre as barras ou fios. Os agregados devem ser estocados de forma a evitar a contaminação e mistura dos materiais diferentes, observando-se o seguinte:

- a) estocar agregados na parte mais alta do terreno, para evitar contato com água da chuva;
- b) estocar agregados sobre solo firme e limpo, ou sobre uma base de concreto;
- c) manter separados a areia e os agregados graúdos de dimensões diferentes, por qualquer sistema que impeça a mistura dos materiais;
- d) os agregados devem atender aos requisitos da ABNT NBR 15577-1 com relação ao seu potencial de reatividade com álcalis do concreto. Deve-se proceder às medidas preventivas específicas para cada caso.

5.2.1.7 Água

Deve ser límpida, isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas, e não alterar a reologia do concreto, atendendo aos requisitos da ABNT NBR 15900-1.

5.2.2 Aço em barras, fios e telas soldadas

As armaduras (aço em barras, fios ou telas soldadas) da aduela devem ser posicionadas de forma a garantir o atendimento aos cobrimentos mínimos requeridos, conforme 6.2. As emendas de barras podem ser feitas por transpasse ou solda, por metodologias que garantam a continuidade da capacidade estrutural do conjunto, conforme a ABNT NBR 6118.

As armaduras devem atender à ABNT NBR 7480 ou ABNT NBR 7481, conforme processo de montagem da armadura. Os lotes devem ter homogeneidade quanto às suas características geométricas e devem se apresentar sem defeitos. São rejeitados os aços que apresentarem processo de corrosão com redução de seção transversal.

Ao ser armazenado, o aço deve ser protegido do contato direto com o solo, devendo ser apoiado sobre uma camada de pedra britada ou sobre vigas de madeira transversais aos feixes, por exemplo. Recomenda-se cobrir as barras e telas soldadas com plástico ou lona, protegendo-as da umidade e do ataque de agentes agressivos.

5.3 Moldagem das aduelas

O adensamento deve ser feito por vibradores ou método que produza efeito igual ou melhor, adequado à consistência do concreto e às características do produto final quanto à resistência mecânica, permeabilidade, absorção de água, dimensões e acabamento, garantindo-se o posicionamento geométrico de armaduras por espaçadores, de maneira a atender ao cobrimento mínimo das armaduras estabelecido em 6.2, desde que respeitadas as condições de agressividade ambiental do meio, conforme a ABNT NBR 6118.

5.4 Fôrmas

As fôrmas devem ser estanques e se adaptar ao formato e às dimensões das peças pré-moldadas, respeitando as tolerâncias especificadas no projeto. As fôrmas podem ser fabricadas em aço, chapas metálicas ou outro material, desde que não se deformem quando submetidas aos esforços de lançamento, adensamento e desforma do concreto, e sejam inertes ao contato com este, propiciando um acabamento liso, homogêneo e sem manchas nos componentes.

O projeto e a execução das fôrmas devem propiciar uma fácil desmoldagem, sem danificar as peças concretadas, prevendo-se, para tal, ângulos de saída e livre remoção das laterais e dos cantos.

No caso em que as superfícies das fôrmas sejam tratadas com produtos antiaderentes destinados a facilitar a desmoldagem, este tratamento deve ser feito antes da colocação da armadura. Os produtos empregados não podem exercer qualquer ação química sobre o concreto fresco ou endurecido, nem podem deixar resíduos prejudiciais na superfície. As fôrmas devem ser cuidadosamente limpas antes de cada utilização.

5.5 Cura

Após a moldagem, as aduelas devem ser curadas por método e tempo adequados, de modo que seja evitada a ocorrência de fissuras e garantida sua capacidade resistente.

5.6 Estocagem, identificação e manuseio

As aduelas devem ser estocadas na fábrica ou na obra, de acordo com as instruções do fabricante, e protegidas de contaminação. Todas as aduelas devem trazer, em caracteres legíveis, gravados no concreto ainda fresco, as seguintes informações:

- nome ou marca do fabricante;
- dimensões (altura × largura) da peça;
- data de fabricação (dia, mês e ano);
- seta indicando a posição da laje superior;
- número para rastreamento de todas as suas características de fabricação.

O nome do fabricante, a data de fabricação e o número para rastreamento devem ser grafados em face interna da peça. O manuseio das aduelas deve ser feito por içamento por no mínimo dois pontos e não pode ser feito antes que o concreto adquira a resistência mínima para suportar o peso próprio da peça, de acordo com o especificado em projeto.

5.7 Juntas

Para as aduelas utilizadas em sistemas que necessitem de estanqueidade, deve ser elaborado projeto específico para a conexão entre as peças, que deve considerar as condições de flexibilidade da obra ou da rede, pela utilização de elementos elásticos projetados especificamente para este fim ou, então, para receber tratamento de impermeabilização com materiais apropriados. Esta condição é obrigatória para as aduelas utilizadas em redes de esgoto sanitário e efluentes industriais, cuja agressividade deve ser considerada com projetos e materiais adequados, visando sua durabilidade.

Para as aduelas que não necessitem de um sistema estanque, as juntas das peças podem ser rígidas ou conforme projetos especiais. Entende-se por junta rígida a aplicação de argamassa de areia e cimento na região de encaixe de duas peças pré-moldadas. Posteriormente ao assentamento e rejuntamento das aduelas, recomenda-se especificar a utilização de uma manta geotêxtil, externamente às juntas, para evitar o carreamento de solo para dentro das peças. A superfície da aduela que deve receber a manta deve ser plana, livre de ondulações e/ou protuberâncias e materiais pontiagudos.

Deve ser observado o acabamento das peças no ponto de encaixe para permitir a correta montagem.

6 Requisitos específicos

6.1 Acabamento

6.1.1 As superfícies internas e externas das aduelas devem ser regulares e homogêneas, compatíveis com o processo de fabricação e não podem apresentar irregularidades que sejam prejudiciais à qualidade da aduela quanto à resistência, permeabilidade e durabilidade. Não são permitidos retoques com nata de cimento ou com outros materiais, visando esconder fissuras passantes. Após o fim de pega do cimento e mediante aprovação do comprador, podem ser executados reparos de fissuras superficiais ou defeitos, com materiais e procedimentos adequados e fiscalizados pelo comprador, e cujas dimensões estão especificadas em 6.1.2 e 6.1.3.

6.1.2 Podem ser reparadas fissuras com aberturas iguais ou menores que 0,20 mm, e profundidade de até 10 mm.

6.1.3 Podem ser aceitas bolhas ou furos superficiais com diâmetros inferiores ou iguais a 10 mm e profundidade inferior ou igual a 5 mm. Profundidades maiores do que 5 mm e inferiores ou iguais a 10 mm podem ser aceitas mediante a execução de reparos.

6.2 Cobrimento mínimo da armadura

O cobrimento interno e externo mínimo das armaduras deve ser de 30 mm, desde que respeitadas as correspondências estabelecidas na ABNT NBR 6118 em relação à agressividade ambiental do meio, fundamentais para o desempenho da durabilidade das peças.

6.3 Absorção de água

A absorção de água do concreto das aduelas deve ser determinada conforme ensaio estabelecido na ABNT NBR 9778, sendo a absorção máxima de água em relação à sua massa seca limitada a 8 % para utilização geral e a 6 % para utilização em redes de esgoto sanitário e efluentes industriais.

7 Inspeção

Cabe ao comprador verificar, a qualquer momento, por inspeção, o atendimento às condições prescritas nas Seções 5 e 6.

7.1 Critérios

A verificação do atendimento às condições quanto à agressividade do meio deve ser estabelecida em comum acordo entre o produtor e o comprador.

O produtor deve fazer o controle tecnológico do concreto e demais materiais utilizados na produção das aduelas, disponibilizando-os para o comprador na inspeção. Caso se julgue necessário, o comprador pode fazer o acompanhamento da produção para verificação do atendimento dos requisitos estabelecidos nesta Norma.

7.2 Ensaio e verificações

7.2.1 Formação de lotes

As aduelas de mesmas dimensões e resistência, de cada fornecimento, devem ser agrupadas em lotes de no máximo 30 peças.

A quantidade de peças por lote pode ser aumentada, em comum acordo entre o comprador e o produtor, limitada a um período de 15 dias de produção, desde que os produtos sejam de mesmas dimensões e resistência.

7.2.2 Inspeção visual

O comprador deve realizar inspeção visual em 100 % do lote e verificar o atendimento às condições de 6.1, retirando as peças não conformes.

7.2.3 Dimensões e tolerâncias

As dimensões e tolerâncias devem ser verificadas conforme 5.1 em duas aduelas por lote, conforme estabelecido em 7.2.1.

7.2.4 Ensaio de absorção de água

O ensaio de absorção de água deve ser realizado conforme o especificado na ABNT NBR 9778.

A amostragem do concreto para a realização dos ensaios de absorção de água deve ser feita durante o processo de fabricação das peças, de acordo com a ABNT NBR NM 33.

Devem ser moldados dois corpos de prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura para cada 15 m³ de concreto utilizado na fabricação das peças.

A moldagem dos corpos de prova cilíndricos deve ser feita por processo de adensamento similar ao processo produtivo. Para as demais requisitos, como, por exemplo, cuidados com a fôrma, processo de cura e condições ambientais, deve ser seguida a ABNT NBR 5738.

7.2.5 Controle de resistência do concreto

O ensaio para controle de resistência do concreto deve ser realizado por compressão axial de corpos de prova cilíndricos, devendo obedecer aos requisitos de 5.2.1.2.

A amostragem do concreto para a realização do ensaio de compressão axial deve ser realizada durante o processo de fabricação das peças, de acordo com a ABNT NM 33.

Devem ser moldados dois corpos de prova cilíndricos para cada 15 m³ de concreto para cada idade de rompimento. Os corpos de prova devem ser confeccionados a partir de concreto da mesma betonada, moldados no mesmo ato.

O processo de adensamento utilizado na moldagem deve ser similar ao empregado no processo produtivo, devendo ser obedecidos os demais requisitos da ABNT NBR 5738. Os corpos de prova devem ser rompidos como estabelece a ABNT NBR 5739.

Quando não for indicada a data de moldagem dos corpos de prova, as resistências determinadas referem-se à idade de 28 dias. A estimativa da resistência à compressão média, f_{cmj} , correspondente a uma resistência f_{ckj} especificada e deve ser feita conforme indicado na ABNT NBR 12655.

Considera-se para efeito de aceitação ou rejeição a resistência do corpo de prova de maior valor.

O comprador ou a fiscalização da obra pode fazer o acompanhamento da moldagem dos corpos de prova durante o processo de produção das peças, não sendo permitida a extração de testemunhos de peças já moldadas e/ou aplicadas, como programa regular de controle da resistência para fins de aceitação ou rejeição das peças; esta condição é limitada ao previsto na Seção 8.

8 Aceitação e rejeição

8.1 Devem ser rejeitadas as aduelas que não atenderem aos requisitos de 6.1.1 na inspeção visual prevista em 7.2.2.

8.2 Atendido o disposto em 8.1, deve ser aceito o lote de aduelas cujas amostras apresentem nos ensaios valores dentro dos limites previstos em 7.2.

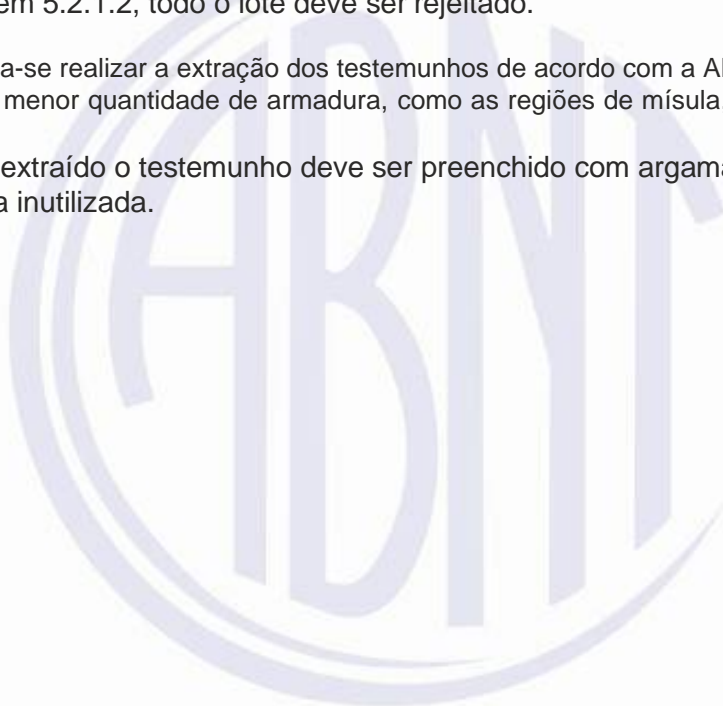
8.3 Caso não seja atendido o especificado em 7.2.3, a verificação dimensional deve ser repetida escolhendo-se aleatoriamente quatro aduelas no lote para verificação das dimensões e tolerâncias. Caso qualquer uma das quatro aduelas não atenda aos requisitos de 5.1, todo o lote deve ser inspecionado, rejeitando-se as não conformes.

8.4 Caso não seja atendido o especificado em 7.2.4, o ensaio deve ser repetido, escolhendo-se aleatoriamente quatro aduelas no lote de 30 peças e retirando-se de cada uma delas um testemunho para execução de ensaio de absorção. Caso qualquer um dos quatro testemunhos não atenda ao previsto em 6.3, todo o lote deve ser rejeitado.

8.5 Caso não seja atendido o especificado em 7.2.5, o ensaio deve ser repetido, escolhendo-se aleatoriamente quatro aduelas no lote de 30 peças e retirando-se de cada uma delas um testemunho para execução de ensaio de compressão axial. Caso qualquer um dos quatro corpos de prova não atenda ao previsto em 5.2.1.2, todo o lote deve ser rejeitado.

NOTA Recomenda-se realizar a extração dos testemunhos de acordo com a ABNT NBR 7680-1 em regiões da peça com menor quantidade de armadura, como as regiões de mísula, quando houver.

O local de onde for extraído o testemunho deve ser preenchido com argamassa estrutural, a fim de que a peça não seja inutilizada.



Anexo A (informativo)

Recomendações

A.1 Incumbências do comprador quanto ao projeto das aduelas

Convém que o comprador forneça os seguintes critérios, especificações e informações para o projeto das aduelas:

- a) utilização prevista das peças;
- b) seção transversal interna;
- c) desenhos de locação em planta e perfil;
- d) altura do aterro sobre a laje superior das aduelas;
- e) grau de agressividade do meio interno e externo da peça;
- f) método executivo (base de assentamento, equipamento de compactação do aterro etc.);
- g) carga móvel ou acidental;
- h) cargas especiais;
- i) detalhes de aberturas especiais e insertos, quando necessários;
- j) outros requisitos considerados importantes pelo comprador.

A.2 Incumbências do responsável técnico quanto ao projeto das aduelas

A seguir estão relacionadas às incumbências do responsável técnico quanto ao projeto das aduelas:

- a) fornecimento da memória de cálculo do dimensionamento estrutural das aduelas ao contratante;
- b) recolhimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- c) recomendações especiais de utilização.

A.3 Incumbências do fabricante das aduelas

A seguir estão relacionadas às incumbências do fabricante das aduelas:

- a) seguir o projeto especificado;
- b) fornecer ao comprador instruções para manuseio, transporte e estocagem das peças;
- c) fornecer as peças.