

00	EMISSÃO INICIAL	FLUZ	29/09/2025	P/ CONHEC.
REVISÃO	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA	EMISSÃO

TITULAR:



PROJETO:

PROJETO BÁSICO

## BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE ENCHENTES

RIO BARRO PRETO  
CORONEL VIVIDA - PARANÁ

CÓDIGO DOCUMENTO	DESCRIÇÃO	COMPETÊNCIA
PB-BCE-CVV-ET-GER-008	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	CONCRETO ARMADO
  Fone: (41)3039-6274   <a href="mailto:contato@fluz.eng.br">contato@fluz.eng.br</a> <a href="http://www.fluz.eng.br">www.fluz.eng.br</a>  Rua Carneiro Lobo, 468   Sala1101   11º andar Água Verde   Curitiba   Paraná CEP: 80240-240		<p>RESPONSÁVEL TÉCNICO</p> <p><b>Alvaro Zimmer Neto</b> Engenheiro Civil – CREA PR-89.434/D</p> <hr/> <p>COORDENAÇÃO TÉCNICA:</p> <p><b>Ricardo Scheidt Friedrich</b> Engenheiro Agrônomo – CREA PR-151.736 /D</p>





## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Normas Aplicáveis .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Documentação de Projeto .....</b>	<b>1</b>
<b>4. Concreto .....</b>	<b>2</b>
4.1. Especificação do Concreto .....	2
4.2. Preparo do Concreto .....	2
4.3. Materiais para Concreto .....	3
4.3.1. Cimento Portland .....	3
4.3.2. Agregados .....	4
4.3.3. Água .....	8
4.3.4. Aditivos .....	8
4.4. Apicoamento e limpeza das superfícies de concreto .....	8
4.4.1. Apicoamento Manual .....	8
4.4.2. Apicoamento Mecânico .....	8
4.4.3. Operações Complementares de Limpeza .....	9
4.4.4. Controle .....	9
4.5. Procedimentos de Concretagem .....	9
4.5.1. Solicitação do concreto à central .....	9
4.5.2. Transporte .....	10
4.5.3. Lançamento do Concreto .....	10
4.5.4. Juntas de Concretagem .....	12
4.5.5. Cura .....	12
<b>5. Armaduras .....</b>	<b>12</b>
5.1. Tipo de Aço .....	12



## BARRAGEM CONTENÇÃO DE ENCHENTES – CORONEL VIVIDA

PB-BCE-CVV-ET-GER-008-R00 – ET CONCRETO ARMADO

5.2. Convenções de Projeto .....	13
5.3. Armazenamento e Limpeza.....	14
5.4. Corte e Dobra.....	15
5.5. Emendas .....	15
5.6. Montagem .....	15
<b>6. Sistema de Fôrmas .....</b>	<b>16</b>
6.1. Critérios Mínimos .....	16
6.2. Tolerâncias.....	17
6.3. Desfôrma.....	18

## **1. INTRODUÇÃO**

Esta Especificação Técnica tem o objetivo orientar à execução das estruturas de concreto simples e armado a fim de garantir que as características geométricas e de resistência previstas em projeto sejam atendidas.

Nesta especificação são tratados aspectos importantes que devem ser observados para garantir a qualidade da estrutura, tais como: materiais, procedimentos de transporte, preparação de armaduras, lançamento e cura do concreto, juntas, fôrmas e controle de qualidade.

## **2. NORMAS APLICÁVEIS**

Nesta especificação são citadas e foram tomadas como referências as seguintes normas e diretrizes:

- NBR-6118 - Cálculo e execução de obras de Concreto Armado.
- NBR 14931 – Execução de estruturas de Concreto - Procedimento
- NBR-12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento.
- NBR-5736 – Cimento Portland Pozolânico.
- NBR-7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado.
- NBR-7481 – Tela Soldada de Aço – Armadura para concreto - Especificações
- NBR-7211 – Agregados para concreto – Especificação.
- NBR-5738 – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos de concreto.
- NBR-5739 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto.

No conteúdo das normas listadas anteriormente e em algumas tabelas deste documento são feitas referências a outras normas, geralmente relacionadas à ensaios específicos. Se a empresa construtora for assumir o fornecimento do concreto por produção própria deve observá-las também de forma mais aprofundada.

## **3. DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO**

A execução das estruturas de concreto simples ou armado deve seguir o detalhamento estrutural apresentado em projeto, os quais devem conter todas as informações necessária à execução da estrutura.

Cada estrutura será detalhada por um sequenciamento de documentos organizados da seguinte forma:

- Desenhos de ARQUITETURA: ilustram em plantas e seções principais a estrutura de concreto com outros sistemas sobrepostos;
- Desenhos de FÔRMAS: nos desenhos de fôrmas são apresentadas diversas vistas e cortes das estruturas de concreto com hachuras indicando o zoneamento de materiais (quando aplicável) e a cotagem em centímetros;
- Desenhos de ARMADURAS: nos desenhos de armadura os ferros são desenhados montados dentro da seção e rebatidos para fora, em geral lateralmente ou com linhas de chamada, contendo textos que ilustram a forma de dobra, bitola e taxa;
- MEMORIAL DE CÁLCULO: documento de texto que apresenta em forma de relatório técnico os métodos e critérios adotados no dimensionamento da estrutura.

Caso após a análise da documentação de projeto remanesça alguma dúvida deve-se consultar o projetista para esclarecimentos ou emissão de documentos complementares.

## **4. CONCRETO**

### **4.1. ESPECIFICAÇÃO DO CONCRETO**

Deve-se observar em projeto a resistência, consistência e fator água/cimento para solicitação ou preparo do concreto a ser aplicado em obra. Este concreto deve atender aos critérios de controle de qualidade previstos na NBR 12655.

Pelas características geométricas, carga e critérios de durabilidade praticados neste projeto os concretos que foram utilizados têm as seguintes características.

- $f_{ck} = 25$  MPa (Resistência característica à compressão aos 28 dias);
- Consistência: ensaio de abatimento slump test  $6,0 \pm 1,0$ cm;
- Relação água / cimento menor ou igual a 0,60;
- Diâmetro máximo do agregado 20mm.

### **4.2. PREPARO DO CONCRETO**

Entre as formas convencionais de preparação do concreto estão:

- Preparação em canteiro de obras, geralmente utilizando betoneira, dosagem por volume, cimento em sacos, sem controle rigoroso;
- Preparação em canteiro de obras, com central de concreto, dosagem por massa, cimento em sacos ou silo, com controle razoável;
- Preparação terceirizada, em usina de concreto, com controle rigoroso.

Faculta-se à construtora, em conjunto com o proprietário da obra, a definição da forma mais conveniente de preparo do concreto, desde que sejam observadas e aplicadas as técnicas corretas de caracterização de materiais, estudos de dosagem, preparo e transporte.

Na escolha do fornecedor do concreto, seja interno ou terceirizado, deve-se observar a capacidade de produção para atender a demanda da obra em volume e prazos.

#### **4.3. MATERIAIS PARA CONCRETO**

Os materiais a serem utilizados na confecção do concreto devem permanecer armazenados na obra ou na central de dosagem, separados fisicamente desde o instante do recebimento até o momento de utilização. Cada material deve estar identificado durante o armazenamento no que diz respeito à classe, graduação e procedência.

Os materiais componentes do concreto não devem conter substâncias prejudiciais em quantidades que possam comprometer a durabilidade do concreto ou causar corrosão da armadura.

As características e requisitos mínimos para confecção do concreto são descritos nos tópicos a seguir.

##### **4.3.1. Cimento Portland**

O cimento Portland a ser consumido deverá satisfazer a NBR-5732.

O concreto especificado neste projeto deve ser confeccionado com cimento Portland Pozolânico do tipo CP-IV (NBR 5736). Outro tipo de cimento só poderá ser utilizado com aprovação prévia da engenharia.

Para os casos do concreto ser preparado em obra e o cimento aplicado através de “rasga sacos”, os sacos de cimento devem ser guardados em pilha, em local fechado, protegido de umidade. Cada lote recebido numa mesma data deve ser armazenado em pilhas separadas e individualizadas com altura máxima de 10 sacos.

No recebimento não devem ser aceitos os invólucros que não estiverem devidamente rotulados, avariados ou que contiverem cimento empedrado.

O cimento fornecido a granel deve ser armazenado em silo entanque atendendo as exigências da NBR 12655.

#### 4.3.2. Agregados

Os agregados para concreto devem atender as especificações da NBR 7211.

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

Os agregados serão selecionados conforme disponibilidade da região, podendo ser naturais ou produzidos artificialmente.

Tendo em vista o principal emprego dos agregados nos concretos, eles são classificados em agregado miúdo e agregado graúdo, definidos a seguir.

- Agregado miúdo são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150µm;
- Agregado graúdo são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75µm;

A proporção de utilização deverá ser determinada no estudo de dosagem, realizado por empresa especializada, mesmo que a preparação seja feita em canteiro de obras.

A distribuição granulométrica do agregado miúdo é apresentada na Tabela 1.

*Tabela 1 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo. Fonte: NBR 7211.*

Peneira com abertura de malha (mm)	Porcentagem retida acumulada (em massa)			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona utilizável	Zona ótima
9,5	0	0	0	0
6,3	0	0	0	7
4,75	0	0	5	10
2,36	0	10	20	25
1,18	5	20	30	50
0,6	15	35	55	70
0,3	50	65	85	95
0,15	85	90	95	100

A distribuição granulométrica do agregado graúdo é apresentada na Tabela 2.

*Tabela 2 – Limites da distribuição granulométrica do agregado graúdo. Fonte: NBR 7211.*

Peneira com abertura de malha (mm)	Porcentagem retida acumulada (em massa)				
	Zona granulométrica d/D <sup>1)</sup>				
	4,75 / 12,5	9,5 / 25	19 / 31,5	25 / 50	37,5 / 75
75				-	0 – 5
63				-	5 – 30
50				0 – 5	75 – 100
37,5				5 – 30	90 – 100
31,5			0 – 5	75 – 100	95 – 100
25		0 – 5	5 – 25 <sup>2)</sup>	87 – 100	-
19		2 – 15 <sup>2)</sup>	65 <sup>2)</sup> – 95	95 – 100	-
12,5	0 – 5	40 <sup>2)</sup> – 65 <sup>2)</sup>	92 – 100	-	-
9,5	2 – 15 <sup>2)</sup>	80 <sup>2)</sup> – 100	95 – 100	-	-
6,3	40 <sup>2)</sup> – 65 <sup>2)</sup>	92 – 100	-	-	-
4,75	80 <sup>2)</sup> – 100	95 – 100	-	-	-
2,36	95 – 100	-	-	-	-
1) Zona granulométrica correspondente à menor (d) e maior (D) dimensão do agregado graúdo.					
2) Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo 5 unidades percentuais em apenas um dos limites.					

A quantidade de substâncias nocivas presentes entre os agregados não deve exceder os limites máximo estabelecidos pela NBR 7211 e apresentados na Tabela 3.



**Tabela 3 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas nos agregados em relação à massa do material. Fonte: adaptado da NBR 7211.**

Substância	Método de ensaio		Porcentagem máxima	
			Agregado miúdo	Agregado graúdo
Torrões de argila e materiais friáveis	NBR 7218	Concreto aparente	3,0	1,0
		Concreto sujeito a desgaste superficial	3,0	2,0
		Outros concretos	3,0	3,0
Materiais carbonosos <sup>1)</sup>	ASTM C 123	Concreto aparente	0,5	0,5
		Concreto não aparente	1,0	1,0
Material fino que passa através da peneira 75 µm	NBR NM 46	Concreto submetido a desgaste superficial	3,0	1,0 <sup>2) 3)</sup>
		Concreto protegido de desgaste superficial	5,0	1,0 <sup>2) 3)</sup>
Impurezas orgânicas <sup>4)</sup>	NBR NM 49		Solução obtida deve ser mais clara que a padrão	-

1) Quando não for detectada a presença de materiais carbonosos durante a apreciação petrográfica, pode-se prescindir do ensaio de quantificação dos materiais carbonosos.  
2) Para o agregado total, o limite pode ser composto até 6,5% desde que se comprove por apreciação petrográfica que os grãos não interferem nas propriedades do concreto.  
3) Para agregados produzidos a partir de rochas com absorção de água inferior a 1% o limite pode ser de 2%.  
4) Quando a coloração da solução obtida no ensaio for mais escura que a solução padrão, a diferença máxima entre os resultados de resistência à compressão previstos na NBR 7221 deve ser de 10%.

Para utilização de um agregado deve-se observar a sua potencial reatividade ou inocuidade em relação à reação com os álcalis presentes na composição do cimento Portland. Esta reação chamada de Reação álcali-agregado ou reação álcali-sílica pode ser danosa à estrutura por seu efeito expansivo.

Da mesma forma, a presença de cloretos ou sulfatos nos agregados também podem produzir efeitos expansivos danosos. Os limites para ocorrência de cloretos ou sulfatos entre os agregados é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Limites máximos para a expansão devida à reação álcali-agregado e teores de cloretos e sulfatos presentes nos agregados. Fonte: NBR 7211.**

Determinação	Método de ensaio	Limites
Reatividade álcali-agregado	ASTM C 1260	Expansão máxima de 0,10% aos 14 dias de cura agressiva
	ABNT NBR 9773 <sup>1)</sup>	Expansão máxima de 0,05% aos três meses
		Expansão máxima de 0,10% aos seis meses
Teor de cloretos <sup>2)</sup> (CL <sup>-</sup> )	ABNT NBR 9917 ABNT NBR 14832 <sup>3)</sup>	< 0,2% concreto simples
		< 0,1% concreto armado
		< 0,01% concreto protendido
Teor de sulfatos <sup>4)</sup> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ABNT NBR 9917	< 0,1%

1) Ensaio facultativo, nos termos de 5.3.2.

2) Agregados que excedam os limites estabelecidos para cloretos podem ser utilizados em concreto, desde que o teor total trazido ao concreto por todos os seus componentes (água, agregados, cimento, adições e aditivos químicos), verificado por ensaio realizado pelo método ABNT NBR 14832 (determinação no concreto) ou ASTM C 1218, não exceda os seguintes limites, dados em porcentagem sobre a massa de cimento:

- concreto protendido  $\leq 0,06\%$ ;
- concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura  $\leq 0,15\%$ ;
- concreto armado em condições de exposição não severas (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura)  $\leq 0,40\%$ ;
- outros tipos de construção com concreto armado  $\leq 0,30\%$ .

3) O método da ABNT NBR 14832 estabelece como determinar o teor de cloretos em clínquer e cimento Portland. Neste caso específico, o método pode ser utilizado para o ensaio de agregados.

4) Agregados que excedam o limite estabelecido para sulfatos podem ser utilizados em concreto, desde que o teor total trazido ao concreto por todos os seus componentes (água, agregados, cimento, adições e aditivos químicos) não exceda 0,2% ou que fique comprovado o uso no concreto de cimento Portland resistente a sulfatos conforme a ABNT NBR 5737.

Os grãos dos agregados devem apresentar aspecto duro e compacto, com rocha matriz com resistência à compressão maior ou igual a 100MPa.

O índice de desgaste por abrasão Los Angeles deve ser inferior a 50% em massa, quando determinado segundo a NBR NM 51.

O índice de forma dos grãos do agregado não deve ser superior a 3, quando determinado com a NBR 7809.

A empresa fornecedora do concreto ou diretamente a empresa fornecedora dos agregados deve fornecer periodicamente ensaios comprobatórios da qualidade dos agregados nos termos na NBR 7211.

#### 4.3.3. Água

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas.

Água potável é adequada para a utilização no amassamento do concreto sem necessidade de análise.

#### 4.3.4. Aditivos

Na dosagem do concreto é desejável a utilização de aditivos, em especial superplastificantes ou polifuncionais, que permitam a redução do consumo da água de amassamento.

O produto a ser utilizado não deve conter substâncias nocivas ao concreto ou a à armadura.

### 4.4. APICOAMENTO E LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES DE CONCRETO

O apicoamento consiste no desbaste de uma peça de concreto por processo manual ou mecânico, em que se remove uma pequena espessura da superfície de concreto.

O apicoamento deve sempre ser complementado por procedimento de limpeza através de jateamento de ar ou água.

#### 4.4.1. Apicoamento Manual

O apicoamento manual é indicado para pequenas superfícies e locais de difícil acesso para os equipamentos maiores. O apicoamento exige cuidados específicos e é executado de forma artesanal. É proibido golpear a região, para que a integridade das arestas e contornos da região em tratamento sejam preservados. Todo material solto, semi-solto e segregado deve ser removido até atingir concreto são, condição caracterizada pela união consistente e coesa dos agregados graúdos. O apicoamento deve obter uma superfície rugosa para criar condições ótimas de aderência para os futuros reparos.

#### 4.4.2. Apicoamento Mecânico

O apicoamento mecânico é indicado para a preparação de grandes superfícies, devido ao baixo rendimento dos procedimentos manuais. A escarificação mecânica exige cuidados operacionais para que a remoção se restrinja a retirada da camada estritamente necessária. Os limites e contornos da região em tratamento devem ser preservados. Todo

material solto, semi-solto e segregado deve ser removido até atingir a superfície íntegra do concreto, condição caracterizada pela união consistente e coesa dos agregados graúdos.

#### 4.4.3. Operações Complementares de Limpeza

O jateamento sob pressão de ar ou água é necessário para eliminar fragmentos decorrentes da operação, tais como poeira e resíduos orgânicos eventualmente existentes, e para tornar a superfície limpa. A pressão necessária não é elevada e corresponde à pressão de simples varredura. A água empregada no processo deve estar no padrão água-limpa, é vetado o emprego de água com orgânicos em suspensão ou pH ácido.

#### 4.4.4. Controle

O controle deve ser realizado visualmente, e deve-se observar se:

- houve retirada apenas da camada superficial;
- há exposição dos agregados graúdos;
- a superfície apicoada é rugosa;
- não há microfissuração do concreto remanescente.

### 4.5. PROCEDIMENTOS DE CONCRETAGEM

#### 4.5.1. Solicitação do concreto à central

Antes de proceder à mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega do concreto dosado em central é necessário:

- Quantificar o volume de concreto a ser aplicado e feita a programação junto a central de dosagem para garantir que ela terá a condição de atender em quantidade e tempo necessários;
- Verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.
- Proceder com a conferência de fôrmas e armaduras;
- Garantir o provimento de serviços auxiliares de energia elétrica, vibradores reservas, iluminação e equipe para troca de turno para as grandes concretagens.

#### 4.5.2. Transporte

O transporte entre a central de concreto e os locais de lançamento deverá ser o mais rápido possível, de forma que o tempo máximo entre a adição do cimento na mistura e o lançamento não supere 2,5 horas<sup>1</sup>.

Quando o concreto for lançado por meio de bombeamento ou quando, em função das dimensões da estrutura de concreto houver grande quantidade de caminhões circulando, deve-se prever um local próximo ao de concretagem para que os caminhões aguardem pelo momento de descarregar.

O transporte local entre o caminhão betoneira ou mangote da bomba e o local de aplicação não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água para vazamento ou evaporação.

O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto do concreto nas fôrmas evitando o uso de depósitos intermediários.

#### 4.5.3. Lançamento do Concreto

Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição das fôrmas, bem como a rigidez e o travamento do escoramento, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo estejam conforme o estabelecido no projeto.

Deve-se conferir também a montagem das armaduras em termos de taxa e espaçadores para garantir o cobrimento.

A superfície interna das fôrmas deve ser limpa e deve-se verificar a condição de estanqueidade das juntas.

Se as fôrmas forem constituídas com materiais que absorvam umidade ou facilitem a evaporação devem ser molhadas até a saturação para minimizar a perda de água do concreto, deixando drenos para escoamento da água em excesso.

Antes da aplicação do concreto deve ser feita a remoção cuidadosa de detritos.

---

<sup>1</sup> Tempo só poderá ser superado caso a dosagem seja feita com aditivo retardador de pega, desde que devidamente justificada e aprovada a sua utilização.

O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, seja envolvidos na massa de concreto.

Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega.

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

Deve se tomar precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não devem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte.

Para os casos de lançamento de concreto com queda livre maior que 2m devem ser empregados concretos com características de consistência adequados ou dispositivos tais como funis ou calhas para evitar a segregação de materiais.

Para adensamento do concreto devem ser utilizados vibradores internos de imersão ou de agulha.

Ao manejar o vibrador de imersão é desejável que este penetre lentamente na massa de concreto, de preferência pela ação do peso próprio até o fundo da camada que se deseja vibrar. Se a descarga do concreto for efetuada por camadas, deve-se inserir a agulha pelo menos 100mm dentro da camada subjacente.

O vibrador deve ser inserido verticalmente no concreto e mantido na posição por um tempo entre 5 e 15 segundos. Não se deve manter o vibrador por mais tempo na massa para que não ocorra a segregação do material.

Não se deve utilizar o vibrador para empurrar o concreto.

Não se deve tocar as fôrmas com o vibrador, sob o risco de danificar o equipamento ou as fôrmas.

Pode-se tocar o vibrador nas ferragens apenas com o concreto fresco, porém após a pega deve-se evitar tocar o vibrador nas ferragens, pois pode-se comprometer a aderência da pasta nas armaduras.

#### 4.5.4. Juntas de Concretagem

Quando o lançamento do concreto for interrompido, seja de forma programada ou forçada, forma-se uma junta de concretagem. Nestes casos devem ser tomadas precauções na retomada do lançamento de concreto para que a ponte de ligação entre o concreto velho e o novo seja a melhor possível.

O tratamento recomendado é o apicoamento de toda a camada superficial do concreto velho para remoção da nata de cimento com aspecto vitrificado e agregados que estão soltos ou desprendendo-se facilmente.

Na sequência deve proceder a limpeza da superfície com jato de água sob pressão.

#### 4.5.5. Cura

A cura do concreto é o procedimento que pretende evitar a retração hidráulica nas primeiras idades do concreto buscando minimizar o efeito fissuração.

Sugere-se adotar o método de cura úmida do concreto. Neste método deve-se manter a superfície do concreto úmida por meio de aplicação de água na sua superfície evitando que a mesma chegue a secar. A água pode ser aplicada por aspersão ou aplicação de papelão ou estopa molhada sobre a superfície.

O processo de cura deve ser realizado entre 3 a 5 dias.

## 5. ARMADURAS

### 5.1. TIPO DE AÇO

Todo aço das armaduras passivas das peças de concreto armado deverá estar de acordo com o que prescreve a NBR-7480.

Neste projeto estão previstas apenas armaduras passivas, confeccionadas com aço da classe CA-50A com tensão de escoamento de 50 kN/cm<sup>2</sup>, com vergalhões nervurados.

Em nenhum caso deve ser empregado na estrutura de concreto armado aço de qualidade diferente desta especificada em projeto, sem aprovação prévia do projetista.

As bitolas comerciais disponíveis são apresentadas na Tabela 5.



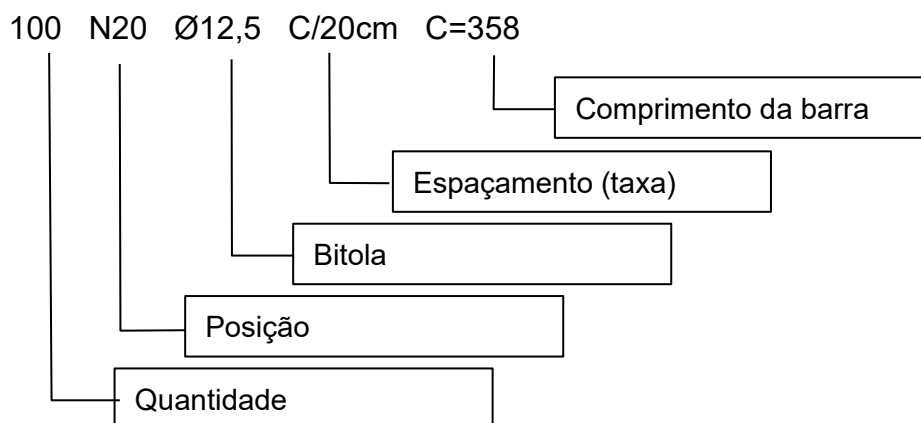
*Tabela 5 – Bitolas comerciais de aço para concreto armado.*

Bitola (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Tolerância (%)	Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Bitola (mm)
6,3	0,245	±10	31,2	6,3
8	0,395	±10	50,3	8
10	0,617	± 6	78,5	10
12,5	0,963	± 6	122,7	12,5
16	1,578	± 6	201,1	16
20	2,466	± 6	314,2	20
25	3,853	± 6	490,9	25
32	6,313	± 6	804,2	32

Faculta-se à empreiteira a compra do aço em barras de 12m a serem cortadas e dobradas na obra ou a compra do material já cortado e dobrado do fornecedor. No caso de compra cortada e dobrada deve-se certificar-se do correto entendimento do projeto pela fornecedora, especialmente quanto as posições variáveis.

## 5.2. CONVENÇÕES DE PROJETO

As armaduras em projeto serão especificadas através de notações posicionadas ao lado de cada barra destacada da seção em detalhamento. A convenção adotada para as notações de texto de ferro é exemplificada a seguir:

*Figura 1 – Convenção adotada para as notações de texto de ferro.*

O comprimento total da barra e comprimentos de dobras são indicadas em centímetros e não consideram o desconto do raio de dobra. A bitola é informada em milímetros.



Quanto a quantidade for especificada como 1 deve-se observar a taxa e a quantidade total no resumo de aço. Esta convenção será adotada quando houver repetição da mesma posição em várias seções.

A tabela a seguir apresenta as bitolas comerciais para aço de concreto armado. Para dobra da armadura em obra devem-se observar os raios mínimos de dobra.

Sempre que conveniente o projeto especificará a utilização de telas soldadas. As telas podem ser de quatro tipos:

- Tipo Q: taxa de armadura transversal igual à taxa de armadura longitudinal;
- Tipo R: taxa de armadura transversal igual  $2/3$  da taxa de armadura longitudinal;
- Tipo M: taxa de armadura transversal igual  $1/2$  da taxa de armadura longitudinal;
- Tipo L: taxa de armadura transversal menor ou igual  $1/3$  da taxa de armadura longitudinal;
- Tipo T: taxa de armadura transversal maior ou igual 3 vezes taxa de armadura longitudinal;

A especificação das telas será feita através da letra que classifica o tipo seguida de valor que representa a maior taxa de armadura multiplicada por 100.

Os resumos de aço consideram um adicional de 10% para computar as perdas.

### **5.3. ARMAZENAMENTO E LIMPEZA**

As armaduras devem ser estocadas de forma a manterem inalteradas suas características e suas propriedades, desde o recebimento na obra até seu posicionamento final na estrutura.

Cada tipo e classe de barra, tela soldada, fio ou cordoalha utilizado na obra deve ser claramente identificado logo após seu recebimento, de modo que não ocorra troca involuntária quando de seu posicionamento na estrutura.

No momento da aplicação a superfície da armadura deve estar livre de ferrugem e substâncias deletérias que possam afetar de maneira adversa o aço, concreto ou a aderência entre esses materiais.

Armaduras que apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão devem passar por limpeza superficial antes do lançamento do concreto.

Após limpeza deve ser feita uma avaliação das condições da armadura, em especial de eventuais reduções de seção.

Armaduras levemente oxidadas por exposição ao tempo em ambientes de agressividade fraca a moderada, por períodos de até três meses, sem produtos destacáveis e sem redução de seção, podem ser empregados em estruturas de concreto.

#### **5.4. CORTE E DOBRA**

O corte e dobra das barras, quando feito em obra, deve seguir as dimensões informadas em projeto.

O corte e dobra devem ser feitos a frio, vedado a utilização de maçarico ou similar para corte ou aquecimento para facilitar a dobra.

Para o dobramento das barras e ganchos devem ser respeitados os diâmetros internos de curvatura da tabela.

*Tabela 6 – Diâmetro dos pinos de dobramento.*

<b>Bitola (mm)</b>	<b>Aço CA-50</b>
$\varnothing \leq 10$	3 $\varnothing$
$10 < \varnothing < 20$	5 $\varnothing$
$\varnothing \geq 20$	8 $\varnothing$

#### **5.5. EMENDAS**

No detalhamento deste projeto só foram utilizadas emendas por transpasse, dimensionadas conforme prescrições da NBR6118.

Pelo comprimento da ferragem e posicionamento nas pranchas de armaduras pode-se consultar o comprimento de transpasse. Em caso de dúvida ou necessidade de adaptação os comprimentos de transpasse devem ser de pelo menos 60  $\varnothing$ .

#### **5.6. MONTAGEM**

A armadura deve ser posicionada e fixada no interior das fôrmas de acordo com as especificações de projeto. Em geral estruturas altas terão as prumadas de armaduras divididas em lances menores que facilitem o lançamento parcial das armaduras se assim for conveniente.

Durante o lançamento do concreto deve-se tomar o cuidado de manter as armaduras na posição estabelecida, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e entre as faces internas das fôrmas (cobrimento).

Para melhor posicionamento e enrijecimento da armadura para a concretagem é permitida a utilização de armaduras adicionais formando cavaletes ou “caranguejos”. Estes elementos devem ser confeccionados com o mesmo tipo de aço da armadura principal e não devem ter contato com a face da fôrma.

O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por pastilhas de concreto ou espaçadores plásticos, sempre se referindo à armadura mais exposta. Os cobrimentos a serem adotados em cada estrutura estão especificados nos desenhos de armaduras e no memorial de cálculo.

Para amarração das armaduras deverá ser utilizado arame recozido preto na bitola 18 BWG ( $\varnothing 1,24\text{mm}$ ).

## **6. SISTEMA DE FÔRMAS**

As fôrmas são os elementos provisórios a serem utilizados para conter o concreto fresco até que o mesmo tenha resistência para manter-se na conformação final especificada em projeto.

O sistema de fôrmas compreende as fôrmas, o escoramento, o cimbramento e os andaimes, incluindo seus apoios, bem como a união entre os diversos elementos.

Faculta-se à empresa executora a adoção do sistema de fôrmas que lhe for mais conveniente, podendo variar entre fôrmas de madeira, metálicas, trepantes, deslizantes ou a combinação delas, desde que devidamente dimensionadas para resistir as cargas estáticas e dinâmicas da concretagem.

Ao nível de detalhamento deste contrato o sistema de fôrmas não será detalhado em projeto, restringindo-se ao formato da peça final de concreto, cabendo a empresa executora realizar o dimensionamento destes elementos a partir do sistema escolhido.

### **6.1. CRITÉRIOS MÍNIMOS**

As formas deverão apresentar geometria, alinhamento, planicidade e dimensões rigorosamente de acordo com os desenhos de projeto.

A fôrma deve ser suficientemente estanque, de modo a impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto.

Os escoramentos deverão ser projetados e executados de modo apresentem segurança quanto à estabilidade e resistência. Também devem ser construídos de modo a permitir o acesso das equipes de trabalho com praticidade e segurança.

É permitido o reaproveitamento de fôrmas, tantas vezes quanto possível, desde que suas características de geometria e resistência permaneçam adequadas.

Deve-se evitar a utilização de fôrmas perdidas. Caso seja necessário o projetista deve ser consultado para emitir aprovação.

## 6.2. TOLERÂNCIAS

Como referência para execução e critério de aceitação da estrutura, devem ser observadas as tolerâncias dimensionais apresentadas a seguir:

Para os comprimentos de elementos estruturais lineares

*Tabela 7 – Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares (pilares e vigas) e para a espessura de elementos estruturais de superfície (lajes e paredes).*

Menor dimensão da seção transversal (a) (cm)	Tolerância (f) (mm)
$a \leq 60$	$\pm 5$
$60 < a \leq 120$	$\pm 7$
$120 < a \leq 250$	$\pm 10$
$a > 250$	$\pm 0,4\%$ da dimensão

*Tabela 8 – Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares (pilares e vigas) e lado de elementos estruturais superficiais (lajes e paredes).*

Dimensão (L) (m)	Tolerância (f) (mm)
$L \leq 3$	$\pm 5$
$3 < L \leq 5$	$\pm 10$
$5 < L \leq 15$	$\pm 15$
$L > 15$	$\pm 20$

A tolerância de desaprumo e desalinhamento de elementos estruturais deve ser menor ou igual a  $L/500$  ou 5mm, adotando-se o maior valor.

Para elementos estruturais que tenham interface com elementos mecânicos, tais como bases de turbinas, geradores ou guias de comporta a tolerância dimensional a ser respeitada deve ser de 5mm, independente da dimensão da peça.

### **6.3. DESFÔRMA**

As formas de escoramentos só poderão ser retiradas depois que o concreto atingir a resistência necessária às solicitações decorrentes das cargas que atuarão, sendo que nas primeiras idades preponderam-se os efeitos de peso próprio da estrutura e cargas acidentais de construção.

Como referência indicam-se os prazos de 3 dias para desforma das faces laterais, 14 dias para faces inferiores com a manutenção de escoramento e 21 dias para desforma total.

As formas devem ser retiradas de forma lenta e sem provocar choques ou danos à estrutura.

Para facilitar a desforma podem ser aplicados agentes desmoldantes. Neste caso seguir as recomendações do fabricante e garantir que não haja contaminação de outros elementos além do painel de fôrma.