

NORMA

**INFRA S.A.**  
**SUP-00028**

rev 0  
16.05.2023

---

---

**Dormente monobloco de concreto protendido**

*Prestressed concrete mono-block sleeper*

---

---

**INFRA** S.A.

© INFRA S.A. 2023

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

Sede da INFRA S.A.

SAUS, Quadra 01, Bloco 'G', Lotes 3 e 5. - CEP: 70.070-010

Asa Sul Brasília - DF

Telefone:+55 61 2029-6100

<https://www.infrasa.gov.br>

## Sumário

Prefácio.....	v
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Termos e definições .....	2
4 Área de aplicação .....	3
5 Finalidade do dormente .....	4
6 Unidades de medida .....	4
7 Condições.....	4
7.1 De caráter geral.....	4
7.2 De dimensionamento.....	5
8 Parâmetros condicionantes de projeto .....	5
9 Características construtivas.....	6
10 Características do concreto e de seus componentes.....	7
10.1 Requisitos gerais .....	7
10.2 Resistência do concreto à compressão .....	8
10.3 Resistência do concreto à tração na flexão .....	8
10.4 Resistência do concreto na transferência da protensão.....	8
10.5 Material para o concreto .....	8
10.6 Cura do concreto .....	8
11 Características dos elementos metálicos .....	9
11.1 Armadura .....	9
11.2 Sistema de transferência da protensão.....	10
11.3 Características do dispositivo de ancoragem do grampo .....	10
12 Acabamento do dormente.....	11
13 Reparos em dormentes .....	11
13.1 Requisitos gerais .....	11
13.2 Reparo de defeitos superficiais.....	11
13.3 Reparo de fissuras horizontais .....	12
14 Formas e marcação .....	13
15 Homologação de projeto para dormente monobloco .....	13
16 Ensaio de homologação para dormente monobloco.....	14
17 Controle de qualidade da matéria-prima .....	15
17.1 Cimento .....	16
17.2 Agregado miúdo.....	16
17.3 Agregado graúdo .....	16
17.4 Aditivos para concreto .....	17
17.5 Água.....	17

17.6	Concreto.....	17
17.6.1	Controle de qualidade.....	17
17.6.2	Amostras .....	17
17.6.3	Ensaio.....	17
17.6.4	Corpos de prova.....	17
17.7	Aço .....	18
17.8	Dispositivo de ancoragem da fixação elástica (ombreira).....	19
18	Controle de qualidade da forma .....	19
19	Controle de qualidade do dormente .....	19
20	Aprovação.....	22
21	Manuseio, transporte e armazenagem.....	22
21.1	Manuseio e transporte .....	22
21.2	Armazenagem .....	23
22	Garantia.....	23
23	Condições complementares .....	24
24	Critérios de medição.....	25
	Bibliografia .....	26

## Prefácio

A Valec – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. (nome fantasia – “INFRA S.A.”), empresa pública de capital fechado, é uma sociedade por ações controlada pela União e vinculada ao Ministério dos Transportes, regida por seu Estatuto Social e, especialmente, pelas Leis nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, nº 12.404, de 04 de maio de 2011, nº 12.743, de 19 de dezembro de 2012 e nº 13.303, de 30 de junho de 2016, e pelos Decretos nº 8.945, de 27 de dezembro de 2016 e nº 11.081, de 24 de maio de 2022.

A INFRA S.A. tem por objeto social prestar serviços nas áreas de projetos, estudos e pesquisas, destinados a subsidiar o planejamento da logística e dos transportes no País, considerando as infraestruturas, as plataformas e os serviços pertinentes aos modos rodoviário, ferroviário, dutoviário, aquaviário e aeroaviário.

A Superintendência de Projetos e Custos (SUPRO) da INFRA S.A. tem por objetivo criar, revisar, zelar e organizar o acervo de Normas Técnicas de engenharia, com o intuito de melhorar os procedimentos da empresa. Ainda que a responsabilidade do conteúdo das normas seja de todo o corpo técnico da INFRA S.A., a SUPRO é a responsável pela gestão do processo de manutenção do acervo de Normas Técnicas de engenharia.

Para estabelecer a estrutura técnica aplicada à infraestrutura de logísticas de transporte nacional, foi elaborada a Norma técnica INFRA S.A. SUP-00028 – Dormente monobloco de concreto protendido, para regulamentação dos requisitos para a definição do Dormente monobloco de concreto protendido a ser utilizado em obra ferroviária, juntamente com os requisitos concernentes às características dos materiais, controle da qualidade e critério de medição.

Esta edição revoga e substitui a VALEC 80-EM-031A-58-8014 – Dormente monobloco de concreto protendido.

## Dormente monobloco de concreto protendido

### 1 Objetivo

Esta Norma estabelece as características básicas para o projeto de dormente monobloco de concreto protendido, para trilhos TR-57 e UIC-60, tanto para bitola larga, quanto para bitola mista, a ser utilizado com fixação elástica tipo Pandrol e lastro de pedra britada, para utilização nas grades de superestrutura de vias férreas, bem como os requisitos concernentes a materiais, fabricação, controle da qualidade, garantia e critério de medição.

### 2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este 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 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 5741, *Extração e preparação de amostras de cimentos;*

ABNT NBR 6349, *Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão – Ensaio de tração;*

ABNT NBR 6916, *Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal – Especificação;*

ABNT NBR 7211, *Agregados para concreto – Requisitos;*

ABNT NBR 7215, *Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos;*

ABNT NBR 7218, *Agregados – Determinação de teor de argila em torrões e materiais friáveis;*

ABNT NBR 7222, *Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos;*

ABNT NBR 7482, *Fios de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação;*

ABNT NBR 7483, *Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação;*

ABNT NBR 7484, *Barras, cordoalhas e fios de aço destinados a armaduras de protensão – Método de ensaio de relaxação isotérmica;*

ABNT NBR 11709, *Dormente de concreto – Projeto, materiais e componentes;*

ABNT NBR 12142, *Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos;*

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

## **SUP-00028**

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 NBR 16697, *Cimento Portland – Requisitos;*

ABNT NBR 16915, *Agregados – Amostragem;*

ABNT NBR 16973, *Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem;*

ABNT NBR 16974, *Agregado graúdo – Ensaio de abrasão Los Angeles;*

ABNT NBR 17054, *Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio;*

ABNT NBR NM 16, *Cimento Portland – Análise química – Determinação de anidrido sulfúrico;*

AREMA, *Manual for Railway Engineering;*

ASTM C 309, *Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete;*

INFRA SUP-00034, *Patologias em dormentes – Identificação, prevenção e recuperação;*

VALEC 80-DES-000A-18-8036, *Projeto superestrutura – Empilhamento de dormentes (madeira/concreto)/trilhos;*

VALEC 80-EM-044A-58-8014, *Especificação de material de superestrutura – Grampo elástico – Revisão I; e*

Resolução Conama n° 307, *Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.*

### **3 Termos e definições**

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os seguintes termos e definições.

#### **3.1 aparelho de mudança de via (AMV)**

Equipamento, usado em desvios e cruzamentos para permitir ao material rodante cruzar uma linha ou transitar de uma linha para outra, assegurando a continuidade da via para um determinado caminho.

#### **3.2 armadura ativa**

Armadura constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão.

#### **3.3 armadura passiva**

Armadura que não seja usada para produzir forças de protensão.

#### **3.4 bitola da via**

Distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, medida a alguns milímetros abaixo do topo dos boletos.

#### **3.5 bitola larga**

Bitola entre 1524 mm e 1676 mm.

### **3.6 bitola mista**

Tipo de bitola que conjuga, na mesma linha, a bitola métrica e larga.

### **3.7 concreto armado**

Concreto com armadura cujo comportamento estrutural depende da aderência entre o concreto e a armadura, e no qual não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

### **3.8 concreto protendido**

Concreto com armadura no qual parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão, com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura, bem como propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado-limite último (ELU).

### **3.9 dormente**

Viga transversal que faz parte da superestrutura, apoiada no lastro e no suporte para fixação dos trilhos e bitola, cujas funções principais são manter os trilhos na bitola e na inclinação especificadas, bem como transmitir as cargas do trilho para a plataforma ferroviária por intermédio do lastro ou outro meio elástico similar.

### **3.10 dormente monobloco**

Dormente composto por uma viga monolítica de concreto protendido.

### **3.11 ombreira**

Peça de aço engastada no dormente no momento da concretagem, com as funções de localizar exatamente o local de disposição do trilho, resistir às forças laterais transmitidas pelas rodas dos trens e prover encaixe para os grampos.

## **4 Área de aplicação**

Esta Norma se aplica aos dormentes de concreto dos tipos monobloco de concreto protendido e bibloco de concreto armado para assentamento sobre lastro de pedra britada ou outro material similar.

Os seguintes tipos de dormentes estão cobertos por esta Norma:

- dormentes monobloco de concreto protendido para vias férreas de bitola simples, de bitola mista e para caminhos de rolamento;
- dormentes bibloco de concreto armado para vias férreas de bitola simples e para caminhos de rolamento;
- dormentes monotrilha de concreto armado ou protendido para caminhos de rolamento; e
- dormentes ou suportes de concreto protendido para aparelhos de mudança de via (AMV).

Esta Norma não se aplica aos dormentes de concreto para vias férreas sem lastro e aos dormentes para outros usos e aplicações especiais e dormentes para uso intercalado com outros tipos de dormentes (por exemplo, madeira ou aço).

## 5 Finalidade do dormente

Os dormentes têm a finalidade de fixar os trilhos na medida da(s) bitola(s), no caso de via em bitola mista, como determinado em projeto, bem como de transmitir os esforços exercidos sobre os trilhos para o lastro e, daí, para a plataforma do leito estradal.

Conseqüentemente, o projeto de um dormente afeta e é afetado pelas características de outros componentes da estrutura da via.

Os dormentes estão sujeitos a vários tipos de solicitações, como:

- a) cargas impostas pela passagem do material circulante nos trilhos e durante a manutenção;
- b) cargas geradas por efeitos térmicos no trilho e pelo movimento do lastro;
- c) impacto; e
- d) fadiga, desgaste, danos e corrosão.

## 6 Unidades de medida

As unidades utilizadas nesta Norma pertencem ao Sistema Internacional de Unidades, que é o sistema legal brasileiro. Para fins de transformação, são utilizadas as seguintes relações, considerando-se apenas duas casas decimais:

- a) 10,00 kN = 1,00 tf; e
- b) 1,00 MPa = 10,00 kgf/cm<sup>2</sup>.

## 7 Condições

### 7.1 De caráter geral

O fabricante deve elaborar o projeto, a memória detalhada dos cálculos e os desenhos, devendo cumprir os seguintes requisitos:

- a) atender aos parâmetros condicionantes do projeto da via permanente;
- b) promover perfeita compatibilidade com os trilhos e acessórios;
- c) escolher os materiais em razão das condições dos locais da fabricação e uso (fábricas comerciais ou fábricas itinerantes);
- d) elaborar memórias de cálculo, detalhamentos, traços do concreto e descrição dos métodos e tempos de cura, detalhamento da armação, bem como dados do tipo, diâmetro, distribuição e detalhamento das operações de protensão; e
- e) apresentar detalhamento estrutural para aprovação pela INFRA S.A..

O projeto deve estar adequado à moderna tecnologia ferroviária e com desempenho consagrado em linhas de características operacionais semelhantes.

## 7.2 De dimensionamento

Os documentos para o dimensionamento devem atender às seguintes condições:

- a) o memorial descritivo e justificativo deve conter a descrição do dormente monobloco de concreto protendido, com sua justificativa técnica;
- b) o memorial de cálculo deve conter todo o cálculo necessário para a determinação das ações e verificações dos estados-limites a serem apresentados em sequência lógica e comum desenvolvimento, de forma que facilmente possa ser entendido, interpretado e verificado. O memorial deve apresentar no mínimo os seguintes elementos:
  - 1) parâmetros para projeto;
  - 2) cargas solicitantes;
  - 3) cargas de ensaio;
  - 4) momentos resistentes; e
  - 5) verificação de estados-limites de formação de fissura.
- c) o desenho deve apresentar:
  - 1) forma e dimensões, em milímetros;
  - 2) montagem do conjunto dormente-fixação;
  - 3) armação;
  - 4) ancoragem;
  - 5) suporte para terceiro trilho;
  - 6) forma, estanqueidade, tolerância de nivelamento, acabamento, posicionamento da armadura, elementos de ancoragem e componentes de fixação;
  - 7) especificação técnica;
  - 8) roteiro para controle de qualidade do concreto, agregados e aço de protensão;
  - 9) roteiro dos ensaios a serem efetuados para aceitação dos dormentes com a fixação;
  - 10) leiaute da fábrica onde serão produzidos os dormentes, indicando, inclusive, a formatação e distribuição das pilhas; e
  - 11) qualquer outro detalhe indispensável para a INFRA S.A..

## 8 Parâmetros condicionantes de projeto

**8.1** O dormente deve ser em concreto protendido, com suas características e limites dimensionais e de peso determinados de acordo com a ABNT NBR 11709.

## **SUP-00028**

- 8.2** A bitola da via deve ser de 1600 mm ou 1600 mm/1000 mm (bitola mista).
- 8.3** O raio mínimo de projeto nas curvas horizontais deve ser de 343,823 m.
- 8.4** A carga máxima por eixo deve ser de 320 kN (TB-320).
- 8.5** A rampa máxima compensada deve ser de 0,60 % no sentido da exportação e 1,45 % no sentido da importação
- 8.6** A velocidade máxima de projeto deve ser de 80 km/h.
- 8.7** A velocidade operacional deve ser de 60 km/h.
- 8.8** O trilho pode ser:
- a) TR-57, padrão AREMA; ou
  - b) UIC-60, padrão europeu; ou
  - c) outro designado pela INFRA S.A..
- 8.9** O espaçamento entre os eixos dos dormentes montados na grade deve ser de 600 mm, correspondendo a uma taxa de 1 667 unidades por quilômetro, tanto nas vias principais, quanto nos pátios.
- 8.10** A ancoragem deve ser prevista para fixação elástica autorretensora, tipo Pandrol, dotada de dispositivo antivandalismo, modelo E-2039 para UIC-60, E-2009 para TR57 ou outro modelo compatível com trilho designado pela INFRA S.A.
- 8.11** O fator de impacto dinâmico é de 200 %, correspondendo, portanto, a um coeficiente de impacto igual a 2,0.
- 8.12** O lastro deve ser de pedra britada com granulometria entre 12,5 mm e 75 mm, com altura sob a face inferior do dormente medida no seu eixo longitudinal (e no trilho interno, no caso de curva com superelevação), de 20 cm a 30 cm, conforme determinado no projeto, ombro de 30 cm e talude de  $H = 3$  e  $V = 2$ .
- 8.13** A fixação deve ser elástica, composta por grampo, palmilha amortecedora e calço isolador, adequados para o dormente de concreto. O grampo e a sua ancoragem devem ser do tipo antivandalismo.
- 8.14** A carga bruta anual na via deve ser determinada para cada trecho a ser construído, devendo, nos cálculos, ser utilizado fator de tonelagem de 0,93.

## **9 Características construtivas**

- 9.1** Antes do início da produção seriada, o fornecedor deve submeter à aprovação da INFRA S.A. um relatório técnico contendo:
- a) o leiaute e a organização da fábrica de dormentes, considerando o fluxo de pessoas e de equipamentos, promovendo assim a melhor distribuição do espaço que estiver disponível, incluindo os locais de disposição de resíduos;

- b) a descrição do processo de fabricação, métodos de cura, tempos de cura, processos de concretagem e de desmoldagem, e as condições de movimentação, manuseio e estocagem dos dormentes; e
- c) a apresentação de plano de gestão de resíduos da fábrica, em conformidade com a Resolução Conama 307.

Após a avaliação e aprovação do projeto pela INFRA S.A., o fabricante deve providenciar as licenças, outorgas e alvarás locais necessários para o funcionamento da fábrica de dormentes.

**9.2** A base do dormente deve ser plana, com aspereza suficiente e/ou ranhuras que garantam bom atrito com o lastro. As ranhuras, caso existam, devem ser formadas durante a moldagem.

**9.3** A forma a ser utilizada na fabricação do dormente deve ser de aço e garantir as dimensões de projeto, com as tolerâncias indicadas nesta Norma.

**9.4** A cobertura mínima da armação com concreto deve ser de 30 mm na base e de 20 mm nas demais partes do dormente, exceto nas testeiras do dormente que, devido ao processo de fabricação, não possuem cobrimento nas extremidades das cavidades da armadura de protensão.

**9.5** Para a armação longitudinal, devem ser empregados fios ou cordoalhas com distribuição simétrica em relação às seções transversais do dormente. É exigido o emprego de no mínimo quatro fios, os quais devem ficar o mais próximo possível da periferia do dormente, obedecidas as coberturas mínimas mencionadas em 9.4.

**9.6** A protensão deve ser transferida por meio de fios lisos ou barras lisas ancoradas nas testeiras do dormente, ou por fios endentados ou, ainda, por cordoalha aderente, a critério do fabricante. No caso de protensão com aderência imediata, sem ancoragens nas testeiras do dormente, ou seja, no caso em que a ancoragem dos fios, barras ou cordoalhas seja realizada por aderência, somente são aceitos elementos tensores constituídos por cordoalhas, fios endentados ou barras com saliências, não sendo, portanto, permitido o uso de fios lisos ou barras lisas. Não é permitida a protensão sem aderência.

**9.7** O emprego de armação transversal é decisão do fabricante, desde que não dificulte o embutimento da ancoragem das fixações dos trilhos ao dormente.

## **10 Características do concreto e de seus componentes**

### **10.1 Requisitos gerais**

No preparo e controle tecnológico do concreto, devem ser observados os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655, atendendo-se ao seguinte:

- a) a mistura do concreto deve ser feita em central de concreto que possua controle automático de dosagem dos seus componentes;
- b) a compactação do concreto fresco deve ser feita mecanicamente e em volume compatível com número inteiro de formas; e
- c) se houver interrupção na moldagem dos dormentes de uma mesma concretagem, o período desta interrupção não pode ser superior ao de pega do concreto empregado. Caso ocorra interrupção por tempo superior ao de pega do concreto, os dormentes da concretagem correspondente devem ser automaticamente refugados na própria linha de produção.

## 10.2 Resistência do concreto à compressão

A resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ) para a fabricação de dormentes deve estar de acordo com a ABNT NBR 11709.

## 10.3 Resistência do concreto à tração na flexão

A resistência característica do concreto ( $f_{ct}$ ) para a fabricação de dormentes deve estar de acordo com a ABNT NBR 11709.

## 10.4 Resistência do concreto na transferência da protensão

O concreto do dormente deve apresentar uma resistência característica à compressão no instante da transferência da protensão, adequada aos esforços iniciais de protensão. Este valor deve ser fixado previamente pelo fabricante.

## 10.5 Material para o concreto

O material necessário para produção do concreto deve possuir as características mínimas enumeradas a seguir, as quais devem ser comprovadas por meio de ensaios executados pelo fabricante no decorrer da produção em série, observando os métodos indicados na ABNT NBR 7211 e sem ônus para a INFRA S.A., a qual também pode comprová-las sempre que, a seu critério, julgar conveniente:

- a) cimento: deve ser utilizado o cimento Portland de alta resistência inicial e com as propriedades especificadas na ABNT NBR 11709. O consumo de aglomerante no concreto deve ser menor que  $420 \text{ kg/m}^3$  e a temperatura no elemento estrutural durante o processo de cura não pode ultrapassar  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- b) agregado miúdo: deve ser utilizada areia natural, quartzosa ou artificial, resultante do britamento de rochas estáveis, com grãos com diâmetro máximo igual ou inferior a  $4,8 \text{ mm}$  e com uma quantidade de material pulverulento passando na peneira nº 200 inferior a  $3 \%$ . As demais características devem obedecer à ABNT NBR 7211;
- c) agregado graúdo: deve ser utilizada pedra britada, oriunda de rochas sãs e estáveis, com diâmetros compreendidos entre  $4,8 \text{ mm}$  e  $25 \text{ mm}$ , com abrasão Los Angeles inferior a  $40 \%$ . As demais características devem obedecer à ABNT NBR 7211. Para evitar a ocorrência de reações expansivas devidas à reação álcali-agregado, deve ser atendido o estabelecido na ABNT NBR 15577-1;
- d) aditivos: para melhorar a trabalhabilidade do concreto, podem ser utilizados aditivos, desde que não sejam à base de cloretos ou outros halogenetos que possam prejudicar o desempenho do dormente durante a sua vida útil. Além disto, deve-se atender ao apresentado na ABNT NBR 7211; e
- e) água: deve estar isenta de teores prejudiciais de substâncias deletérias, devendo atender aos requisitos da ABNT NBR 15900-1.

## 10.6 Cura do concreto

Para a cura convencional do concreto, deve ser observado o apresentado na ABNT NBR 12655 e nos seguintes itens:

- a) na cura térmica, a temperatura máxima no dormente submetido ao tratamento sob pressão atmosférica deve observar o descrito na ABNT NBR 11709:2015, 12.3.2, em função do teor de trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) e da porcentagem presente no cimento em peso. É recomendado pela INFRA S.A. que esta temperatura não seja superior a  $65\text{ }^\circ\text{C}$ , o que equivale a um teor máximo de 2,5 % de trióxido de enxofre presente no cimento;
- b) o cuidado na cura é muito importante para evitar a formação da etringita tardia [Delayed Etringite Formation (DEF)], um tipo especial de ataque por sulfato interno, que acontece quando três condições estão conjuntamente presentes:
  - 1) presença de sulfato no cimento em excesso;
  - 2) altas temperaturas de cura (acima de  $65\text{ }^\circ\text{C}$ ); e
  - 3) alta umidade.

Esta patologia ocorre no concreto já endurecido e implica um mecanismo expansivo que conseqüentemente termina na formação de um quadro fissuratório em estruturas de concreto simples, armado ou protendido, demorando meses ou inclusive anos para se manifestar. Este tipo de patologia pode ser prevenido tendo um controle do traço do concreto e da temperatura interna do dormente durante o processo de cura; e

- c) no traço do concreto deve haver cuidado especial para que o volume máximo de cimento por metro cúbico seja de até  $420\text{ kg/m}^3$ , sendo o valor ideal na faixa de  $380\text{ kg/m}^3$ . Junto com isto deve-se trabalhar com um baixo teor de sulfato na composição do cimento até  $2\%\text{SO}_3$ . Também deve ser utilizada a sílica ativa para melhorar a qualidade do concreto, a qual tem a propriedade de reduzir a porosidade do concreto e diminuir o uso da quantidade do cimento, precisando menor calor de hidratação e reduzindo assim a probabilidade de desenvolver a patologia descrita em b).

## 11 Características dos elementos metálicos

### 11.1 Armadura

A armadura deve atender aos seguintes aspectos:

- a) o fio de aço para protensão deve ser de alta resistência e estabilizado, para garantir uma relaxação baixa (RB), devendo possuir características mínimas correspondentes às categorias CP 170 RB E ou CP175 RB E, estabelecidas na ABNT NBR 7482;
- b) a cordoalha de aço para protensão deve ser de alta resistência e estabilizada, constituída por sete fios, para garantir uma relaxação baixa, e deve possuir característica mínima correspondente à categoria CP- 190 RB 7, estabelecida na ABNT NBR 7483;
- c) os fios ou cordoalhas devem estar isentos de qualquer substância gordurosa por ocasião de seu uso e devem ser armazenados em local coberto, seco e isento de produtos que possam vir a contaminá-los;
- d) os fios devem ser nervurados e cortados em dimensão estabelecida no projeto, medida em relação ao fio pré-esticado e ancorado nas duas extremidades (uma passiva e outra ativa); e
- e) a qualidade do aço deve ser certificada pelo seu fabricante, sendo o certificado submetido ao aceite da INFRA S.A..

## 11.2 Sistema de transferência da protensão

**11.2.1** Quando a transferência da protensão não for procedida por aderência da cordoalha ao concreto, o conjunto das ancoragens nas extremidades do dormente deve possuir resistência suficiente para absorver, sem transmitir, os esforços inerentes ao processo de fabricação, causadores de deformações indesejáveis.

**11.2.2** A medição da força de protensão, aplicada pelo aparelho tensor durante a operação de estiramento da armadura ativa, deve ser efetuada comparando-se os resultados obtidos por dois diferentes métodos: medição do alongamento dos cabos de protensão e leitura da força aplicada pelo cilindro hidráulico de protensão. Os resultados obtidos pelos dois métodos não podem diferir entre si em mais de 5 %.

**11.2.3** A aferição da força de protensão deve ser executada duas vezes por turno. Entende-se como turno uma jornada de trabalho com um número de horas acertadas entre as partes interessadas.

## 11.3 Características do dispositivo de ancoragem do grampo

**11.3.1** O projeto do dispositivo de ancoragem do grampo elástico (ombreira) deve ser de responsabilidade do fornecedor do dormente. No caso do grampo tipo Pandrol, considerar que este deve possuir dispositivo antivandalismo, como descrito na VALEC 80-EM-044A-58-8014.

**11.3.2** A parte dos dispositivos de ancoragem embutidos no dormente deve permanecer fora da influência dos fios ou da cordoalha de protensão, sendo tais dispositivos fornecidos já inseridos no concreto e prontos para uso.

**11.3.3** O material empregado na fabricação do dispositivo de ancoragem deve ser o ferro fundido nodular, obedecendo à ABNT NBR 6916, classe FE 5007, com a observância das seguintes características técnicas:

- a) resistência mínima à tração de 500 MPa;
- b) alongamento mínimo de 7 %; e
- c) limite mínimo de escoamento (0,2 %) de 310 N/m<sup>2</sup>.

**11.3.4** O dispositivo de ancoragem do grampo deve ser identificado com as seguintes informações impressas em cada peça, em posição tal que sejam visíveis quando esta peça estiver inserida no dormente:

- a) marca do fabricante;
- b) número de referência; e
- c) ano de fabricação (dois últimos algarismos).

**11.3.5** O dispositivo de ancoragem deve estar isento de empeno e defeitos de fundição, como queimaduras, cavidades, bolhas ou outros defeitos superficiais visíveis.

**11.3.6** O fabricante do dispositivo de ancoragem deve fornecer, com cada lote, um certificado confirmando que o material foi fabricado de acordo com a ABNT NBR 6916, classe FE - 5007.

## 12 Acabamento do dormente

A superfície de apoio do trilho-mesa deve ser plana e lisa, sendo admitida irregularidade de até 1 mm. A superfície pode ser esmerilhada após a desmoldagem apenas para remover pequenas irregularidades.

A presença de pequenos vazios não pode ser motivo de rejeição. Grande quantidade destes vazios, evidência de retoque, adensamento ou cura inadequada podem ser motivo para rejeição. Em ambos os casos, a decisão de rejeição fica a critério da fiscalização.

Pode acontecer, ocasionalmente, quebra de quinas das mesas de apoio dos trilhos no decorrer da operação de desmoldagem. Isto só deve servir de motivo para rejeição se a quebra não permitir reparo, seguindo as indicações da Seção 13, e se ocorrer na sede do trilho, ou seja, nas arestas que ficam sob os trilhos.

## 13 Reparos em dormentes

### 13.1 Requisitos gerais

É proibido o reparo de qualquer tipo de defeito estrutural que exponha ou atinja o nível das armaduras internas do dormente, ou que possa comprometer a montagem dos conjuntos de fixação dos trilhos.

Os reparos devem ser executados somente em defeitos provenientes da manipulação do dormente e apenas nos dormentes fabricados após a publicação desta Norma.

Não podem ser aceitos reparos em dormentes que apresentem fissuras, independentemente da sua abertura, na direção transversal do dormente.

Reparos no dormente de concreto após a sua desmoldagem e que não afetem o seu desempenho mecânico só devem ser executados se seguirem os procedimentos descritos nesta Seção ou se procedimentos detalhados tiverem sido incluídos na descrição do processo de fabricação aprovado pela INFRA S.A.

### 13.2 Reparo de defeitos superficiais

Este procedimento tem por finalidade estabelecer a metodologia executiva de reparo de defeitos superficiais nos dormentes de concreto, como quebras do concreto devido a desmoldagem ou segregações ("bicheiras").

A metodologia a ser adotada depende da espessura do reparo e de sua localização, se o reparo está fora ou na região de fixação dos trilhos, e deve atender ao descrito em 13.2.1 a 13.2.5.

**13.2.1** Delimitar a área a ser reparada, de forma a se obter uma superfície, com formato de um quadrado ou retângulo. Remover o concreto contido nesta área delimitada, com o uso de ponteiro e maneta, ou martelete de até 7,5 kg, até encontrar concreto "são". A espessura mínima de remoção deve ser de 12 mm, e as faces devem ser verticais.

a) para reparos na região de fixação dos trilhos:

- 1) espessura de reparo de até 20 mm: usar argamassa epóxi, cuja resistência de aderência (ou arrancamento) na idade de 1 dia seja no mínimo de 3,5 MPa e cuja resistência à tração na flexão na idade de 1 dia seja no mínimo de 25 MPa; ou

2) espessura de reparo superior a 20 mm: usar argamassa polimérica com adesivo incorporado a ela, com retração hidráulica máxima de  $600 \times 10^{-6}$  mm/mm, e módulo de elasticidade aos 28 dias entre 25 GPa e 30 GPa.

b) para reparos fora da região de fixação dos trilhos, usar argamassa polimérica com adesivo incorporado, com retração hidráulica máxima de  $600 \times 10^{-6}$  mm/mm, e módulo de elasticidade aos 28 dias entre 25 GPa e 30 GPa.

**13.2.2** Retirar a poeira, grãos de areia e partículas soltas, ou seja, limpar a área a ser reparada empregando jato de ar limpo. A mangueira acoplada ao compressor (de aproximadamente 120 p.c.m.) não pode transportar umidade ou óleo para a superfície.

**13.2.3** A superfície do substrato deve estar rugosa.

**13.2.4** Umedecer a superfície, no caso de uso de argamassa cimentícia.

**13.2.5** Imediatamente após a aplicação da argamassa cimentícia, deve-se iniciar o processo de cura, mediante o uso de filme plástico de cor branca ou cura química. O produto de cura química deve atender à ASTM C 309.

NOTA 1 Aplicar a argamassa polimérica com o auxílio de desempenadeira metálica ou colher de pedreiro. O acabamento superficial pode ser efetuado com desempenadeira de madeira ou plástico.

NOTA 2 Se for utilizada argamassa polimérica, quando a espessura do reparo for maior do que 50 mm, deve ser usado o microconcreto. Após a aplicação do microconcreto, o qual deve ter uma resistência à compressão axial (/ck) de 50 MPa, é obrigatório iniciar o processo de cura com o auxílio de filme plástico de cor branca ou cura química. O produto de cura química deve atender à ASTM C 309.

### **13.3 Reparo de fissuras horizontais**

Este procedimento tem por finalidade estabelecer a metodologia executiva de reparo de fissuras horizontais em dormentes de concreto, cuja abertura ou largura seja superior a 0,2 mm e inferior a 1,1 mm. Este procedimento não se aplica ao tratamento de fissuras cuja causa seja a reação álcali-agregado (RAA) ou o fenômeno da etringita tardia.

A resina a ser empregada é a resina epoxídica, cuja viscosidade máxima é de 150 cps, e tensão superficial compreendida entre 35 mN e 45 mN por metro. É proibido o uso de microcimento.

**13.3.1** A metodologia executiva deve atender ao descrito em 13.3.1 a 13.3.6. Para executar furos para instalação dos bicos de perfuração, a distância entre os furos deve ser metade da espessura do concreto. Para limpar os furos com jato de ar comprimido, os bicos devem ser instalados alternadamente nos dois lados da fissura.

**13.3.2** Misturar a resina e o catalisador por 2 min com furadeira de baixa rotação, seguindo rigorosamente as orientações do fabricante da resina.

**13.3.3** A resina pré-misturada deve ser vertida no reservatório e bombeada pelo bico misturador, para garantir que as mangueiras de bombeamento estejam cheias, sem bolhas de ar.

**13.3.4** A pistola de injeção deve ser conectada ao bico e a resina deve ser injetada até que ela flua no próximo bico. Quando o fluxo de resina for contínuo, sem bolhas de ar, a injeção deve ser interrompida neste bico e iniciada no próximo. Durante o "pot life" da resina, todos os bicos devem ser injetados pela segunda vez, para garantir a reposição da resina devido à absorção do concreto

**13.3.5** Quando todos os bicos tiverem sido injetados, a bomba deve ser desligada e os bicos de perfuração devem ser removidos utilizando uma pequena marreta. A bomba deve ser completamente lavada com solvente.

**13.3.6** Após a cura da resina e a remoção total dos bicos, devem-se preencher os furos com argamassa polimérica.

## **14 Formas e marcação**

**14.1** As formas devem possuir dimensões precisas, livres de irregularidades, sujeira e restos de concreto.

**14.2** O controle de qualidade da forma deve atender ao descrito na Seção 18.

**14.3** O controle dimensional dos dormentes (ver Seção 19) é fundamental para avaliar a qualidade das formas empregadas e identificar as que necessitam de substituição.

**14.4** Deve-se atentar para a verificação do cobrimento e locais de passagem dos fios de protensão.

**14.5** Para assegurar a rastreabilidade e identificação do lote, cada dormente de concreto e cada uma das ombreiras fundidas das fixações (quando for o caso), devem conter as seguintes marcações permanentes em alto ou baixo-relevo:

- a) logotipo da INFRA S.A.;
- b) identificação do fabricante (símbolo ou logotipo da forma);
- c) mês e ano da fabricação (dois últimos algarismos);
- d) identificação do tipo do perfil de trilho a ser empregado no dormente, caso ele tenha sido projetado para um único tipo de perfil;
- e) número do lote grafado na parte superior do dormente, para que sua identificação seja clara e expedita, mesmo após ser empregado na via, tornando possível rastrear todas as informações referentes aos controles tecnológicos utilizados durante todo o processo de produção e sua vida útil em campo;
- f) código de identificação do modelo de dormente (não se aplica às ombreiras); e
- g) identificação do molde e cavidade (não se aplica ao dormente monobloco para AMV).

NOTA: A INFRA S.A. pode exigir que informações adicionais sejam marcadas no dormente e/ou nas ombreiras das fixações.

## **15 Homologação de projeto para dormente monobloco**

**15.1** A INFRA S.A. deve realizar o processo de homologação do projeto do dormente antes de ser iniciada a sua fabricação em série. O fornecedor deve submeter à aprovação da INFRA S.A. o projeto detalhado do dormente a ser submetido aos ensaios de homologação, juntamente com os elementos descritos na Seção 8, de acordo com a ABNT NBR 11709.

**15.2** Aos 28 dias da sua fabricação, o dormente deve ser ensaiado, sempre a expensas do fornecedor, com acompanhamento da fiscalização.

**15.3** Os ensaios de homologação devem ser executados em laboratório especializado, certificado e aprovado pela INFRA S.A., a expensas do fornecedor, sem ônus para a INFRA S.A..

**15.4** Os ensaios devem ser acompanhados por engenheiro com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

**15.5** O desenho detalhado do modelo de dormente, cujos protótipos são submetidos aos ensaios de homologação de projeto, deve ser encaminhado ao laboratório responsável pela execução dos ensaios, para que o laboratório possa atestar que o modelo de dormente ensaiado corresponde ao desenho do dormente apresentado.

**15.6** É necessário que, nas testeiras do protótipo, estejam identificados os seus elementos estruturais internos, como o diâmetro e posicionamento de cada um dos fios, barras ou cordoalhas de protensão utilizados.

**15.7** A execução do protótipo é de inteira responsabilidade do fornecedor, que, no entanto, deve apresentar, à fiscalização, todos os documentos fornecidos por laboratórios específicos que atestem a qualidade do material e componentes empregados na confecção do dormente, como cimento, areia, agregados, água, armadura e demais elementos que o compõem.

**15.8** O laboratório responsável pela execução dos ensaios de homologação de projeto deve apresentar no relatório de ensaios no mínimo as seguintes informações:

- a) referência ou número do projeto do dormente de concreto cujos protótipos foram submetidos aos ensaios de homologação do projeto;
- b) número desta Norma e data de emissão da versão utilizada como referência para a execução dos ensaios;
- c) valores de todos os momentos fletores de referência e cargas de ensaio aplicadas;
- d) para cada ensaio executado, no mínimo duas fotografias do arranjo de ensaio mostrando o protótipo em situação de ensaio;
- e) resultados obtidos para cada ensaio individual, informando se o dormente atendeu ou não às exigências estabelecidas na ABNT NBR 11709 para o respectivo ensaio;
- f) relatório final de homologação, informando se os protótipos ensaiados atenderam ou não às exigências da norma ABNT NBR 11709, além das exigências adicionais estabelecidas pela INFRA S.A., se for o caso; e
- g) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) dos ensaios.

## **16 Ensaios de homologação para dormente monobloco**

Os ensaios a serem efetuados devem seguir os preceitos do manual da AREMA ou da ABNT NBR 11709. A Tabela 1 apresenta uma lista de ensaios de homologação para dormente monobloco.

Tabela 1 — Ensaio de homologação para dormente monobloco

Ensaio de homologação para dormente monobloco	Protótipo		Apoio do trilho <sup>a</sup>	
	1	2	A	B
Ensaio de carga vertical no apoio do trilho, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.1	X		X	X
Ensaio de momento negativo no centro do dormente, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.3	X			
Ensaio de momento positivo no centro do dormente, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.4	X			
Ensaio de carga repetida no apoio do trilho, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.2 <sup>b</sup>	X			X
Ensaio de aderência, ancoragem e carga de ruína, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.5 <sup>b</sup>	X		X	
Ensaio dos insertos das fixações, de acordo com ABNT NBR 11709:2015, 12.5.6 (todos os insertos) <sup>c</sup>		X		

<sup>a</sup> Para efeito de execução dos ensaios de homologação, uma das mesas de apoio do trilho do dormente é designada como apoio do trilho A e a outra como apoio do trilho B.

<sup>b</sup> Estes ensaios devem ser os dois últimos ensaios executados sobre o protótipo 1, finalizando com o ensaio de aderência, ancoragem e carga de ruína. Os demais ensaios podem ser executados em qualquer ordem.

<sup>c</sup> Ensaio a ser executado em todos os insertos do dormente (aqueles utilizados para montagem das fixações dos trilhos).

Para a execução desses ensaios, devem ser atendidas as seguintes condições:

- para os ensaios citados na Tabela 1, são separados quatro dormentes, para prova e contraprova, pela fiscalização, escolhidos aleatoriamente em uma amostra de no mínimo dez peças, numeradas sequencialmente, para serem enviadas a laboratório credenciado e aprovado previamente pela fiscalização;
- o dormente a ser ensaiado deve ser identificado pelo seu número. Os apoios dos trilhos-mesas também são marcados com as letras A e B;
- o fornecimento dos dormentes para os ensaios relacionados nesta Seção é de responsabilidade do fornecedor; e
- a seu critério, a INFRA S.A. pode realizar outros ensaios, além dos relacionados nesta Seção, durante a produção em série dos dormentes, se necessário. Estes ensaios devem ocorrer às expensas do fornecedor, sem ônus para a INFRA S.A..

## 17 Controle de qualidade da matéria-prima

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

arquivados, conforme a legislação vigente. Todos os ensaios de matéria-prima devem ser realizados em laboratório especializado, previamente aprovado pela fiscalização, para análise do descrito em 17.1 a 17.5.

## **17.1 Cimento**

**17.1.1** O controle de qualidade do cimento deve ser efetuado por meio de amostras representativas, coletadas aleatoriamente para cada lote recebido na fábrica de dormentes.

**17.1.2** Devem ser determinados no mínimo o módulo de finura, o tempo de pega, a resistência à compressão conforme a ABNT NBR 7215, a resistência à tração simples conforme a ABNT NBR 7222 e o teor de trióxido de enxofre conforme a ABNT NBR NM 16.

**17.1.3** A quantidade de cimento da amostra deve ser suficiente para a moldagem de todos os corpos de prova necessários aos ensaios, devendo ser previsto um mínimo de três unidades para cada idade de corpos de prova, de acordo com a ABNT NBR 5741.

**17.1.4** O certificado do fabricante do cimento pode ser aceito a cada fornecimento.

**17.1.5** Os resultados obtidos nos ensaios devem satisfazer a ABNT NBR 16697 para cimento Portland de alta resistência inicial.

## **17.2 Agregado miúdo**

**17.2.1** O controle de qualidade do agregado miúdo deve ser feito em amostras representativas para cada lote recebido na fábrica, coletadas de acordo com a ABNT NBR 16915, devendo ser determinado no mínimo o seguinte:

- a) granulometria, conforme a ABNT NBR 17054;
- b) teor de material argiloso, conforme a ABNT NBR 7218; e
- c) teor de material pulverulento, conforme a ABNT NBR 16973.

**17.2.2** Os resultados obtidos nos ensaios devem satisfazer as exigências de 10.5.b).

## **17.3 Agregado graúdo**

**17.3.1** O controle de qualidade do agregado graúdo deve ser feito em amostras representativas, para cada lote recebido na fábrica, coletadas conforme a ABNT NBR 16915.

**17.3.2** Deve ser determinada a granulometria conforme a ABNT NBR 17054.

**17.3.3** A comprovação da abrasão Los Angeles, determinada conforme a ABNT NBR 16974, deve ser feita no início da produção em série dos dormentes e, posteriormente, sempre que houver uma nova fonte abastecedora dessa matéria-prima.

**17.3.4** A comprovação da natureza potencialmente inócua do agregado deve ser realizada conforme a ABNT NBR 15577-1.

**17.3.5** Os ensaios devem ser realizados na própria fábrica de dormentes, com exceção do ensaio de abrasão Los Angeles, que deve ser feito em laboratório especializado, previamente aprovado pela fiscalização.

17.3.6 Os resultados obtidos nos ensaios devem satisfazer as exigências de 10.5.c).

## 17.4 Aditivos para concreto

Devem ser realizados ensaios que comprovem a total ausência de cloretos ou outros halogenetos no concreto, que possam prejudicar o desempenho do dormente durante a sua vida útil.

## 17.5 Água

17.5.1 O controle de qualidade da água deve ser realizado por meio de análise química em amostra coletada aleatoriamente na fonte abastecedora.

17.5.2 Este controle deve ser feito no início da produção em série dos dormentes e, posteriormente, sempre que houver uma nova fonte abastecedora de água, ou, ainda, quando a fiscalização julgar necessário.

17.5.3 Os resultados obtidos nessa análise devem satisfazer as exigências de 10.5.e).

## 17.6 Concreto

### 17.6.1 Controle de qualidade

O controle de qualidade do concreto é realizado por meio de ensaios dos agregados e de cilindros e vigotas de prova, confeccionados com material retirado na boca do alimentador das formas durante a produção dos dormentes. O preparo, controle e recebimento do concreto deve ser realizado conforme a ABNT NBR 12655.

### 17.6.2 Amostras

As amostras são coletadas, aleatória e diariamente, por turno, com identificação da partida de dormentes produzida com o mesmo concreto, independentemente da quantidade de dormentes produzida naquele turno, devendo atender ao estabelecido nesta Norma.

### 17.6.3 Ensaios

Todos os ensaios devem ser realizados na própria fábrica, sem ônus para a INFRA S.A., com acompanhamento da fiscalização.

### 17.6.4 Corpos de prova

A confecção dos corpos de prova em vigotas e cilíndricos, deve obedecer à ABNT NBR 5738, devendo ser identificados com data e hora da sua moldagem e submetidos aos ensaios citados a seguir:

- a) ensaio de resistência à compressão, atendendo às seguintes indicações:
  - 1) este ensaio deve ser executado conforme a ABNT NBR 5739;
  - 2) no mínimo dois cilindros devem ser rompidos no momento da transferência da protensão e pelo menos outros dois na idade de 28 dias;
  - 3) aqueles cilindros com 28 dias devem ser submetidos às condições de cura previstas na ABNT NBR 5738;

- 4) os cilindros destinados à comprovação da resistência à compressão do concreto no momento da transferência da protensão devem ser submetidos às mesmas condições de cura do dormente;
  - 5) o incremento de aplicação da carga neste ensaio deve ser de 0,1 MPa/s, conforme estabelecido na ABNT NBR 5739;
  - 6) a resistência característica do concreto à compressão deve seguir o indicado na ABNT NBR 11709;
  - 7) o fabricante deve comprovar a resistência do concreto à compressão no momento da transferência da protensão dos cabos para o concreto, rompendo os dois corpos de prova previstos para esta finalidade. A resistência obtida desta forma não pode ser inferior ao estabelecido em 10.2;
  - 8) quando, no primeiro ensaio, não for atingido o valor previsto no momento da transferência de protensão, o ensaio deve ser repetido com outros dois cilindros de prova submetidos a um período adicional de cura, sem prejuízo das provisões de corpos de prova para os demais ensaios; e
  - 9) deve ser rejeitado todo o lote de dormentes da partida referente ao corpo de prova em questão que não atingir a resistência característica à compressão aos 28 dias, de 45 MPa, estabelecida em 10.2, após a repetição do ensaio;
- b) Os ensaios de resistência à tração na flexão devem atender ao seguinte:
- 1) estes ensaios devem ser executados em no mínimo dois corpos prismáticos, na idade de sete dias, conforme a ABNT NBR 12142; e
  - 2) a resistência característica do concreto à tração na flexão não pode ser inferior a 5 MPa.

## **17.7 Aço**

**17.7.1** O controle de qualidade do aço deve ser previamente aprovado à vista dos certificados apresentados pelo seu fabricante.

**17.7.2** Podem ser exigidos ensaios complementares que atestem os resultados indicados nos certificados, bem como ensaios de amostras específicas. Estes ensaios correm às expensas do fornecedor sem ônus para a INFRA S.A..

**17.7.3** Os ensaios devem ser realizados de maneira que:

- a) a amostra seja coletada conforme a ABNT NBR 6349;
- b) o ensaio de relaxação seja realizado conforme a ABNT NBR 7484;
- c) os demais ensaios sejam realizados conforme a ABNT NBR 6349; e
- d) no caso de uso de fios endentados, suas medidas sejam controladas na fábrica, independentemente do certificado do fabricante, em no mínimo uma amostra por rolo recebido.

## 17.8 Dispositivo de ancoragem da fixação elástica (ombreira)

17.8.1 O dispositivo deve estar de acordo com o tipo de grampo elástico a ser utilizado.

17.8.2 Devem ser fornecidos gabaritos de inspeção do dispositivo, assim como aquele de seu posicionamento no dormente.

## 18 Controle de qualidade da forma

18.1 O controle dimensional da forma deve ser realizado quando de sua aferição, antes do início da fabricação em série dos dormentes, sendo de responsabilidade do fornecedor, tendo em vista a obtenção de dormentes com as características indicadas nesta Norma.

18.2 As tolerâncias admissíveis devem estar de acordo com a ABNT NBR 11709.

## 19 Controle de qualidade do dormente

19.1 O controle dimensional do dormente, durante a produção em série, deve ser executado mediante a sua retirada de uma forma devidamente identificada. Em até 40 concretagens, esta operação deve abranger todas as formas em serviço, de tal forma que haja um rodízio na inspeção dos dormentes e, indiretamente, na qualidade da forma. Este procedimento permite avaliar a degradação da forma durante a sua vida útil.

19.2 As observações e medidas feitas nos dormentes inspecionados dimensionalmente devem ser lançadas em ficha de controle apropriada. A verificação dimensional das peças acabadas deve ser realizada por meio do uso de gabaritos e calibres a serem fornecidos, em dois jogos, pelo fabricante e previamente aprovados pela INFRA S.A. As medidas a serem verificadas são aquelas cotadas nos desenhos especificados pelo fornecedor e aprovados pela INFRA S.A..

19.3 Este controle deve abranger o seguinte:

- a) verificação da bitola da via, por intermédio de uma pré-montagem de dois pedaços de trilho, com 6 m cada, sobre os dormentes, com as respectivas fixações; esta verificação deve ser feita pela leitura em régua de bitola com precisão de 1 mm e registrada em ficha apropriada, aprovada pela fiscalização; a bitola assim medida não pode ultrapassar os limites de 1 600 mm, com tolerância de + 2 /- 1 mm;
- b) verificação da inclinação das bases de apoio dos trilhos nos dormentes, sendo tal inclinação medida no eixo longitudinal dos dormentes, com gabarito apropriado e aprovado pela fiscalização, abrangendo, simultaneamente, ambas as bases; os resultados assim obtidos devem ser lançados e registrados em ficha apropriada e seus valores não podem ultrapassar os limites entre 1:35 e 1:45 para bitola larga e *standard*, e 1:15 a 1:25 para bitola métrica;
- c) verificação do empeno transversal (torção) entre as bases de apoio dos trilhos no dormente, feita com gabarito apropriado, aprovado pela fiscalização, sendo os resultados assim obtidos registrados em ficha própria, não podendo seus valores ultrapassar a tolerância de 1 mm; e
- d) verificação do centro do dormente em relação ao centro da bitola, com tolerância de  $\pm 6$  mm.

19.4 Para o acabamento dos dormentes, deve ser seguido o constante na Seção 12.

19.5 Para os ensaios de controle de qualidade na fabricação, o fornecedor deve submeter um protótipo

do dormente produzido aos ensaios referidos na Seção 18, que devem ser feitos em laboratório aprovado previamente pela fiscalização.

**19.6** Devem ser efetuados os ensaios de qualidade descritos a seguir, executados 28 dias após a fabricação, em um dormente escolhido aleatoriamente pela fiscalização em cada lote de 200 ou fração produzidos a cada dia, sendo que o acompanhamento desses ensaios deve ser realizado por engenheiro com Anotação de Responsabilidade Técnica:

a) verificação do acabamento superficial:

- 1) o dormente monobloco deve ter bom acabamento, ressalvadas as tolerâncias previstas nesta Norma; a armadura do dormente não pode ficar visível, e as superfícies laterais e superior devem apresentar aparência lisa e uniforme;
- 2) a base dos dormentes deve ser plana, com suficiente aspereza e/ou ranhuras que garantam bom atrito com o lastro;
- 3) as mesas de apoio dos trilhos devem ser planas, lisas e livres de quaisquer grandes vazios ou outros defeitos que possam prejudicar sua função ou vida útil; e
- 4) todas as amostras de cada lote são submetidas às verificações de aspecto, forma, dimensão e massa média. Assim, durante a inspeção visual de recebimento, a INFRA S.A. pode, a seu critério, decidir quais lotes de dormentes monoblocos serão aceitos ou rejeitados;

b) controle dimensional, compreendendo o seguinte:

- 1) a verificação dimensional das peças acabadas deve ser realizada por meio do uso de gabaritos e calibres a serem fornecidos, em dois jogos, pelo fabricante, previamente aprovados pela INFRA S.A. As medidas a serem verificadas são aquelas cotadas nos desenhos especificados pelo fornecedor e aprovados pela INFRA S.A.;
- 2) distância interna entre os dispositivos externos de ancoragem dos grampos, tanto para bitola simples, quanto para mista;
- 3) distância interna entre os dispositivos de ancoragem dos grampos de um mesmo trilho, tanto para bitola simples, quanto para mista;
- 4) distância interna entre os dispositivos externos de ancoragem dos grampos do terceiro trilho, para o caso de dormente de bitola mista;
- 5) inclinação das mesas dos trilhos; e
- 6) torção das mesas dos trilhos.

c) ensaios diários, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 — Ensaio diários para controle dimensional do dormente

Ensaio diários	Apoio do trilho	
	A	B
Ensaio de momento positivo no apoio do trilho, de acordo com a ABNT NBR 11709:2015, 12.5.1.3	X	X
Ensaio de momento negativo no centro do dormente, de acordo com a ABNT NBR 11709:2015, 12.5.3		
Ensaio dos insertos das fixações, de acordo com a ABNT NBR 11709:2015, 12.5.6 (pelo menos metade dos insertos)		

- d) caso qualquer dos ensaios realizados não atenda às exigências, devem ser escolhidos dois outros dormentes do mesmo lote, os quais devem ser, individualmente, submetidos aos ensaios indicados nesta Seção; caso qualquer dos dois dormentes não atenda às exigências destes ensaios, todo o lote é rejeitado;
- e) podem ser aceitos dormentes deste mesmo lote, a critério da fiscalização, desde que sejam ensaiados individualmente e aprovados;
- f) os dormentes rejeitados devem ser destruídos imediatamente pelo fornecedor, na presença da fiscalização;
- g) os lotes aprovados nos ensaios devem ser liberados para aplicação na via; e
- h) para verificação da possibilidade de formação da etringita tardia (*Delayed Etringite Formation – DEF*), é necessária a realização de ensaios físico-químicos em coletas aleatórias de dormentes, seguindo-se as orientações da INFRA SUP-00034.

**19.7** Para assegurar a qualidade da produção dos dormentes, o fabricante pode acrescentar, às suas expensas, outros ensaios que considere importantes, além dos citados nesta Norma.

**19.8** Para o acompanhamento dos resultados na fábrica, o fabricante deve:

- a) manter atualizado o registro diário contendo todos os resultados dos ensaios efetuados na fábrica, juntamente com a Anotação de Responsabilidade Técnica;
- b) manter estes registros sempre à disposição da fiscalização; e
- c) manter quadros atualizados da produção diária e acumulada, além de cronograma de previsão da produção futura.

**19.9** Os ensaios apresentados na Tabela 2 devem ser aplicados a cada lote de 2.000 dormentes produzidos e somente em lotes aprovados nos ensaios diários, da seguinte maneira:

- a) em um dormente escolhido aleatoriamente pela fiscalização, deve ser efetuado ensaio dos insertos das fixações, conforme a ABNT NBR 11709:2015, 12.5.6;
- b) o mesmo dormente deve passar pelo ensaio de aderência descrito na ABNT NBR 11709:2015,

12.5.5, sem a necessidade de determinação da carga de ruína; caso não sejam satisfeitos os requisitos, três outros dormentes da mesma série devem ser escolhidos e submetidos ao mesmo ensaio;

- c) se, em qualquer dos ensaios realizados, um dos dormentes não for aprovado, devem ser escolhidos outros dois, da mesma série, os quais devem ser individualmente submetidos aos ensaios previstos em a) e b). Se qualquer um desses dois dormentes for rejeitado, todo o lote também deve ser rejeitado;
- d) pode ser ainda aceito o dormente desta mesma série que, a critério da fiscalização, seja submetido, individualmente, aos ensaios da Tabela 2, se aprovado;
- e) todo dormente aprovado nos ensaios deve ser considerado apto para o emprego na via;
- f) para cada série de dez lotes aprovados, deve ser lavrado um Termo de Recebimento, o qual deve ser assinado pelo fornecedor dos dormentes e pela fiscalização; e
- g) o dormente rejeitado deve ser destruído imediatamente pelo fornecedor, na presença da fiscalização.

**19.10** Deve ser realizado o monitoramento da temperatura no interior dos dormentes durante o processo de cura a vapor, com a finalidade de garantir que eles não foram submetidos a temperaturas superiores à temperatura-limite de 65 °C durante o processo de cura a vapor. Para realizar o monitoramento da temperatura no interior dos dormentes durante o processo de cura a vapor, devem ser utilizados sensores instalados no interior dos dormentes. A utilização de sensores adequados e o acompanhamento regular do processo são fundamentais para prevenir danos e garantir a segurança operacional das ferrovias.

**19.11** Além do monitoramento da temperatura no início, meio e final de cada corrida de cura a vapor, é importante também realizar inspeções visuais nos dormentes após o processo, a fim de verificar se há danos ou deformações. Caso sejam identificados problemas, é necessário tomar medidas corretivas, como substituição dos dormentes danificados.

## **20 Aprovação**

O dormente somente pode ser utilizado após a sua aprovação nos ensaios indicados nesta Norma e aceitos pela fiscalização.

## **21 Manuseio, transporte e armazenagem**

### **21.1 Manuseio e transporte**

**21.1.1** Toda e qualquer movimentação de dormente deve ser feita por processos mecânicos que garantam a sua indeformabilidade.

**21.1.2** É de responsabilidade do fornecedor a movimentação e o manuseio dos dormentes nas instalações da fábrica.

**21.1.3** Esta movimentação não pode ocasionar danos aos dormentes em consequência de golpes, quedas e impactos.

**21.1.4** A estocagem e o carregamento em veículo para o transporte devem ser feitos por meio de ponte

rolante, pórtico ou empilhadeira, sendo adotado o método mais conveniente a cada situação.

**21.1.5** O dormente deve ser transportado em vagão aberto ou em carreta.

**21.1.6** O carregamento e o descarregamento podem, ainda, ser feitos por guindaste instalado no próprio veículo de transporte.

## **21.2 Armazenagem**

**21.2.1** O fabricante deve fornecer uma área rígida para armazenagem de dormentes

**21.2.2** A área para o empilhamento dos dormentes deve estar limpa, drenada e compactada, e deve ser capaz de resistir ao peso das pilhas sem sofrer recalque que possa prejudicar os dormentes.

**21.2.3** Os dormentes acabados devem ser manuseados e empilhados de forma que não sofram danos. Todo empilhamento deve ser feito com utilização de calços de madeira sob os dormentes, para evitar contato entre eles, de tal maneira que tensões inaceitáveis não sejam induzidas nos dormentes. Esses calços devem ter a capacidade de resistir ao peso das camadas que se encontram acima do ponto considerado. Os dormentes devem ser dispostos em um mesmo sentido e com as faces superiores voltadas para cima, devendo ser empilhados como mostrado na VALEC 80-DES-000A-18-8036.

**21.2.4** Toda pilha deve ter fácil acesso e permitir manobras do veículo utilizado no manuseio dos seus dormentes.

**21.2.5** Cada pilha deve conter dormentes de um mesmo lote de fabricação, devendo ser separados entre si por uma distância mínima de 60 cm. Cada lote de dormentes deve conter identificação do dia de produção.

**21.2.6** O dormente curado deve ser estocado em pilha cuja altura dependa do equipamento de manuseio e da capacidade de suporte do terreno, assim como da resistência dos próprios dormentes que a compõem.

**21.2.7** Na armazenagem, cada pilha de dormente deve ser marcada mediante tabuleta de 50 cm x 30 cm, em caracteres na cor branca, sobre fundo na cor preta, com as seguintes informações:

- a) modelo;
- b) turno de fabricação;
- c) quantidade de dormentes; e
- d) marca do comprador.

## **22 Garantia**

O fornecedor deve declarar expressa e formalmente o seguinte:

- a) as condições para reposição sob garantia, quando forem constatados defeitos de fabricação ou de desempenho do dormente em serviço que contrariem as especificações desta Norma, sem ônus para a INFRA S.A.;

- b) o prazo de garantia referente ao fornecimento e à vida útil dos dormentes, inclusive do dispositivo de ancoragem da fixação elástica, o qual não pode ser inferior a dez anos;
- c) a reposição das peças defeituosas deve ser procedida no menor prazo comprovadamente exequível, o qual não pode, no entanto, ser superior a 90 dias;
- d) caso não haja acordo entre o fornecedor e a INFRA S.A. quanto à(s) causa(s) da falha, deve prevalecer parecer de exame procedido por instituição governamental ou privada, definida e aceita em comum acordo pelas partes;
- e) a obrigação de prestar toda a assistência técnica por sua própria conta, indispensável à correta implantação e acompanhamento do desempenho dos dormentes, colocando à disposição da INFRA S.A., sempre que solicitado, durante o período de garantia, pessoal capacitado a fornecer todas as instruções julgadas necessárias;
- f) assume inteira responsabilidade técnica pelas peças fornecidas, ainda que sejam constituídas por componentes de origens diversas, fornecidos por terceiros;
- g) a garantia de que os dormentes e seus componentes foram devidamente ensaiados conforme esta Norma e demais normas técnicas aplicáveis;
- h) qualquer atraso nas providências de pronta reposição de elementos defeituosos, ou que tenham revelado mau desempenho na via, implica em prorrogação automática do período de garantia, o qual deve ser novamente iniciado após sanado o problema, devendo ser de período idêntico ao da peça inicialmente fornecida;
- i) no caso de defeito de natureza continuada e persistente atribuído ao projeto ou ao processo de fabricação dos dormentes ou de quaisquer dos seus componentes, o prazo de garantia deve ser suspenso, e a contagem do novo período somente deve ser reiniciada a partir da data em que o fornecedor repuser os dormentes defeituosos;
- j) se manterá, permanentemente, aparelhado para prestar assistência técnica à INFRA S.A. em relação ao seu produto, assim como para efetuar a reposição das peças ainda sob garantia; e
- k) durante o período de garantia, qualquer parte do fornecimento que apresentar defeito fabricação, falha de projeto ou constituinte inadequado deve ser substituída pelo fabricante às suas expensas e sem qualquer ônus para a INFRA S.A., sendo a peça defeituosa colocada à disposição do fabricante mediante notificação por escrito para fins de comprovação.

## **23 Condições complementares**

As condições apresentadas a seguir devem ser observadas:

- a) a unidade de recebimento deve ser o dormente completo, com os respectivos dispositivos de ancoragem, tanto para a bitola de 1,60 m, quanto para a bitola mista;
- b) o fornecedor deve efetuar, às suas expensas, todos os ensaios e verificações estabelecidos nesta Norma;
- c) a fiscalização deve supervisionar a fabricação de forma detalhada, presenciando os ensaios referentes aos fornecimentos, bem como vistoriando os seus resultados;
- d) no caso de a INFRA S.A. decidir efetuar contra ensaios, estes também devem ser custeados pela

contratada, e as peças a serem verificadas podem ser encaminhadas à instituição governamental ou privada, definida e aceita em comum acordo pelas partes;

- e) uma cópia dos resultados de todos os ensaios deve ser submetida à fiscalização, em até sete dias após a sua execução;
- f) a INFRA S.A. pode solicitar outros ensaios de controle de qualidade no decorrer da fabricação, não indicados nesta Norma, às suas expensas, compatíveis com o emprego a que se destina a peça;
- g) os ensaios de produção do dormente devem ser realizados nas instalações da própria fábrica;
- h) antes do início da fabricação em série dos dispositivos de ancoragem e do dormente, o fornecedor se obriga a entregar à fiscalização, sem ônus para a INFRA S.A., dois jogos completos de gabaritos para inspeção do dispositivo de ancoragem e da sua posição no dormente, os quais devem ser executados em material apropriado, resistentes ao desgaste;
- i) os gabaritos devem estar acompanhados de seus desenhos, nos quais devem constar as medidas nominais, as respectivas tolerâncias e todos os detalhes necessários à sua aprovação pela fiscalização;
- j) uma vez reconhecidos como exatos, esses gabaritos devem ser identificados com o símbolo de aprovação da INFRA S.A., devendo ser uma série deles para seu próprio uso ou de seu representante encarregado do recebimento do material; e
- k) somente os gabaritos portadores do símbolo de aprovação da INFRA S.A. devem ser válidos para o recebimento.

## 24 Critérios de medição

A medição do dormente deve ser feita da seguinte maneira:

- a) no total de dormentes fornecidos em cada entrega, quando do recebimento das peças no canteiro de obras;
- b) na quantidade de dormentes montados na grade em cada período de medição do trecho de 25 km considerado; e
- c) no total de dormentes montados no trecho de 25 km de via do lote em questão, quando do término dos serviços de montagem da grade do trecho.

## Bibliografia

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5733**: Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.
- [2] RAIL INDUSTRY SAFETY AND STANDARDS BOARD. AUSTRALIAN STANDARD - **AS 1085.14:2019** - Railway track material Part 14: Prestressed concrete sleepers. 2019.
- [3] VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. **80-DES-000A-18-8036** - Projeto superestrutura - Empilhamento de dormentes (madeira/concreto)/trilhos - Revisão 0. Brasília, 2018.
- [4] \_\_\_\_\_. **80-EM-031A-58-8014** – Norma técnica para dormente monobloco de concreto protendido – Revisão 05. Brasília, 2019.