

NORMA

**INFRA S.A.**  
**INF-00010**

rev 1  
26.04.2024

---

---

## **Bueiro em concreto**

*Manhole in concrete*

---

---

**INFRA** S.A.

© INFRA S.A. 2024

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 .....   | iv |
| 1 Objetivo .....                                       | 1  |
| 2 Referências normativas .....                         | 1  |
| 3 Termo e definição .....                              | 1  |
| 4 Finalidade do bueiro .....                           | 2  |
| 5 Premissas .....                                      | 2  |
| 5.1 Classificação .....                                | 2  |
| 5.1.1 Localização .....                                | 2  |
| 5.1.2 Quanto à quantidade de canalizações .....        | 2  |
| 5.1.3 Quanto à forma .....                             | 2  |
| 5.1.4 Quanto ao método construtivo .....               | 2  |
| 5.2 Critérios de ordem geral .....                     | 3  |
| 6 Material .....                                       | 3  |
| 7 Execução .....                                       | 4  |
| 7.1 Critérios de caráter geral .....                   | 4  |
| 7.1.1 Bueiro de grotta .....                           | 4  |
| 7.1.2 Bueiro de greide .....                           | 4  |
| 7.2 Capacidade de suporte do terreno de fundação ..... | 4  |
| 7.3 Construção do bueiro .....                         | 5  |
| 7.3.1 Tubular .....                                    | 5  |
| 7.3.2 Corpo do bueiro em aduelas pré-moldadas .....    | 6  |
| 7.3.3 Corpo moldado <i>in loco</i> .....               | 8  |
| 8 Controle .....                                       | 10 |
| 8.1 De materiais e insumos .....                       | 10 |
| 8.2 De execução do dispositivo .....                   | 11 |
| 8.3 Do produto .....                                   | 11 |
| 8.3.1 Controle geométrico .....                        | 11 |
| 8.3.2 Tolerâncias .....                                | 11 |
| 8.3.3 Controle qualitativo .....                       | 11 |
| 9 Manejo ambiental .....                               | 11 |
| 10 Critérios de medição .....                          | 12 |
| Bibliografia .....                                     | 14 |

## 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 aeroviário.

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 revisada a Norma técnica INFRA S.A. INF-00010 – Bueiro em concreto Rev.01, para regulamentação dos requisitos para a definição do Bueiro em concreto 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 INFRA S.A. INF-00010 – Bueiro em concreto Rev.00.

## Bueiro em concreto

### 1 Objetivo

Esta Norma define os requisitos básicos necessários à execução de bueiros celulares e tubulares, a serem executados em concreto, para implantação na infraestrutura de vias férreas, bem como os requisitos referentes aos materiais, ao controle de qualidade, ao manejo ambiental e aos critérios de medição dos serviços executados.

### 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 5739, *Concreto – Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos*;

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

ABNT NBR 6122, *Projeto de estruturas de fundações*;

ABNT NBR 8890, *Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaios*;

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

ABNT NBR 15645, *Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto*;

ABNT NBR 16889, *Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone DNER-ES 330/97, Concretos e argamassas*;

DNER-ES 330/97, *Obras-de-arte especiais – concretos e argamassas*;

INFRA INF-00031, *Estrutura de concreto*; e

VALEC 80-EM-028A-19-8002, *Aduela em concreto*.

### 3 Termo e definição

Para os efeitos desta Norma, aplica-se o seguinte termo e definição.

#### 3.1 Bueiro

Conduto livre ou forçado e de pequeno comprimento, intercalado em um curso d'água, geralmente destinado a transpor uma estrada em aterro.

## 4 Finalidade do bueiro

O bueiro é a obra de transposição de talvegue natural ou ravina, que tem como finalidade de propiciar a passagem sob o corpo estradal de pequenos cursos d'água ou deflúvios de águas pluviais, captados por dispositivos de drenagem.

## 5 Premissas

### 5.1 Classificação

Os bueiros podem ser classificados em vários tipos, com base em alguns critérios, como os seguintes:

#### 5.1.1 Localização

Segundo esse critério, os bueiros se classificam em:

- a) Bueiro de grotta: instalado no fundo de um talvegue, usualmente tem como finalidade a passagem de cursos d'água permanentes, podendo, no entanto, atender também à passagem de águas pluviais; ou
- b) Bueiro de greide: instalado sob o corpo estradal, com a finalidade de transpor as águas pluviais carregadas por dispositivos especiais de captação e deságue, em geral caixas coletoras e saídas d'água.

#### 5.1.2 Quanto à quantidade de canalizações

Segundo esse critério, os bueiros se classificam em:

- a) Simples: com uma só galeria;
- b) Duplo: com duas galerias contíguas; ou
- c) Triplo: com três galerias contíguas.

#### 5.1.3 Quanto à forma

Segundo esse critério, os bueiros se classificam em:

- a) Tubular: constituído por tubos de concreto de seção circular; ou
- b) Celular: constituído por canalização em concreto de seção quadrada ou retangular.

#### 5.1.4 Quanto ao método construtivo

Segundo esse critério, os bueiros se classificam em:

- a) Pré-moldado, que é usado:
  - I. Em galerias de seção circular, quadrada ou retangular; e
  - II. Em galerias de seção tubular, que podem ser de concreto simples ou armado.
- b) Moldado *in loco*: usado somente em bueiros celulares.

## 5.2 Critérios de ordem geral

- 5.2.1** O bueiro a ser implementado deve ter a localização e o tipo indicados no projeto.
- 5.2.2** O método construtivo a ser utilizado, isto é, moldado *in loco* ou pré-moldado, fica a cargo da contratada, no entanto, a solução sugerida deve ser autorizada pela INFRA S.A..
- 5.2.3** A locação da galeria é feita por meio de instrumentação topográfica, de acordo com os elementos especificados no projeto.
- 5.2.4** A escavação da vala deve ser feita com uma profundidade que comporte a execução do berço adequado ao bueiro a ser implantado, e pode ser feita por processo mecânico ou manual após o qual serão executadas as obras de fundação recomendadas;
- 5.2.5** A largura da cava deve ser superior à do berço em, no mínimo, 50 cm para cada lado, de modo a permitir a implantação da galeria nas dimensões definidas.
- 5.2.6** Para melhor orientação da profundidade e da declividade da galeria, recomenda-se a utilização de gabaritos para execução do berço e assentamento por meio das cruzetas.
- 5.2.7** A declividade longitudinal do bueiro deve ser contínua e, somente em condições excepcionais, são permitidas descontinuidades no seu perfil.
- 5.2.8** O corpo do bueiro tubular e do bueiro celular pré-moldado deve ser executado com encaixes do tipo macho-fêmea e com junta rígida.
- 5.2.9** Após a regularização do fundo da cava, antes do assentamento da galeria, deve ser feita a locação do corpo e do bueiro, com a instalação de réguas e com gabaritos que permitam materializar, no local, as indicações de alinhamento, de profundidade e de declividade do bueiro.
- 5.2.10** O espaçamento máximo entre réguas deve ser de 5 m, sendo permitidos pequenos ajustes da obra definida por Notas de Serviço, de modo a adequá-la ao terreno ou facilitar a construção.

## 6 Material

Na execução do bueiro, podem ser utilizados o concreto ciclópico, concreto simples, concreto armado e alvenaria, conforme indicações de projeto.

O aço estrutural a ser utilizado é o CA-50 (aço para concreto armado com resistência de 50 kgf/mm<sup>2</sup> ou 500 MPa).

O concreto deve ser dosado de acordo com o projeto estrutural adotado.

No caso de corpo em aduelas, devem ser seguidas as prescrições da VALEC 80-EM-028A-19-8002.

Para corpo moldado *in loco*, assim como para bocas do bueiro, devem ser adotados os critérios da INFRA INF-00031.

Nos bueiros de grota ou de greide, os tubos de concreto devem ser do tipo e dimensões especificadas no projeto e ter encaixe tipo ponta de bolsa, obedecendo às exigências da ABNT NBR 8890, tanto para os tubos de concreto armado quanto para os tubos de concreto simples. Neste caso, particular atenção deve ser dada a qualificação da tubulação com relação à resistência à compressão diametral, devendo ser

adotados tubos, tipos de berço e reaterros das valas como o recomendado pela ABNT NBR 8890 e projetos tipo INFRA S.A..

## 7 Execução

### 7.1 Critérios de caráter geral

#### 7.1.1 Bueiro de grotá

Para a execução de bueiro de grotá, devem ser seguidas as seguintes orientações:

- a) No caso de deslocamento do eixo natural do bueiro, antes da locação, é recomendado executar o preenchimento da vala com pedra de mão ou “rachão”, a fim de propiciar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes de canalização do talvegue;
- b) No caso de interrupção de sarjeta ou de canalização coletora junto ao acesso, devem ser instalados dispositivos de transferência para o bueiro, como uma caixa coletora, uma caixa de passagem ou outro dispositivo indicado para o caso; e
- c) Após atingir o grau de compactação adequado, instalar fôrmas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência mínima à compressão (fck) de 15 MPa e com espessura de 10 cm.

#### 7.1.2 Bueiro de greide

Para a execução de bueiro de greide, devem ser seguidas as seguintes indicações:

- a) No caso de interrupção de sarjeta ou de canalização coletora junto ao acesso do bueiro, um dispositivo de transferência das águas para o bueiro deve ser instalado, como uma caixa coletora, uma caixa de passagem ou outro dispositivo indicado para o caso;
- b) A escavação para a instalação deve ser feita em uma profundidade que comporte o bueiro a ser implantado, garantindo, inclusive, o recobrimento adequado da canalização;
- c) A compactação do berço do bueiro deve ser executada de forma a garantir a estabilização da fundação e a declividade longitudinal indicada; e
- d) A execução da porção inferior do berço deve ser feita em concreto de resistência mínima à compressão (fck) de 15 MPa e com espessura de 10 cm.

### 7.2 Capacidade de suporte do terreno de fundação

7.2.1 Para avaliação da resistência mínima necessária para o terreno de fundação dos bueiros, deve ser utilizada a Tabela 1, que contém a estimativa de tensões na base em função da altura do aterro (H).

**Tabela 1 — Estimativa de tensões verticais totais na base do aterro**

| H<br>(m) | $\gamma$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma_v$<br>(kPa) | $\sigma_v$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 5        | 18                               | 90                  | 0,9                                 |

| H<br>(m) | $\gamma$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma_v$<br>(kPa) | $\sigma_v$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 10       | 18                               | 180                 | 1,8                                 |
| 15       | 18                               | 270                 | 2,7                                 |
| 20       | 18                               | 360                 | 3,6                                 |
| 25       | 18                               | 450                 | 4,5                                 |
| 30       | 18                               | 540                 | 5,4                                 |
| 35       | 18                               | 630                 | 6,3                                 |
| 40       | 18                               | 720                 | 7,2                                 |

**7.2.2** Para a determinação da tensão admissível dos solos, recomenda-se a utilização dos valores propostos na ABNT NBR 6122. Pode também ser utilizada a correlação com o NSPT (Índice de resistência à penetração do solo), apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2 — Tensão admissível correlação SPT (Teste padrão de penetração)**

| $N_{SPT}$ | $\sigma_v$<br>(kPa) | $\sigma_v$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|---------------------|-------------------------------------|
| 15        | 300                 | 3                                   |
| 20        | 400                 | 4                                   |
| 30        | 600                 | 6                                   |

**7.2.3** Caso o terreno não apresente resistência adequada à fundação da estrutura, devem ser realizados trabalhos de reforço, que podem envolver cravação de estacas, substituição de material, melhoria do solo com mistura etc., sempre a critério e aprovação da INFRA S.A.

## 7.3 Construção do bueiro

### 7.3.1 Tubular

#### 7.3.1.1 Preparo da vala de fundação

Para o preparo da vala de fundação, devem ser atendidos os seguintes requisitos:

- A cava deve ser feita em uma profundidade que comporte a execução do berço e seja adequada ao bueiro a ser implantado, garantindo, inclusive, o recobrimento da canalização por processo mecânico ou manual;
- A largura da cava deve ser superior à do berço em no mínimo 50 cm para cada lado, de modo a garantir a implantação das fôrmas nas dimensões exigidas;
- Caso haja necessidade de realizar um aterro para alcançar a cota de assentamento, o lançamento sem queda do material deve ser efetuado em camadas com espessura máxima de 15 cm. Neste caso, deve ser realizada uma compactação mecânica por meio de compactadores manuais, placa, vibratória ou compactador de impacto, a fim de garantir o grau de compactação satisfatório

e a uniformidade do apoio para execução do berço;

d) A compactação do berço do bueiro deve ser efetuada de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal indicada; e

e) A porção inferior do berço deve ser feita em concreto com resistência mínima à compressão (fck) de 15 MPa e com espessura de 10 cm.

#### **7.3.1.2 Assentamento do corpo**

O assentamento do corpo deve atender aos seguintes requisitos:

a) O assentamento da canalização é feito no sentido de jusante para montante, sempre com as bolsas voltadas para montante, considerando que no sistema macho-fêmea esta última equivale à bolsa; e

b) Somente após a concretagem, o acabamento e a cura do berço, são realizados a colocação e o assentamento dos tubos.

#### **7.3.1.3 Execução das juntas**

Na execução da junta, deve ser observada a seguinte sequência:

a) Limpeza das faces dos encaixes;

b) Alinhamento da galeria, após execução do encaixe, seguindo o traçado previsto em projeto; e

c) Exceto na parte externa da laje inferior, que está assentada sobre o fundo da vala, deve ser realizado o preenchimento da junta com argamassa de cimento e areia, no traço 1:3, com um aditivo que evite a retração nas faces interna e externa.

#### **7.3.1.4 Reaterro e compactação do solo**

O reaterro deve ser feito com altura mínima de uma vez e meia o diâmetro da tubulação, acima da geratriz superior da canalização.

### **7.3.2 Corpo do bueiro em aduelas pré-moldadas**

#### **7.3.2.1 Preparo da vala e da fundação**

Para o preparo da vala e da fundação, devem ser seguidas as seguintes orientações:

a) Na medida em que forem sendo concluídas a escavação e o escoramento, deve ser efetuada a regularização e o preparo adequados do fundo da vala em que será montada a galeria;

b) O fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo a declividade de projeto. Eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado, devidamente compactado, de modo a obter as mesmas condições de suporte do fundo original;

c) Terrenos firmes, com capacidade de suporte satisfatória, porém com o fundo situado abaixo do nível do lençol freático, requerem um lastro de brita 3 ou 4 ou de cascalho grosso, com espessura entre 10 cm e 15 cm e com uma camada adicional de 5 cm de material granular fino;

d) Em terrenos com baixa capacidade de suporte, o apoio das aduelas deve ser feito sobre laje de concreto simples ou armado, executado sobre um dos seguintes tipos de fundação:

- I. Lastro de brita 3 ou 4 ou cascalho grosso, com espessura de 15 cm;
- II. Embasamento de pedra de mão ou “rachão”, com espessura máxima de 1,00 m; ou
- III. Estacas com diâmetro mínimo de 0,20 m e comprimento mínimo de 2,00 m.

e) Em terrenos rochosos, a escavação que foi aprofundada em no mínimo 15 cm, deve ser preenchida com material granular fino, a fim de garantir um apoio adequado das peças.

#### **7.3.2.2 Assentamento do corpo do bueiro**

Para o assentamento do corpo do bueiro, devem ser seguidas as seguintes orientações:

- a) O assentamento das aduelas deve ser feito no sentido de jusante para montante, sempre com as bolsas voltadas para montante, considerando que no sistema de encaixe macho-fêmea esta última equivale à bolsa; e
- b) O assentamento das aduelas deve ser executado somente após a concretagem e a cura do berço.

#### **7.3.2.3 Execução das juntas**

Na execução de junta rígida, deve ser observada a seguinte sequência:

- a) Limpeza das faces dos encaixes;
- b) Alinhamento do corpo, após a execução do encaixe, seguindo o traçado previsto em projeto; e
- c) Exceto na parte externa da laje inferior, que está assentada sobre o fundo da vala, a junta deve ser executada com argamassa de cimento e areia, no traço 1:3, e com um aditivo que evite a retração nas faces interna e externa.

#### **7.3.2.4 Reaterro e compactação do solo**

a) Nas obras que utilizem elementos pré-moldados, a inobservância das regras para o reaterro do corpo do dispositivo pode provocar recalque diferencial na camada final, com conseqüente desalinhamento das aduelas e prejuízo no sistema de encaixe e na vedação, ou ainda causar problemas estruturais, interferindo diretamente na resistência das peças;

b) A compactação pode ser manual ou mecânica e pode ser realizada de três formas:

- I. Por pressão;
- II. Por impacto; ou
- III. Por vibração.

c) O equipamento de compactação deve ser compatível com a resistência mecânica da galeria, de modo a evitar problemas estruturais;

d) Na execução do reaterro, deve ser utilizado, preferencialmente, o mesmo solo escavado, desde que

esse apresente propriedades adequadas. Caso contrário, deve ser utilizado solo de jazida apropriada;

e) O reaterro deve ser iniciado pelo enchimento lateral da vala, utilizando material de boa qualidade, isento de pedras ou corpos estranhos, proveniente da própria escavação ou de jazidas. Deve ser executado, mecânica ou manualmente, alternadamente nas regiões laterais ao corpo do bueiro, em camadas de até 20 cm, compactadas com energia mecânica especificada no projeto do aterro. Esse procedimento deve ser executado continuamente, até uma altura de, no mínimo, 20 cm acima da superfície de cima da laje superior da galeria, seguido de espalhamento e compactação mecânicos;

f) Em caso de solo arenoso, o adensamento pode ser efetuado por processo vibratório ou hidráulico, devendo ser utilizado o mais eficiente; e

g) A compactação deve ser sempre efetuada a partir da região central da vala para as suas laterais, a fim de evitar danos estruturais à galeria e, no caso de galeria em aduelas, o desalinhamento destas em seus encaixes.

### **7.3.3 Corpo moldado *in loco***

#### **7.3.3.1 Preparo da vala e fundação**

Devem ser consideradas as seguintes orientações:

a) À medida em que forem sendo concluídas a escavação e o escoramento, deve ser efetuada a regularização e o preparo, adequados, do fundo da vala em que será montada a galeria;

b) O fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo a declividade de projeto;

c) Para o assentamento do corpo é necessária a uniformização das condições de resistência das fundações, conseguida com a execução de camada preparatória de embasamento, utilizando concreto magro, dosado para uma resistência mínima à compressão aos 28 dias (fck) de 15 MPa, devendo ainda ser considerado o sistema estrutural de fundação recomendado cuja execução deve ser realizada de acordo com as normas apropriadas; e

d) As irregularidades remanescentes devem ser corrigidas com o espalhamento do lastro de concreto magro, com fck igual ou maior a 15 MPa e com espessura de 10 cm, aplicado em camadas contínuas sobre toda a superfície, mais um excesso de 15 cm para cada lado.

#### **7.3.3.2 Execução do corpo**

Devem ser atendidos os seguintes requisitos:

a) Somente após a concretagem, o acabamento e a cura do berço são permitidas a colocação e a amarração da armadura da laje de fundo e das fôrmas laterais, que servirão de apoio à armadura das paredes;

b) As paredes internas das fôrmas devem ser untadas com desmoldante, antes da concretagem, de modo a resultar numa superfície com baixa rugosidade e a facilitar a desmoldagem;

c) Em seguida, é realizado o lançamento, o espalhamento e o acabamento do concreto de fundo, na espessura e resistência estabelecidas no projeto, até a cota superior da mísula inferior, com aplicação de vibração adequada;

- d) Concretado o fundo, são complementadas e posicionadas as armaduras laterais e colocadas as fôrmas, interna e externa, das paredes. Após isso, deve ser feito o lançamento e o espalhamento do concreto, com vibração simultânea, até a cota inferior das mísulas superiores;
- e) Devem ser instaladas as fôrmas da laje superior e a colocação e o posicionamento das armaduras, com espalhamento do concreto necessário à complementação da galeria; e
- f) Simultaneamente à concretagem da laje superior, nas extremidades da galeria, devem ser executadas as vigas de cabeceira ou muros de testa.

### 7.3.3.3 Execução das juntas

Para a execução das juntas, devem ser atendidas as seguintes diretrizes:

- a) Para assegurar a integridade da estrutura, devem ser executadas juntas de dilatação com segmentos máximos de 10 m de comprimento, de acordo com o projeto estrutural;
- b) Não havendo recomendações específicas, estas juntas devem ser executadas com 1 cm de espessura e devem ser realizadas com réguas de madeira compensada e isopor, material que será retirado após a concretagem, sendo então preenchidas as juntas com mistura de cimento asfáltico e cimento, aplicada a quente; e
- c) A junta pode ser do tipo *fungenband* ou similar, garantindo a estanqueidade da obra.

### 7.3.3.4 Extremidade e bocas

Devem ser atendidos os seguintes requisitos:

- a) As extremidades e bocas do bueiro devem ser executadas de acordo com o projeto, sendo específicas para cada dimensão de seção transversal da galeria;
- b) Face à sua natureza e por se tratar de estruturas monolíticas rigidamente vinculadas ao corpo, os mesmos cuidados dispensados a este também são dados à execução das extremidades e bocas;
- c) A execução das extremidades e bocas deve iniciar pela escavação, a fim de implantar as vigas frontais e as soleiras, em seguida, é realizada a regularização do fundo e o espalhamento do lastro; e
- d) Após a conclusão do lastro, as armaduras das soleiras e das alas devem ser instaladas, e suas paredes interna e externa devem ser escoradas e solidarizadas e concretadas junto à soleira e à viga frontal.

### 7.3.3.5 Reaterro e compactação

Para a realização do reaterro e compactação deve-se atender o seguinte:

- a) A compactação pode ser manual ou mecânica e pode ser realizada de três formas distintas:

- I. Por pressão;
- II. Por impacto; ou
- III. Por vibração.

- b) O equipamento de compactação deve ser compatível com a resistência mecânica da galeria, de modo a evitar problemas estruturais;
- c) Na execução do reaterro, deve ser utilizado, preferencialmente, o mesmo solo escavado, desde que apresente propriedades adequadas. Caso contrário, deverá ser utilizado solo de jazida apropriada;
- d) O reaterro e a compactação devem ser efetuados concomitantemente com a retirada do escoramento, quando houver;
- e) O reaterro deve ser iniciado pelo enchimento lateral da vala, utilizando material de boa qualidade, isento de pedras ou corpos estranhos, proveniente da própria escavação ou de jazida. Deve ser executada alternadamente nas regiões laterais a galeria, mecânica ou manualmente, em camadas de até 20 cm, compactadas com energia mecânica especificada no projeto do aterro. Tal procedimento deve ser executado continuamente até uma altura de, no mínimo, 60 cm acima da superfície de cima da laje superior do corpo seguida de espalhamento e compactação mecânicos;
- f) Em caso de solo arenoso, o adensamento pode ser efetuado por processo vibratório ou hidráulico, devendo ser utilizado o mais eficiente; e
- g) A compactação sempre deve ser efetuada a partir da região central da vala para as suas laterais, procurando evitar danos estruturais ao corpo do dispositivo;

## **8 Controle**

### **8.1 De materiais e insumos**

O controle de materias e insumos deve atender às seguintes indicações:

- a) O tubo de concreto deve ser do tipo indicado, ter as dimensões especificadas no projeto e deve ter encaixe tipo ponta de bolsa, obedecendo às exigências da ABNT NBR 8890, tanto para os tubos de concreto armado quanto para os tubos de concreto simples;
- b) Deve-se atentar à qualidade da tubulação com relação à resistência à compressão diametral, adotando-se tubos como o recomendado;
- c) Para bueiros celulares, seja uma obra moldada *in loco* ou em pré-moldados, o mesmo deve ser executado em estrutura de concreto armado, atendendo às diretrizes da INFRA INF-00031;
- d) O concreto usado deve ser confeccionado de acordo com a ABNT NBR 12655 e a ABNT NBR 6118, se aplicável, e deve ser dosado de acordo com o projeto estrutural aprovado;
- e) O controle tecnológico do concreto empregado deve ser realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, aos 28 dias, com base na ABNT NBR 5739;
- f) O ensaio de consistência do concreto deve ser feito, de acordo com a ABNT NBR 16889, quando ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, ao executar a primeira amassada do dia após o reinício dos trabalhos, quando houver interrupção destes por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos de prova e no momento da troca de operadores;
- g) O concreto ciclópico, quando utilizado, deve ser submetido ao controle estabelecido pela DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) - ES 330/97; e

h) Deve ser estabelecido previamente o plano de retirada de corpos de prova do concreto, das amostras de aço, dos agregados e demais materiais, da forma estipulada nas especificações e/ou normas respectivas.

## **8.2 De execução do dispositivo**

A locação, escavação, montagem ou concretagem do corpo, bocas e reaterro são controlados por aferição topográfica, auxiliados por gabaritos para execução das galerias e acessórios, por medidas a trena e por verificação visual.

## **8.3 Do produto**

### **8.3.1 Controle geométrico**

No controle geométrico do produto é necessário considerar o seguinte:

- a) O controle geométrico da execução da obra deve ser feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para a execução das galerias e acessórios; e
- b) Os elementos geométricos devem ser estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

### **8.3.2 Tolerâncias**

As tolerâncias para o produto são:

- a) As dimensões da seção transversal avaliada não podem diferir das indicadas no projeto em mais de 1%, em pontos isolados; e
- b) Todas as medidas de espessura efetuadas devem se situar no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação as espessuras de projeto.

### **8.3.3 Controle qualitativo**

Devem ser adotadas as seguintes instruções:

- a) O controle qualitativo da obra deve ser feito de forma visual, por meio da avaliação das características do acabamento, podendo ser acrescidos de outros controles que garantam a perfeita execução dos serviços, a critério da INFRA S.A.; e
- b) Da mesma forma, deve ser feito o acompanhamento das camadas de embasamento, do enchimento das valas e do aterro sobre a laje de teto da galeria.

## **9 Manejo ambiental**

Para o manejo ambiental na execução de bueiros de concreto devem ser atendidos os seguintes aspectos:

- a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

- I. Todo o material excedente de escavação, assim como sobras, deve ser removido das proximidades da obra, de modo a não provocar o seu entupimento, e deve ser transportado para um local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais nos quais possa causar prejuízos ambientais;
  - II. O transporte do material excedente, ou sobra, deve ser feito de maneira que não seja conduzido para cursos d'água, de modo a não causar assoreamento e/ou entupimento nos sistemas de drenagem naturais ou implantados em função das obras;
  - III. O tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado, de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, acarretando em desmatamento desnecessário;
  - IV. A área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, e deve ser efetuada sua recomposição ambiental; e
  - V. Durante o desenvolvimento da obra deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- b) Não obstante o atendimento dos itens anteriores, deve-se observar o atendimento às normas ambientais vigentes: legislação ambiental federal, estadual e/ou municipal, assim como as condicionantes do licenciamento aplicáveis à situação.

## **10 Critérios de medição**

Os critérios de medição para bueiros de concreto são os listados a seguir:

- a) O concreto deve ser medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);
- b) A armação (fornecimento, preparo e colocação), deve ser medida em quilogramas (kg);
- c) A argamassa (junta rígida) cimento-areia, traço 1:3, deve ser medida em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);
- d) As fôrmas devem ser medidas em metro quadrado (m<sup>2</sup>), de acordo com as dimensões do projeto, não podendo ser computados os escoramentos, barrotamentos e demais serviços especiais na sua confecção, que devem ser computados no custo;
- e) O tubo de concreto (confecção, carga, descarga e assentamento), excluindo o fornecimento de materiais, deve ser medido em metros (m);
- f) O transporte deve ser medido em toneladas por quilômetro (t x km);
- g) O lançamento mecânico do concreto deve ser medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);
- h) O adensamento de concreto por vibrador de imersão deve ser medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);
- i) O escoramento (utilização de três vezes, confecção, instalação e retirada) deve ser medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);
- j) A junta elástica (fornecimento e aplicação), deve ser medida em metros (m);
- k) A aquisição e aplicação de manta geotêxtil, deve ser medida em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

- l) A confecção de aduela de concreto armado, exclusive fornecimento de materiais, deve ser medida em toneladas (t);
- m) A carga ou descarga de aduelas de concreto pré-moldadas deve ser medida em toneladas (t); e
- n) A tela de aço eletrosoldada (fornecimento, preparo e colocação) deve ser medida em quilogramas (kg).

## Bibliografia

- [1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C444/95** - Standard Specification for Perforated Concrete Pipe. ASTM International, West Conshohocken, PA. 1995.
- [2] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT Publicação IPR - 724**: Manual de Drenagem de Rodovias. Rio de Janeiro. 2006.
- [3] \_\_\_\_\_. **DNIT 011/2004 – PRO**: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro. 2004.
- [4] VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. – **NAVA 19 – Norma Geral Ambiental 19 – Drenagem Superficial e Proteção contra Erosão**. Brasília. 2018.