



## **Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO**

# **Caderno técnico Bueiros Tubulares**

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
Diretoria Geral  
Diretoria de Planejamento e Pesquisa  
Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes

# **Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO**

Versão 1.1  
Mês de referência: janeiro de 2025

## **Caderno técnico Bueiros Tubulares**



## Controle de versão do Caderno técnico

Número da versão	Referência	Descrição das alterações	Data da entrega da versão	Documento de referência	Observações
1.0	janeiro de 2025	-	24/03/2025	Informativo SICRO nº 01/2025, de 25/03/2025.	-
1.1	janeiro de 2025	adequação dos vínculos dos sumários e melhoria de itens de formatação	21/05/2025	-	-



## APRESENTAÇÃO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constitui a síntese de todo o desenvolvimento técnico das áreas de custos do extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT na formação de preços referenciais para contratação e desenvolvimento de obras públicas na área de infraestrutura de transportes.

Consoante à história desses relevantes órgãos, o SICRO abrange o conhecimento e a experiência acumulados desde a edição das primeiras tabelas referenciais de preços, passando pelo pioneirismo na conceituação e aplicação das composições de custos, até as mais recentes diferenciações de serviços e modais de transportes, particularmente no que se refere às composições de custos de serviços ferroviários e hidroviários.

Em alinhamento com a constante evolução dos procedimentos executivos de serviços de engenharia, associados ao aprimoramento tecnológico dos insumos empregados no desenvolvimento das atividades, torna-se primordial manter um processo contínuo de revisão do sistema, de modo a prover ao seu usuário uma ferramenta de orçamentação representativa e atualizada de forma harmônica com métodos de trabalho inovadores adotados no âmbito de empreendimentos de infraestrutura de transportes.

Nesse sentido, visando promover uma abordagem expandida das premissas e metodologias já consolidadas, incorporando novos elementos técnicos, ampliando seu arcabouço conceitual, foi concebida uma nova estrutura organizacional para os dispositivos integrantes do sistema, cujos conteúdos encontram-se incorporados nos seguintes itens:

- manuais de custos - metodologia e conceitos;
- memoriais de cálculo - cadernos técnicos e planilhas de equipes mecânicas;
- aplicação de metodologias.

Nos manuais de custos constam os elementos teóricos e diretivos que constituem as metodologias empregadas no desenvolvimento das composições de custos referenciais do SICRO, bem como de todos os instrumentos aplicados na formação de orçamentos e precificação de obras de infraestrutura de transportes.

Os cadernos técnicos apresentam as metodologias executivas das atividades e as respectivas condições de contorno adotadas no cálculo dos consumos dos materiais e produção horária dos serviços, suas respectivas memórias e as planilhas de equipes mecânicas.

A aplicação de metodologias possui por objetivo instituir um guia prático para elaboração de orçamentos baseados no SICRO, estabelecendo diretrizes básicas para tomada de decisão e exemplos práticos que ilustram o emprego das diferentes ferramentas que integram o sistema.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de bueiros tubulares ....	4
Figura 2 - Boca de bueiro tubular de concreto .....	4
Figura 3 - Esquema de um tronco de cone cortado por um cilindro .....	7
Figura 4 - Esquema de uma coroa cilíndrica .....	8

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de argamassa - corpo de bueiro tubular de concreto.....	8
Tabela 2 - Serviços empregados nas operações de transporte - corpo de bueiro tubular de concreto.....	9
Tabela 3 - Produção horária dos serviços de confecção de tubos de concreto armado .....	11
Tabela 4 - Consumo de concreto - confecção de tubos de concreto armado ..	12
Tabela 5 - Conversão para unidade de transporte dos tubos.....	17
Tabela 6 - Relação das composições de custos por subgrupo - bueiros tubulares.....	18



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Parâmetros referenciais.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Bueiros tubulares .....</b>	<b>4</b>
2.1.1	Boca de bueiro tubular de concreto .....	4
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>4</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>4</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>5</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	Corpo de bueiro tubular de concreto .....	5
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>5</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>7</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>9</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>9</i>
2.1.3	Confecção de tubos de concreto armado .....	10
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnicos-normativos .....</i>	<i>10</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>10</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>10</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>11</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>12</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>13</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>13</i>
2.1.4	Dentes para bueiros tubulares de concreto .....	13
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnicos-normativos .....</i>	<i>13</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>13</i>
2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>13</i>
2.1.4.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>13</i>
2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>14</i>



2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	14
2.1.4.7	<i>Crítérios de medição</i> .....	14
<b>3</b>	<b>FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Parâmetros de insumos</b> .....	<b>14</b>
3.1.1	Massa linear .....	14
3.1.2	Dimensões.....	15
<b>3.2</b>	<b>Parâmetros de transporte</b> .....	<b>16</b>
3.2.1	Quantidade de tubos transportados .....	16
3.2.2	Massa transportada .....	16
<b>3.3</b>	<b>Conversão para transporte</b> .....	<b>16</b>
3.3.1	Fator de carga .....	16
3.3.2	Cálculo da conversão para transporte .....	17
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - BUEIROS TUBULARES</b> .....		<b>18</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O presente caderno técnico compreende as diretrizes metodológicas utilizadas na elaboração das composições de custos associadas ao grupo de serviços de bueiros tubulares, bem como os memoriais de cálculo descritivo desenvolvidos para a obtenção dos parâmetros empregados.

Contextualizando acerca do tema, os bueiros tubulares de concreto consistem em Obras de Arte Correntes – OAC constituídas por tubos que possuem por função canalizar e permitir o livre fluxo dos cursos d'água efêmeros, intermitentes ou perenes que ocorrem na região do corpo estradal, sendo executados em linhas simples, duplas ou triplas.

Em suas extremidades são edificadas bocas de concreto, composta por alas, testas e calçadas, visando direcionar o escoamento das águas e promover a contenção dos aterros adjacentes.

Importante destacar elementos associados à nomenclatura dos tubos, correspondente ao símbolo “PA”, cuja definição está associada ao emprego em águas pluviais, bem como da categorização vinculada aos valores de carga mínima de fissura (tubos armados) e carga isenta de dano (tubos reforçados com fibras).

Os bueiros tubulares de concreto são classificados em função dos seguintes parâmetros:

- quantidade de linhas de tubo:
  - Bueiro Simples Tubular de Concreto – BSTC;
  - Bueiro Duplo Tubular de Concreto – BDTC;
  - Bueiro Triplo Tubular de Concreto – BTTC.
- diâmetro:
  - D = 0,40 m;
  - D = 0,60 m;
  - D = 0,80 m;
  - D = 1,00 m;
  - D = 1,20 m;
  - D = 1,50 m.
- bocas de bueiro:
  - alas retas;
  - alas esconsas.
- esconsidade da boca de bueiro:
  - esconsidade 0°;
  - esconsidade 5°;
  - esconsidade 10°;





- esconsidade 15°;
- esconsidade 20°;
- esconsidade 25°;
- esconsidade 30°;
- esconsidade 35°;
- esconsidade 40°;
- esconsidade 45°.
- classe do bueiro:
  - PA-01;
  - PA-02;
  - PA-03;
  - PA-04.

### 1.1 Parâmetros referenciais

Visando padronização nos mecanismos utilizados para determinar as produções horárias de equipamentos e serviços, foram definidos métodos específicos para a concepção de memórias e formulações associadas, cuja classificação segue os seguintes preceitos:

- método teórico;
- método empírico:
  - aferição em obra;
  - referencial técnico especializado;
  - referencial histórico consolidado.

O método teórico consiste no desenvolvimento de expressões matemáticas que reproduzem o desempenho dos equipamentos durante o processo de execução dos serviços, levando em consideração dados de operação e características técnicas adquiridas em catálogos de fornecedores.

No sentido oposto, ao passo que não se vislumbra a possibilidade de se produzir um modelo teórico, são empregados métodos empíricos. No que tange ao procedimento de aferição em obra, sua base reside na realização de levantamentos de campo, objetivando a coleta de dados que permita a sua utilização como parâmetro referencial de custos.

Em linhas distintas à prática anterior, o método empírico baseado em referencial técnico especializado remete a pesquisa em literatura acadêmica, em pareceres consultivos, bem como a catálogos fornecidos por empresas de engenharia e fabricantes de equipamentos, de onde podem ser extraídos, de forma consistente, valores de produções nominais de maquinários e serviços, ou ainda viabilizar a construção de modelos paramétricos que proporcionem a elaboração de memoriais de cálculo específicos.



Por fim, admite-se a utilização de referenciais históricos consolidados para definir a produção de serviços. Entretanto, tal recurso é utilizado estritamente se não for possível empregar os métodos anteriormente expostos, cujos valores obrigatoriamente são oriundos dos sistemas de custos desenvolvidos no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER.

A indicação do método aplicado na determinação da produção dos serviços do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constará das planilhas de produção de equipes mecânicas das atividades.

No grupo de serviços de bueiros tubulares são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de bueiros tubulares corresponde a 0,83.

Importante destacar que para as atividades em que a produção horária é estabelecida por meio de métodos empíricos, onde a atribuição do valor é efetuada de forma direta com base em aferições ou bibliografia técnica, caso os parâmetros geradores do fator de eficiência se encontrem incorporados nos procedimentos executivos observados, essas não farão jus à incidência desse.

b) fator de carga

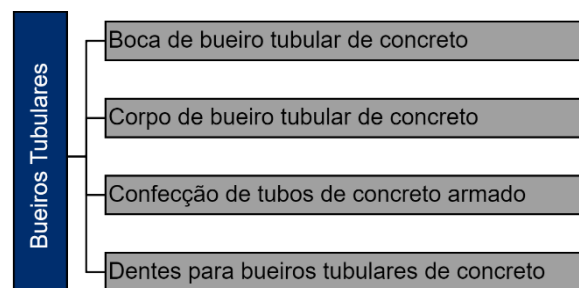
O fator de carga empregado nos serviços de bueiros tubulares consiste na relação entre a massa dos insumos transportados e a capacidade de carga útil do veículo transportador, exclusivamente quando o somatório da massa das unidades não esgotar a capacidade efetiva do caminhão.

Ao passo que há um limite acerca da quantidade de tubos que a carroceria comporta, de modo a não extrapolar os requisitos técnicos estabelecidos por lei e associados ao Peso Bruto Total – PBT, sendo o somatório da massa dos materiais inferior à capacidade de carga útil, o veículo transportador permanecerá subutilizado, incorrendo em subpreço caso a remuneração seja efetuada em massa.

Nesse sentido, o fator de carga é aplicado nas massas unitárias dos tubos, corrigindo a mencionada distorção, mantendo a unidade de medida padrão do sistema “t.km”, promovendo a plena utilização dos equipamentos associados ao transporte.

## 2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de bueiros tubulares são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 1.

**Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de bueiros tubulares**

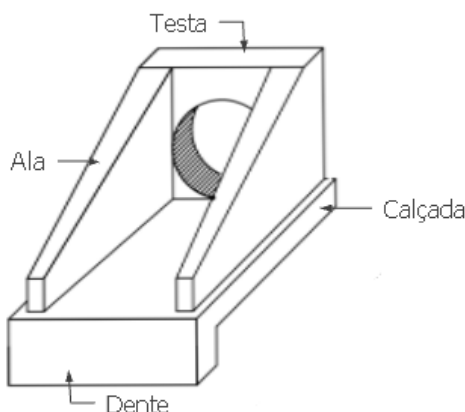
Fonte: FGV IBRE

## 2.1 Bueiros tubulares

### 2.1.1 Boca de bueiro tubular de concreto

O serviço consiste na execução das bocas de bueiros tubulares de concreto, as quais podem ser executadas com alas retas ou esconsas. A esconsidade das alas consiste no ângulo formado entre seu eixo longitudinal e o do corpo do bueiro.

A figura 2 apresenta o croqui com os elementos que compõe o dispositivo.

**Figura 2 - Boca de bueiro tubular de concreto**

Fonte: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Publicação IPR nº 736: Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.** Rio de Janeiro: DNIT, 2018 (Adaptado).

#### 2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- DNIT ES 023/2024: *Drenagem - Bueiros tubulares de concreto*;
- IPR 736/2018: *Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição.*

#### 2.1.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:



- confecção e instalação das fôrmas;
- confecção em betoneira e lançamento manual de concreto estrutural;
- retirada das fôrmas após a cura.

#### *2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica*

Não se aplica a este serviço, ao passo que as composições de custos são modeladas de forma unitária.

#### *2.1.1.4 Mão de obra*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares*

a) concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual

Consiste na confecção e lançamento do concreto utilizado para construção da boca de bueiro tubular de concreto.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

b) fôrmas de tábuas de pinho para dispositivos de drenagem - utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada

Consiste na confecção, instalação e retirada das fôrmas nas dimensões exigidas para construção da boca de bueiro tubular de concreto.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

#### *2.1.1.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.1.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de boca de bueiro tubular de concreto deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de bocas efetivamente executadas.

### *2.1.2 Corpo de bueiro tubular de concreto*

O serviço consiste na execução do corpo de bueiro tubular de concreto.

#### *2.1.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos*

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:



- ABNT NBR 8890/2020: *Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios*;
- ABNT NBR 15645/2020: *Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto*;
- DNIT ES 023/2024: *Drenagem - Bueiros tubulares de concreto*;
- IPR 736/2018: *Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição*.

#### 2.1.2.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- confecção e instalação das fôrmas para execução do berço;
- confecção em betoneira e lançamento manual de concreto para execução do berço;
- posicionamento e assentamento dos tubos com auxílio do caminhão guindauto e da mão de obra;
- rejuntamento pela mão de obra, com argamassa 1:4, das conexões ponta-bolsa entre tubos;
- retirada das fôrmas após a cura.

#### 2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo caminhão carroceria com guindauto, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produtividade é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C representa o comprimento do tubo, em metros;

F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;

T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em minutos.

#### 2.1.2.4 Mão de obra

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:



- 3 serventes para auxílio no içamento e posicionamento dos tubos e para rejuntamento das conexões ponta-bolsa entre tubos.

#### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) tubos de concreto armado

Consiste em insumo utilizado para promover o livre escoamento do fluxo d'água.

O consumo referencial adotado é definido pelo produto entre a quantidade de linhas de bueiro e 1,00 m por unidade de serviço executado.

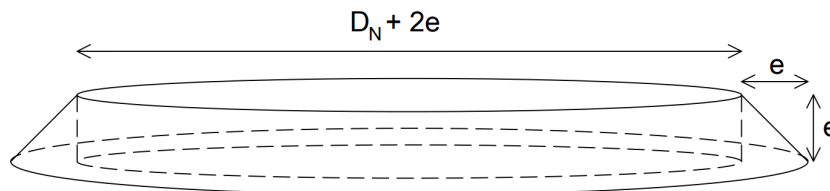
##### b) argamassa de cimento e areia 1:4 - confecção em betoneira e lançamento manual

Consiste na confecção em betoneira e aplicação manual de argamassa entre os tubos para rejuntamento.

Consoante às diretrizes normativas, o rejuntamento com argamassa deve ser efetuado externamente em tubos com diâmetro até 0,60 m e no perímetro externo e interno para diâmetros superiores a 0,60 m.

Para tubos com até 0,60 m, adota-se como referência os parâmetros constantes do croqui apresentado na figura 3.

**Figura 3 - Esquema de um tronco de cone cortado por um cilindro**



Fonte: FGV IBRE

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \left[ \pi \times e^2 \times \left( \frac{D_N}{2} + \frac{4 \times e}{3} \right) \right] \times \frac{1}{C}$$

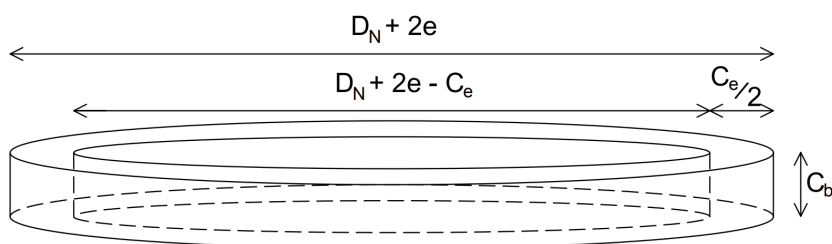
onde:

Q representa o consumo de argamassa, em metros cúbicos por metro;  
e representa a espessura da parede do tubo, em metros;  
D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal interno do tubo, em metros;  
C representa o comprimento referencial do corpo de bueiro, em metros.

Para tubos com diâmetro superior a 0,60 m, adota-se como referência os parâmetros constantes do croqui apresentado na figura 4.



Figura 4 - Esquema de uma coroa cilíndrica



Fonte: FGV IBRE

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \left[ \frac{1}{4} \times \pi \times e^2 \times \left( \frac{D_N}{2} + \frac{4 \times e}{3} \right) + \frac{3}{4} \times \pi \times C_b \times \frac{C_e}{2} \times \left( D_N + 2 \times e - \frac{C_e}{2} \right) \right] \times \frac{1}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de argamassa, em metros cúbicos por metro;

e representa a espessura da parede do tubo, em metros;

D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal interno, em metros;

C<sub>b</sub> representa o comprimento do encaixe ponta e bolsa, em metros;

C<sub>e</sub> representa a folga do encaixe ponta e bolsa, em metros;

C representa o comprimento referencial do corpo de bueiro, em metros.

Os parâmetros referenciais “D<sub>N</sub>”, “e”, “C<sub>b</sub>” e “C<sub>e</sub>” foram extraídos do normativo *Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios* (NBR 8890/2020). Destaca-se que os consumos são proporcionais ao número de linhas de bueiro.

A tabela 1 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos em função das características dos tubos.

Tabela 1 - Consumo de argamassa - corpo de bueiro tubular de concreto

Tipo de bueiro	D <sub>N</sub> (m)	C <sub>b</sub> (m)	C <sub>e</sub> (m)	C (m)	e (m)				Q (m³/m)			
					PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
BSTC	0,40	0,065	0,030	1,00	0,045	0,045	0,045	0,045	0,00165	0,00165	0,00165	0,00165
	0,60	0,075	0,040	1,00	0,060	0,060	0,060	0,070	0,00430	0,00430	0,00430	0,00605
	0,80	0,080	0,040	1,00	0,072	0,072	0,080	0,095	0,00550	0,00550	0,00609	0,00739
	1,00	0,080	0,040	1,00	0,080	0,080	0,100	0,115	0,00735	0,00735	0,00942	0,01135
	1,20	0,090	0,050	1,00	0,096	0,096	0,125	0,140	0,01252	0,01252	0,01696	0,01982
	1,50	0,090	0,060	1,00	0,120	0,120	0,155	0,160	0,02117	0,02117	0,02938	0,03076
BDTC	0,80	0,080	0,040	1,00	0,072	0,072	0,080	0,095	0,01101	0,01101	0,01218	0,01478
	1,00	0,080	0,040	1,00	0,080	0,080	0,100	0,115	0,01469	0,01469	0,01885	0,02270
	1,20	0,090	0,050	1,00	0,096	0,096	0,125	0,140	0,02503	0,02503	0,03393	0,03965
	1,50	0,090	0,060	1,00	0,120	0,120	0,155	0,160	0,04234	0,04234	0,05875	0,06151

**Tabela 1 - Consumo de argamassa - corpo de bueiro tubular de concreto (2/2)**

Tipo de bueiro	D <sub>N</sub> (m)	C <sub>b</sub> (m)	C <sub>e</sub> (m)	C (m)	e (m)				Q (m³/m)			
					PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
BTTC	1,00	0,080	0,040	1,00	0,080	0,080	0,100	0,115	0,02204	0,02204	0,02827	0,03404
	1,20	0,090	0,050	1,00	0,096	0,096	0,125	0,140	0,03755	0,03755	0,05089	0,05947
	1,50	0,090	0,060	1,00	0,120	0,120	0,155	0,160	0,06351	0,06351	0,08813	0,09227

c) concreto ciclópico fck = 20 Mpa

Consiste na confecção e no lançamento de concreto ciclópico para a execução do berço de bueiros tubulares.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

d) fôrmas de tábuas de pinho para dispositivos de drenagem

Consiste na confecção, instalação e retirada das fôrmas para a execução do berço de bueiros tubulares.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

#### 2.1.2.6 Operações de transporte

A tabela 2 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 2 - Serviços empregados nas operações de transporte - corpo de bueiro tubular de concreto**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Tubo de concreto armado	5914584	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural
	5914599	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário
	5914614	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada

Os parâmetros associados à conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço constam da seção 3.3.2 Cálculo da conversão para transporte.

#### 2.1.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corpo de bueiro tubular de concreto deve ser realizada em metros, em função do comprimento de corpo de bueiro efetivamente assentado.





### 2.1.3 Confeção de tubos de concreto armado

O serviço consiste na confecção de tubos de concreto armado.

#### 2.1.3.1 Dispositivos legais e técnicos-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 8890/2020: *Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios*;
- DNIT ES 023/2024: *Drenagem - Bueiros tubulares de concreto*.

#### 2.1.3.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- preparo e posicionamento de armação em aço CA-60 no interior das fôrmas;
- confecção em betoneira e lançamento manual de concreto nas fôrmas do conjunto vibratório;
- adensamento do concreto por meio do conjunto vibratório;
- elevação e posicionamento do molde no transportador por meio da talha manual;
- movimentação do molde até a área de cura e estocagem por meio do transportador manual de tubos de concreto;
- retirada das fôrmas.

#### 2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- conjunto vibratório para tubos de concreto: líder de equipe;
- grupo gerador;
- transportador manual de tubos de concreto;
- talha manual.

##### a) conjunto vibratório para tubos de concreto

As produções horárias dos serviços foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 3.

**Tabela 3 - Produção horária dos serviços de confecção de tubos de concreto armado**

<b>Diâmetro do tubo (m)</b>	<b>Produção de equipe (m/h)</b>
0,60	7,50000
0,80	6,25000
1,00	5,00000
1,20	3,75000
1,50	2,50000

**b) transportador manual de tubos de concreto**

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C_{ap} \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade do transportador manual, em unidades;

C representa o comprimento unitário do tubo, em metros por unidade;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

$T_c$  representa o tempo de ciclo, em minutos.

**c) talha manual**

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C_{ap} \times F_e}{T_c \times F_{cv}}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade do transportador manual, em toneladas;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

$T_c$  representa o tempo de ciclo, em minutos;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão, em toneladas por metro.

O grupo gerador opera em conjunto com o sistema vibratório, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

**2.1.3.4 Mão de obra**

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:



- 1 servente para operar o conjunto vibratório;
- 1 servente para realizar o içamento das fôrmas com a talha manual;
- 1 servente para movimentar os moldes de concreto com o carrinho transportador.

#### 2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual

Consiste na confecção e no lançamento do concreto utilizado para confecção dos tubos.

O consumo é determinado pelo somatório do volume do corpo do tubo e do encaixe tipo bolsa, sendo definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \left\{ \pi \times C \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 - \left( \frac{D_N}{2} \right)^2 \right] + \pi \times C_b \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + 2 \times e \right)^2 - \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 \right] - \frac{Q_s}{\rho_s \times 1000} \right\} \times \frac{1}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de concreto do tubo, em metros cúbicos por metro;

C representa o comprimento do tubo, em metros;

D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal interno, em metros;

e representa a espessura da parede do tubo, em metros;

C<sub>b</sub> representa o comprimento do encaixe tipo bolsa, em metros;

Q<sub>s</sub> representa o consumo de aço do tubo, em quilogramas;

ρ<sub>s</sub> representa a massa específica do aço, em toneladas por metro cúbico.

Foi adotado o valor 7,85000 t/m<sup>3</sup> para a massa específica do aço utilizado nas armações conforme apresentado no *Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 01 - Metodologia e Conceitos*.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos em função das características dos tubos.

**Tabela 4 - Consumo de concreto - confecção de tubos de concreto armado**

D <sub>N</sub> (m)	B (m)	C (m)	e (m)				Q (m <sup>3</sup> /m)			
			PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
0,60	0,075	1,00	0,060	0,060	0,060	0,070	0,13492	0,13480	0,13416	0,15904
0,80	0,080	1,00	0,072	0,072	0,080	0,095	0,21486	0,21435	0,23991	0,29047
1,00	0,080	1,00	0,080	0,080	0,100	0,115	0,29458	0,29407	0,37532	0,43776
1,20	0,090	1,00	0,096	0,096	0,125	0,140	0,42896	0,42781	0,57141	0,64776
1,50	0,090	1,00	0,120	0,120	0,155	0,160	0,67001	0,66823	0,88450	0,91430



b) armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação para os tubos de concreto.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

#### *2.1.3.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.3.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de confecção de tubos de concreto armado deve ser realizada em metros, em função do comprimento, do diâmetro e da classe dos tubos.

#### *2.1.4 Dentes para bueiros tubulares de concreto*

O serviço consiste na execução de dentes do berço para assentamento de bueiros, cuja função consiste em promover a fixação do dispositivo no terreno.

##### *2.1.4.1 Dispositivos legais e técnicos-normativos*

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- DNIT ES 023/2024: *Drenagem - Bueiros tubulares de concreto*;
- IPR 736/2018: *Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - 5ª edição*.

##### *2.1.4.2 Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- preparo e posicionamento de armação em aço CA-50;
- confecção em betoneira e lançamento manual de concreto.

##### *2.1.4.3 Produção horária e equipe mecânica*

Não se aplica a este serviço, ao passo que as composições de custos são modeladas de forma unitária.

##### *2.1.4.4 Mão de obra*

Não se aplica a este serviço.



#### 2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

- a) armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação para a construção dos dentes de concreto.

A quantidade referente à atividade auxiliar encontra-se publicada no *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

- b) concreto ciclópico fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual

Consiste na confecção e lançamento do concreto utilizado para construção dos dentes de bueiros tubulares.

O consumo é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736).

#### 2.1.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de dentes para bueiros tubulares de concreto deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de dentes efetivamente confeccionados.

### 3 FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE

#### 3.1 Parâmetros de insumos

##### 3.1.1 Massa linear

Consoante ao conteúdo apresentado no item 2.1.3.5 a), o volume de concreto dos tubos é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = \pi \times C \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 - \left( \frac{D_N}{2} \right)^2 \right] + \pi \times C_b \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + 2 \times e \right)^2 - \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 \right]$$

onde:

V representa o volume de concreto do tubo, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do tubo, em metros;

D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal interno, em metros;

e representa a espessura da parede do tubo, em metros;

C<sub>b</sub> representa o comprimento do encaixe tipo bolsa, em metros.



Relacionando o volume dos tubos com as massas específicas dos materiais empregados, é determinada a massa unitária linear das peças. Os parâmetros referenciais adotados correspondem a:

- dimensões obtidas no normativo ABNT NBR 8890/2020: *Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios*;
- massa específica do concreto armado igual a 2,50000 t/m<sup>3</sup>;
- massa específica do concreto simples igual a 2,40000 t/m<sup>3</sup>;
- massa específica do concreto poroso igual a 1,80000 t/m<sup>3</sup>.

Para os tubos de concreto confeccionados em obra, o volume dos tubos é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = \pi \times C \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 - \frac{D_N^2}{2} \right] + \pi \times C_b \times \left[ \left( \frac{D_N}{2} + 2 \times e \right)^2 - \left( \frac{D_N}{2} + e \right)^2 \right] - \frac{Q_s/1000}{\rho_s}$$

onde:

V representa o volume de concreto do tubo, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do tubo, em metros;

D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal interno, em metros;

e representa a espessura da parede do tubo, em metros;

C<sub>b</sub> representa o comprimento do encaixe tipo bolsa, em metros;

Q<sub>s</sub> representa o consumo de aço do tubo, em quilogramas;

ρ<sub>s</sub> representa a massa específica do aço, em toneladas por metro cúbico.

Relacionando o volume dos tubos com as massas específicas dos materiais empregados, adicionando o peso do aço, é determinada a massa unitária linear das peças. Os parâmetros referenciais adotados correspondem a:

- consumo de aço estabelecido pelo *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem - 5ª Edição* (Publicação IPR nº 736);
- massa específica do aço igual a 7,85000 t/m<sup>3</sup>;
- massa específica do concreto simples igual a 2,40000 t/m<sup>3</sup>.

### 3.1.2 Dimensões

O diâmetro externo do tubo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$D_e = D_N + (4 \times e)$$

onde:

D<sub>e</sub> representa o diâmetro externo da bolsa do tubo, em metros;

D<sub>N</sub> representa o diâmetro nominal do tubo, em metros;

e representa a espessura da parede do tubo, em metros.



### 3.2 Parâmetros de transporte

#### 3.2.1 Quantidade de tubos transportados

O dimensionamento do número de tubos a ser transportado é baseado na geometria da carroceria e na capacidade de carga útil do equipamento transportador, limitados pelos dispositivos legais associados ao estabelecimento da altura máxima para cargas e o Peso Bruto Total – PBT.

Para o cálculo em função da largura e do comprimento, o número de tubos é determinado pela relação entre a respectiva dimensão da carroceria e o diâmetro externo do tubo, adicionando uma folga entre as peças.

Para o cálculo em função da altura, o número de tubos é determinado por meio da razão entre o diâmetro externo da peça e a altura de carga vinculada às características técnicas do veículo.

#### 3.2.2 Massa transportada

A carga máxima é determinada a partir da quantidade de tubos transportados, consoante às diretrizes técnicas e legais mencionadas na seção anterior, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$M = Q_t \times C \times \gamma$$

onde:

M representa a carga máxima transportada, em toneladas;

$Q_t$  representa a quantidade de tubos calculada em função da disponibilidade volumétrica, em unidades;

C representa o comprimento comercial do tubo, em metros por unidade;

$\gamma$  representa a massa linear do tubo, em toneladas por metro.

### 3.3 Conversão para transporte

#### 3.3.1 Fator de carga

O fator de carga é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$F_{ca} = \frac{C_{ap}}{Q_e \times C \times \gamma}$$

onde:

$F_{ca}$  representa o fator de carga;

$C_{ap}$  representa a capacidade de carga útil do equipamento transportador, em toneladas;

$Q_e$  representa a quantidade efetivamente transportada, em unidades;

C representa o comprimento comercial do tubo, em metros por unidade;

$\gamma$  representa a massa linear do elemento a ser transportado, em toneladas por metro.



### 3.3.2 Cálculo da conversão para transporte

O fator de conversão para unidade de momento de transporte é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$F_{mt} = F_{ca} \times \gamma$$

onde:

$F_{mt}$  representa o fator de conversão para unidade de momento de transporte, em toneladas por metro;

$F_{ca}$  representa o fator de carga;

$\gamma$  representa a massa linear do elemento a ser transportado, em toneladas por metro.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos fatores de conversão para unidade de transporte.

**Tabela 5 - Conversão para unidade de transporte dos tubos**

Código SICRO	Descrição	Massa linear (t/m)	Fator de carga	Conversão para transporte (t/m)
M2163	Tubo de concreto armado PA1 - D = 0,40 m	0,17000	1,01576	0,17268
M2164	Tubo de concreto armado PA2 - D = 0,40 m	0,17000	1,01576	0,17268
M2165	Tubo de concreto armado PA3 - D = 0,40 m	0,17000	1,01576	0,17268
M2166	Tubo de concreto armado PA4 - D = 0,40 m	0,17000	1,01576	0,17268
M2167	Tubo de concreto armado PA1 - D = 0,60 m	0,33900	1,04425	0,35400
M2168	Tubo de concreto armado PA2 - D = 0,60 m	0,33900	1,04425	0,35400
M2169	Tubo de concreto armado PA3 - D = 0,60 m	0,33900	1,04425	0,35400
M2170	Tubo de concreto armado PA4 - D = 0,60 m	0,40200	1,03600	0,41647
M2171	Tubo de concreto armado PA1 - D = 0,80 m	0,53900	1,01043	0,54462
M2172	Tubo de concreto armado PA2 - D = 0,80 m	0,53900	1,01043	0,54462
M2173	Tubo de concreto armado PA3 - D = 0,80 m	0,60500	1,06387	0,64364
M2174	Tubo de concreto armado PA4 - D = 0,80 m	0,73300	1,07322	0,78667
M2175	Tubo de concreto armado PA1 - D = 1,00 m	0,74100	1,06163	0,78667
M2176	Tubo de concreto armado PA2 - D = 1,00 m	0,74100	1,06163	0,78667
M2177	Tubo de concreto armado PA3 - D = 1,00 m	0,94600	1,06916	1,01143
M2178	Tubo de concreto armado PA4 - D = 1,00 m	1,10400	1,06884	1,18000
M2179	Tubo de concreto armado PA1 - D = 1,20 m	1,07800	1,09462	1,18000
M2180	Tubo de concreto armado PA2 - D = 1,20 m	1,07800	1,09462	1,18000
M2181	Tubo de concreto armado PA3 - D = 1,20 m	1,44000	1,22917	1,77000
M2182	Tubo de concreto armado PA4 - D = 1,20 m	1,63400	1,08323	1,77000
M2183	Tubo de concreto armado PA1 - D = 1,50 m	1,68500	1,05045	1,77000
M2184	Tubo de concreto armado PA2 - D = 1,50 m	1,68500	1,05045	1,77000
M2185	Tubo de concreto armado PA3 - D = 1,50 m	2,23000	1,05830	2,36000
M2186	Tubo de concreto armado PA4 - D = 1,50 m	2,31000	1,02165	2,36000





## APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - BUEIROS TUBULARES

A tabela 6 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de bueiros tubulares, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 6 - Relação das composições de custos por subgrupo - bueiros tubulares**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Boca de bueiro tubular de concreto	0804213, 0804212, 0804217, 0804216, 0804219, 0804218, 0804221, 0804220, 0804223, 0804222, 0804225, 0804224, 0804227, 0804226, 0804229, 0804228, 0804231, 0804230, 0804215, 0804214, 0804417, 0804233, 0804416, 0804232, 0804237, 0804236, 0804419, 0804239, 0804418, 0804238, 0804241, 0804240, 0804243, 0804242, 0804421, 0804245, 0804420, 0804244, 0804247, 0804246, 0804249, 0804248, 0804423, 0804251, 0804422, 0804250, 0804235, 0804234, 0804425, 0804253, 0804424, 0804252, 0804257, 0804256, 0804427, 0804259, 0804426, 0804258, 0804261, 0804260, 0804263, 0804262, 0804429, 0804265, 0804428, 0804264, 0804267, 0804266, 0804269, 0804268, 0804431, 0804271, 0804430, 0804270, 0804255, 0804254, 0804433, 0804273, 0804432, 0804272, 0804277, 0804276, 0804435, 0804279, 0804434, 0804278, 0804281, 0804280, 0804283, 0804282, 0804437, 0804285, 0804436, 0804284, 0804287, 0804286, 0804289, 0804288, 0804439, 0804291, 0804438, 0804290, 0804275, 0804274, 0804061, 0804060, 0804065, 0804064, 0804067, 0804066, 0804069, 0804068, 0804071, 0804070, 0804073, 0804072, 0804075, 0804074, 0804077, 0804076, 0804079, 0804078, 0804063, 0804062, 0804377, 0804081, 0804376, 0804080, 0804085, 0804084, 0804379, 0804087, 0804378, 0804086, 0804089, 0804088, 0804091, 0804090, 0804381, 0804093, 0804380, 0804092, 0804095, 0804094, 0804097, 0804096, 0804383, 0804099, 0804382, 0804098, 0804083, 0804082, 0804385, 0804101, 0804384, 0804100, 0804105, 0804104, 0804387, 0804107, 0804386, 0804106, 0804109, 0804108, 0804111, 0804110, 0804389, 0804113, 0804388, 0804112, 0804115, 0804114, 0804117, 0804116, 0804391, 0804119, 0804390, 0804118, 0804103, 0804102, 0804393, 0804121, 0804392, 0804120, 0804125, 0804124, 0804395, 0804127, 0804394, 0804126, 0804129, 0804128, 0804131, 0804130, 0804397, 0804133, 0804396, 0804132, 0804135, 0804134, 0804137, 0804136, 0804399, 0804139, 0804398, 0804138, 0804123, 0804122, 0804401, 0804141, 0804400, 0804140, 0804145, 0804144, 0804403, 0804147, 0804402, 0804146, 0804149, 0804148, 0804151, 0804150, 0804405, 0804153, 0804404, 0804152, 0804155, 0804154, 0804157, 0804156, 0804407, 0804159, 0804406, 0804158, 0804143, 0804142, 0804409, 0804161, 0804408, 0804160, 0804165, 0804164, 0804411, 0804167, 0804410, 0804166, 0804169, 0804168, 0804171, 0804170, 0804413, 0804173, 0804412, 0804172, 0804175, 0804174, 0804177, 0804176, 0804415, 0804179, 0804414, 0804178, 0804163, 0804162, 0804441, 0804317, 0804440, 0804316, 0804321, 0804320, 0804443, 0804323, 0804442, 0804322, 0804325, 0804324, 0804327, 0804326, 0804445, 0804329, 0804444, 0804328, 0804331, 0804330, 0804333, 0804332, 0804447, 0804335, 0804446, 0804334, 0804319, 0804318, 0804449, 0804337, 0804448, 0804336, 0804341, 0804340, 0804451, 0804343, 0804450, 0804342, 0804345, 0804344, 0804347, 0804346, 0804453, 0804349, 0804452, 0804348, 0804351, 0804350, 0804353, 0804352, 0804455, 0804355, 0804454, 0804354, 0804339, 0804338, 0804457, 0804357, 0804456, 0804356, 0804361, 0804360, 0804459, 0804363, 0804458, 0804362, 0804365, 0804364, 0804367, 0804366, 0804461, 0804369, 0804460, 0804371, 0804370, 0804373, 0804372, 0804463, 0804375, 0804462, 0804374, 0804359, 0804358 e 0804368



**Tabela 6 - Relação das composições de custos por subgrupo - bueiros tubulares (2/2)**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.2 Corpo de bueiro tubular de concreto	0804180, 0804181, 0804182, 0804183, 0804184, 0804185, 0804186, 0804187, 0804188, 0804189, 0804190, 0804191, 0804192, 0804193, 0804194, 0804195, 0804196, 0804197, 0804198, 0804199, 0804200, 0804201, 0804202, 0804203, 0804204, 0804205, 0804206, 0804207, 0804208, 0804209, 0804210, 0804211, 0804012, 0804013, 0804014, 0804015, 0804016, 0804017, 0804018, 0804019, 0804020, 0804021, 0804022, 0804023, 0804024, 0804025, 0804026, 0804027, 0804028, 0804029, 0804030, 0804031, 0804032, 0804033, 0804034, 0804035, 0804036, 0804037, 0804038, 0804039, 0804040, 0804041, 0804042, 0804043, 0804044, 0804045, 0804046, 0804047, 0804048, 0804049, 0804050, 0804051, 0804052, 0804053, 0804054, 0804055, 0804056, 0804057, 0804058, 0804059, 0804292, 0804293, 0804294, 0804295, 0804296, 0804297, 0804298, 0804299, 0804300, 0804301, 0804302, 0804303, 0804304, 0804305, 0804306, 0804307, 0804308, 0804309, 0804310, 0804311, 0804312, 0804313, 0804314 e 0804315
2.1.3 Confeção de tubos de concreto armado	0804465, 0804464, 0804475, 0804474, 0804485, 0804484, 0804495, 0804494, 0804467, 0804466, 0804477, 0804476, 0804487, 0804486, 0804497, 0804496, 0804469, 0804468, 0804479, 0804478, 0804489, 0804488, 0804499, 0804498, 0804471, 0804470, 0804481, 0804480, 0804491, 0804490, 0804501, 0804500, 0804473, 0804472, 0804483, 0804482, 0804493, 0804492, 0804503 e 0804502
2.1.4 Dentes para bueiros tubulares de concreto	0805446, 0805447, 0805448, 0805449, 0805450, 0805451, 0805452, 0805453, 0805434, 0805435, 0805436, 0805437, 0805438, 0805439, 0805440, 0805441, 0805442, 0805443, 0805444, 0805445, 0805454, 0805455, 0805456, 0805457, 0805458 e 0805459