



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Tubulões

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 Tubulões



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 a 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 - Organograma dos serviços de tubulões.....	2
Figura 2 - Primeiro quadrado do pilão	8
Figura 3 - Segundo quadrado do pilão	9
Figura 4 - Terceiro quadrado do pilão	9
Figura 5 - Furos de contorno	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria.....	3
Tabela 2 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria.....	5
Tabela 3 - Consumo de ponteiro - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria.....	6
Tabela 4 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria.....	7
Tabela 5 - Parâmetros do plano de fogo adotados	8
Tabela 6 - Dimensionamento do primeiro quadrado do pilão	9
Tabela 7 - Dimensionamento do segundo quadrado do pilão	9
Tabela 8 - Dimensionamento do terceiro quadrado do pilão	10
Tabela 9 - Dimensionamento dos furos de contorno.....	10
Tabela 10 - Consumo de cordel detonante - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria	11
Tabela 11 - Quantidade total de explosivos - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria	11
Tabela 12 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria	12
Tabela 13 - Consumo de espoleta elétrica - escavação manual de tubulão a ar comprimido em material de 3ª categoria	12
Tabela 14 - Vida útil média da broca - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria.....	13
Tabela 15 - Consumo de série de brocas - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria	13
Tabela 16 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio.....	15
Tabela 17 - Consumo de argamassa expansiva - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio.....	16



Tabela 18 - Vida útil média da broca - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio.....	16
Tabela 19 - Consumo de série de brocas - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio.....	17
Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio	17
Tabela 21 - Produções de equipe - escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba.....	18
Tabela 22 - Consumo de dentes de corte - escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba	19
Tabela 23 - Produções de equipe - escavação mecânica de fuste de tubulão com trado	21
Tabela 24 - Consumo de dentes de corte - escavação mecânica de fuste de tubulão com trado.....	21
Tabela 25 - Serviços empregados nas operações de transporte - armação de fuste de tubulão.....	24
Tabela 26 - Relação das composições de custos por subgrupo - Tubulões	25



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	2
2.1	Escavação manual de tubulão a céu aberto	3
2.1.1	Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria.....	3
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>3</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>3</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>3</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>4</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>4</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>4</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>4</i>
2.1.2	Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria.....	4
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>4</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>4</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>5</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>5</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>5</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>6</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria.....	6
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>6</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>6</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>7</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra</i>	<i>8</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>8</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>14</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>14</i>
2.1.4	Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio.....	14
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>14</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>14</i>



2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	14
2.1.4.4	<i>Mão de obra</i>	15
2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	15
2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i>	17
2.1.4.7	<i>Critérios de medição</i>	17
2.2	Escavação mecânica de fuste de tubulão	17
2.2.1	Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba	17
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	17
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	18
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	18
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	18
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	18
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	19
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	19
2.2.2	Escavação mecânica de fuste de tubulão com <i>Hammer Grab</i>	19
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	19
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	19
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	19
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	20
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	20
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	20
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i>	20
2.2.3	Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado	20
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	20
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	20
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	20
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	21
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i>	22
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i>	22
2.3	Armação de fuste de tubulão	22
2.3.1	Armação de fuste de tubulão	22
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	22
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	22
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	22



2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	23
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	23
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	23
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	24
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - TUBULÕES		25



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, tubulões consistem elementos estruturais classificados como fundações profundas, moldados no local, cuja função é transmitir para o terreno as cargas sobrejacentes aplicadas em seu corpo, possuindo por característica um fuste cilíndrico e base alargada.

No que tange ao procedimento executivo, a escavação pode ser realizada a céu aberto, de forma mecânica ou manual.

À medida que a escavação avança, usualmente são implantados dispositivos para o revestimento do fuste, constituídos por anéis pré-moldados de concreto armado ou camisas metálicas. Para tubulões curtos, executados a céu aberto em solos coesivos, pode ser dispensado o emprego do revestimento, uma vez constatada a estabilidade das paredes do furo.

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 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 tubulões é utilizado o seguinte fator de correção:

a) fator de eficiência

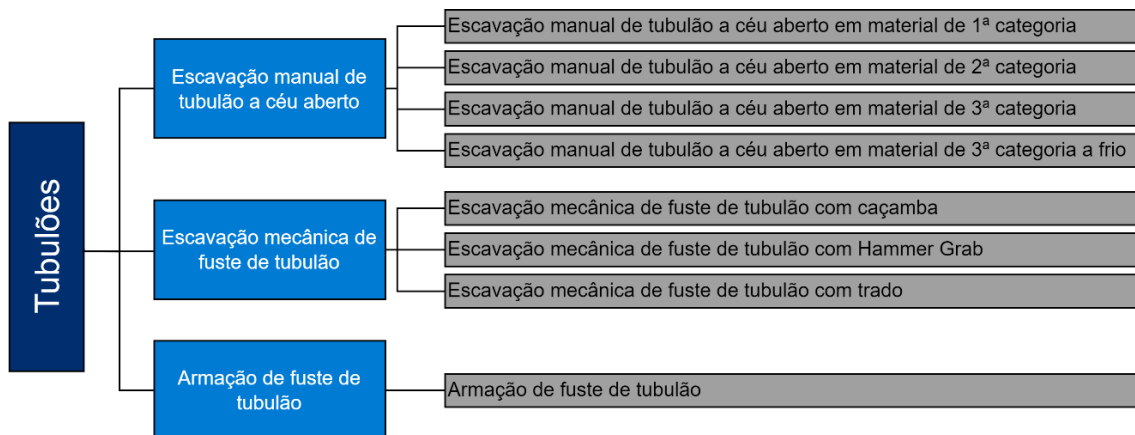
O fator de eficiência adotado para os serviços de tubulões corresponde a 0,83.

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.

2 SERVIÇOS

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

Figura 1 - Organograma dos serviços de tubulões



Fonte: FGV IBRE



2.1 Escavação manual de tubulão a céu aberto

2.1.1 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria

O serviço consiste na execução de escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*;
- NR 18/2025: *Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção*.

2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- escavação manual de fuste de tubulão:
 - escavação manual do fuste em material de 1ª categoria;
 - retirada do material escavado com auxílio de sarilho.
- escavação manual de base alargada:
 - descida do perfurador de tubulão até a cota de trabalho;
 - escavação manual da base alargada em material de 1ª categoria;
 - retirada do material escavado com auxílio de sarilho.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106182	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria na profundidade de até 10 m	0,16667
6106183	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,14286
6106221	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria na profundidade de até 10 m	0,16667
6106222	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,14286



2.1.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 perfurador de tubulão para escavar o fuste e a base alargada;
- 1 servente para operar o sarilho e auxiliar na retirada do material escavado.

2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

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 escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.1.2 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria

O serviço consiste na execução escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria.

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 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*;
- NR 18/2025: *Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção*.

2.1.2.2 Metodologia executiva

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

- escavação manual de fuste de tubulão:
 - escavação do fuste por meio do martelete perfurador/rompedor;
 - retirada do material escavado com auxílio do sarilho.
- escavação manual de base alargada:
 - descida do operador do martelete até a cota de trabalho;
 - escavação da base alargada por meio do martelete perfurador/rompedor;
 - retirada do material escavado com auxílio do sarilho.



2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- martelete perfurador/rompedor a ar comprimido;
- compressor de ar portátil.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106194	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria na profundidade até 10 m	0,11111
6106195	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,10000
6106224	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria na profundidade até 10 m	0,11111
6106225	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,10000

O compressor de ar opera em conjunto com o martelete, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.1.2.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para operar o sarilho e auxiliar na retirada do material escavado.

2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) ponteiro para martelete - D = 22 mm e C = 1,00 m

Consiste em insumo acoplado ao martelete para escavação do tubulão.

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

$$Q = \frac{Q_t \times H}{V_u}$$



onde:

Q representa o consumo de ponteiro, em unidades por metro cúbico;
 Q_t representa a quantidade de furos, em unidades de furo por metro cúbico;
H representa a profundidade dos furos, em metros por unidade de furo;
 V_u representa a vida útil do ponteiro, em metros por unidade.

A tabela 3 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 3 - Consumo de ponteiro - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria

Quantidade de furos (un/m³)	Profundidade dos furos (m/un)	Vida útil do ponteiro (m/un)	Consumo (un/m³)
6,00	1,00	150,00	0,04000

2.1.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.1.3 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

O serviço consiste na execução de escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria.

2.1.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ANM NRM 16/2002: *Operações com explosivos e acessórios*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*;
- NR 18/2025: *Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção*;
- NR 16/2024: *Atividades e operações perigosas*.

2.1.3.2 Metodologia executiva

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



- escavação manual de fuste de tubulão:
 - execução de furos no maciço rochoso por meio de martelete perfurador/rompedor;
 - montagem manual do circuito de detonação;
 - detonação da rocha;
 - retirada do material escavado com auxílio do sarilho.
- escavação manual de base alargada:
 - descida do *blaster* e operador do martelete até a cota de trabalho;
 - execução de furos no maciço rochoso por meio de martelete perfurador/rompedor;
 - montagem manual do circuito de detonação;
 - detonação da rocha;
 - retirada do material escavado com auxílio do sarilho.

2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- martelete perfurador/rompedor a ar comprimido;
- compressor de ar portátil.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106206	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria na profundidade até 10 m	0,07143
6106207	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,06667
6106228	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria na profundidade até 10 m	0,07143
6106229	Escavação manual de fuste de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria na profundidade de 10 a 15 m	0,06667

O compressor de ar opera em conjunto com o martelete, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.



2.1.3.4 Mão de obra

São empregados para o desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 *blaster* para carregamento e detonação da rocha;
- 1 servente para operar o sarilho e auxiliar na retirada do material escavado.

2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

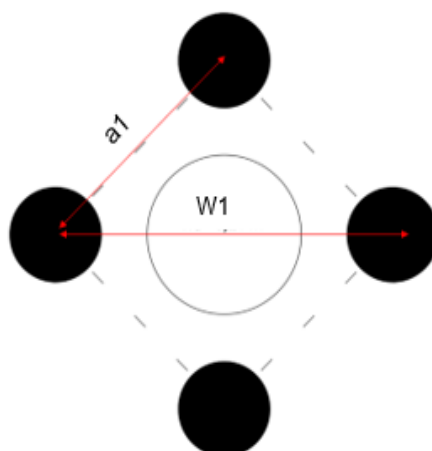
Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros do plano de fogo adotados

Parâmetros adotados	Variável	Valor
Diâmetro da emulsão encartuchada	D	25 mm
Densidade da emulsão encartuchada	ρ	1,15 g/cm ³
Razão linear	$R_L = 0,000785 \times D^2 \times \rho$	0,564 kg/m
Diâmetro equivalente	De	0,064 m
Profundidade do furo	$H = 0,15 + 34,10 \times De - 39,4 \times De^2$	2,17 m
Avanço por desmonte	$X = 0,875 \times H$	1,90 m
Diâmetro do tubulão	d	1,35 m
Raio do tubulão	R	0,68 m
Volume total de rocha	$V = \pi \times R^2 \times X$	2,71964 m ³

Os parâmetros referenciais adotados para o estabelecimento do primeiro quadrante foram extraídos do croqui apresentado na figura 2, consoante aos valores constantes da tabela 6.

Figura 2 - Primeiro quadrado do pilão



Fonte: FGV IBRE

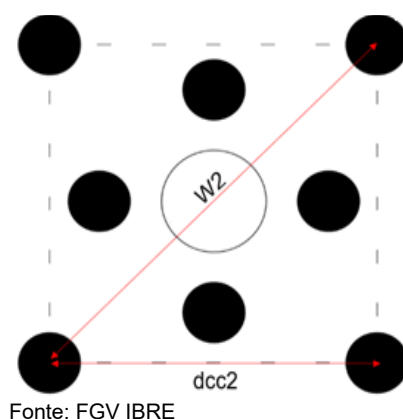


Tabela 6 - Dimensionamento do primeiro quadrado do pilão

Parâmetro	Variável	Valor
Distância dos furos carregados	$a_1 = 1,5 \times D_e$	0,096 m
Distância entre furos ou superfície livre	$W_1 = a_1 \times \sqrt{2}$	0,14 m
Tampão	$T = a_1$	0,096 m

Os parâmetros referenciais adotados para o estabelecimento do segundo quadrante foram extraídos do croqui apresentado na figura 3, consoante aos valores constantes da tabela 7.

Figura 3 - Segundo quadrado do pilão



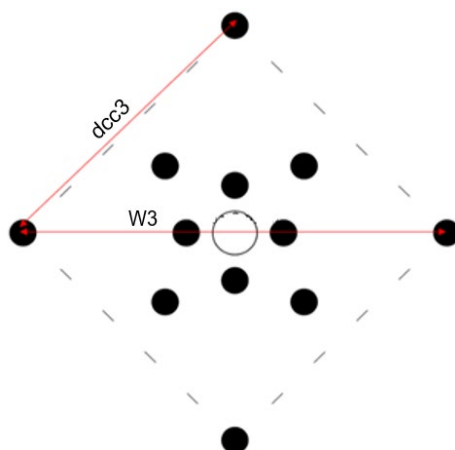
Fonte: FGV IBRE

Tabela 7 - Dimensionamento do segundo quadrado do pilão

Parâmetro	Variável	Valor
Distância dos furos carregados	$d_{cc2} = 1,50 \times W_1$	0,20 m
Distância entre furos ou superfície livre	$W_2 = d_{cc2} \times \sqrt{2}$	0,29 m
Tampão	$T = 0,5 \times W_1$	0,068 m

Os parâmetros referenciais adotados para o estabelecimento do terceiro quadrante foram extraídos do croqui apresentado na figura 4, consoante aos valores constantes da tabela 8.

Figura 4 - Terceiro quadrado do pilão



Fonte: FGV IBRE

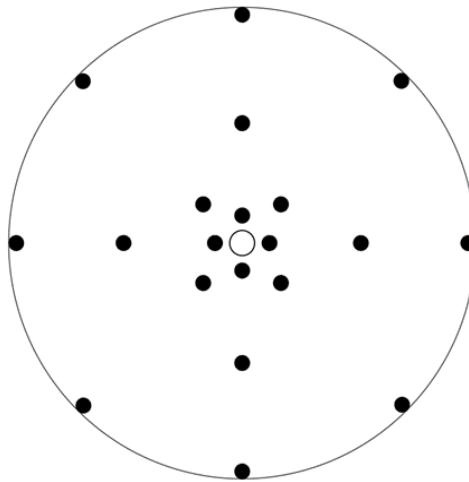


Tabela 8 - Dimensionamento do terceiro quadrado do pilão

Parâmetro	Variável	Valor
Distância dos furos carregados	$d_{cc3} = 1,50 \times W_2$	0,43 m
Distância entre furos ou superfície livre	$W_3 = d_{cc3} \times \sqrt{2}$	0,61 m
Tampão	$T = 0,5 \times W_2$	0,144 m

Os parâmetros referenciais adotados para o estabelecimento dos furos de contorno foram extraídos do croqui apresentado na figura 5, consoante aos valores constantes da tabela 9.

Figura 5 - Furos de contorno



Fonte: FGV IBRE

Tabela 9 - Dimensionamento dos furos de contorno

Parâmetro	Variável	Valor
Espaçamento	e	0,50 m
Número de furos	N	8
Tampão	T	0,30 m

a) cordel detonante NP 10

Consiste em insumo utilizado como linha mestra para a detonação à distância, fabricado em cordão flexível, com um núcleo de material explosivo, Tetranitrato de Pentaeritritol – PETN, diâmetro externo de 4,8 mm e carga linear de 10 g/m.

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

$$Q = \frac{C}{V}$$

onde:

Q representa o consumo de cordel detonante, em metros por metro cúbico;

C representa o comprimento do cordel por detonação, em metros;

V representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.



A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 10 - Consumo de cordel detonante - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Profundidade do tubulão	Comprimento do cordel (m)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (m/m³)
10 a 15 metros	25,00	2,71964	9,19239
Até 10 metros	20,00	2,71964	7,35391

b) emulsão explosiva encartuchada

Consiste em emulsão explosiva de alta potência utilizada para promover a fragmentação da rocha.

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

$$Q = \frac{Q_t}{V}$$

onde:

Q representa o consumo de emulsão, em quilogramas por metro cúbico;

Q_t representa a quantidade total de explosivo, em quilogramas;

V representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

A quantidade total de explosivo é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q_t = \sum N \times (H - T) \times R_L$$

onde:

Q_t representa a quantidade total de explosivo, em quilogramas;

N representa o número de furos;

H representa a profundidade do furo, em metros;

T representa o tampão, em metros;

R_L representa a razão linear de carga, em quilogramas por metros.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e a quantidade total de explosivos.

Tabela 11 - Quantidade total de explosivos - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Pilão e Contorno	Número de furos	Profundidade e do furo (m)	Tampão (m)	Razão linear de carga (kg/m)	Quantidade de explosivo (kg)
Primeiro quadrante	4	2,17	0,10	0,564	4,670



Tabela 11 - Quantidade total de explosivos - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria (2/2)

Pilão e Contorno	Número de furos	Profundidade e do furo (m)	Tampão (m)	Razão linear de carga (kg/m)	Quantidade de explosivo (kg)
Segundo quadrante	4	2,17	0,07	0,564	4,738
Terceiro quadrante	4	2,17	0,14	0,564	4,580
Contorno	8	2,17	0,31	0,564	8,437
Quantidade total de explosivos					22,425

A tabela 12 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 12 - Consumo de emulsão explosiva encartuchada - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Quantidade total de explosivos (kg)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (kg/m³)
22,425	2,71964	8,24558

c) espoleta elétrica Nº 8 - D = 6,0 mm

Consiste em insumo utilizado para a detonação das cargas explosivas.

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

$$Q = \frac{Q_t}{V}$$

onde:

Q representa o consumo de espoleta, em unidades por metro cúbico;

Q_t representa a quantidade de espoleta, em unidades;

V representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 13 - Consumo de espoleta elétrica - escavação manual de tubulão a ar comprimido em material de 3ª categoria

Quantidade de espoleta (un)	Volume de rocha a detonar (m³)	Consumo (un/m³)
1	2,71964	0,36770

d) série de brocas integrais S12

Consiste em insumo acoplado ao martelo para realizar os furos nas rochas para inserção dos explosivos.



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

$$Q = \frac{H \times N_f}{V_{mb} \times V}$$

onde:

Q representa o consumo de broca, em unidades por metro cúbico;

H representa a profundidade do furo, em metros;

N_f representa o número de furos;

V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade;

V representa o volume de rocha a detonar, em metros cúbicos.

Consoante às premissas estabelecidas por meio de referencial técnico especializado, a vida útil ou duração de uma broca para rochas graníticas pode ser fixada entre 120,00 e 140,00 m. Para rochas calcárias ou basálticas, de menor abrasividade, considera-se o dobro deste valor para a vida útil.

A vida útil média da broca é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V_{mb} = \frac{(V_{m+a}) + (V_{m-a})}{2}$$

onde:

V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade;

V_{m+a} representa a vida média da broca para rochas mais abrasivas, em metros por unidade;

V_{m-a} representa a vida média da broca para rochas menos abrasivas, em metros por unidade.

A tabela 14 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

Tabela 14 - Vida útil média da broca - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Vida útil média para rochas mais abrasivas (m/un)	Vida útil média para rochas menos abrasivas (m/un)	Vida útil média da broca (m/un)
130,00	260,00	195,00

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 15 - Consumo de série de brocas - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria

Profundidade do furo (m)	Número de furos	Vida útil da broca (m/un)	Volume de rocha (m³)	Consumo (un/m³)
2,17	20	195,00	2,71964	0,08184



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 escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.1.4 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

O serviço consiste na execução de escavação manual de base alargada a céu aberto em material de 3ª categoria, por meio de processo a frio.

2.1.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*;
- NR 18/2025: *Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção*.

2.1.4.2 Metodologia executiva

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

- descida do operador do martelete até a cota de trabalho;
- execução de furos no maciço rochoso por meio do martelete perfurador/rompedor;
- preparo manual da argamassa expansiva;
- preenchimento manual dos furos com a argamassa expansiva;
- fragmentação da rocha por meio da ação da argamassa expansiva;
- desmonte secundário dos fragmentos de rocha por meio de martelete perfurador/rompedor;
- retirada do material escavado com auxílio do sarilho.

2.1.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- martelete perfurador/rompedor a ar comprimido;
- compressor de ar portátil.



As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 16.

Tabela 16 - Produções de equipe - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106331	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio na profundidade até 10 m	0,07143
6106332	Escavação manual de base alargada de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio na profundidade de 10 a 15 m	0,06667

O compressor de ar opera em conjunto com o marteleto, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.1.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 serventes para operar o sarilho, auxiliar na retirada do material escavado, preparar a argamassa expansiva e preencher os furos.

2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) argamassa expansiva para desmonte de rocha e demolição de concreto

Consiste em agente expansivo não explosivo utilizado no desmonte de rochas.

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

$$Q = \frac{H \times Q_a}{A \times H} \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de argamassa expansiva, em quilogramas por metro cúbico;

H representa a profundidade do furo, em metros;

Q_a representa o consumo linear de argamassa expansiva, em quilogramas por metro;

A representa a área da malha de perfuração, em metros quadrados;

k representa o coeficiente de perda do material.

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.



Tabela 17 - Consumo de argamassa expansiva - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

Profundidade (m)	Consumo linear de argamassa (kg/m)	Área da malha de perfuração (m²)	Perda (%)	Consumo (kg/m³)
1,00	2,00	0,1600	5,00	13,12500

b) série de brocas integrais S12

Consiste em insumo acoplado ao marteleiro para realizar os furos nas rochas para inserção da argamassa expansiva.

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

$$Q = \frac{H}{V_{mb} \times A \times H}$$

onde:

Q representa o consumo de broca, em unidades por metro cúbico;

H representa a profundidade do furo, em metros;

V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade;

A representa a área da malha de perfuração, em metros quadrados.

Consoante às premissas estabelecidas por meio de referencial técnico especializado, a vida útil ou duração de uma broca para rochas graníticas pode ser fixada entre 120,00 e 140,00 m. Para rochas calcárias ou basálticas, de menor abrasividade, considera-se o dobro deste valor para a vida útil.

A vida útil média da broca é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V_{mb} = \frac{(V_{m+a}) + (V_{m-a})}{2}$$

onde:

V_{mb} representa a vida útil média da broca, em metros por unidade;

V_{m+a} representa a vida média da broca para rochas mais abrasivas, em metros por unidade;

V_{m-a} representa a vida média da broca para rochas menos abrasivas, em metros por unidade.

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados no cálculo da vida útil média da broca.

Tabela 18 - Vida útil média da broca - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

Vida útil média para rochas mais abrasivas (m/un)	Vida útil média para rochas menos abrasivas (m/un)	Vida útil média da broca (m/un)
130,00	260,00	195,00



A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 19 - Consumo de série de brocas - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

Profundidade (m)	Vida útil da broca (m/un)	Área da malha de perfuração (m²)	Consumo (un/m³)
1,00	195,00	0,1600	0,03205

2.1.4.6 Operações de transporte

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0421	Argamassa expansiva para desmonte de rocha e demolição de concreto	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.1.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.2 Escavação mecânica de fuste de tubulão

2.2.1 Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba

O serviço consiste na escavação mecânica de fuste de tubulão por meio de guindaste equipado com caçamba.

2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.



2.2.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- escavação do fuste de tubulão por meio de guindaste com caçamba.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento guindaste móvel sobre esteiras com caçamba para escavação, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produções horárias do serviço foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 21.

Tabela 21 - Produções de equipe - escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106326	Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba para solos em material de 1ª categoria	12,00000
6106328	Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba para rocha em material de 2ª categoria	5,00000
6106330	Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba para rocha em material de 3ª categoria	1,00000

2.2.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para auxiliar na escavação.

2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) dente de corte para trado ou caçamba de perfuração

Consiste em insumo acoplado ao trado ou caçamba para execução da escavação em rochas.

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

$$Q = \frac{n}{V_u \times \pi \times \frac{D_N^2}{4}}$$

onde:

Q representa o consumo de dentes de corte, em unidades por metro cúbico;



n representa o número de dentes de corte da caçamba de referência, em unidades;

V_u representa a vida útil média do dente de corte, em metros;

D_N representa o diâmetro nominal da caçamba de referência, em metros.

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 22 - Consumo de dentes de corte - escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba

Material	Número de dentes de corte (un)	Vida útil média do dente de corte (m)	Diâmetro nominal de referência (m)	Consumo (un/m ³)
2ª categoria	28	270,00	1,80	0,04075
3ª categoria	28	135,00	1,80	0,08151

2.2.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.2.2 Escavação mecânica de fuste de tubulão com *Hammer Grab*

O serviço consiste na escavação mecânica de fuste de tubulão por meio de guindaste equipado com *Hammer Grab*.

2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

2.2.2.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- escavação do fuste de tubulão por meio de guindaste com *Hammer Grab*.

2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento guindaste móvel sobre esteiras com *Hammer Grab*, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.



A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 15,00 m³/h.

2.2.2.4 *Mão de obra*

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para auxiliar na escavação.

2.2.2.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.2.2.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

2.2.2.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de escavação mecânica de fuste de tubulão com *Hammer Grab* deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.2.3 *Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado*

O serviço consiste na escavação mecânica de fuste de tubulão por meio de guindaste equipado com trado.

2.2.3.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

2.2.3.2 *Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- escavação do fuste de tubulão por meio de guindaste com trado.

2.2.3.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento guindaste móvel sobre esteiras com trado, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.



As produções horárias do serviço foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 23.

Tabela 23 - Produções de equipe - escavação mecânica de fuste de tubulão com trado

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
6106325	Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado para solos em material de 1ª categoria	12,00000
6106327	Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado para rocha em material de 2ª categoria	5,00000
6106329	Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado para rocha em material de 3ª categoria	1,00000

2.2.3.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para auxiliar na escavação.

2.2.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) dente de corte para trado ou caçamba de perfuração

Consiste em insumo acoplado ao trado ou caçamba para execução da escavação em rochas.

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

$$Q = \frac{n}{V_u \times \pi \times \frac{D_N^2}{4}}$$

onde:

Q representa o consumo de dentes de corte, em unidades por metro cúbico;
n representa o número de dentes de corte da caçamba de referência, em unidades;

V_u representa a vida útil média do dente de corte, em metros;

D_N representa o diâmetro nominal da caçamba de referência, em metros.

A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 24 - Consumo de dentes de corte - escavação mecânica de fuste de tubulão com trado

Material	Número de dentes de corte (un)	Vida útil média do dente de corte (m)	Diâmetro nominal de referência (m)	Consumo (un/m³)
2ª categoria	20	270,00	1,80	0,02911
3ª categoria	20	135,00	1,80	0,05822



2.2.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.2.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escavação mecânica de fuste de tubulão com trado deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado.

2.3 Armação de fuste de tubulão

2.3.1 Armação de fuste de tubulão

O serviço consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação no fuste de tubulão por meio de guindaste.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- preparação manual do aço;
- amarração manual das barras com arame recozido;
- içamento e posicionamento da armação no fuste do tubulão por meio de guindaste.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução do serviço é empregado o seguinte equipamento:

- guindaste móvel sobre esteiras.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 12,50 kg/h.



a) guindaste móvel sobre esteiras

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

$$P = \frac{60 \times \mu \times V \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária do guindaste, em quilogramas por hora;

μ representa a taxa de armação, em quilogramas por metro cúbico;

V representa o volume de concreto, em metros cúbicos;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

Ao passo que a utilização do equipamento ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidade fracionada.

2.3.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para realizar o preparo e amarrações do aço;
- 1 ajudante para auxiliar o armador e o guindaste no posicionamento da armação.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) aço CA 50

Consiste no fornecimento, preparo e colocação de aço para confecção da armadura para fuste de tubulão.

O consumo referencial adotado é de 1,05 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 5%.

b) arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)

Consiste em insumo utilizado para promover a amarração das barras de aço.

O consumo referencial adotado é de 0,015 kg por unidade de serviço executado.

2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 25 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 25 - Serviços empregados nas operações de transporte - armação de fuste de tubulão

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0004	Aço CA 50	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de armação de fuste de tubulão deve ser realizada em quilogramas, em função da massa efetivamente armada e posicionada no fuste de tubulão.

**APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - TUBULÕES**

A tabela 26 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de tubulões, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 26 - Relação das composições de custos por subgrupo - Tubulões

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 1ª categoria	6106182, 6106183, 6106221 e 6106222
2.1.2 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 2ª categoria	6106194, 6106195, 6106224 e 6106225
2.1.3 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria	6106206, 6106207, 6106228 e 6106229
2.1.4 Escavação manual de tubulão a céu aberto em material de 3ª categoria a frio	6106331 e 6106332
2.2.1 Escavação mecânica de fuste de tubulão com caçamba	6106326, 6106328 e 6106330
2.2.2 Escavação mecânica de fuste de tubulão com Hammer Grab	6106324
2.2.3 Escavação mecânica de fuste de tubulão com trado	6106325, 6106327 e 6106329
2.3.1 Armação de fuste de tubulão	6106220