



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Escoramento

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 Escoramento



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 - Atividades integrantes do grupo de serviços de escoramento	2
Figura 2 - Vista isométrica de sistema de escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	7
Figura 3 - Vista em planta do escoramento com pontaletes de D = 10	16
Figura 4 - Vistas em corte do escoramento com pontaletes de D = 10 cm	16
Figura 5 - Vistas em corte do escoramento com pontaletes de D = 15 cm	17
Figura 6 - Vista do escoramento de corpo de bueiro.....	22
Figura 7 - Vistas em corte do escoramento de corpo de bueiro	22
Figura 8 - Vista da área de influência dos escoramentos com quadros tubulares	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	3
Tabela 2 - Consumo de tábua - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	4
Tabela 3 - Consumo de longarina - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	5
Tabela 4 - Consumo de prego de ferro - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	6
Tabela 5 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	6
Tabela 6 - Fator de conversão de transporte - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	6
Tabela 7 - Consumo de aço em perfis - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	9
Tabela 8 - Consumo de chapa grossa em aço - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	9
Tabela 9 - Consumo de solda - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	10
Tabela 10 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	10
Tabela 11 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - estroncas.....	12
Tabela 12 - Consumo de estronca e pontalete - estroncas.....	13
Tabela 13 - Consumo de aço em perfis - estroncas.....	13



Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - estroncas ..	13
Tabela 15 - Fator de conversão de transporte - estroncas.....	14
Tabela 16 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento com pontalete	15
Tabela 17 - Consumo de pontalete - escoramento com pontalete	18
Tabela 18 - Consumo de tábua - escoramento com pontalete D = 10 cm	19
Tabela 19 - Consumo de tábua - escoramento com pontalete D = 15 cm	19
Tabela 20 - Consumo de caibro - escoramento com pontalete D = 15 cm.....	19
Tabela 21 - Consumo de prego de ferro - escoramento com pontalete	19
Tabela 22 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com pontalete	20
Tabela 23 - Fator de conversão de transporte - escoramento com pontalete ..	20
Tabela 24 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento de corpo de bueiro celular	22
Tabela 25 - Consumo dos insumos de madeira - escoramento de corpo de bueiro celular.....	24
Tabela 26 - Consumo de prego de ferro - escoramento de corpo de bueiro celular	24
Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento de corpo de bueiro celular	24
Tabela 28 - Fator de conversão de transporte - escoramento de corpo de bueiro celular.....	25
Tabela 29 - Produção horária dos serviços de escoramento com escora metálica tubular regulável.....	26
Tabela 30 - Consumo de escora tubular - escoramento com escora metálica tubular regulável.....	27
Tabela 31 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com escora metálica tubular regulável	27
Tabela 32 - Fator de conversão de transporte - escoramento com escora metálica tubular regulável.....	27
Tabela 33 - Consumo de quadro tubular - escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados	30
Tabela 34 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados	30
Tabela 35 - Consumo de perfil metálico - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira.....	32
Tabela 36 - Consumo de madeira estrutural - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira.....	32
Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira.....	33



Tabela 38 - Relação das composições de custos por subgrupo - escoramento	34
--	----



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	2
2.1	Escoramento de vala.....	3
2.1.1	Escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira 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>3</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>4</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>6</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	Escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	7
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>8</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>8</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>8</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>8</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>8</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>10</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
2.1.3	Estroncas.....	11
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>11</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>11</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>11</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra</i>	<i>12</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>14</i>
2.2	Escoramento em madeira	14
2.2.1	Escoramento com pontalete	14
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>14</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>14</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>14</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>15</i>



2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	16
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	20
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	20
2.2.2	Escoramento de corpo de bueiro celular	20
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	20
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	21
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	21
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	22
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	24
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i>	25
2.3	Escoramento metálico	25
2.3.1	Escoramento com escora metálica tubular regulável	25
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	25
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	25
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	26
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	26
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	26
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	27
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	27
2.3.2	Escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados.....	27
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	28
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	28
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	28
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	28
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	28
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	30
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i>	30
2.4	Escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira	30
2.4.1	Escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira	30
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	30
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	31
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	31
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	31



2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	31
2.4.1.6	<i>Operações de transporte.....</i>	32
2.4.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	33
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - ESCORAMENTO		34



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, escoramento consiste em estrutura provisória formada por um conjunto de escoras e dispositivos de ligação, projetada para resistir aos esforços oriundos do peso de elementos estruturais, ao seu peso próprio e a eventuais cargas acidentais que possam atuar durante a execução das atividades, evitando deformações prejudiciais à fôrma confeccionada, bem como ser empregada na contenção de maciços de solo.

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 escoramento é utilizado o seguinte fator de correção:

a) fator de eficiência

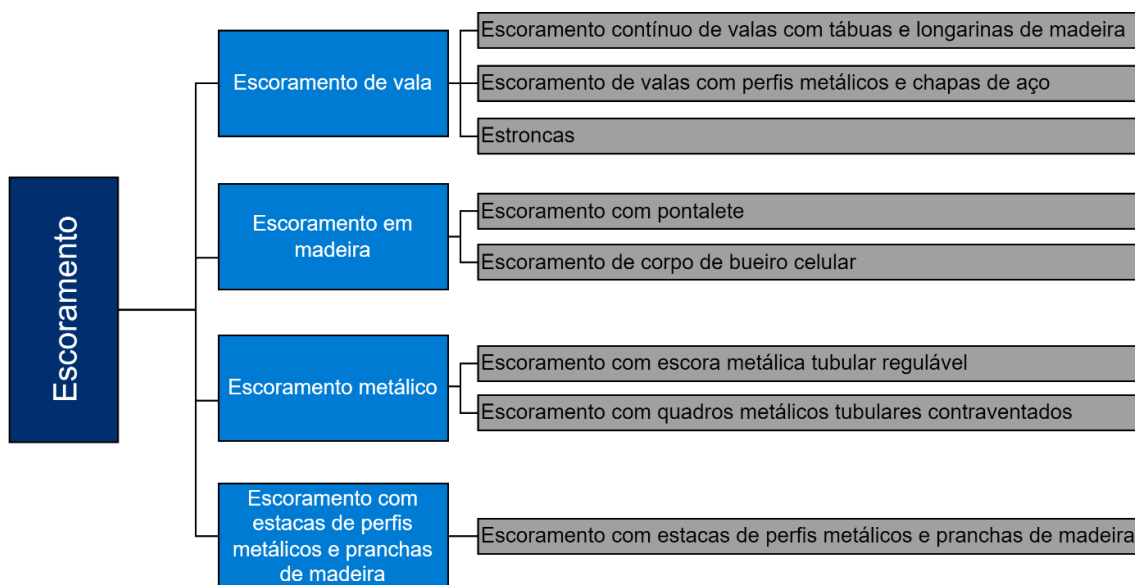
O fator de eficiência adotado para os serviços de escoramento corresponde a 0,83.

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 escoramento são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 1.

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de escoramento



Fonte: FGV IBRE



2.1 Escoramento de vala

2.1.1 Escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

O serviço consiste na instalação de contenção lateral para paredes de solo de cavas, poços e valas, por meio de peças de madeira verticais travadas por longarinas horizontais, para profundidades de escavação de até 4 metros, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- ABNT NBR 17015/2023: *Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.*

2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual das tábuas de madeira nas duas faces da vala à medida que a escavação vai sendo realizada, cravando-as no solo;
- fixação manual das longarinas em sentido perpendicular às tábuas;
- retirada manual dos escoramentos após o reaterro da vala.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m²/h.

2.1.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para coordenar a instalação e retirada do escoramento;
- 1 ajudante para auxiliar na manipulação e posicionamento das peças.

A tabela 1 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 1 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Carpinteiro (h/m ²)	Ajudante (h/m ²)
1,50000	3,00000



2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram estabelecidos por meio das diretrizes constantes na norma *ABNT NBR 17015/2023: Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis*.

a) tábua

Consiste em insumo de madeira utilizado na confecção do escoramento contínuo do solo em escavação de valas, posicionado na vertical.

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

$$Q = \frac{L \times C \times k}{L_t \times A}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro quadrado;

L representa a largura referencial de escoramento, em metros;

C representa o comprimento de tábua, em metros por unidade;

k representa o coeficiente de perda do material;

L_t representa a largura da tábua, em metros por unidade;

A representa a área escorada, em metros quadrados.

O coeficiente de perda do material é definido por meio da aplicação da seguinte expressão matemática:

$$k = \frac{1,1 \times (1,05^{(n-1)})}{n}$$

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.

A tabela 2 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 2 - Consumo de tábua - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Largura referencial (m)	Comprimento (m/un)	Largura da tábua (m/un)	Área escorada (m²)	Consumo (m/m²)	
				1 utilização	3 utilizações
1,00	4,50	0,30	4,00	4,12500	1,51594



b) longarina de madeira de primeira

Consiste em insumo de madeira utilizado na confecção do escoramento contínuo do solo em escavação de valas, posicionado na horizontal para promover o travamento das tábuas.

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

$$Q = \frac{Q_t \times C_L \times k}{A}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro quadrado;

Q_t representa a quantidade de peças, em unidades;

C_L representa o comprimento de longarina, em metros por unidade;

k representa o coeficiente de perda do material;

A representa a área escorada, em metros quadrados.

O coeficiente de perda do material é definido por meio da aplicação da seguinte expressão matemática:

$$k = \frac{1,1 \times (1,05^{(n-1)})}{n}$$

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.

A tabela 3 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 3 - Consumo de longarina - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Quantidade (un)	Comprimento (m/un)	Área escorada (m ²)	Consumo (m/m ²)	
			1 utilização	3 utilizações
4	1,00	4,00	1,10000	0,40425

c) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para fixar as longarinas nas tábuas de madeira.

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

$$Q = \frac{Q_p \times Q_l \times L}{A \times L_t \times N}$$



onde:

Q representa o consumo de pregos, em quilogramas por metro quadrado;

Q_p representa o consumo unitário de pregos a cada conexão entre tábua e longarina, em unidades;

Q_l representa a quantidade de longarinas;

L representa a largura referencial de escoramento, em metros;

A representa a área escorada, em metros quadrados;

L_t representa a largura da tábua, em metros;

N representa o número de pregos por quilograma, em unidades por quilogramas.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 4 - Consumo de prego de ferro - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Consumo unitário (un)	Quantidade de longarinas	Largura de escoramento (m)	Área escorada (m²)	Largura da tábua (m)	Número de pregos (un/kg)	Consumo (kg/m²)
3	4	1,00	4,00	0,30	116,00	0,08621

2.1.1.6 Operações de transporte

A tabela 5 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 5 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Descrição	Código SICRO	Descrição
Longarina, tábua e prego de ferro	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

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 6 - Fator de conversão de transporte - escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M1811	Longarina de madeira de primeira - L = 16 cm e E = 6 cm	0,00960 t/m
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg
M0286	Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm	0,00750 t/m



2.1.1.7 Critérios de medição

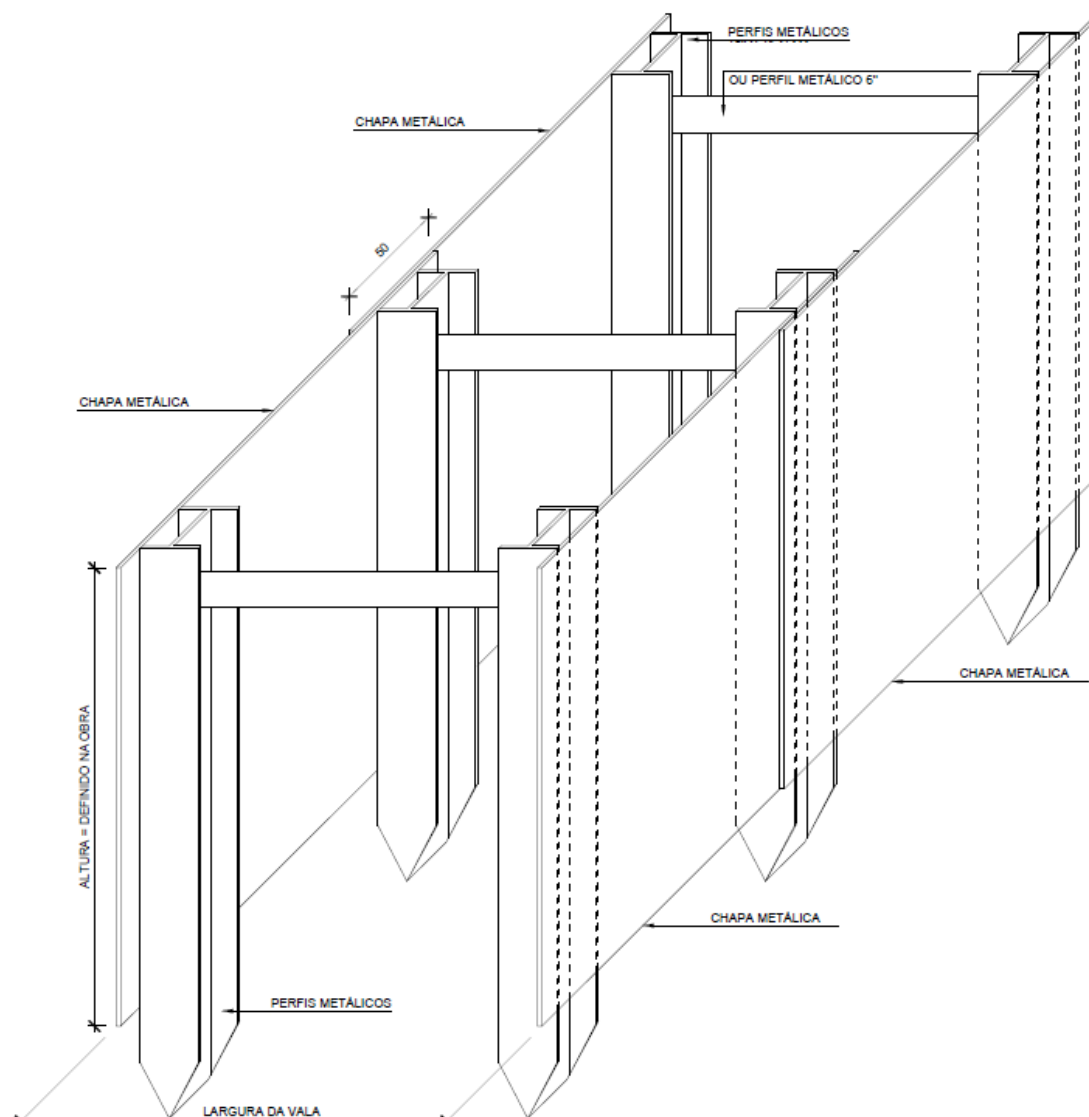
A medição dos serviços de escoramento de valas com tábuas e longarinas de madeira deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente escorada.

2.1.2 Escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço

O serviço consiste na instalação de contenção lateral para paredes de solo de cavas, poços e valas, por meio de perfis metálicos W 150 x 18,0 kg/m posicionados na vertical e travados entre si com chapas de aço de 12,5 a 16 mm, para profundidades de escavação de até 10 metros e com utilização de 20 vezes, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

A figura 2 apresenta croqui do escoramento com perfis metálicos e chapas de aço.

Figura 2 - Vista isométrica de sistema de escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço



Fonte: COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Manual de Obras de Saneamento: Módulo 5: Escoramento.** 4. ed. Paraná: SANEPAR, 2012. (Adaptado)



2.1.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.1.2.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual das chapas de aço nas duas faces da vala à medida que a escavação é realizada;
- instalação manual dos perfis metálicos junto a superfície da chapa;
- soldagem dos perfis nas chapas;
- retirada manual do escoramento após o reaterro da vala.

2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m²/h.

2.1.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para coordenar a instalação e retirada das chapas e perfis metálicos;
- 4 ajudantes para auxiliar na manipulação e posicionamento das peças.

2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) aço em perfis ASTM A572 grau 50

Consiste em perfil metálico utilizado para a confecção do escoramento de valas.

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

$$Q = \frac{E \times \gamma}{A \times n}$$

onde:

Q representa o consumo de perfil de aço, em quilogramas por metro quadrado;

E representa o espaçamento entre os perfis, em metros;

γ representa a massa linear do perfil de aço, em quilogramas por metro;

A representa a área de escoramento, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.



Tabela 7 - Consumo de aço em perfis - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço

Espaçamento entre perfis (m)	Massa linear (kg/m)	Área de escoramento (m²)	Número de utilizações	Consumo (kg/m²)
1,00	18,00	1,00	20	0,90000

b) chapa grossa em aço ASTM A36

Consiste em insumo metálico utilizado no escoramento das laterais da vala.

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

$$Q = \frac{(e_1 + e_2) \times H \times L \times \rho}{A \times n}$$

onde:

Q representa o consumo de chapa de aço, em quilogramas por metro quadrado;
 e_1 representa a espessura da chapa utilizada até 5 metros de altura, em metros;
 e_2 representa a espessura da chapa utilizada entre 5 e 10 metros de altura, em metros;

H representa a altura da chapa de aço, em metros;

L representa a largura referencial do escoramento, em metros;

ρ representa a massa específica do aço, em quilogramas por metro cúbico;

A representa a área do escoramento, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações.

A tabela 8 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 8 - Consumo de chapa grossa em aço - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço

Espessura chapa (m)		Altura chapa (m)	Largura escoramento (m)	Massa específica aço (kg/m³)	Área escoramento (m²)	Número de utilizações	Consumo (kg/m²)
e_1	e_2						
0,0125	0,0160	5,00	1,00	7.850,00	10,00	20	5,59313

c) solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX

Consiste na soldagem do perfil metálico nas chapas de aço para consolidação do escoramento.

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

$$Q = \frac{A_s \times C \times \rho}{A \times E_d}$$



onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por metro quadrado;
 A_s representa a área da seção de solda, em metros quadrados;
 C representa o comprimento total de solda, em metros;
 ρ representa a massa específica do aço, em quilogramas por metro cúbico;
 A representa a área do escoramento de referência, em metros quadrados;
 E_d representa a eficiência de deposição.

A área da seção de solda é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$A_s = \frac{C_s^2}{2}$$

onde:

A_s representa a área da seção de solda, em metros quadrados;
 C_s representa o comprimento da perna de solda, em metros.

A tabela 9 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 9 - Consumo de solda - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço

Comprimento perna de solda (m)	Comprimento (m)	Massa específica (kg/m³)	Área de escoramento (m²)	Eficiência de deposição	Consumo (kg/m²)
0,005	20,00	7.850,00	10,00	0,755	0,25993

2.1.2.6 Operações de transporte

A tabela 10 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 10 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0946	Aço em perfis ASTM A572 grau 50	0,00100 t/kg	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
			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



Tabela 10 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
			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

2.1.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento de valas com perfil metálico deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente escorada.

2.1.3 Estroncas

O serviço consiste na instalação de estroncas posicionadas transversalmente à vala com a finalidade de sustentar ou reforçar o escoramento, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

2.1.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- ABNT NBR 17015/2023: *Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.*

2.1.3.2 Metodologia executiva

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

- colocação manual das estroncas de forma que fiquem perpendiculares ao plano de escoramento, apoiadas nos perfis metálicos ou nas longarinas de madeira;
- retirada manual das estroncas após a execução do serviço.

2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m/h.



2.1.3.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- para estroncas de madeira:
 - 1 carpinteiro para coordenar a instalação e retirada da estronca;
 - 1 ajudante para auxiliar na manipulação e posicionamento da estronca.
- para estroncas em perfil metálico:
 - 1 montador para coordenar a instalação e retirada da estronca;
 - 1 ajudante para auxiliar na manipulação e posicionamento da estronca.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 11 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - estroncas

Serviço	Carpinteiro (h/m ²)	Montador (h/m ²)	Ajudante (h/m ²)
Estroncas de madeira com D = 15 cm	0,40000	-	0,20000
Estroncas de madeira com D = 20 cm	0,50000	-	0,25000
Estroncas em perfil metálico	-	0,20000	0,76000

2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) estronca de madeira e pontalete para escoramento

Consiste em insumo utilizado no travamento transversal do escoramento.

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

$$Q = C \times k$$

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro;

C representa o comprimento do insumo, em metros por metro;

k representa o coeficiente de perda do material.

O coeficiente de perda do material é definido por meio da aplicação da seguinte expressão matemática:

$$k = \frac{1,1 \times (1,05^{(n-1)})}{n}$$

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.



A tabela 12 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 12 - Consumo de estronca e pontalete - estroncas

Código SICRO	Material	Comprimento (m/m)	Consumo (m/m)	
			1 Utilização	3 Utilizações
M0285	Pontalete para escoramento - D = 15 cm	1,00	1,10000	0,40425
M1812	Estronca de madeira - D = 20 cm	1,00	1,10000	0,40425

b) aço em perfis ASTM A572 grau 50

Consiste em perfil metálico W 150 x 18,0 kg/m utilizado no travamento transversal do escoramento.

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

$$Q = \frac{C \times \gamma}{n}$$

onde:

Q representa o consumo de aço em perfis, em quilogramas por metro;

C representa o comprimento do perfil de aço, em metros por metro;

γ representa a massa linear do perfil de aço, em quilogramas por metro;

n representa o número de utilizações.

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

Tabela 13 - Consumo de aço em perfis - estroncas

Comprimento (m/m)	Massa linear (kg/m)	Número de utilizações	Consumo (kg/m)
1,00	18,00	20	0,90000

2.1.3.6 Operações de transporte

A tabela 14 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - estroncas

Descrição	Código SICRO	Descrição
Aço em perfis, estronca de madeira e pontalete para escoramento	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



A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 15 - Fator de conversão de transporte - estroncas

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0946	Aço em perfis ASTM A572 grau 50	0,00100 t/kg
M1812	Estronca de madeira - D = 20 cm	0,03142 t/m
M0285	Pontalete para escoramento - D = 15 cm	0,01767 t/m

2.1.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estroncas para valas deve ser realizada em metros, em função dos comprimentos efetivamente utilizados.

2.2 Escoramento em madeira

2.2.1 Escoramento com pontalete

O serviço consiste na confecção e instalação de escoramento de madeira para estruturas de concreto, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 124/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos*;
- ABNT NBR 15696/2009: *Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*.

2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- corte das peças por meio da serra circular com bancada;
- posicionamento manual dos pontaletes e caibros de pinho;
- fixação das tábuas aos pontaletes com pregos de ferro pela mão de obra;
- retirada manual dos escoramentos após a consolidação da estrutura escorada.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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



- serra circular com bancada;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m³/h.

a) serra circular de bancada

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

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

onde:

P representa a produção horária de equipe, em metros cúbicos por hora;

V representa o volume escorado, 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 dos equipamentos ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidades fracionadas.

O grupo gerador opera em conjunto com a serra circular, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para coordenar a confecção, instalação e retirada das peças;
- 1 ajudante para auxiliar na manipulação e posicionamento das peças.

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

Tabela 16 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento com pontalete

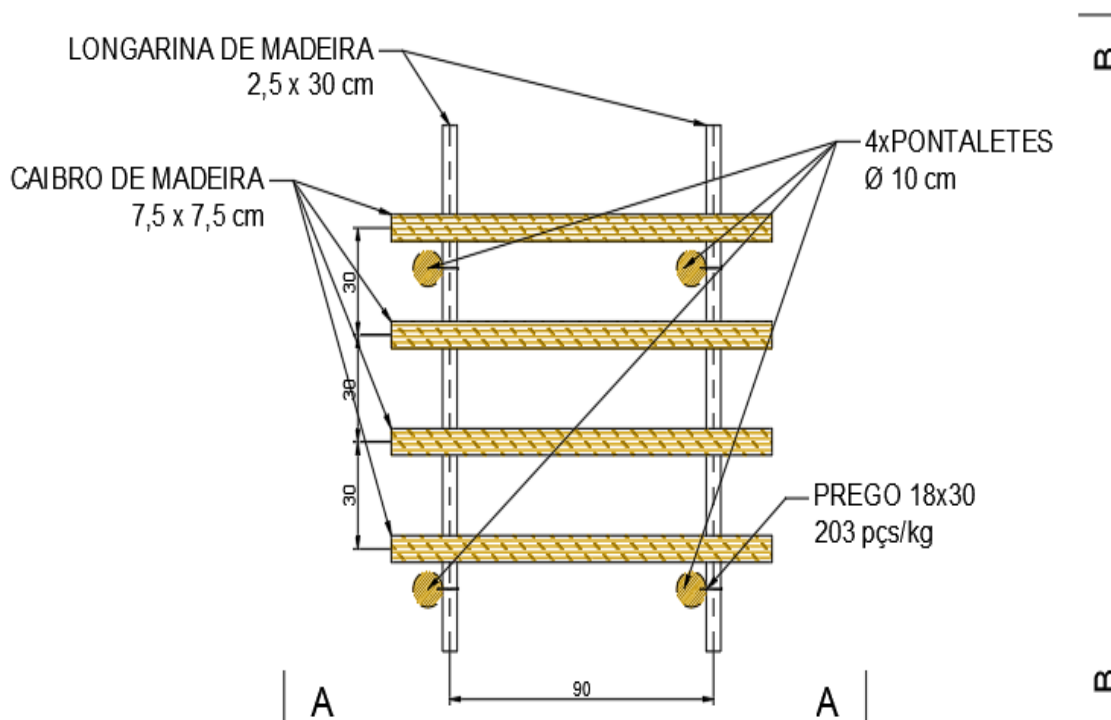
Serviço	Número de utilizações	Carpinteiro (h/m³)	Ajudante (h/m³)
Escoramento com pontalete D = 10 cm	1	0,20000	0,20000
	2	0,22500	0,22500
	3	0,25000	0,25000
	5	0,30000	0,30000
Escoramento com pontalete D = 15 cm	1	0,30000	0,30000
	2	0,35000	0,35000
	3	0,40000	0,40000
	5	0,50000	0,50000



2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

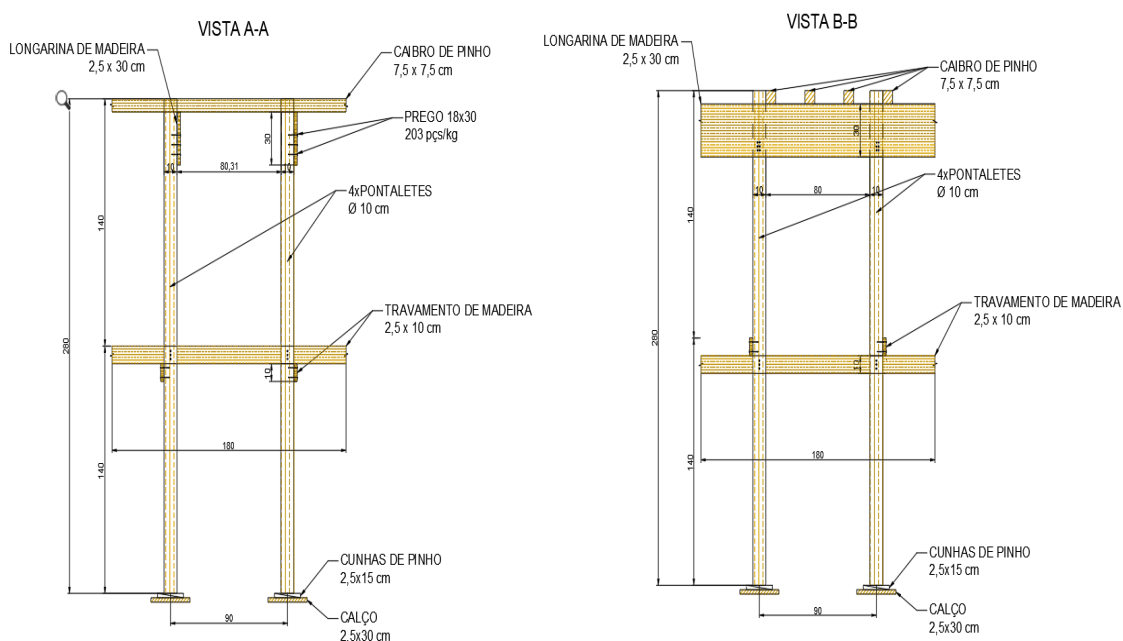
Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos dos croquis apresentados nas figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 - Vista em planta do escoramento com pontaletes de D = 10



Fonte: FGV IBRE

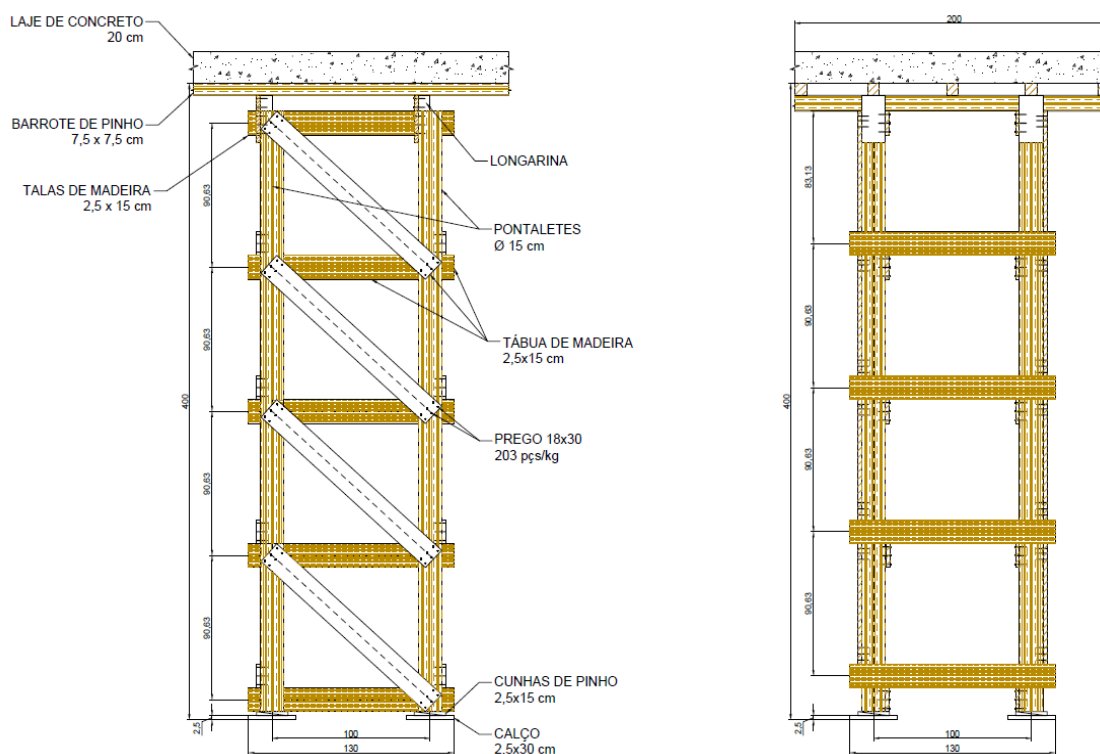
Figura 4 - Vistas em corte do escoramento com pontaletes de D = 10 cm



Fonte: FGV IBRE



Figura 5 - Vistas em corte do escoramento com pontaletes de D = 15 cm



Fonte: FGV IBRE

Os modelos referenciais são constituídos pelos seguintes insumos:

- escoramento com pontalete - D = 10 cm:
 - 4 pontaletes com comprimento de 2,80 metros, espaçados em 0,90 m (de centro a centro);
 - 4 travamentos laterais (tábuas de 2,5 x 10 cm) com comprimento de 1,80 m;
 - 2 suportes para os caibros (tábuas de 2,5 x 30 cm) com comprimento de 1,80 m;
 - 4 cunhas de madeira (tábua 2,5 x 15 cm) com comprimento de 20 cm;
 - 4 calços de madeira (tábua de 2,5 x 30 cm) com comprimento de 30 cm;
 - 48 pregos de ferro, sendo 3 pregos em cada encontro de tábua de travamento lateral com o pontalete e 6 pregos em cada encontro de tábua 2,5 x 30 cm com o pontalete.
- escoramento com pontalete - D = 15 cm:
 - 4 pontaletes com comprimento de 3,775 metros, espaçados em 1,00 m (de centro a centro);
 - tábuas de 2,5 x 15 cm: 18 travamentos laterais com comprimento de 1,30 m e 8 travamentos diagonais de comprimento de 1,41 m;
 - 2 caibros de 7,5 x 10 cm para o suporte dos caibros de 7,5 x 7,5 cm, com comprimento de 2,00 m;



- 4 talas de 2,5 x 15 cm com comprimento de 30 cm para fixação do pontalete nas longarinas;
- 4 cunhas de madeira (tábua 2,5 x 15 cm) com comprimento de 20 cm;
- 4 calços de madeira (tábua de 2,5 x 30 cm) com comprimento de 30 cm;
- 236 pregos de ferro, sendo 6 pregos em cada encontro de tábua em diagonal com o pontalete e 8 pregos em cada tala de madeira (fixação do pontalete na longarina de 7,5 x 10 cm).

a) pontalete para escoramento, tábua e caibro

Consistem em insumos utilizados na confecção do escoramento.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

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

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro cúbico;

C representa o comprimento total do insumo, em metros;

k representa o coeficiente de perda do material;

V representa o volume escorado, em metros cúbicos.

O coeficiente de perda do material é definido por meio da aplicação da seguinte expressão matemática:

$$k = \frac{1,1 \times (1,05^{(n-1)})}{n}$$

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.

As tabelas 17, 18, 19 e 20 apresentam os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 17 - Consumo de pontalete - escoramento com pontalete

Pontalete	Comprimento total (m)	Volume escorado (m³)	Consumo (m/m³)			
			1 utilização	2 utilizações	3 utilizações	5 utilizações
D = 10 cm	11,20	9,07200	1,35802	0,71296	0,49907	0,33014
D = 15 cm	15,10	16,00000	1,03812	0,54502	0,38151	0,25237



Tabela 18 - Consumo de tábua - escoramento com pontalete D = 10 cm

Tábua	Comprimento total (m)	Volume escorado (m³)	Consumo (m/m³)			
			1 utilização	2 utilizações	3 utilizações	5 utilizações
Tábua de 2,5 x 30 cm	4,80	9,07200	0,58201	0,30556	0,21389	0,14149
Tábua de 2,5 x 15 cm	0,80	9,07200	0,09700	0,05093	0,03565	0,02358
Tábua de 2,5 x 10 cm	7,20	9,07200	0,87302	0,45833	0,32083	0,21223

Tabela 19 - Consumo de tábua - escoramento com pontalete D = 15 cm

Tábua	Comprimento total (m)	Volume escorado (m³)	Consumo (m/m³)			
			1 utilização	2 utilizações	3 utilizações	5 utilizações
Tábua de 2,5 x ,30 cm	1,20	16,00	0,08250	0,04331	0,03032	0,02006
Tábua de 2,5 x 15 cm	36,68	16,00	2,52175	1,32392	0,92674	0,61304

Tabela 20 - Consumo de caibro - escoramento com pontalete D = 15 cm

Comprimento total (m)	Volume escorado (m³)	Consumo (m/m³)			
		1 utilização	2 utilizações	3 utilizações	5 utilizações
4,00	16,00	0,27500	0,14438	0,10106	0,06685

b) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para fixar as peças de madeira.

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

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de pregos, em unidades;

M representa a massa de um prego, em quilogramas por unidade;

V representa o volume escorado, em metros cúbicos.

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 21 - Consumo de prego de ferro - escoramento com pontalete

Pontalete	Quantidade de pregos (un)	Massa do prego (kg/un)	Volume escorado (m³)	Consumo (kg/m³)
D = 10 cm	48	0,005	9,07200	0,02646
D = 15 cm	236	0,005	16,00000	0,07375



2.2.1.6 Operações de transporte

A tabela 22 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 22 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com pontalete

Descrição	Código SICRO	Descrição
Peças de madeira e pregos de ferro	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

A tabela 23 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 23 - Fator de conversão de transporte - escoramento com pontalete

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0068	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 10,0 cm	0,00750 t/m
M0301	Pontalete para escoramento - D = 10 cm	0,00785 t/m
M0285	Pontalete para escoramento - D = 15 cm	0,01767 t/m
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg
M0290	Tábua - E = 2,5 cm e L = 10 cm	0,00250 t/m
M0289	Tábua - E = 2,5 cm e L = 15 cm	0,00375 t/m
M0286	Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm	0,00750 t/m

2.2.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento com pontalete deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escorado, definido pela projeção em planta da área escorada, multiplicada pela altura total de escoramento.

2.2.2 Escoramento de corpo de bueiro celular

O serviço consiste na confecção e instalação de escoramento interno e externo, em madeira, para corpo de bueiro celular, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:



- ABNT NBR 15696/2009: *Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.*

2.2.2.2 Metodologia executiva

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

- corte das peças por meio da serra circular com bancada;
- posicionamento manual dos pontaletes e caibros de pinho;
- fixação das tábuas aos pontaletes com pregos de ferro pela mão de obra;
- retirada manual dos escoramentos após a consolidação do bueiro.

2.2.2.3 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:

- serra circular com bancada;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m³/h.

a) serra circular de bancada e grupo gerador

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

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

onde:

P representa a produção horária de equipe, em metros cúbicos por hora;

V representa o volume escorado, 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 dos equipamentos ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidades fracionadas.

O grupo gerador opera em conjunto com a serra circular, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.2.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:



- 1 carpinteiro para coordenar o posicionamento, instalação e retirada do escoramento;
- 1 ajudante para auxílio na manipulação das peças e serviços gerais.

A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

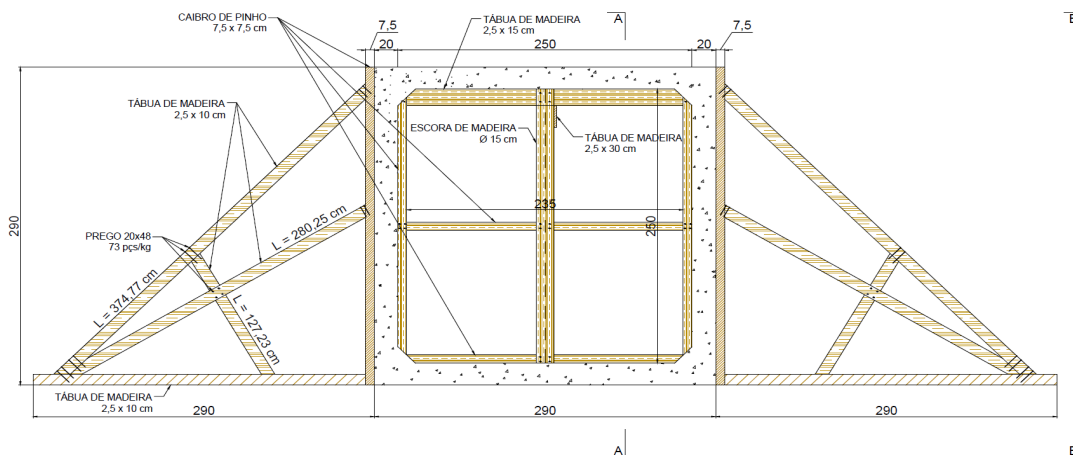
Tabela 24 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento de corpo de bueiro

Carpinteiro (h/m³)	Ajudante (h/m³)
0,50000	0,50000

2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

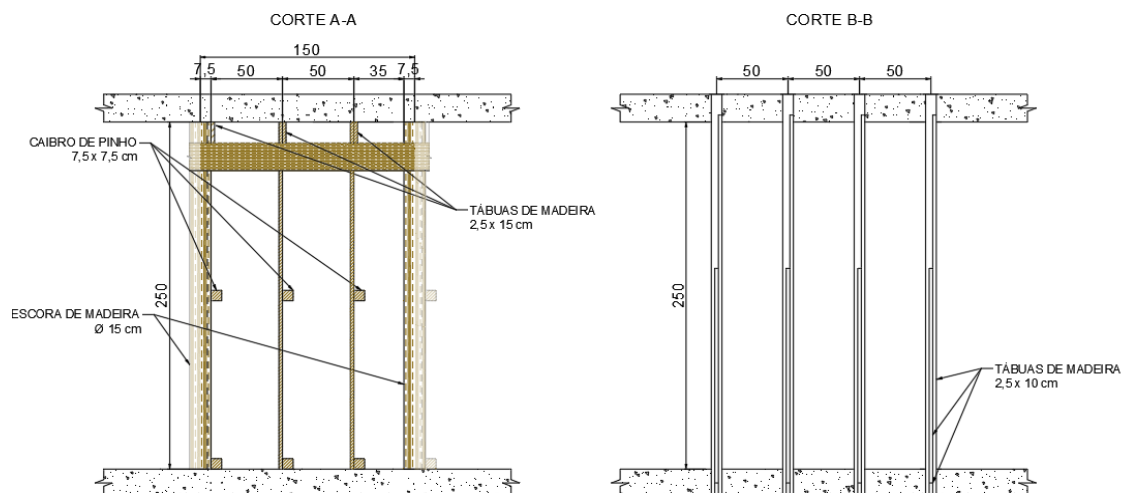
Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos dos croquis apresentados nas figuras 6 e 7.

Figura 6 - Vista do escoramento de corpo de bueiro



Fonte: FGV IBRE

Figura 7 - Vistas em corte do escoramento de corpo de bueiro



Fonte: FGV IBRE



Os modelos referenciais são constituídos pelos seguintes insumos:

- 2 caibros com comprimento de 2,35 m posicionados na horizontal (interior do bueiro). Considerando que estes caibros são espaçados em 0,50 m para o comprimento referencial de 1,50 metros, considera-se 3 conjuntos de caibros;
- 1 pontalete para escoramento (D = 15 cm) com comprimento de 2,50 m;
- tábua de madeira 2,5 x 30 cm posicionada na parte superior do bueiro, no sentido longitudinal, oferecendo suporte para a tábua de 2,5 x 15 cm;
- tábua de madeira 2,5 x 15 cm posicionada na parte superior do bueiro, espaçada em 0,50 m. Considerando o comprimento de referência de 1,50 m, são utilizadas 3 tábuas com comprimento de 2,35 m;
- tábuas de 2,5 x 10 cm empregadas no escoramento externo do bueiro. As 3 escoras diagonais e 1 horizontal são espaçadas em 0,50 m, em ambos os lados do bueiro;
- 216 pregos de ferro.

a) pontalete, tábua e caibro

Consistem em insumos utilizados na confecção da estrutura de escoramento.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

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

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metro cúbico;

C representa o comprimento total do insumo, em metros;

k representa o coeficiente de perda do material;

V representa o volume escorado, em metros cúbicos.

O coeficiente de perda do material é definido por meio da aplicação da seguinte expressão matemática:

$$k = \frac{1,1 \times (1,05^{(n-1)})}{n}$$

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.

A tabela 25 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 25 - Consumo dos insumos de madeira - escoramento de corpo de bueiro celular**

Código SICRO	Material	Comprimento total (m)	Volume escorado (m³)	Consumo - 3 utilizações (m/m³)
M0284	Caibro de pinho	15,00	9,37500	0,64680
M0285	Pontalete para escoramento - D = 15 cm	2,50	9,37500	0,10780
M0286	Tábua de 2,5 x 30 cm	1,50	9,37500	0,06468
M0289	Tábua de 2,5 x 15 cm	7,05	9,37500	0,30400
M0290	Tábua de 2,5 x 10 cm	64,32	9,37500	2,77348

b) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para fixação das peças de madeira.

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

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de pregos, em unidades;

M representa a massa de um prego, em quilogramas por unidade;

V representa o volume escorado, em metros cúbicos.

A tabela 26 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 26 - Consumo de prego de ferro - escoramento de corpo de bueiro celular

Quantidade de pregos (un)	Massa do prego (kg/un)	Volume escorado (m³)	Consumo (kg/m³)
214	0,014	9,37500	0,31957

2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 27 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento de corpo de bueiro celular

Descrição	Código SICRO	Descrição
Caibro, pontalete, tábua e prego de ferro	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



A tabela 28 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 28 - Fator de conversão de transporte - escoramento de corpo de bueiro celular

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0284	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm	0,00563 t/m
M0285	Pontalete para escoramento - D = 15 cm	0,01767 t/m
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg
M0290	Tábua - E = 2,5 cm e L = 10 cm	0,00250 t/m
M0289	Tábua - E = 2,5 cm e L = 15 cm	0,00375 t/m
M0286	Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm	0,00750 t/m

2.2.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento de corpo de bueiro celular deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escorado, definido pela projeção em planta da área escorada, multiplicada pela altura total de escoramento.

2.3 Escoramento metálico

2.3.1 Escoramento com escora metálica tubular regulável

O serviço consiste na instalação de escoramento composto por tubos em aço galvanizado reguláveis, com comprimentos que variam entre 1,8 e 4,5 metros, bem como a remoção após a conclusão das atividades.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 124/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos*;
- ABNT NBR 15696/2009: *Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*.

2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual das escoras tubulares ajustáveis;
- retirada manual das escoras após a consolidação da estrutura.



2.3.1.3 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 29.

Tabela 29 - Produção horária dos serviços de escoramento com escora metálica tubular regulável

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
2106232	Escoramento metálico tubular galvanizado para formas com capacidade de 2.100 a 750 kg por unidade - regulável de 3,0 a 4,5 m - utilização de 20 vezes - fornecimento, instalação e retirada	10,00
2106233	Escoramento metálico tubular galvanizado para formas com capacidade de 3.200 a 1.600 kg por unidade - regulável de 1,8 a 3,0 m - utilização de 20 vezes - fornecimento, instalação e retirada	12,00

2.3.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para coordenar a instalação e retirada das escoras;
- 1 ajudante para auxiliar na manipulação e posicionamento das escoras.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) escora tubular galvanizada regulável

Consiste em dispositivo metálico com altura ajustável utilizado em escoramento de estruturas de até 4,5 metros.

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

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

onde:

Q representa o consumo de escora tubular galvanizada, em unidades por unidade;

Q_t representa a quantidade de escoras, em unidades por unidade;

n representa o número de utilizações.

A tabela 30 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



Tabela 30 - Consumo de escora tubular - escoramento com escora metálica tubular regulável

Quantidade de escoras (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
1	20	0,05000

2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 31 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 31 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com escora metálica tubular regulável

Descrição	Código SICRO	Descrição
Escora tubular galvanizada regulável	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

A tabela 32 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 32 - Fator de conversão de transporte - escoramento com escora metálica tubular regulável

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/un)
M0533	Escora tubular galvanizada regulável - L = 3,00 a 4,50 m e capacidade de 2.100 a 750 kg	0,01990
M0534	Escora tubular galvanizada regulável - L = 2,00 a 3,10 m e capacidade de 3.200 a 1.500 kg	0,01480

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento com escora metálica tubular regulável deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de escoras efetivamente utilizadas.

2.3.2 Escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados

O serviço consiste na instalação de quadros tubulares contraventados para escoramento, bem como a remoção após a conclusão das atividades.



2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 124/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Escoramentos*;
- ABNT NBR 15696/2009: *Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*.

2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- montagem do primeiro módulo de quadro tubular por meio da mão de obra;
- instalação manual dos demais módulos até alcançar a altura de projeto;
- desmontagem manual do escoramento após o encerramento das atividades.

2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 39,06 m³/h.

2.3.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

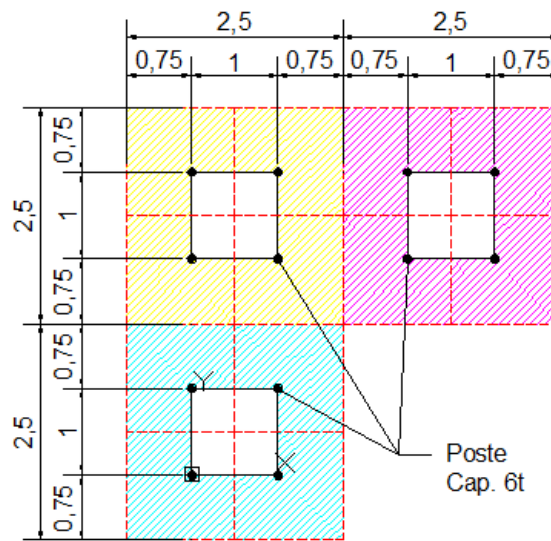
- 1 montador para coordenar a instalação e retirada dos módulos;
- 2 ajudantes para auxiliar na manipulação e posicionamento das peças.

2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 8.



Figura 8 - Vista da área de influência dos escoramentos com quadros tubulares



Fonte: FGV IBRE

a) quadro tubular contraventado com acessórios

Consiste em módulo metálico utilizado para montagem do escoramento.

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

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de quadros, em unidades;

V representa o volume escorado por uma torre, em metros cúbicos;

n representa o número de utilizações.

O volume escorado é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = A \times H$$

onde

V representa o volume escorado por uma torre, em metros cúbicos;

A representa a área de influência escorada por cada torre, em metros quadrados;

H representa a altura de referência da torre, em metros.

A tabela 33 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 33 - Consumo de quadro tubular - escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados**

Quantidade de quadros (un)	Área de influência (m²)	Altura de referência (m)	Volume escorado por uma torre (m³)	Número de utilizações	Consumo (un/m³)
1	6,2500	1,25	7,81250	50	0,00256

2.3.2.6 Operações de transporte

A tabela 34 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 34 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0536	Quadro tubular contraventado com acessórios - C = 1,00 m, L = 1,00 m e H = 1,25 m	0,08424 t/un	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

2.3.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento com quadros metálicos contraventados deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume escorado, de acordo com as capacidades de carga disponibilizadas nas composições de custos e das especificações de projeto.

2.4 Escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira

2.4.1 Escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira

O serviço consiste na instalação de escoramento de taludes ou de escavações por meio da cravação de perfis metálicos intercalados com pranchões de madeira.

2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:



- ABNT NBR 17015/2023: *Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.*

2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- cravação dos perfis metálicos por meio do bate-estaca de gravidade;
- posicionamento manual das pranchas de madeira no interior dos perfis metálicos à medida que a escavação vai sendo executada.

2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- bate-estaca de gravidade.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 9,96 m²/h.

2.4.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para coordenar a instalação das pranchas de madeira;
- 1 ajudante para auxiliar no posicionamento das peças;
- 4 serventes para auxiliar na manipulação e posicionamento dos perfis metálicos e das pranchas de madeira.

2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) aço em perfis ASTM A572 grau 50

Consiste em perfil metálico W 250 x 38,5 kg/m utilizado para a execução de escoramento.

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

$$Q = \frac{(C_e + C_f) \times \gamma}{A}$$

onde:

Q representa o consumo de perfil metálico, em quilogramas por metro quadrado;
C_e representa o comprimento de estaca, em metros;



C_f representa o comprimento de ficha, em metros;
 γ representa a massa linear do perfil metálico, em quilogramas por metro;
 A representa a área do escoramento, em metros quadrados.

A tabela 35 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 35 - Consumo de perfil metálico - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira

Código SICRO	Variação da ficha	Comprimento da estaca (m)	Comprimento médio da ficha (m)	Massa linear perfil (kg/m)	Área de escoramento (m²)	Consumo (kg/m²)
2105846	0 a 0,2 H	1,00	0,10	38,500	1,5000	28,23333
2105929	0,2 a 0,4 H	1,00	0,30	38,500	1,5000	33,36667
2105933	0,4 a 0,6 H	1,00	0,50	38,500	1,5000	38,50000

b) madeira estrutural de eucalipto

Consiste em prancha de madeira utilizada como elemento de contenção.

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

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

onde:

Q representa o consumo de madeira, em metros cúbicos por metro quadrado;
 V representa o volume de madeira utilizada, em metros cúbicos;
 A representa a área de escoramento, em metros quadrados.

A tabela 36 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 36 - Consumo de madeira estrutural - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira

Trecho de colocação da madeira			Volume de madeira utilizada (m³)	Área de escoramento (m²)	Consumo (m³/m²)
Altura (m)	Comprimento (m)	Largura (m)			
1,00	1,50	0,05	0,07500	1,5000	0,05000

2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 37 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 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0946	Aço em perfis ASTM A572 grau 50	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
			5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada
M0998	Madeira estrutural de eucalipto	1,00000 t/m ³	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

2.4.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira deve ser realizada em metros quadrados, em função da área de superfície efetivamente escorada.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - ESCORAMENTO

A tabela 38 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de escoramento, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 38 - Relação das composições de custos por subgrupo - escoramento

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Escoramento contínuo de valas com tábuas e longarinas de madeira	2106292 e 2106291
2.1.2 Escoramento de valas com perfis metálicos e chapas de aço	2106293
2.1.3 Estroncas	2106298, 2106295, 2106294, 2106297 e 2106296
2.2.1 Escoramento com pontalete	2108165, 2108166, 2108167, 2108168, 2108169, 2108170, 2108171 e 2108172
2.2.2 Escoramento de corpo de bueiro celular	2105605
2.3.1 Escoramento com escora metálica tubular regulável	2106232 e 2106233
2.3.2 Escoramento com quadros metálicos tubulares contraventados	2106235
2.4.1 Escoramento com estacas de perfis metálicos e pranchas de madeira	2105846, 2105929 e 2105933