



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Solo Reforçado com Fita

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 Solo Reforçado com Fita



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 - Detalhes do muro de solo reforçado com fita metálica	1
Figura 2 - Atividades integrantes do grupo de serviços de solo reforçado com fita	3
Figura 3 - Escama de concreto referencial de 1,50 x 1,50 m	10
Figura 4 - Molde metálico referencial para quantificação dos materiais e atividades auxiliares	15
Figura 5 - Escama de concreto referencial de 1,50 x 1,50 m	22
Figura 6 - Sistema de escoramento da primeira linha de escamas de concreto	28
Figura 7 - Travador de madeira para escama de concreto	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de fita metálica - aterro compactado em solo reforçado com fita	6
Tabela 2 - Consumo de material de jazida - aterro compactado em solo reforçado com fita.....	7
Tabela 3 - Serviços empregados nas operações de transporte - aterro compactado em solo reforçado com fita.....	8
Tabela 4 - Consumo de ligação tipo barra chata - fabricação de escama de concreto armado	10
Tabela 5 - Consumo de desmoldante para fôrmas metálicas - fabricação de escama de concreto armado	11
Tabela 6 - Consumo de parafuso e porca - fabricação de escama de concreto armado	12
Tabela 7 - Consumo de tubo PEAD - fabricação de escama de concreto armado	12
Tabela 8 - Consumo de moldes metálicos - fabricação de escama de concreto armado	13
Tabela 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de escama de concreto armado	14
Tabela 10 - Conversão para transporte - fabricação de escama de concreto armado	14
Tabela 11 - Consumo de chapa fina em aço - moldes metálicos para escama de concreto	16
Tabela 12 - Consumo de parafuso e porca sextavada - moldes metálicos para escama de concreto	16



Tabela 13 - Consumo de corte de chapas de aço com espessura de 6,3 mm - moldes metálicos para escama de concreto	17
Tabela 14 - Consumo de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço - moldes metálicos para escama de concreto	18
Tabela 15 - Serviços empregados nas operações de transporte - moldes metálicos para escama de concreto.....	18
Tabela 16 - Consumo de fabricação de escama de concreto armado - muro de escama de concreto armado	19
Tabela 17 - Consumo da atividade escoramento da primeira linha de escamas de concreto.....	20
Tabela 18 - Consumo de adesivo à base de PVA - montagem das escamas de concreto armado	22
Tabela 19 - Consumo de apoio de neoprene não fretado - montagem das escamas de concreto armado	23
Tabela 20 - Consumo de geotêxtil não-tecido agulhado em poliéster - montagem das escamas de concreto armado	24
Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica	24
Tabela 22 - Conversão para transporte - montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica.....	24
Tabela 23 - Consumo de travador de madeira - travamento e nivelamento de escama de concreto armado	26
Tabela 24 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	28
Tabela 25 - Consumo de caibro de pinho e tábua - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	29
Tabela 26 - Consumo de prego de ferro - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	30
Tabela 27 - Serviços empregados nas operações de transporte - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado.....	30
Tabela 28 - Conversão de transporte - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	30
Tabela 29 - Consumo de arruela e porca - travador de madeira para escama de concreto	32
Tabela 30 - Consumo de barra de aço e viga de madeira - travador de madeira para escama de concreto	32
Tabela 31 - Consumo de corte de barras de aço - travador de madeira para escama de concreto armado	33
Tabela 32 - Serviços empregados nas operações de transporte - travador de madeira para escama de concreto armado	33



Tabela 33 - Relação das composições de custos por subgrupo - solo reforçado com fita.....	35
---	----



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	3
2.1	Aterro compactado.....	3
2.1.1	Aterro compactado em solo reforçado com fita	3
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>3</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>4</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>4</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>6</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>6</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>7</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>8</i>
2.2	Fabricação de escamas de concreto armado	8
2.2.1	Fabricação de escama de concreto armado.....	8
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>8</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>8</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>9</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>9</i>
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>13</i>
2.2.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	Moldes metálicos para escama de concreto.....	14
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>14</i>
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>14</i>
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>15</i>
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>15</i>
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>15</i>
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>18</i>
2.2.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>18</i>
2.3	Instalação de escamas de concreto armado.....	18
2.3.1	Muro de escama de concreto armado	18
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>18</i>
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>19</i>



2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	19
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	19
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	19
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	20
2.3.1.7	<i>Crítérios de medição</i>	21
2.3.2	Montagem das escamas de concreto armado	21
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	21
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	21
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	21
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	22
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	24
2.3.2.7	<i>Crítérios de medição</i>	24
2.3.3	Travamento e nivelamento de escama de concreto armado	25
2.3.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	25
2.3.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	25
2.3.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	25
2.3.3.4	<i>Mão de obra</i>	25
2.3.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	25
2.3.3.6	<i>Operações de transporte</i>	26
2.3.3.7	<i>Crítérios de medição</i>	26
2.3.4	Escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	26
2.3.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	26
2.3.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	26
2.3.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	27
2.3.4.4	<i>Mão de obra</i>	27
2.3.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	28
2.3.4.6	<i>Operações de transporte</i>	30
2.3.4.7	<i>Crítérios de medição</i>	30
2.3.5	Travador de madeira para escama de concreto armado	30
2.3.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	30
2.3.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	31
2.3.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	31
2.3.5.4	<i>Mão de obra</i>	31
2.3.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	31



2.3.5.6	<i>Operações de transporte</i>	33
2.3.5.7	<i>Critérios de medição</i>	34
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO – SOLO REFORÇADO COM FITA		35



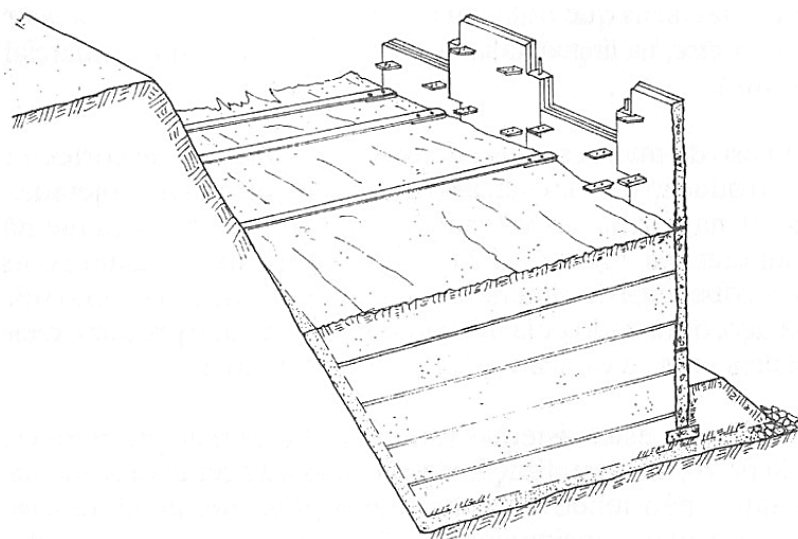
1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, solo reforçado com fita consiste em solução de engenharia com objetivo de aumentar a capacidade de suporte do solo por meio do emprego de elementos de reforço (fita metálicas), inseridos no maciço terroso e ligados perpendicularmente a elementos de face (paramento), gerando esforços resistentes à tração, consolidando a estrutura de contenção.

O paramento é composto por um conjunto de placas pré-moldadas de concreto armado (escamas) que constituem o revestimento externo dos muros e fornecem proteção contra erosão do aterro compactado, consoante ao croqui apresentado na figura 1.

Figura 1 - Detalhes do muro de solo reforçado com fita metálica



Fonte: SÃO PAULO (Estado). Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de Taludes de Rodovias Orientação para Diagnóstico e Soluções de Seus Problemas**. São Paulo: DER-SP, 1991.

1.1 Parâmetros referenciais

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

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



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

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

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

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

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

No grupo de serviços de solo reforçado com fita são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de solo reforçado com fita corresponde a 0,83.

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

b) fator de conversão:

- materiais de 1ª categoria: $F_{cv} = 2,063 / 1,875 = 1,10$.



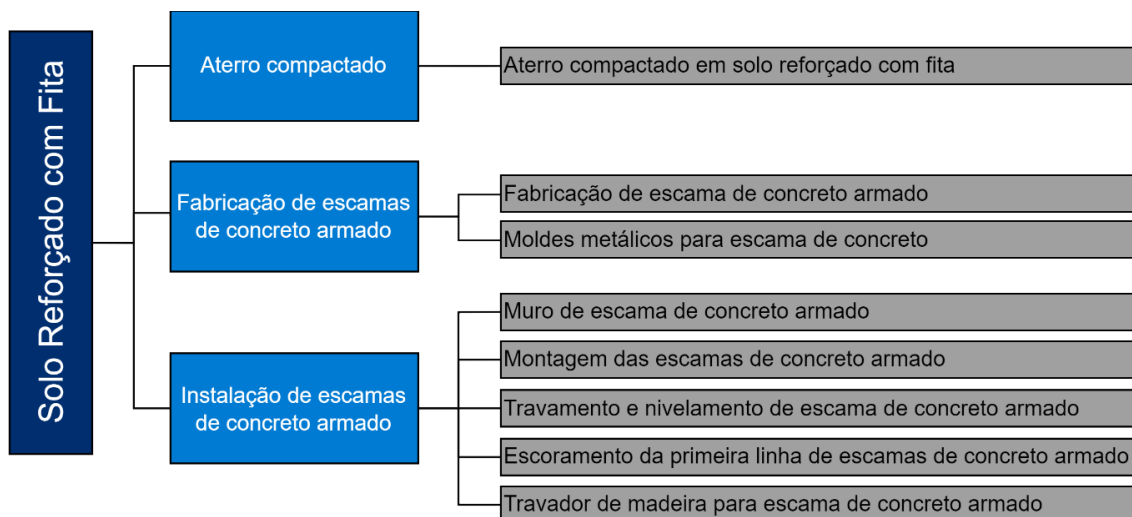
O fator de conversão supracitado é empregado no serviço de escavação e carga de material de jazida, sendo referente a relação entre a massa específica do material de 1ª categoria em seu estado compactado e seu estado natural.

De forma genérica, os demais fatores de conversão empregados no âmbito das atividades de solo reforçado com fita, correspondem à conversão de unidades de medida dos parâmetros utilizados no cálculo do consumo dos insumos e atividades.

2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de solo reforçado com fita são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 2.

Figura 2 - Atividades integrantes do grupo de serviços de solo reforçado com fita



Fonte: FGV IBRE

2.1 Aterro compactado

2.1.1 Aterro compactado em solo reforçado com fita

O serviço consiste na execução de operações de terraplenagem e na instalação de fitas metálicas para construção de aterro compactado em solo reforçado.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 108/2009: *Terraplenagem - Aterros*;
- ABNT NBR 16920-1/2021: *Muros e taludes em solos reforçados - Parte 1: Solos reforçados em aterros*.



2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- obtenção de material de jazida;
- descarga do material de jazida por meio de caminhão basculante;
- espalhamento do material e conformação da superfície por meio de motoniveladora;
- homogeneização do material por meio do trator com grade de discos;
- correção do teor de umidade do material por meio de caminhão tanque;
- conformação do material nas adjacências do paramento por meio de compactador manual;
- compactação do material por meio do rolo compactador pé de carneiro;
- instalação manual das fitas metálicas, fixando-as às escamas do paramento.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta em patrulha pelos seguintes equipamentos:

- rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido: líder de equipe;
- caminhão tanque;
- compactador manual de placa vibratória;
- trator agrícola sobre pneus;
- grade de 24 discos rebocável;
- motoniveladora.

a) rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

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

v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;

e representa a espessura da camada, em metros;

L representa a largura útil, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

Q_p representa a quantidade de passadas.



b) caminhão tanque

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

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

onde:

P representa a produção horária do caminhão tanque, em metros cúbicos por hora;

C_{ap} representa a capacidade do tanque, em litros;

F_e representa o fator de eficiência;

Q representa o consumo de água, em litros por metros cúbicos;

T_c representa o tempo de ciclo, em minutos.

c) compactador manual de placa vibratória

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{F_u \times Q_p}$$

onde:

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

v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;

e representa a espessura da camada, em metros;

L representa a largura útil, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

F_u representa o fator de utilização;

Q_p representa a quantidade de passadas.

d) trator agrícola sobre pneus com grade de discos rebocável

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

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

v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;

e representa a espessura da camada, em metros;

L representa a largura útil, em metros;



F_e representa o fator de eficiência;

Q_p representa a quantidade de passadas.

A grade de discos é acoplada ao trator agrícola, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

e) motoniveladora

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

$$P = \frac{60 \times v \times e \times L \times F_e}{Q_p}$$

onde:

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

v representa a velocidade de deslocamento, em metros por minuto;

e representa a espessura da camada, em metros;

L representa a largura útil, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

Q_p representa a quantidade de passadas.

2.1.1.4 Mão de obra

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

- 4 serventes para operar os compactadores manuais e instalar as fitas metálicas.

2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) fita metálica SAE 1010/1020 para solo reforçado - L = 50 mm e E = 4 mm

Consiste em insumo linear produzido em aço utilizado como elemento de reforço do maciço de solo.

O consumo foi estabelecido por meio de referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de fita metálica - aterro compactado em solo reforçado com fita

Código SICRO	Descrição	Consumo (kg/m³)
5405977	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 1,65 kg/m³ - material de jazida	1,65000
5406044	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 12,40 kg/m³ - material de jazida	12,40000
5406045	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 13,23 kg/m³ - material de jazida	13,23000



Tabela 1 - Consumo de fita metálica - aterro compactado em solo reforçado com fita (2/2)

Código SICRO	Descrição	Consumo (kg/m³)
5406046	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 14,88 kg/m³ - material de jazida	14,88000
5406047	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 19,84 kg/m³ - material de jazida	19,84000
5405978	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 3,31 kg/m³ - material de jazida	3,31000
5405982	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,13 kg/m³ - material de jazida	4,13000
5405983	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 4,96 kg/m³ - material de jazida	4,96000
5405984	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 6,61 kg/m³ - material de jazida	6,61000
5405985	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 8,27 kg/m³ - material de jazida	8,27000
5406043	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,92 kg/m³ - material de jazida	9,92000

b) escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³

Consiste nas operações de obtenção de material de jazida.

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

$$Q = \frac{\rho_c}{\rho_n}$$

onde:

Q representa o consumo de escavação, em metros cúbicos por metro cúbico;
 ρ_c representa a massa específica compactada, em toneladas por metro cúbico;
 ρ_n representa a massa específica natural, em toneladas por metro cúbico.

A tabela 2 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 2 - Consumo de material de jazida - aterro compactado em solo reforçado com fita

Massa específica compactada (t/m³)	Massa específica natural (t/m³)	Consumo (m³/m³)
2,06300	1,87500	1,10027

2.1.1.6 Operações de transporte

A tabela 3 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 3 - Serviços empregados nas operações de transporte - aterro compactado em solo reforçado com fita

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M3177	Fita metálica SAE 1010/1020 para solo reforçado - L = 50 mm e E = 4 mm	0,00100 t/kg	5914654	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 9 t - carga e descarga manuais
			5914404	Transporte com caminhão carroceria de 9 t - rodovia em leito natural
			5914419	Transporte com caminhão carroceria de 9 t - rodovia em revestimento primário
			5914434	Transporte com caminhão carroceria de 9 t - rodovia pavimentada
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³	1,87500 t/m³	5914354	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com escavadeira de 1,56 m³ (exclusa) e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia com revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada

2.1.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de aterro efetivamente executado.

2.2 Fabricação de escamas de concreto armado

2.2.1 Fabricação de escama de concreto armado

O serviço consiste na fabricação das escamas de concreto armado.

2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- confecção e instalação dos moldes metálicos para escama de concreto;
- aplicação manual do desmoldante nos moldes metálicos;
- preparo e colocação da armação;
- instalação manual dos acessórios metálicos e tubos;



- confecção do concreto em betoneira;
- lançamento do concreto por meio de gerica nos moldes metálicos;
- adensamento de concreto por meio de vibrador de imersão;
- remoção do dispositivo das fôrmas através do içamento das escamas por meio do caminhão carroceria com guindauto.

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 do serviço é empregado o seguinte equipamento:

- caminhão carroceria com guindauto.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 4,98000 m³/h.

a) caminhão carroceria com guindauto

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

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

onde:

P representa a produção horária do caminhão, em metros cúbicos por hora;

F_{cv} representa o fator de conversão, 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.

2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

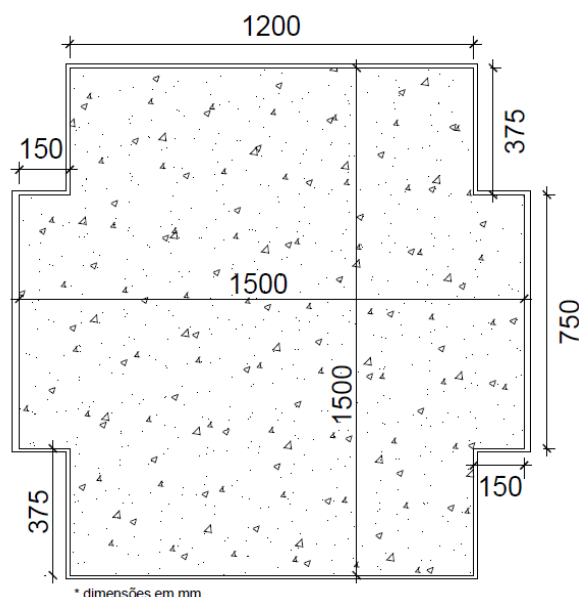
- 2 serventes para aplicar o desmoldante, instalar os acessórios metálicos e tubos PEAD e auxiliar na desforma das escamas de concreto.

2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 3.



Figura 3 - Escama de concreto referencial de 1,50 x 1,50 m



* dimensões em mm
Fonte: FGV IBRE

a) ligação tipo barra chata em aço galvanizado para contenção - L = 45 mm e E = 4 mm

Consiste em dispositivo de conexão instalado nas escamas de concreto para conexão das fitas metálicas ao paramento, por meio de parafusos.

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

$$Q = \frac{(\sum Q_t) \times M}{n} \times \frac{1}{V}$$

onde:

Q representa o consumo do insumo, em quilogramas por metro cúbico;

Qt representa as quantidades de ligações por peça, em unidades;

M representa a massa unitária do insumo, em quilogramas por unidade;

n representa a quantidade de valores contidos no intervalo definido;

V representa o volume da escama de concreto, em metros cúbicos.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 4 - Consumo de ligação tipo barra chata - fabricação de escama de concreto armado

Intervalo de ligações	Quantidade de ligações por peça (un)	Massa unitária (kg/un)	Número de valores contidos no intervalo	Volume (m³)	Consumo (kg/m³)
2 a 5	2	0,700	4	0,28350	8,64198
	3				
	4				
	5				



Tabela 4 - Consumo de ligação tipo barra chata - fabricação de escama de concreto armado (2/2)

Intervalo de ligações	Quantidade de ligações por peça (un)	Massa unitária (kg/un)	Número de valores contidos no intervalo	Volume (m³)	Consumo (kg/m³)
6 a 8	6	0,700	3	0,28350	17,28395
	7				
	8				

b) desmoldante para fôrmas metálicas

Consiste em insumo utilizado como agente de desforma, evitando a aderência do concreto à fôrma, facilitando a limpeza e permitindo seu reaproveitamento.

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

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

onde:

Q representa o consumo de desmoldante, em litros por metro cúbico;
A representa a área de aplicação do desmoldante, em metros quadrados;
R representa o rendimento do desmoldante, em metros quadrados por litro;
V representa o volume da escama de concreto, em metros cúbicos.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 5 - Consumo de desmoldante para fôrmas metálicas - fabricação de escama de concreto armado

Área de aplicação (m²)	Rendimento (m²/l)	Volume da escama (m³)	Consumo (l/m³)
2,8650	75,00	0,28350	0,13474

c) parafuso e porca sextavada

Consistem em insumos utilizados na junção entre a barra chata de ligação e a tira metálica.

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

$$Q = \frac{\sum Q_t}{n} \times \frac{1}{V}$$

onde:

Q representa o consumo do insumo, em unidades por metro cúbico;
Q_t representa a quantidade do material, em unidades;



n representa a quantidade de valores contidos no intervalo definido;
V representa o volume da escama de concreto, em metros cúbicos.

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 6 - Consumo de parafuso e porca - fabricação de escama de concreto armado

Intervalo de ligações	Quantidade (un)	Número de valores contidos no intervalo	Volume (m³)	Consumo (un/m³)
2 a 5	2	4	0,28350	13,00000
	3			
	4			
	5			
6 a 8	6	3	0,28350	25,00000
	7			
	8			

d) tubo PEAD PE 80 PN 16 - D = 20 mm

Consiste em insumo de polietileno de alta densidade instalado nas escamas de concreto para auxiliar na montagem do paramento.

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

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

onde:

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

C representa o comprimento do tubo, em metros;

V representa o volume da escama de concreto, em metros cúbicos.

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

Tabela 7 - Consumo de tubo PEAD - fabricação de escama de concreto armado

Comprimento (m)	Volume da escama (m³)	Consumo (m/m³)
1,00	0,28350	3,52734

e) adensamento de concreto por vibrador de imersão

Consiste no adensamento do concreto por meio de vibrador de imersão.

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.



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

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação nas fôrmas para fabricação da escama de concreto armado.

O consumo referencial adotado é de 50,00 kg por unidade de serviço executado.

g) concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual

Consiste na confecção em betoneira e lançamento manual do concreto com resistência característica à compressão de 25 Mpa.

O consumo referencial adotado é de 1,00 m³ por unidade de serviço executado.

h) moldes metálicos para escama de concreto armado para solo reforçado com fita metálica - formato cruciforme de 1,50 x 1,50 m - utilização de 100 vezes

Consiste na confecção e instalação dos moldes metálicos para fabricação das escamas de concreto.

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

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

onde:

Q representa o consumo de molde metálico, em metros quadrados por metro cúbico;

A representa a área de molde, em metros quadrados;

V representa o volume da escama de concreto, em metros cúbicos.

A tabela 8 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 8 - Consumo de moldes metálicos - fabricação de escama de concreto armado

Área de molde (m ²)	Volume da escama (m ³)	Consumo (m ² /m ³)
2,8650	0,28350	10,10582

2.2.1.6 Operações de transporte

A tabela 9 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de escama de concreto armado

Descrição	Código SICRO	Descrição
Desmoldante para fôrmas metálicas, ligação tipo barra chata e tubo PEAD	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 10 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 10 - Conversão para transporte - fabricação de escama de concreto armado

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M3949	Desmoldante para fôrmas metálicas	0,00099 t/l
M3174	Ligação tipo barra chata em aço galvanizado para contenção - L = 45 mm e E = 4 mm	0,00100 t/kg
M1880	Tubo PEAD PE 80 PN 16 - D = 20 mm	0,00013 t/m

2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fabricação de escama de concreto armado para solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de escamas efetivamente confeccionadas.

2.2.2 Moldes metálicos para escama de concreto

O serviço consiste na confecção e instalação de moldes metálicos para fabricação de escamas de concreto.

2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

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 chapas de aço;
- posicionamento manual das peças;
- soldagem das junções do conjunto;
- instalação manual dos parafusos para montagem dos moldes.



2.2.2.3 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 10,11 m²/h.

2.2.2.4 Mão de obra

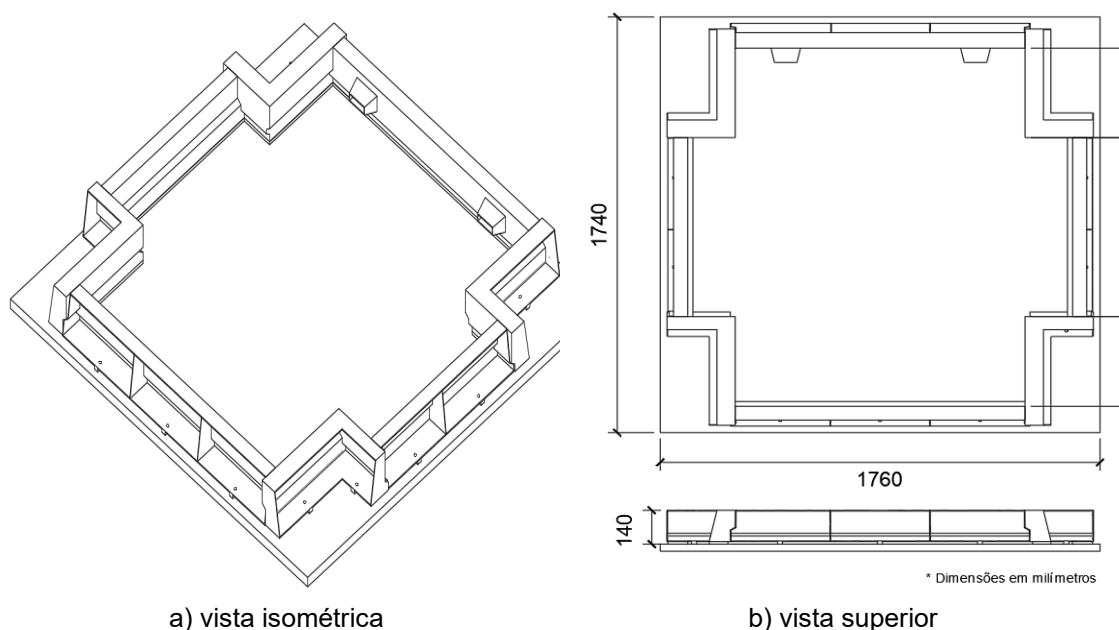
É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 ajudante para realizar a montagem das fôrmas.

2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos dos croquis apresentados na figura 4.

Figura 4 - Molde metálico referencial para quantificação dos materiais e atividades auxiliares



a) vista isométrica
Fonte: FGV IBRE

b) vista superior

a) chapa fina em aço ASTM A36

Consiste em insumo utilizado para confecção do molde metálico.

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

$$Q = \frac{M}{A \times n}$$

onde:

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

M representa a massa da chapa, em quilogramas;



A representa a área de referência da fôrma, em metros quadrados;
n representa o número de utilizações.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 11 - Consumo de chapa fina em aço - moldes metálicos para escama de concreto

Massa da chapa (kg)	Área (m²)	Número de utilizações	Consumo (kg/m²)
156,970	2,8650	100	0,54789

b) parafuso e porca sextavada

Consistem em insumos utilizados na junção das peças do molde.

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

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

onde:

Q representa o consumo dos materiais, em unidades por metro quadrado;

Q_t representa a quantidade de insumos, em unidades;

A representa a área de referência da fôrma, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações.

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

Tabela 12 - Consumo de parafuso e porca sextavada - moldes metálicos para escama de concreto

Código SICRO	Descrição	Quantidade (un)	Área (m²)	Número de utilizações	Consumo (un/m²)
M3173	Parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado, classe 8.8 - D = 12 mm (M12) e C = 30 mm	18	2,8650	100	0,06283
M3172	Porca sextavada em aço galvanizado para parafuso - D = 12 mm (M12)	18	2,8650	100	0,06283

c) corte de chapas de aço com espessura de 6,3 mm com maçarico oxiacetileno

Consiste na seção de chapas de aço por meio do maçarico de oxiacetileno.

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

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



onde:

Q representa o consumo de cortes de chapa de aço, em metros por metro quadrado;

C representa o comprimento total de corte, em metros;

A representa a área de referência da fôrma, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações.

A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 13 - Consumo de corte de chapas de aço com espessura de 6,3 mm - moldes metálicos para escama de concreto

Comprimento (m)	Área (m ²)	Número de utilizações	Consumo (m/m ²)
59,69	2,8650	100	0,20834

d) solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E60XX

Consiste na soldagem das chapas de aço para confecção do molde metálico.

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

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

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_s representa o comprimento total de solda, em metros;

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

A representa a área referencial de fôrma, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações;

E_d representa a eficiência de deposição, em porcentagem.

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

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

onde:

A_s representa a área da seção de solda, em metros quadrados;

C representa o comprimento da lateral do filete de solda, em metros.

A tabela 14 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.



Tabela 14 - Consumo de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço - moldes metálicos para escama de concreto

Perna de solda (m)	Comprimento de solda (m)	Massa específica do aço (kg/m ³)	Área (m ²)	Número de utilizações	Eficiência de deposição (%)	Consumo (kg/m ²)
0,003	51,41	7.850,00	2,8650	100	66,80	0,00949

2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 15 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 15 - Serviços empregados nas operações de transporte - moldes metálicos para escama de concreto

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1376	Chapa fina 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

2.2.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de moldes metálicos para solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área das superfícies em contato com concreto.

2.3 Instalação de escamas de concreto armado

2.3.1 Muro de escama de concreto armado

O serviço consiste na execução do muro de escama de concreto armado (paramento) para solo reforçado com fita.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 16920-1/2021: *Muros e taludes em solos reforçados - Parte 1: Solos reforçados em aterros.*



2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- fabricação das escamas de concreto armado;
- montagem da primeira linha de escamas;
- escoramento da primeira linha de escamas;
- montagem das demais linhas de escamas de concreto armado.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

2.3.1.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) fabricação de escama de concreto armado para solo reforçado com fita metálica

Consiste na fabricação de escamas de concreto armado que integram o paramento do maciço de solo reforçado com fita.

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

$$Q = A \times e$$

onde:

Q representa o consumo de escama de concreto, em metros cúbicos por metro quadrado;

A representa a área de escama de concreto, em metros quadrados por metro quadrado;

e representa a espessura da escama de concreto, em metros.

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 16 - Consumo de fabricação de escama de concreto armado - muro de escama de concreto armado

Área (m ² /m ²)	Espessura (m)	Consumo (m ³ /m ²)
1,00	0,14	0,14000



- b) escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada

Consiste na confecção e instalação dos dispositivos para o escoramento da primeira linha de escamas de concreto, bem como a retirada após a conclusão das atividades.

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

$$Q = \frac{(h_1 + h_2)}{2} \times \frac{L}{\bar{H} \times L}$$

onde:

Q representa o consumo de escoramento, em metros quadrados por metro quadrado;

h_1 representa a altura da escama inteira, em metros;

h_2 representa a altura da meia escama, em metros;

L representa a largura de referência, em metros;

\bar{H} representa a altura média do muro, em metros.

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

Tabela 17 - Consumo da atividade escoramento da primeira linha de escamas de concreto

Altura do muro (m)	Altura escama inteira (m)	Altura meia escama (m)	Largura de referência (m)	Altura média do muro (m)	Consumo (m ² /m ²)
até 4,00	1,50	0,75	1,00	2,00	0,56250
10,00 a 12,00	1,50	0,75	1,00	11,00	0,10227
4,00 a 6,00	1,50	0,75	1,00	5,00	0,22500
6,00 a 8,00	1,50	0,75	1,00	7,00	0,16071
8,00 a 10,00	1,50	0,75	1,00	9,00	0,12500

- c) montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita

Consiste na montagem das escamas de concreto armado e na instalação dos acessórios complementares para construção do paramento.

O consumo referencial adotado é de 1,00 m² por unidade de serviço executado.

2.3.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente executada.

2.3.2 Montagem das escamas de concreto armado

O serviço consiste na montagem das escamas de concreto armado e na instalação dos acessórios complementares para construção do paramento em maciço de solo reforçado com fita.

2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento das escamas de concreto por meio de caminhão carroceria com guindauto;
- execução do travamento e nivelamento das escamas de concreto;
- verificação manual do alinhamento das escamas de concreto;
- instalação manual do geotêxtil e do apoio de neoprene entre as juntas das escamas de concreto.

2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- caminhão carroceria com guindauto.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 3,75000 m²/h.

2.3.2.4 Mão de obra

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

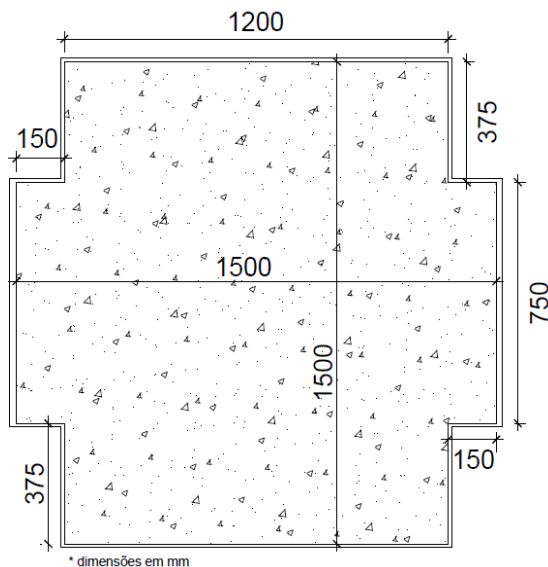
- 2 serventes para auxiliar no posicionamento das escamas, verificar o alinhamento e instalar os elementos da junta.



2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 5.

Figura 5 - Escama de concreto referencial de 1,50 x 1,50 m



* dimensões em mm
Fonte: FGV IBRE

a) adesivo à base de PVA

Consiste em insumo utilizado para fixação do geotêxtil.

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

$$Q = \frac{L \times P \times R}{A}$$

onde:

Q representa o consumo do adesivo, em quilogramas por metro quadrado;

L representa a largura do geotêxtil, em metros;

P representa o perímetro da escama de concreto, em metros;

R representa o rendimento do material, em quilogramas por metro quadrado;

A representa a área da escama de concreto, em metros quadrados.

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 18 - Consumo de adesivo à base de PVA - montagem das escamas de concreto armado

Largura do geotêxtil (m)	Perímetro da escama (m)	Rendimento (kg/m²)	Área da escama (m²)	Consumo (kg/m²)
0,30	6,00	0,1750	2,0250	0,15556



b) apoio de neoprene não fretado - C = 100 mm, L = 100 mm e E = 20 mm

Consiste em palmilha de elastômero vulcanizado instalada nas juntas horizontais entre as escamas de concreto.

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

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

onde:

Q representa o consumo de apoio de neoprene, em unidades por metro quadrado;

Q_t representa a quantidade de apoios utilizados por escama, em unidades;

A representa a área da escama de concreto, em metros quadrados.

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

Tabela 19 - Consumo de apoio de neoprene não fretado - montagem das escamas de concreto armado

Quantidade (un)	Área da escama (m ²)	Consumo (un/m ²)
1	2,0250	0,49383

c) geotêxtil não-tecido agulhado em poliéster - resistência à tração longitudinal de 9 kN/m

Consiste em insumo de geotêxtil não-tecido agulhado, composto por filamentos contínuos em poliéster, com resistência à tração longitudinal de 9 kN/m, instalado no tardo das escamas cobrindo todas as juntas horizontais e verticais.

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

$$Q = \frac{L \times P}{A}$$

onde:

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

L representa a largura de geotêxtil, em metros;

P representa o perímetro da escama de concreto, em metros;

A representa a área da escama de concreto, em metros quadrados.

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.



Tabela 20 - Consumo de geotêxtil não-tecido agulhado em poliéster - montagem das escamas de concreto armado

Largura (m)	Perímetro da escama (m)	Área da escama (m²)	Consumo (m²/m²)
0,30	6,00	2,0250	0,88889

d) travamento e nivelamento de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica

Consiste na execução de travamento e nivelamento das escamas de concreto armado por meio de peças em madeira.

O consumo referencial adotado é de 1,00 m² por unidade de serviço executado.

2.3.2.6 Operações de transporte

A tabela 21 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica

Descrição	Código SICRO	Descrição
Adesivo à base de PVA, apoio de neoprene e geotêxtil	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 22 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 22 - Conversão para transporte - montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2102	Adesivo à base de PVA	0,00100 t/kg
M3170	Apoio de neoprene não fretado - C = 100 mm, L = 100 mm e E = 20 mm	0,00028 t/un
M2050	Geotêxtil não-tecido agulhado em poliéster - resistência à tração longitudinal de 9 kN/m	0,00018 t/m²

2.3.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de montagem das escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área no plano vertical efetivamente executada.



2.3.3 Travamento e nivelamento de escama de concreto armado

O serviço consiste na execução de travamento e nivelamento das escamas de concreto armado que integram o paramento em maciço de solo reforçado com fita.

2.3.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 16920-1/2021: *Muros e taludes em solos reforçados - Parte 1: Solos reforçados em aterros.*

2.3.3.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual dos travadores de madeira para escama de concreto;
- nivelamento manual das escamas.

2.3.3.3 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 10,00 m²/h.

2.3.3.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para executar o travamento das escamas de concreto;
- 2 serventes para executar o nivelamento das escamas de concreto.

2.3.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) travador de madeira para escama de concreto armado - utilização de 10 vezes

Consiste na confecção de travador em madeira para escama de concreto armado.

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

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



onde:

Q representa o consumo de travador de madeira, em unidades por metro quadrado;

Q_t representa a quantidade de travadores utilizados, em unidades;

A representa a área de escama em que o travamento é executado, em metros quadrados.

A tabela 23 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 23 - Consumo de travador de madeira - travamento e nivelamento de escama de concreto armado

Quantidade de travadores (un)	Área de escama (m ²)	Consumo (un/m ²)
2	2,0250	0,98765

2.3.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.3.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de travamento e nivelamento de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área no plano vertical efetivamente travada e nivelada.

2.3.4 Escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado

O serviço consiste na confecção e instalação de dispositivos de escoramento na primeira linha de escamas de concreto, bem como sua retirada após a conclusão das atividades.

2.3.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 16920-1/2021: *Muros e taludes em solos reforçados - Parte 1: Solos reforçados em aterros.*

2.3.4.2 Metodologia executiva

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

- confecção das peças de madeira por meio de serra circular com bancada;
- posicionamento manual das peças de madeira;
- fixação manual do conjunto com pregos;



- posicionamento manual dos elementos de escoramento na face externa das escamas de concreto;
- retirada manual dos elementos de escoramento após o posicionamento da segunda linha de escamas e execução das respectivas operações de terraplenagem.

2.3.4.3 *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:

- 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 m²/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:

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

onde:

P representa a produção horária da serra circular, em metros quadrados por hora;

A representa a área escorada, em metros quadrados;

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, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.3.4.4 *Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para posicionar, montar e retirar o escoramento;
- 1 servente para auxiliar nas atividades de posicionamento, montagem e retirada do escoramento.



A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

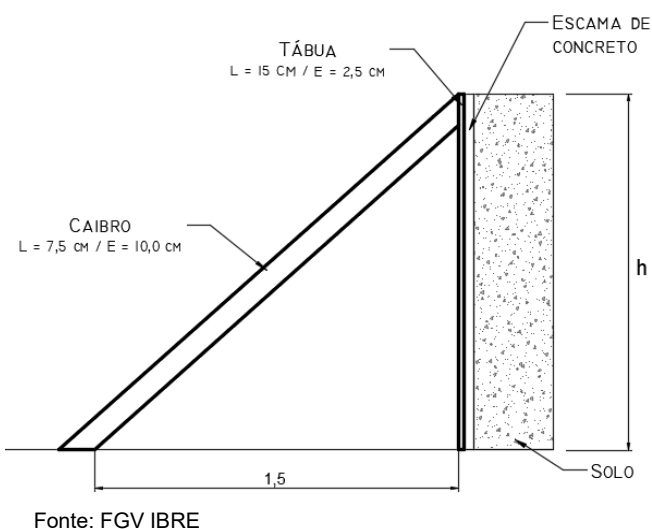
Tabela 24 - Quantidades adotadas na determinação do consumo de mão de obra - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado

Carpinteiro (h/m²)	Servente (h/m²)
0,50000	0,50000

2.3.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 6.

Figura 6 - Sistema de escoramento da primeira linha de escamas de concreto



a) caibro de pinho e tábua

Consistem em insumos de madeira utilizados para o escoramento das escamas de concreto.

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

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

onde:

Q representa o consumo do material, em metros por metros quadrados;
C representa o comprimento do material, em metros;
A representa a área de escamas escoradas, em metros quadrados;
k representa o coeficiente de perda.

A perda é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:



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

onde:

k representa o coeficiente de perda do material;

n representa o número de utilizações.

O comprimento do caibro é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$C_c = \sqrt{V^2 + H^2}$$

onde:

C_c representa o comprimento de cada caibro, em metros;

V representa a projeção vertical do caibro, igual a altura da escama, em metros;

H representa a projeção horizontal do caibro, igual a 1,50 metros.

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

Tabela 25 - Consumo de caibro de pinho e tábua - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado

Código SICRO	Descrição	Comprimento total (m)	Área escorada (m²)	Número de utilizações	Coeficiente de perda	Consumo (m/m²)
M0068	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 10,0 cm	1,90	1,5188	3	0,4000	0,50551
M0289	Tábua - E = 2,5 cm e L = 15 cm	1,13	1,5188	3	0,4000	0,30078

b) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para a fixação dos elementos que compõem o travamento.

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

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

onde:

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

Q_t representa a quantidade de pregos, em unidades;

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

A representa a área de escamas escoradas, em metros quadrados.

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



Tabela 26 - Consumo de prego de ferro - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado

Quantidade de pregos (un)	Massa do prego (kg/un)	Área escorada (m²)	Consumo (kg/m²)
4	0,004	1,5188	0,01053

2.3.4.6 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 da primeira linha de escamas de concreto armado

Descrição	Código SICRO	Descrição
Caibro, 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 - Conversão de transporte - escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0068	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 10,0 cm	0,00750 t/m
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg
M0289	Tábua - E = 2,5 cm e L = 15 cm	0,00375 t/m

2.3.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado em solo reforçado com fita metálica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área da primeira linha de escamas no plano vertical efetivamente escorada.

2.3.5 Travador de madeira para escama de concreto armado

O serviço consiste na confecção de travador de madeira para a montagem das escamas de concreto armado.

2.3.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.



2.3.5.2 Metodologia executiva

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

- corte manual das peças de madeira;
- seção das barras de aço por meio de maçarico oxiacetileno;
- montagem manual do travador, unindo as peças de madeira e a barra rosca por meio de porcas e arruelas.

2.3.5.3 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 4,00 un/h.

2.3.5.4 Mão de obra

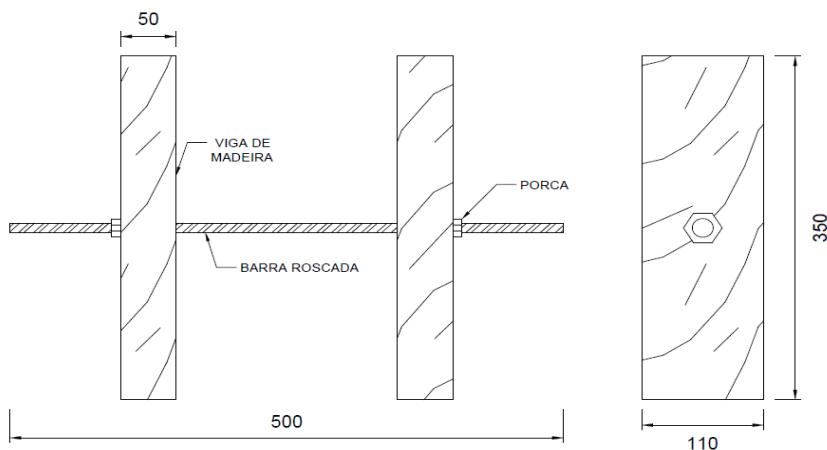
É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 carpinteiro para cortar as peças de madeira e confeccionar o travador.

2.3.5.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 7.

Figura 7 - Travador de madeira para escama de concreto



Fonte: FGV IBRE

- a) arruela lisa em aço zincado branco para parafuso e porca sextavada em aço galvanizado para parafuso

Consistem em insumos fabricados em aço utilizados como elementos de fixação.

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



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

onde:

Q representa o consumo do material, em unidades por unidade;

Q_t representa a quantidade total do material, em unidades por unidade;

n representa o número de utilizações.

A tabela 29 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 29 - Consumo de arruela e porca - travador de madeira para escama de concreto

Código SICRO	Descrição	Quantidade total (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
M3279	Arruela lisa em aço zincado branco para parafuso - D = 9,525 mm (3/8")	2	10	0,20000
M3171	Porca sextavada em aço galvanizado para parafuso - D = 9,525 mm (3/8")	2	10	0,20000

b) barra em aço SAE 1010/1020 roscada e viga de madeira - E = 5 cm e L = 11 cm

Consistem em insumos utilizados na confecção do travador de madeira.

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

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

onde:

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

C representa o comprimento total do material, em metros 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 barra de aço e viga de madeira - travador de madeira para escama de concreto

Código SICRO	Descrição	Comprimento total (m/un)	Número de utilizações	Consumo (m/un)
M1245	Barra em aço SAE 1010/1020 roscada - D = 9,5 mm (3/8")	0,50	10	0,05000
M3280	Viga de madeira - E = 5 cm e L = 11 cm	0,70	10	0,07000



c) corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno

Consiste na seção da barra de aço por meio do maçarico oxiacetileno.

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

$$Q = \left(\frac{\pi \times D_N^2}{4} \right) \times \frac{1}{n \times Q_t}$$

onde:

Q representa o consumo de corte, em centímetros quadrados por unidade;

D_N representa o diâmetro nominal da barra, em centímetros;

n representa o número de utilizações;

Q_t representa a quantidade referencial de travador de madeira, em unidades.

A tabela 31 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

Tabela 31 - Consumo de corte de barras de aço - travador de madeira para escama de concreto armado

Diâmetro (cm)	Número de utilizações	Quantidade de travador	Consumo (cm²/un)
0,9525	10	1	0,07126

2.3.5.6 Operações de transporte

A tabela 32 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 32 - Serviços empregados nas operações de transporte - travador de madeira para escama de concreto armado

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1245	Barra em aço SAE 1010/1020 roscada - D = 9,5 mm (3/8")	0,00042 t/m	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
M3280	Viga de madeira - E = 5 cm e L = 11 cm	0,00550 t/m	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



Tabela 32 - Serviços empregados nas operações de transporte - travador de madeira para escama de concreto armado (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M3280	Viga de madeira - E = 5 cm e L = 11 cm	0,00550 t/m	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.3.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de travador de madeira para escama de concreto armado deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente confeccionada.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO – SOLO REFORÇADO COM FITA

A tabela 33 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de solo reforçado com fita, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 33 - Relação das composições de custos por subgrupo - solo reforçado com fita

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Aterro compactado em solo reforçado com fita	5405977, 5406044, 5406045, 5406046, 5406047, 5405978, 5405982, 5405983, 5405984, 5405985 e 5406043
2.2.1 Fabricação de escama de concreto armado	5405970, 5405972, 5405971 e 5405973
2.2.2 Moldes metálicos para escama de concreto	5405986
2.3.1 Muro de escama de concreto armado	5406023, 5406033, 5406024, 5406034, 5406031, 5406041, 5406032, 5406042, 5406025, 5406035, 5406026, 5406036, 5406027, 5406037, 5406028, 5406038, 5406029, 5406039, 5406030 e 5406040
2.3.2 Montagem das escamas de concreto armado	5405976
2.3.3 Travamento e nivelamento de escama de concreto armado	5405979
2.3.4 Escoramento da primeira linha de escamas de concreto armado	5405975
2.3.5 Travador de madeira para escama de concreto armado	5405987