

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

## **Caderno técnico Reforço, Alargamento, e Manutenção de Obras de Arte Especiais**

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 Reforço, Alargamento, e Manutenção de Obras de Arte Especiais**



**Controle de versão do Caderno técnico**

<b>Número da versão</b>	<b>Referência</b>	<b>Descrição das alterações</b>	<b>Data da entrega da versão</b>	<b>Documento de referência</b>	<b>Observações</b>
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 reforço, alargamento e manutenção de OAE .....	4
Figura 2 - Modelo de guarda-corpo de concreto .....	21
Figura 3 - Levantamento dos perímetros de corte das chapas para 1 módulo de guarda-corpo .....	35
Figura 4 - Detalhe do montante externo empregado em módulos de guarda-corpo .....	39
Figura 5 - Detalhe de placa metálica de apoio (a) e de desvio (b) .....	55
Figura 6 - Cobertura de concreto após protensão.....	56
Figura 7 - Desenho técnico e quadro de quantitativos do projeto-tipo da placa de apoio .....	57
Figura 8 - Desenho técnico e quadro de quantitativos do projeto-tipo da placa de desvio.....	58
Figura 9 - Representação da seção de solda em chapas .....	59
Figura 10 - Representação da solda nas conexões da superestrutura metálica .....	70
Figura 11 - Treliza lançadeira.....	77
Figura 12 - Processo de lançamento de viga com treliza lançadeira .....	77
Figura 13 - Elementos considerados na escada tubular multidirecional.....	89
Figura 14 - Modelo de plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes .....	101

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Consumo de operação de mergulho dependente em profundidade de até 30 m -limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais .....	8
Tabela 2 - Consumo de abrasivo tipo granalha de aço - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo.....	10
Tabela 3 - Consumo de bico venturi longo - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo .....	10
Tabela 4 - Serviços empregados nas operações de transporte - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo .....	10
Tabela 5 - Consumo de cordão de polietileno - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE.....	12
Tabela 6 - Consumo de argamassa - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE.....	13



Tabela 7 - Serviços empregados nas operações de transporte - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE .....	13
Tabela 8 - Consumo de adesivo estrutural - pingadeira com elastômero .....	15
Tabela 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - pingadeira de elastômero.....	16
Tabela 10 - Consumo de broca de widia - chumbador para concreto .....	18
Tabela 11 - Serviços empregados nas operações de transporte - chumbador para concreto .....	18
Tabela 12 - Fator de conversão de transporte - chumbador para concreto .....	19
Tabela 13 - Consumo de fôrma metálica para guarda-corpo de concreto - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado.....	22
Tabela 14 - Consumo de desmoldante - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado .....	22
Tabela 15 - Quantidade de aço da armadura longitudinal.....	24
Tabela 16 - Quantidade de aço da armadura transversal .....	24
Tabela 17 - Consumo de aço CA-50 - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado .....	24
Tabela 18 - Consumo de concreto fck = 25 Mpa - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado .....	25
Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado .....	25
Tabela 20 - Consumo da atividade de demolição - recomposição de guarda-corpo de concreto.....	27
Tabela 21 - Consumo de argamassa para reparos e grauteamento - recomposição de guarda-corpo de concreto .....	28
Tabela 22 - Quantidade de material demolido - concreto armado.....	28
Tabela 23 - Serviços empregados nas operações de transporte - recomposição de guarda-corpo de concreto .....	29
Tabela 24 - Consumo de pintura de fundo - recuperação de guarda-corpo metálico.....	31
Tabela 25 - Consumo de pintura de acabamento - recuperação de guarda-corpo metálico .....	31
Tabela 26 - Consumo de broca de aço rápido - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	33
Tabela 27 - Consumo de chapa grossa - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	34
Tabela 28 - Consumo de chumbadores de expansão controlada - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres.....	34
Tabela 29 - Consumo de corte de chapa - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	35



Tabela 30 - Consumo de fluido de resfriamento - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres.....	36
Tabela 31 - Consumo de pintura eletrostática em pó - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres.....	36
Tabela 32 - Consumo de suportes - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	37
Tabela 33 - Consumo de solda - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	38
Tabela 34 - Consumo de aço galvanizado - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	38
Tabela 35 - Serviços empregados nas operações de transporte - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres.....	39
Tabela 36 - Fator de conversão de transporte - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .....	39
Tabela 37 - Consumo de concreto - restauração de berços de apoio para junta de dilatação .....	43
Tabela 38 - Consumo de disco de corte - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção.....	47
Tabela 39 - Consumo de ponteiro para marteleiro - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção.....	48
Tabela 40 - Quantidade de material demolido - concreto simples.....	48
Tabela 41 - Serviços empregados nas operações de transporte - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção .....	49
Tabela 42 - Consumo de ponteiro para marteleiro - apicoamento mecanizado de concreto .....	51
Tabela 43 - Consumo de ponteiro para marteleiros - demolição controlada de concreto com marteleiro .....	53
Tabela 44 - Produções horárias dos serviços de placa de aço para protensão externa .....	57
Tabela 45 - Consumo de solda - placa de aço para protensão externa .....	59
Tabela 46 - Consumo de adesivo estrutura - placa de aço para protensão externa .....	60
Tabela 47 - Consumo de tirantes - placa de aço para protensão externa.....	60
Tabela 48 - Consumo de porca em aço - placa de aço para protensão externa .....	61
Tabela 49 - Serviços empregados nas operações de transporte - placa de aço para protensão externa em reforço de viga.....	61
Tabela 50 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura manual com nata de cimento .....	63
Tabela 51 - Dosagem dos insumos integrantes da nata de cimento.....	65



Tabela 52 - Consumo de cimento - injeção de nata de cimento.....	65
Tabela 53 - Serviços empregados nas operações de transporte - injeção de nata de cimento.....	66
Tabela 54 - Produções horárias dos serviços de fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	67
Tabela 55 - Consumo de pino conector de cisalhamento - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	69
Tabela 56 - Consumo de solda das chapas - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	71
Tabela 57 - Massa de solda por tipo de módulo de tela de proteção .....	71
Tabela 58 - Consumo de solda dos módulos da tela de proteção - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	72
Tabela 59- Consumo de solda - fabricação de superestrutura metálica para passarela.....	72
Tabela 60 - Consumo de steel deck - fabricação de superestrutura metálica para passarela.....	73
Tabela 61 - Consumo de tela eletrossoldada - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	73
Tabela 62- Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	74
Tabela 63 - Fator de conversão de transporte - fabricação de superestrutura metálica para passarela .....	74
Tabela 64 - Consumo de cabo de aço - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira .....	79
Tabela 65 - Consumo de esticadores - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira .....	79
Tabela 66 - Consumo de grampo pesado em aço-carbono - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira .....	80
Tabela 67 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira .....	80
Tabela 68 - Fator de conversão de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira .....	81
Tabela 69 - Consumo de cabo de aço - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone .....	83
Tabela 70 - Consumo de esticadores - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone .....	83
Tabela 71 - Consumo de grampo pesado em aço-carbono - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone.....	84
Tabela 72 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone .....	84





Tabela 73 - Fator de conversão de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone.....	85
Tabela 74 - Produções horárias dos serviços de lançamento de viga pré-moldada com guindaste .....	86
Tabela 75 - Quantidades e consumos dos componentes da escada tubular multidirecional .....	90
Tabela 76 - Serviços empregados nas operações de transporte - escada tubular multidirecional .....	91
Tabela 77 - Fator de conversão de transporte - escada tubular multidirecional	91
Tabela 78 - Produções horárias dos serviços de plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo .....	92
Tabela 79 - Consumo de escada metálica - plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo .....	93
Tabela 80 - Consumo dos componentes da plataforma - plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo .....	94
Tabela 81 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho em aço tubular.....	95
Tabela 82 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho em aço tubular .....	95
Tabela 83 - Produções horárias dos serviços de plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo .....	96
Tabela 84 - Consumo dos elementos de madeira - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo .....	97
Tabela 85 - Consumo de prego de ferro - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo .....	98
Tabela 86 - Consumo de tábua para o piso - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo .....	99
Tabela 87 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho em madeira .....	99
Tabela 88 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho em madeira .....	99
Tabela 89 - Determinação da massa total de aço em perfil ASTM A36 .....	102
Tabela 90 - Consumo de aço em perfis - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	102
Tabela 91 - Determinação da massa total de cantoneira em aço .....	103
Tabela 92 - Consumo de cantoneira em aço - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	103
Tabela 93 - Consumo de chapa de aço - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	104



Tabela 94 - Consumo de cinta para elevação de cargas tipo Grab - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	105
Tabela 95 - Consumo de chumbadores - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	105
Tabela 96 - Consumo de parafusos com porca e arruela - D = 6,35 mm (1/4") - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	106
Tabela 97 - Consumo de parafusos com porca e arruela - D = 7,938 mm (5/16") - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas .....	107
Tabela 98 - Consumo de tábua - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas.....	107
Tabela 99 - Consumo de corda - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas.....	108
Tabela 100 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes .....	108
Tabela 101 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes .....	109
Tabela 102 - Produções horárias dos serviços de corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço .....	111
Tabela 103 - Consumo do disco de corte - corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço .....	112
Tabela 104 - Conversão para unidade de momento de transporte dos tubos	114
Tabela 105 - Relação das composições de custos por subgrupo - reforço, alargamento e manutenção de obras de arte especiais.....	115



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Parâmetros referenciais.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Limpeza de OAE .....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Limpeza de aparelhos de apoio, junta e superfícies de concreto .....	5
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>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>6</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	Limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais.....	7
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>8</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>8</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>8</i>
2.1.3	Limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo .....	8
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>8</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>9</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>9</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>9</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>10</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
<b>2.2</b>	<b>Sistemas de direcionamento e escoamento da água.....</b>	<b>11</b>
2.2.1	Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE.....	11
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>11</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>11</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>12</i>



2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	12
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	12
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	13
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i>	13
2.2.2	<i>Pingadeira de elastômero</i>	14
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	14
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	14
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	14
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	15
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	15
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	16
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i>	16
2.2.3	<i>Chumbador para concreto</i>	16
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	16
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	16
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	17
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i>	17
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	17
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i>	18
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i>	19
<b>2.3</b>	<b>Dispositivos de segurança</b>	<b>19</b>
2.3.1	<i>Fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado</i>	19
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	19
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	19
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	20
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	21
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	25
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	26
2.3.2	<i>Recomposição de guarda-corpo de concreto</i>	26
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	26
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	26
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	26
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	26
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	27



2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	28
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	29
2.3.3	Recuperação de guarda-corpo metálico .....	29
2.3.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	29
2.3.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	30
2.3.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	30
2.3.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	30
2.3.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	30
2.3.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	31
2.3.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	32
2.3.4	Guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres .	32
2.3.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	32
2.3.4.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	32
2.3.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	32
2.3.4.4	<i>Mão de obra</i> .....	33
2.3.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	33
2.3.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	39
2.3.4.7	<i>Critérios de medição</i> .....	40
<b>2.4</b>	<b>Manutenção de junta de dilatação e aparelho de apoio</b> .....	<b>40</b>
2.4.1	Elevação de estruturas para substituição de aparelho de apoio .....	40
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	40
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	40
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	41
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	41
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	41
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	41
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	41
2.4.2	Restauração de berços de apoio para junta de dilatação .....	41
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	42
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	42
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	42
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	42
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	42
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	43
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	43



2.4.3	Substituição de junta de dilatação e lábios poliméricos.....	44
2.4.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	44
2.4.3.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	44
2.4.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	44
2.4.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	44
2.4.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	44
2.4.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	45
2.4.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	45
<b>2.5</b>	<b>Inspeção de OAE .....</b>	<b>45</b>
2.5.1	Abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção .....	45
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	45
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	45
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	45
2.5.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	47
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	47
2.5.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	48
2.5.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	49
<b>2.6</b>	<b>Preparo do substrato com remoção de concreto .....</b>	<b>49</b>
2.6.1	Apicoamento mecanizado de concreto.....	49
2.6.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	49
2.6.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	49
2.6.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	49
2.6.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	50
2.6.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	51
2.6.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	51
2.6.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	51
2.6.2	Demolição controlada de concreto com marteleto.....	51
2.6.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	51
2.6.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	52
2.6.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	52
2.6.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	53
2.6.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	53
2.6.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	53
2.6.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	54



2.6.3	Remoção de concreto com jateamento d'água .....	54
2.6.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	54
2.6.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	54
2.6.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	54
2.6.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	54
2.6.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	55
2.6.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	55
2.6.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	55
<b>2.7</b>	<b>Placa de aço para protensão externa .....</b>	<b>55</b>
2.7.1	Placa de aço para protensão externa em reforço de viga .....	55
2.7.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	56
2.7.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	56
2.7.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	57
2.7.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	57
2.7.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	57
2.7.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	61
2.7.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	62
<b>2.8</b>	<b>Pintura com nata de cimento .....</b>	<b>62</b>
2.8.1	Pintura manual com nata de cimento .....	62
2.8.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	62
2.8.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	62
2.8.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	62
2.8.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	63
2.8.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	63
2.8.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	63
2.8.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	63
<b>2.9</b>	<b>Injeção de nata de cimento .....</b>	<b>63</b>
2.9.1	Injeção de nata de cimento .....	63
2.9.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	63
2.9.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	64
2.9.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	64
2.9.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	64
2.9.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	65
2.9.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	65
2.9.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	66



<b>2.10</b>	<b>Superestrutura metálica de passarela</b>	<b>66</b>
2.10.1	Fabricação de superestrutura metálica para passarela	66
2.10.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	66
2.10.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	66
2.10.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	67
2.10.1.4	<i>Mão de obra</i>	67
2.10.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	67
2.10.1.6	<i>Operações de transporte</i>	74
2.10.1.7	<i>Critérios de medição</i>	75
2.10.2	Lançamento de superestrutura de passarela metálica	75
2.10.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	75
2.10.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	75
2.10.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	76
2.10.2.4	<i>Mão de obra</i>	76
2.10.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	76
2.10.2.6	<i>Operações de transporte</i>	76
2.10.2.7	<i>Critérios de medição</i>	76
<b>2.11</b>	<b>Lançamento de elementos pré-moldados</b>	<b>76</b>
2.11.1	Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira	76
2.11.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	78
2.11.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	78
2.11.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	78
2.11.1.4	<i>Mão de obra</i>	78
2.11.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	78
2.11.1.6	<i>Operações de transporte</i>	80
2.11.1.7	<i>Critérios de medição</i>	81
2.11.2	Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone	81
2.11.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	81
2.11.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	81
2.11.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	81
2.11.2.4	<i>Mão de obra</i>	82
2.11.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	82
2.11.2.6	<i>Operações de transporte</i>	84
2.11.2.7	<i>Critérios de medição</i>	85
2.11.3	Lançamento de viga pré-moldada com guindaste	85





2.11.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	85
2.11.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	85
2.11.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	85
2.11.3.4	<i>Mão de obra</i>	86
2.11.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	86
2.11.3.6	<i>Operações de transporte</i>	86
2.11.3.7	<i>Critérios de medição</i>	86
2.11.4	<i>Lançamento de pré-laje com guindauto</i>	86
2.11.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	86
2.11.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	86
2.11.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	87
2.11.4.4	<i>Mão de obra</i>	87
2.11.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	87
2.11.4.6	<i>Operações de transporte</i>	87
2.11.4.7	<i>Critérios de medição</i>	87
<b>2.12</b>	<b>Equipamentos especiais de apoio</b>	<b>88</b>
2.12.1	<i>Escada tubular multidirecional</i>	88
2.12.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	88
2.12.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	88
2.12.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	88
2.12.1.4	<i>Mão de obra</i>	88
2.12.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	88
2.12.1.6	<i>Operações de transporte</i>	90
2.12.1.7	<i>Critérios de medição</i>	91
2.12.2	<i>Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo</i>	91
2.12.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	92
2.12.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	92
2.12.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	92
2.12.2.4	<i>Mão de obra</i>	92
2.12.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	93
2.12.2.6	<i>Operações de transporte</i>	94
2.12.2.7	<i>Critérios de medição</i>	95
2.12.3	<i>Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo</i>	95
2.12.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	95
2.12.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	96



2.12.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	96
2.12.3.4	<i>Mão de obra</i>	96
2.12.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	96
2.12.3.6	<i>Operações de transporte</i>	99
2.12.3.7	<i>Critérios de medição</i>	100
2.12.4	Plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas	100
2.12.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	100
2.12.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	100
2.12.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	100
2.12.4.4	<i>Mão de obra</i>	100
2.12.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	101
2.12.4.6	<i>Operações de transporte</i>	108
2.12.4.7	<i>Critérios de medição</i>	109
2.12.5	Plataforma mecanizada de inspeção sob pontes	109
2.12.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	109
2.12.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	109
2.12.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	109
2.12.5.4	<i>Mão de obra</i>	109
2.12.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	109
2.12.5.6	<i>Operações de transporte</i>	110
2.12.5.7	<i>Critérios de medição</i>	110
<b>2.13</b>	<b>Corte em concreto para fixação de barras de aço</b>	<b>110</b>
2.13.1	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço	110
2.13.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	110
2.13.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	110
2.13.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	110
2.13.1.4	<i>Mão de obra</i>	111
2.13.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	111
2.13.1.6	<i>Operações de transporte</i>	112
2.13.1.7	<i>Critérios de medição</i>	112
<b>3</b>	<b>FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE</b>	<b>112</b>
<b>3.1</b>	<b>Parâmetros de insumos</b>	<b>112</b>
3.1.1	Massa linear	112
3.1.2	Dimensões	112



<b>3.2</b>	<b>Parâmetros de transporte .....</b>	<b>112</b>
3.2.1	Quantidade de tubos transportados .....	112
3.2.2	Massa transportada .....	113
<b>3.3</b>	<b>Conversão para transporte .....</b>	<b>113</b>
3.3.1	Fator de carga .....	113
3.3.2	Cálculo da conversão para transporte .....	113
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - REFORÇO, ALARGAMENTO E MANUTENÇÃO DE OAE...</b>		<b>115</b>



## 1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, reforço, alargamento e manutenção de Obras de Arte Especiais – OAE consistem no conjunto de atividades destinadas a promover a conservação, a manutenção rotineira, preventiva, periódica e de emergência, bem como de restauração e melhoramentos desses elementos estruturais, de modo a prover as condições satisfatórias de operação, tanto em termos funcionais, quanto de segurança.

Importante destacar que a modelagem referencial dos serviços não prevê a confecção e instalação de plataformas para acesso e desenvolvimento das atividades nas obras de arte especiais, ao passo que tais elementos devem ser determinados em fase de projeto, consoante às condições de contorno e dimensionamento específicos de cada empreendimento.

### 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 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 reforço, alargamento e manutenção de OAE são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência:

- demolição controlada:  $F_e = 0,75$ ;
- demais equipamentos:  $F_e = 0,83$ .

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:

- demolição de concreto:  $F_{cv} = 2,40 \text{ t/m}^3$ .

De forma genérica, os demais fatores de conversão empregados no âmbito das atividades de reforço, alargamento e manutenção de OAE correspondem aos consumos de insumos por unidade de serviço.

c) fator de carga

O fator de carga empregado nos serviços de reforço, alargamento e manutenção de OAE consiste na relação entre a massa dos insumos transportados e a capacidade de carga útil do veículo transportador, exclusivamente quando o somatório da massa dos tubos não esgotar a capacidade efetiva do caminhão.



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

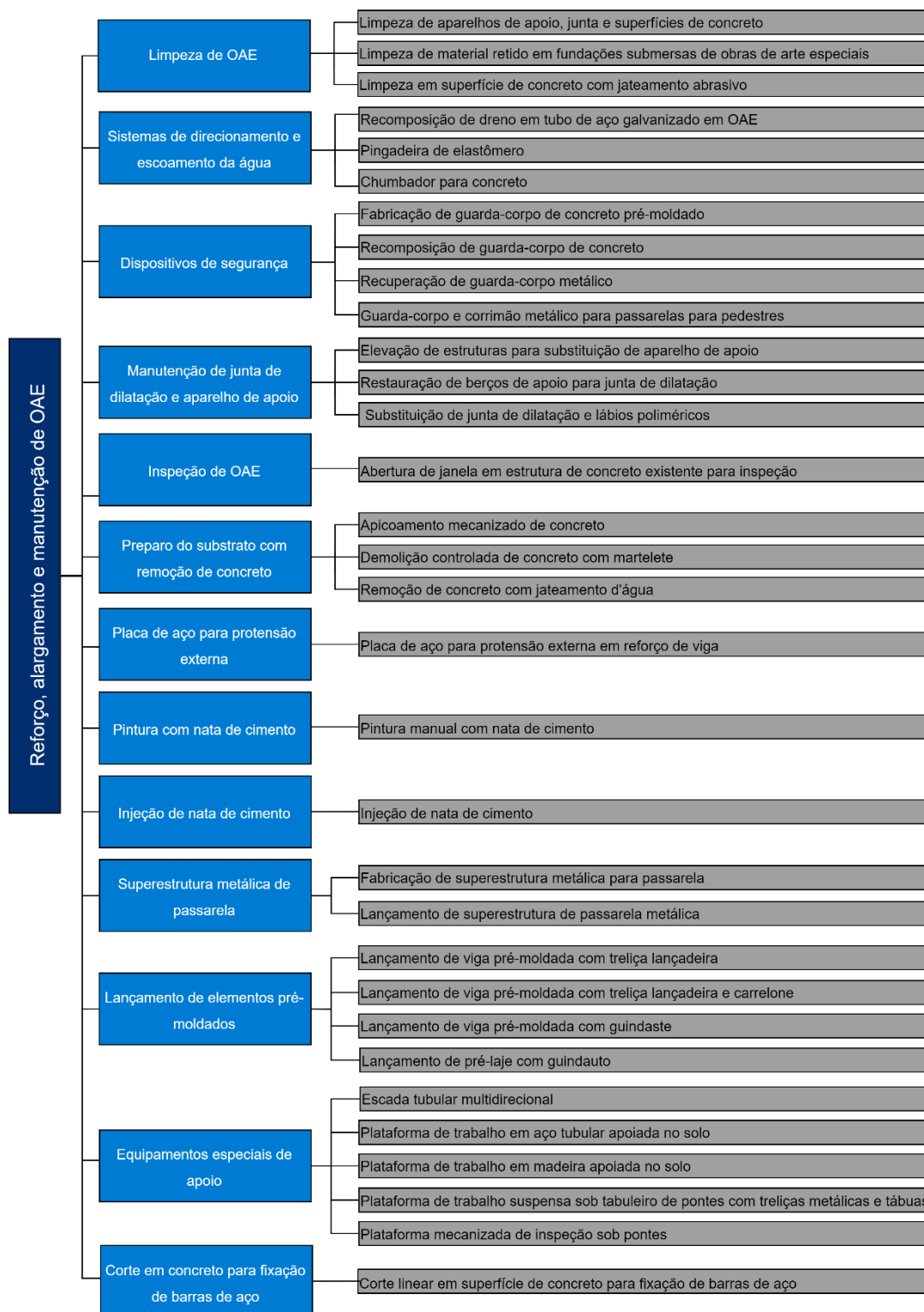
Nesse sentido, o fator de carga é aplicado nas massas unitárias dos tubos, corrigindo a mencionada distorção, mantendo a unidade de medida padrão do sistema “t.km”, promovendo a plena utilização dos equipamentos associados ao transporte de tubos.



## 2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de reforço, alargamento e manutenção de OAE são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 1.

**Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de reforço, alargamento e manutenção de OAE**



Fonte: FGV IBRE



## 2.1 Limpeza de OAE

### 2.1.1 Limpeza de aparelhos de apoio, junta e superfícies de concreto

O serviço consiste na remoção, por hidrojateamento, de sujeiras e detritos que possam comprometer a segurança e a integridade dos aparelhos de apoio, juntas e superfícies de concreto de uma obra de arte especial.

#### 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 080/2006: *Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos*;
- DNIT ES 091/2006: *Tratamento de aparelhos de apoio: concreto, neoprene e metálicos*;
- DNIT ES 092/2006: *Juntas de dilatação*;
- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição*;
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*.

#### 2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- remoção de sujeiras, detritos, vegetação e resíduos diversos dos aparelhos de apoio, juntas e superfícies de concreto da obra de arte especial por meio da bomba de alta pressão para hidrojateamento com auxílio da mão de obra.

#### 2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- bomba de alta pressão para hidrojateamento: líder de equipe;
- caminhão tanque.

a) bomba de alta pressão para hidrojateamento

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

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





onde:

P representa a produção horária, em unidades do serviço por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade do equipamento, em litros por hora;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
Q representa o consumo de água, em litros por unidade do serviço.

#### 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, em unidades do serviço por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade do equipamento, em litros;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
Q representa o consumo, em litros por unidade do serviço;  
T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em minutos.

#### 2.1.1.4 Mão de obra

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

- limpeza de junta de dilatação e superfícies de concreto:
  - 1 servente para auxiliar na remoção de sujeiras, detritos e vegetação.
- limpeza de aparelho de apoio:
  - 2 serventes para auxiliar na remoção de sujeiras, detritos e vegetação.

#### 2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de limpeza de OAE devem ser realizados em conformidade com as seguintes diretrizes:



- o serviço de limpeza de aparelhos de apoio em obras de arte especiais deve ser medido em unidades, em função da quantidade de aparelhos de apoio efetivamente limpos;
- o serviço de limpeza em junta de dilatação deve ser medido em metros, em função do comprimento linear de junta de dilatação efetivamente limpa;
- o serviço de limpeza em superfície de concreto com jateamento d'água sob pressão deve ser medido em metros quadrados, em função da área da superfície de concreto efetivamente limpa.

#### **2.1.2 Limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais**

O serviço consiste na retirada de materiais presos nas fundações das obras de artes especiais.

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

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

- ABNT NBR 9452/2023: *Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento*;
- DPC NORMAM-222/2023: *Normas da autoridade marítima para as atividades subaquáticas*.

##### **2.1.2.2 Metodologia executiva**

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

- remoção de material acumulado em fundações submersas de obras de arte especiais por meio de operação de mergulho, limitado a profundidade de 30 m.

##### **2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica**

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

- embarcação de alumínio com comprimento de 6 m e motor de popa.

A produtividade é estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 3,03840 m<sup>3</sup>/h.

##### **2.1.2.4 Mão de obra**

Não se aplica a este serviço.



#### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

- a) operação de mergulho dependente em profundidade de até 30 m - inclusive descompressão

Consiste na operação de mergulho dependente, com profundidade máxima de 30 m, visando à remoção de material acumulado em fundações submersas de obras de arte especiais.

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

$$Q = \frac{1}{P}$$

onde:

Q representa o consumo de operação de mergulho dependente, em horas por metro cúbico;

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

A tabela 1 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 1 - Consumo de operação de mergulho dependente em profundidade de até 30 m -limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais**

Produção de equipe (m³/h)	Consumo (h/m³)
3,03840	0,32912

#### 2.1.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente removido.

#### 2.1.3 Limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo

O serviço consiste na remoção de sujeiras e camada superficial do concreto por meio do jateamento de material abrasivo, de modo a obter maior aderência para tratamento posterior.

##### 2.1.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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



- DNIT ES 080/2006: *Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos*;
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*.

### 2.1.3.2 Metodologia executiva

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

- limpeza de superfície de concreto por meio do jateador portátil multiabrasivo.

### 2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- jateador portátil multiabrasivo: líder de equipe;
- compressor de ar portátil.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 9,96000 m<sup>2</sup>/h.

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

### 2.1.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

### 2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) granalha de aço

Consiste em insumo abrasivo de aço fundido de aço carbono, lançado no concreto para promover a limpeza e o adequado acabamento da superfície.

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

$$Q = \frac{Q_b \times \rho}{P \times n}$$

onde:

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

Q<sub>b</sub> representa a vazão do bico, em litros por hora;

ρ representa a massa específica da granalha esférica, em quilogramas por litro;



P representa a produção horária do jateador, em metros quadrados por hora; n representa o número de ciclos efetuados pelas granalhas.

A tabela 2 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 2 - Consumo de abrasivo tipo granalha de aço - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo**

Vazão do bico (l/h)	Massa específica (kg/l)	Produção horária (m²/h)	Número de ciclos	Consumo (kg/m²)
262,00	4,400	9,96000	400	0,28936

#### b) bico venturi longo

Consiste em insumo utilizado no equipamento jateador para direcionar as granalhas de aço.

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

$$Q = \frac{1}{V_u \times P}$$

onde:

Q representa o consumo de bico venturi longo, em unidades por metro quadrado;

$V_u$  representa a vida útil do bico venturi longo, em horas por unidade;

P representa a produção horária do jateador, em metros quadrados por hora.

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

**Tabela 3 - Consumo de bico venturi longo - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo**

Vida útil (h/un)	Produção horária (m²/h)	Consumo (un/m²)
800,00	9,96000	0,00013

#### 2.1.3.6 Operações de transporte

A tabela 4 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 4 - Serviços empregados nas operações de transporte - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0511	Abrasivo tipo granalha de aço	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais



**Tabela 4 - Serviços empregados nas operações de transporte - limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0511	Abrasivo tipo granalha de aço	0,00100 t/kg	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

### 2.1.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo com uso de granalhas de aço deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente jateada e limpa.

## 2.2 Sistemas de direcionamento e escoamento da água

### 2.2.1 Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE

O serviço consiste na substituição de dreno de tubo de aço galvanizado no tabuleiro da obra de arte especial com objetivo de evitar acúmulo de líquidos que possam danificar a estrutura.

#### 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 122/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado*;
- DNIT ES 086/2006: *Recuperação do sistema de drenagem*.

#### 2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- remoção manual do tubo existente;
- posicionamento do novo tubo pela mão de obra;
- instalação manual do cordão de polietileno expandido;
- preenchimento do espaço vazio com argamassa pela mão de obra.



### 2.2.1.3 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 2,00 un/h.

### 2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 pedreiro para instalar o tubo e o cordão;
- 1 servente para retirar o tubo existente e auxiliar na instalação do novo tubo e do cordão.

### 2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) cordão de polietileno expandido de baixa densidade

Consiste em insumo utilizado para delimitar a profundidade de aplicação da argamassa de fixação do tubo.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 5 - Consumo de cordão de polietileno - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE**

Código SICRO	Descrição	Consumo (m/un)
3815644	Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado D = 100 mm em OAE - fornecimento e instalação	0,50265
3815643	Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado D = 80 mm em OAE - fornecimento e instalação	0,33929

b) tubo em aço galvanizado com rosca BSP classe leve

Consiste em insumo utilizado como dreno para o escoamento das águas pluviais na obra de arte especial.

O consumo referencial adotado é de 0,50 m por unidade de serviço executado.

c) argamassa para reparos e grauteamento

Consiste na confecção e aplicação da argamassa para fixação do tubo.

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados.



**Tabela 6 - Consumo de argamassa - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Consumo (m³/un)</b>
3815644	Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado D = 100 mm em OAE - fornecimento e instalação	0,00150
3815643	Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado D = 80 mm em OAE - fornecimento e instalação	0,00143

#### **2.2.1.6 Operações de transporte**

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte associada ao tempo fixo, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 7 - Serviços empregados nas operações de transporte - recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Conversão para transporte</b>	<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>
M1618	Tubo em aço galvanizado com rosca BSP classe leve - D = 100 mm (4")	0,01050 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
M1617	Tubo em aço galvanizado com rosca BSP classe leve - D = 80 mm (3")	0,00729 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

Os parâmetros associados à conversão para unidade de momento de transporte constam na seção 3.3.2 Cálculo da conversão para transporte.

#### **2.2.1.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente recomposta.





## 2.2.2 Pingadeira de elastômero

O serviço consiste no fornecimento e instalação de pingadeira em obras de arte especiais.

### 2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 122/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto armado*;
- DNIT ES 089/2006: *Execução de pingadeiras por colagem de placas pré-moldadas*.

### 2.2.2.2 Metodologia executiva

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

- preparação manual e tratamento preliminar da superfície que receberá a pingadeira;
- aplicação manual do adesivo estrutural para fixação da pingadeira;
- posicionamento e fixação da pingadeira com fincapinos.

### 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 é empregado o seguinte equipamento:

- ferramenta de fixação à pólvora e sistema a pistão.

A produtividade é estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 9,96000 m/h.

a) ferramenta de fixação à pólvora e sistema a pistão

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

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

onde:

P representa a produção horária da ferramenta de fixação, em metros por hora;  
N<sub>f</sub> representa o número de furos por ciclo, em unidades;



$F_e$  representa o fator de eficiência;

$F_{cv}$  representa o fator de conversão, em unidades por metro;

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

#### 2.2.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 3 ajudantes para preparar a superfície, aplicar o adesivo estrutural e fixar a pingadeira.

#### 2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) adesivo estrutural à base de resina epóxi bicomponente

Consiste em insumo utilizado para promover adesão entre a pingadeira e a superfície de concreto.

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

$$Q = R \times A$$

onde:

Q representa o consumo de adesivo estrutural, em quilogramas por metro;

R representa o rendimento, em quilogramas por metro quadrado;

A representa a área de aplicação, em metros quadrados por metro.

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

**Tabela 8 - Consumo de adesivo estrutural - pingadeira com elastômero**

Rendimento (kg/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> /m)	Consumo (kg/m)
1,5000	0,0400	0,06000

b) fincapino de ação indireta e pino

Consiste em insumo utilizado para fixar a pingadeira no concreto.

O consumo referencial adotado é de 2 un por unidade de serviço executado.

c) pingadeira de elastômero com aba inclinada

Consiste em insumo utilizado para evitar que a água escoe pela superfície da estrutura, impedindo a ocorrência de manchas e patologias diversas.

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



### 2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 9 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 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - pingadeira de elastômero**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1150	Adesivo estrutural à base de resina epóxi bicomponente tipo ADE-52 ou similar	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

### 2.2.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de pingadeira de elastômero deve ser realizada em metros, em função de seu comprimento linear efetivamente instalado.

### 2.2.3 Chumbador para concreto

O serviço consiste no fornecimento e instalação de dispositivo de ancoragem fixado em elementos de concreto.

#### 2.2.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

ABNT NBR 14827/2002: *Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria - Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento;*

DNIT ES 082/2006: *Furos no concreto para ancoragem de armaduras.*

#### 2.2.3.2 Metodologia executiva

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

- realização do furo por meio do marteleto;
- limpeza manual do furo;
- preparo, posicionamento e introdução manual do chumbador no furo;
- aperto manual da porca provocando a expansão das presilhas do chumbador.



### 2.2.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- martetele perfurador/rompedor elétrico: líder de equipe;
- grupo gerador.

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

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

onde:

P representa a produção horária, unidades por hora;

$N_f$  representa o número de furos, em unidades;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

$T_c$  representa tempo de ciclo, em minutos.

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

### 2.2.3.4 Mão de obra

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

- 1 ajudante para execução e limpeza do furo, posicionamento e instalação do chumbador.

### 2.2.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) broca de widia

Consiste em insumo acoplado ao martetele para execução do furo em concreto.

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

$$Q = \frac{C_m}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por unidade;

$C_m$  representa o comprimento médio do furo, em metros por unidade;

$V_u$  representa a vida útil média da broca, em metros por unidade.

A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



**Tabela 10 - Consumo de broca de widia - chumbador para concreto**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Comprimento médio do furo (m/un)</b>	<b>Vida útil média (m/un)</b>	<b>Consumo (un/un)</b>
M0505	Broca de widia - D = 6,5 mm e C = 100 mm	0,05	5,49	0,00911
M0506	Broca de widia - D = 8 mm e C = 120 mm	0,07	13,18	0,00531
M1528	Broca de widia - D = 13 mm e C = 150 mm	0,06	13,18	0,00455
M2388	Broca de widia - D = 16 mm e C = 150 mm	0,09	20,86	0,00431
M2389	Broca de widia - D = 19 mm e C = 160 mm	0,14	20,86	0,00671

b) chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto

Consiste em insumo de ancoragem fixado em elementos de concreto.

O consumo referencial adotado é de 1 un por unidade de serviço executado.

#### *2.2.3.6 Operações de transporte*

A tabela 11 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 11 - Serviços empregados nas operações de transporte - chumbador para concreto**

<b>Descrição</b>	<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>
Chumbador de expansão controlada	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 12 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 12 - Fator de conversão de transporte - chumbador para concreto**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/un)
M0409	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 6,3 mm	0,00002
M3360	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 8,0 mm	0,00003
M0408	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 12,5 mm	0,00011
M0412	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 16,0 mm	0,00020
M0410	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 20,0 mm	0,00032

### 2.2.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de chumbador de expansão controlada por torque para concreto deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

## 2.3 Dispositivos de segurança

### 2.3.1 Fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado

O serviço consiste na confecção de guarda-corpo pré-moldado de concreto.

#### 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 088/2006: *Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras*;
- ABNT NBR 7187/2021: *Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto*.

#### 2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- confecção das fôrmas metálicas;
- aplicação manual do desmoldante nas fôrmas metálicas;
- fornecimento, preparo e colocação da armação nas fôrmas;
- confecção do concreto em betoneira e lançamento manual;
- vibração do concreto por meio da mesa vibratória;
- transporte das peças fabricadas por meio do carro manual com auxílio da talha.



### 2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- mesa vibratória: líder de equipe;
- carro manual modelo plataforma;
- talha manual;
- grupo gerador.

#### a) mesa vibratória

A produção horária é estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 24,90 m/h.

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

#### b) carro manual modelo plataforma

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

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

C representa o comprimento unitário do guarda-corpo, em metros por unidade;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

#### c) talha manual

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade da talha manual, em toneladas;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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



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

$$F_{cv} = (V \times \rho) + \frac{M}{1.000}$$

onde:

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

$V$  representa o volume de concreto por metro de guarda-corpo, em metros cúbicos por metro;

$\rho$  representa a massa específica do concreto, em toneladas por metro cúbico;

$M$  representa a massa de aço por metro de guarda-corpo, em quilogramas por metro.

#### 2.3.1.4 Mão de obra

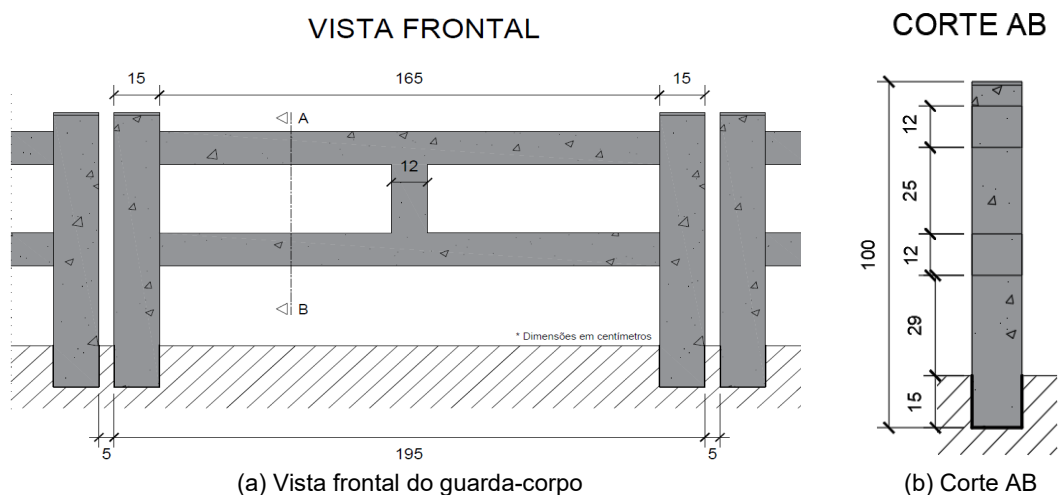
São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 servente para aplicação do desmoldante;
- 1 servente para operação da mesa vibratória;
- 1 servente para operação da talha manual;
- 1 servente para transporte dos moldes de concreto com carro manual.

#### 2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 2.

**Figura 2 - Modelo de guarda-corpo de concreto**



Fonte: FGV IBRE

a) fôrma metálica para guarda-corpo de concreto - utilização de 50 vezes

Consiste na confecção da fôrma metálica para a fabricação do guarda-corpo.





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

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

onde:

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

A representa a área da fôrma, em metros quadrados;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros.

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

**Tabela 13 - Consumo de fôrma metálica para guarda-corpo de concreto - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado**

Área da fôrma (m²)	Comprimento (m)	Consumo (m²/m)
2,3700	1,95	1,21538

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:

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

onde:

Q representa o consumo de desmoldante, em litros por metro;

A representa a área de fôrma, em metros quadrados;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros;

R representa o rendimento médio do desmoldante, em metros quadrados por litro.

A tabela 14 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 14 - Consumo de desmoldante - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado**

Área de fôrma (m²)	Comprimento (m)	Rendimento (m²/l)	Consumo (l/m)
2,3700	1,95	75,00	0,01621



c) armação em aço

Consistem em insumos utilizados na confecção das armaduras para estruturas de concreto.

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

$$Q = \frac{(Q_l + Q_t) \times \gamma}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de armação, em quilogramas por metro;

$Q_l$  representa a quantidade de aço da armadura longitudinal, em metros;

$Q_t$  representa a quantidade de aço da armadura transversal, em metros;

$\gamma$  representa a massa linear do aço de bitola 6,3 mm, em quilogramas por metro;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros.

Os parâmetros referenciais adotados correspondem a:

- 2 pilares externos com comprimento de 1,00 m;
- 1 pilar interno com comprimento de 0,25 m;
- 2 vigas com comprimento de 1,65 m;
- são empregadas 4 barras longitudinais, de 6,3 mm, em cada elemento (i.e., vigas e pilares);
- são utilizados estribos de 6,3 mm, com comprimento de 35 cm, a cada 20 cm;
- 0,245 kg/m para a massa linear da barra de aço CA-50 com diâmetro 6,3 mm.

O consumo de aço da armadura longitudinal é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q_l = \sum N \times Q_b \times C$$

onde:

$Q_l$  representa a quantidade de aço da armadura longitudinal, em metros;

N representa o número de pilares ou vigas;

$Q_b$  representa a quantidade de barras de aço, em unidades;

C representa o comprimento de cada barra de aço, em metros por unidade.

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.



**Tabela 15 - Quantidade de aço da armadura longitudinal**

Nome da seção	Número de pilares ou vigas	Quantidade de barras de aço (un)	Comprimento (m/un)	Quantidade de aço da armadura longitudinal (m)
Pilares externos	2	4	1,00	8,00
Pilar interno	1	4	0,25	1,00
Vigas	2	4	1,65	13,20
<b>Total</b>				<b>22,20</b>

O consumo de aço da armadura transversal é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q_t = \sum N \times C_e \times \frac{C}{E}$$

onde:

$Q_t$  representa a quantidade de aço da armadura transversal, em metros;

$N$  representa o número de pilares ou vigas;

$C_e$  representa o comprimento de cada estribo, em metros;

$C$  representa o comprimento do pilar ou viga, em metros;

$E$  representa o espaçamento entre os estribos, em metros.

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

**Tabela 16 - Quantidade de aço da armadura transversal**

Nome da seção	Número de pilares ou vigas	Comprimento de cada estribo (m)	Comprimento do pilar ou viga (m)	Espaçamento (m)	Quantidade de aço da armadura transversal (m)
Pilares externos	2	0,35	1,00	0,20	3,50
Pilar interno	1	0,35	0,25	0,20	0,44
Vigas	2	0,35	1,65	0,20	5,78
<b>Total</b>					<b>9,71</b>

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

**Tabela 17 - Consumo de aço CA-50 - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado**

Quantidade de aço da armadura longitudinal (m)	Quantidade de aço da armadura transversal (m)	Massa linear (kg/m)	Comprimento (m)	Consumo (kg/m)
22,20	9,71	0,245	1,95	4,01046



d) concreto

Consiste na confecção em betoneira de concreto para a fabricação do guarda-corpo, bem como seu lançamento manual nas fôrmas.

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

$$Q = \frac{(V_t - V_a)}{C}$$

onde:

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

$V_t$  representa o volume total dos elementos do guarda-corpo, em metros cúbicos;

$V_a$  representa o volume de aço utilizado por unidade do guarda-corpo, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros.

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 18 - Consumo de concreto fck = 25 Mpa - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado**

Volume total (m³)	Volume de aço (m³)	Comprimento (m)	Consumo (m³/m)
0,10890	0,00100	1,95	0,05533

### 2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 19 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 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M3949	Desmoldante para fôrmas metálicas	0,00099 t/l	5915474	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais
			5915322	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural
			5915323	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário
			5915324	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada



#### 2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fabricação de guarda-corpo de concreto deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente confeccionado.

#### 2.3.2 Recomposição de guarda-corpo de concreto

O serviço consiste na recomposição de guarda-corpo de concreto.

##### 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 088/2006: *Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras*;
- ABNT NBR 7187/2021: *Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto*.

##### 2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno;
- retirada do guarda-corpo remanescente pela mão de obra;
- limpeza do local demolido por meio do soprador de ar;
- instalação manual de guarda-corpo fabricado em 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 da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- soprador de ar costal.

A produtividade é estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 5,00 m/h.

##### 2.3.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 servente para retirada do guarda-corpo demolido;
- 1 servente para operar o soprador de ar na limpeza do local demolido;



- 1 servente para auxiliar o pedreiro no assentamento do guarda-corpo;
- 1 pedreiro para assentamento do guarda-corpo.

#### 2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

O modelo de guarda-corpo empregado no cálculo dos consumos é apresentado na figura 2, na seção 2.3.1.5 do presente documento.

a) demolição de concreto armado com marteleiro e corte oxiacetileno

Consiste na demolição mecanizada do guarda-corpo danificado para posterior recomposição.

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

$$Q = 2 \times \frac{V_d}{C} = 2 \times \frac{L^2 \times H}{C}$$

onde:

Q representa o consumo da atividade de demolição, em metros cúbicos por metro;

$V_d$  representa o volume demolido, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros;

L representa a largura de demolição, em metros;

H representa a profundidade demolida, em metros.

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 20 - Consumo da atividade de demolição - recomposição de guarda-corpo de concreto**

Volume demolido (m³)	Largura da demolição (m)	Profundidade demolida (m)	Comprimento (m)	Consumo (m³/m)
0,00462	0,17	0,16	1,95	0,00474

b) argamassa para reparos e grauteamento - confecção em misturador e lançamento manual

Consiste na confecção e lançamento da argamassa para fabricação do guarda-corpo de concreto.

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

$$Q = \frac{2 \times (V_d - V_e)}{C} = \frac{2 \times ((L^2 \times H) - (L_p^2 \times H_e))}{C}$$



onde:

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

V<sub>d</sub> representa o volume demolido, em metros cúbicos;

V<sub>e</sub> representa o volume engastado, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros;

L representa a largura de demolição, em metros;

H representa a profundidade demolida, em metros;

L<sub>p</sub> representa a largura do pilar, em metros;

H<sub>e</sub> representa a profundidade de engastamento, em metros.

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 21 - Consumo de argamassa para reparos e grauteamento - recomposição de guarda-corpo de concreto**

Volume demolido (m³)	Volume engastado (m³)	Largura de demolição (m)	Largura do pilar (m)	Profundidade demolida (m)	Profundidade de engastamento (m)	Comprimento (m)	Consumo (m³/m)
0,00462	0,00337	0,17	0,15	0,16	0,15	1,95	0,00128

c) guarda-corpo de concreto - fabricação

Consiste na confecção de guarda-corpo de concreto.

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

### 2.3.2.6 Operações de transporte

A quantidade de material demolido gerado é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{V_t}{C} \times (1 - k)$$

onde:

Q representa a quantidade de material demolido, em metros cúbicos por metro;

V<sub>t</sub> representa o volume total do guarda-corpo, em metros cúbicos;

C representa o comprimento do guarda-corpo, em metros;

k representa a parcela danificada do guarda-corpo.

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais adotados e a respectiva quantidade de material.

**Tabela 22 - Quantidade de material demolido - concreto armado**

Volume total do guarda-corpo (m³)	Comprimento do guarda-corpo (m)	k (%)	Quantidade (m³/m)
0,10890	1,95	30,00	0,03909



A tabela 23 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 23 - Serviços empregados nas operações de transporte - recomposição de guarda-corpo de concreto**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
-	Guarda-corpo de concreto - fabricação	0,13681 t/m	5915373	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m
			5914584	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural
			5914599	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário
			5914614	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada
M3512	Material demolido - concreto armado	2,50000 t/m <sup>3</sup>	5915433	Carga, manobra e descarga de material demolido em caminhão basculante de 6 m <sup>3</sup> - carga manual e descarga livre
			5914314	Transporte com caminhão basculante de 6 m <sup>3</sup> - rodovia em leito natural
			5914329	Transporte com caminhão basculante de 6 m <sup>3</sup> - rodovia em revestimento primário
			5914344	Transporte com caminhão basculante de 6 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada

### 2.3.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de recomposição de guarda-corpo deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente recomposto.

### 2.3.3 Recuperação de guarda-corpo metálico

O serviço consiste na recuperação de guarda-corpo metálico.

#### 2.3.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 080/2006: *Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos*;
- DNIT ES 088/2006: *Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras*;
- ABNT NBR 7187/2021: *Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto*.





### 2.3.3.2 Metodologia executiva

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

- em ambiente agressivo e muito agressivo:
  - limpeza do substrato por meio do jateamento com o uso de granalhas de aço;
  - pintura de fundo com tinta epóxi com pistola a ar comprimido;
  - pintura de acabamento com esmalte epóxi com pistola a ar comprimido.
- em ambiente pouco agressivo:
  - limpeza manual do substrato;
  - pintura de fundo com tinta epóxi com pistola a ar comprimido;
  - pintura de acabamento com esmalte epóxi com pistola a ar comprimido.

### 2.3.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço de recuperação de guarda-corpo metálico em ambiente pouco agressivo 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 3,34896 m<sup>2</sup>/h.

Não se aplica aos serviços de recuperação de guarda-corpo metálico em ambiente agressivo e muito agressivo, ao passo que as composições de custos são modeladas de forma unitária.

### 2.3.3.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- em ambiente pouco agressivo:
  - 1 ajudante para executar a limpeza e lixamento do substrato do guarda-corpo metálico.

### 2.3.3.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) lixa para ferro

Consiste em insumo utilizado para lixamento da superfície metálica a fim de prepará-la para o recebimento da pintura de fundo aplicada para proteção contra ambiente pouco agressivo.

O consumo referencial adotado é de 0,30 un por unidade de serviço executado.



**b) jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço**

Consiste no serviço empregado para limpeza da superfície metálica a fim de prepará-la para recebimento da pintura de fundo aplicada para proteção contra ambiente agressivo ou muito agressivo.

O consumo referencial adotado é de 1,00 m<sup>2</sup> por unidade de serviço executado.

**c) pintura de fundo**

Consiste na aplicação de primer sobre a superfície já preparada para proteção do elemento metálico.

A tabela 24 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 24 - Consumo de pintura de fundo - recuperação de guarda-corpo metálico**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Agressividade do ambiente</b>	<b>Número de demãos</b>	<b>Consumo (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)</b>
2408077	Pintura de fundo com tinta alquídica com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de até 30 µm	Pouco agressivo	2	2,00000
2408079	Pintura de fundo com tinta epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de até 120 µm	Agressivo e muito agressivo	1	1,00000

**d) pintura de acabamento**

Consiste na aplicação de pintura e acabamento do elemento metálico.

A tabela 25 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 25 - Consumo de pintura de acabamento - recuperação de guarda-corpo metálico**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Agressividade do ambiente</b>	<b>Número de demãos</b>	<b>Consumo (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)</b>
2408078	Pintura de acabamento com esmalte sintético com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de até 30 µm	Pouco agressivo	2	2,00000
2408080	Pintura de acabamento com esmalte epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de até 40 µm	Agressivo	2	2,00000
2419705	Pintura com epóxi de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de até 120 µm	Muito agressivo	1	1,00000

**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 recuperação de guarda-corpo metálico deve ser realizada em metros quadrados, em função da área de guarda-corpo metálico efetivamente recuperada.

#### 2.3.4 Guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres

O serviço consiste no fornecimento e instalação de guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres.

##### 2.3.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 088/2006: *Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras*;
- ABNT NBR 7187/2021: *Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto*.

##### 2.3.4.2 Metodologia executiva

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

- fabricação dos montantes internos e das travessas por meio de corte de chapa de aço com guilhotina hidráulica;
- instalação dos suportes para corrimão por meio de soldagem elétrica de perfis metálicos;
- montagem dos elementos para formação do módulo guarda-corpo e corrimão por meio de soldagem elétrica de perfis metálicos;
- aplicação de proteção anticorrosão do módulo por meio de pintura eletrostática;
- perfuração da chapa metálica da base por meio da furadeira;
- fixação do módulo por meio dos chumbadores de expansão.

##### 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:

- furadeira com base magnética;
- grupo gerador.



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

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

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.

#### 2.3.4.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 0,08889 horas de serralheiro para operar a furadeira.

#### 2.3.4.5 Materiais e atividades auxiliares

O consumo dos materiais é estabelecido por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

##### a) broca de aço rápido

Consiste em insumo acoplado a furadeira para execução do furo na chapa metálica da base.

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

$$Q = \frac{N_f}{C \times V_u}$$

onde:

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

N<sub>f</sub> representa o número de furos, em unidades;

C representa o comprimento do módulo, em metros;

V<sub>u</sub> representa a vida útil da broca, em unidades por unidade.

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

**Tabela 26 - Consumo de broca de aço rápido - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Número de furos (un)	Comprimento (m)	Vida útil (un/un)	Consumo (un/m)
4	1,20	300	0,01111



b) chapa grossa em aço ASTM A36

Consiste em insumo utilizado para fabricação dos montantes internos e das travessas do guarda-corpo.

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

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

onde:

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

V representa o volume total das peças em aço, em metros cúbicos;

$\rho$  representa a massa específica do aço, em quilogramas por metro cúbico;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

A tabela 27 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 27 - Consumo de chapa grossa - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Volume total (m³)	Massa específica (kg/m³)	Comprimento (m)	Consumo (kg/m)
0,00356	7.850,00	1,20	23,28833

c) chumbador de expansão controlada por torque para concreto

Consiste em insumo utilizado para fixação do guarda-corpo e corrimão na estrutura.

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

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

onde:

Q representa o consumo de chumbadores, em unidades por metro;

N representa o número de chumbadores por módulo, em unidades;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

A tabela 28 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 28 - Consumo de chumbadores de expansão controlada - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Número de chumbadores (un)	Comprimento do módulo (m)	Consumo (un/m)
4	1,20	3,33333

**DNIT**



e) fluido de resfriamento para usinagem de metais

Consiste em insumo utilizado para o resfriamento da broca durante a perfuração das chapas metálicas.

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

$$Q = \frac{R}{P}$$

onde:

Q representa o consumo de fluido, em litros por metro;

R representa o rendimento do fluido, em litros por hora;

P representa a produção da mão de obra, em metros por hora.

A tabela 30 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 30 - Consumo de fluido de resfriamento - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Rendimento (l/h)	Produção (m/h)	Consumo (l/m)
0,500	11,25	0,04444

f) pintura eletrostática com tinta em pó à base de resina epóxi

Consiste na execução de pintura para proteção anticorrosiva do módulo guarda-corpo e corrimão.

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

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

onde:

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

A representa a área total a ser pintada por módulo, em metros quadrados;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

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

**Tabela 31 - Consumo de pintura eletrostática em pó - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Área (m²)	Comprimento do módulo (m)	Consumo (m²/m)
2,4000	1,20	2,00000



g) suporte em aço-carbono para corrimão de guarda-corpo metálico

Consiste em insumo utilizado para fixação do corrimão no guarda-corpo metálico.

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

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

onde:

Q representa o consumo de suportes, em unidades por metro;

N representa o número de suportes por módulo, em unidades;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

A tabela 32 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 32 - Consumo de suportes - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Suportes por módulo (un)	Comprimento do módulo (m)	Consumo (un/m)
4	1,20	3,33333

h) solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço

Consiste na soldagem dos perfis e chapas metálicas para instalação dos suportes do corrimão e montagem dos elementos do módulo integral.

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

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

onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por metro;

A representa a área do filete de solda, em metros quadrados;

C<sub>s</sub> representa o comprimento total de solda, em metros;

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

E<sub>d</sub> representa a eficiência de deposição da solda;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

A área do filete de solda possui formato de um quarto de círculo, sendo calculada por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$A = \frac{\pi \times l^2}{4}$$





onde:

A representa a área do filete de solda, em metros quadrados;  
l representa a perna da seção de solda, em metros.

A tabela 33 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 33 - Consumo de solda - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Perna da seção de solda (m)	Comprimento total de solda (m)	Massa específica (kg/m³)	Eficiência de deposição	Comprimento do módulo (m)	Consumo (kg/m)
0,005	3,84	7.850,00	0,668	1,20	0,73837

i) tubo em aço galvanizado - E = 2,00 mm e D = 50,80 mm (2")

Consiste em insumo utilizado para fabricação do corrimão.

O consumo referencial adotado é de 2,00 m por unidade de serviço executado.

j) tubo em aço galvanizado - E = 3,00 mm e seção de 80 x 80 mm

Consiste em insumo utilizado para fabricação do montante externo.

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

$$Q = \frac{C_t \times N}{C}$$

onde:

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

C<sub>t</sub> representa o comprimento do tubo, em metros;

N representa o número de tubos por módulo;

C representa o comprimento do módulo, em metros.

A tabela 34 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

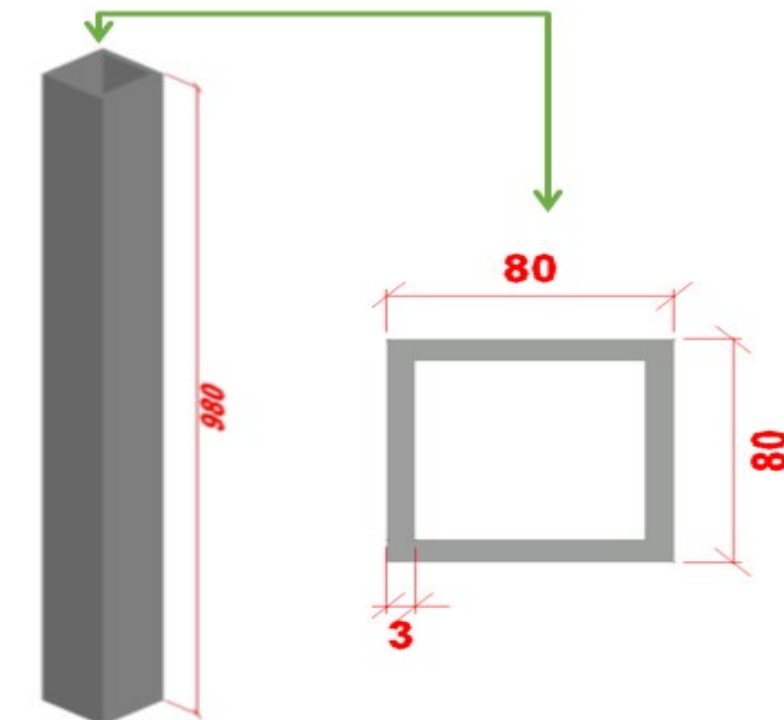
**Tabela 34 - Consumo de aço galvanizado - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Comprimento do tubo (m)	Número de tubos por módulo	Comprimento do módulo (m)	Consumo (m/m)
0,98	2	1,20	1,63333

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 4.



Figura 4 - Detalhe do montante externo empregado em módulos de guarda-corpo



Fonte: FGV IBRE

#### 2.3.4.6 Operações de transporte

A tabela 35 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 35 - Serviços empregados nas operações de transporte - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Componentes empregados em guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres	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 36 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 36 - Fator de conversão de transporte - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg
M0963	Tubo em aço galvanizado - E = 3,00 mm e seção de 80 x 80 mm	0,00730 t/m
M0962	Tubo em aço galvanizado - E = 2,00 mm e D = 50,80 mm (2")	0,00241 t/m



Tabela 36 - Fator de conversão de transporte - guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0971	Suporte em aço-carbono para corrimão de guarda-corpo metálico	0,00010 t/un
M0972	Fluido de resfriamento para usinagem de metais	0,00097 t/l

#### 2.3.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fornecimento e instalação de guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres deve ser realizada em metros, em função de seu comprimento linear efetivamente implantado.

### 2.4 Manutenção de junta de dilatação e aparelho de apoio

#### 2.4.1 Elevação de estruturas para substituição de aparelho de apoio

O serviço consiste na elevação da estrutura com o auxílio de um conjunto bomba e macaco hidráulico, suficiente para proceder à substituição dos aparelhos de apoio em obras de arte especiais.

##### 2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 091/2006: *Tratamento de aparelhos de apoio: concreto neoprene e metálicos*;
- DNIT ES 092/2006: *Juntas de dilatação*;
- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição*;
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*;
- DER SP ET-DE-C00/020/2006: *Substituição de aparelhos de apoio e juntas de dilatação*.

##### 2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- marcação manual de pontos referenciais para verificação e controle da elevação da estrutura;
- posicionamento manual dos macacos hidráulicos;
- levantamento do tabuleiro por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico;
- substituição do aparelho de apoio pela mão de obra;



- diminuição gradual e constante das pressões do conjunto bomba e macaco hidráulico, de forma que a estrutura elevada retorne para sua posição original.

#### 2.4.1.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento conjunto bomba e macaco hidráulico, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

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

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

onde:

P representa a produção horária, em unidades por hora;

$Q_t$  representa a quantidade de elementos, em unidades;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

#### 2.4.1.4 *Mão de obra*

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

- 2 ajudantes especializados para marcação dos pontos iniciais, posicionamento dos macacos hidráulicos e substituição do aparelho de apoio.

#### 2.4.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.4.1.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.4.1.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de elevação de estruturas para substituição de aparelho de apoio deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente substituída.

#### 2.4.2 *Restauração de berços de apoio para junta de dilatação*

O serviço consiste na recuperação do berço, confecção de lábios poliméricos e substituição de junta de dilatação em pavimento de concreto.



#### 2.4.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 091/2006: *Tratamento de aparelhos de apoio: concreto, neoprene e metálicos*;
- DNIT ES 092/2006: *Juntas de dilatação*;
- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição*;
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*;
- DER SP ET-DE-C00/020/2006: *Substituição de aparelhos de apoio e juntas de dilatação*.

#### 2.4.2.2 Metodologia executiva

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

- demolição com martelete do berço de concreto e os lábios poliméricos;
- concretagem do novo berço de apoio;
- aplicação de argamassa para confecção dos lábios poliméricos para reforço das bordas do berço de apoio;
- instalação do perfil de borracha para junta de dilatação.

#### 2.4.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

#### 2.4.2.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

#### 2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) concreto

Consiste na confecção e lançamento do concreto utilizado na execução do novo berço de apoio para junta de dilatação.

Não é atribuída resistência característica para o concreto ao passo que tal elemento deve ser determinado em fase de projeto, consoante às condições de contorno e dimensionamento específicos de cada empreendimento, bem como o respectivo custo associado à sua confecção.

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



$$Q = \frac{2 \times C \times e \times L}{C}$$

onde:

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

C representa o comprimento da junta de dilatação, em metros;

e representa espessura do berço, em metros;

L representa a largura do berço, em metros.

A tabela 37 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 37 - Consumo de concreto - restauração de berços de apoio para junta de dilatação**

Comprimento (m)	Espessura (m)	Largura (m)	Consumo (m³/m)
1,00	0,15	0,25	0,07500

**b) demolição de concreto simples com marteleiro**

Consiste na demolição do berço de concreto existente.

O consumo referencial adotado é de 0,07500 m³ por unidade de serviço executado.

**c) junta de dilatação em perfil extrudado de borracha vulcanizada**

Consiste em representação genérica da atividade de fornecimento e instalação da junta, cabendo ao orçamentista fazer a substituição dessa composição por uma das CCUs de junta de dilatação disponíveis no SICRO.

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

**d) lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto**

Consiste na confecção de lábios poliméricos para reforço das bordas do berço de apoio.

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

**2.4.2.6 Operações de transporte**

Não se aplica a este serviço.

**2.4.2.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de restauração de berços de apoio para junta de dilatação deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente restaurado.



### 2.4.3 Substituição de junta de dilatação e lábios poliméricos

O serviço consiste na substituição de junta de dilatação e confecção de lábios poliméricos em pavimento de concreto.

#### 2.4.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 091/2006: *Tratamento de aparelhos de apoio: concreto, neoprene e metálicos;*
- DNIT ES 092/2006: *Juntas de dilatação;*
- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição;*
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição;*
- DER SP ET-DE-C00/020/2006: *Substituição de aparelhos de apoio e juntas de dilatação.*

#### 2.4.3.2 Metodologia executiva

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

- aplicação de argamassa para confecção dos lábios poliméricos para reforço das bordas do berço de apoio;
- instalação de perfil de borracha para junta de dilatação.

#### 2.4.3.3 Produção horária e equipe mecânica

Não se aplica a este serviço, ao passo que a composição de custos é modelada de forma unitária.

#### 2.4.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

#### 2.4.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto

Consiste na confecção de lábios poliméricos para reforço das bordas do berço de apoio.

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



b) junta de dilatação em perfil extrudado de borracha vulcanizada

Consiste em representação genérica da atividade de fornecimento e instalação da junta, cabendo ao orçamentista fazer a substituição dessa composição por uma das CCUs de junta de dilatação disponíveis no SICRO.

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

**2.4.3.6 Operações de transporte**

Não se aplica a este serviço.

**2.4.3.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de substituição de junta de dilatação e lábios poliméricos deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente substituído.

**2.5 Inspeção de OAE**

**2.5.1 Abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção**

O serviço consiste na abertura em laje de concreto visando acessar o interior das estruturas celulares de obras de arte especiais para realização de inspeções.

**2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos**

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

- DNIT PRO 010/2004: *Inspeções em pontes e viadutos*;
- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição*.

**2.5.1.2 Metodologia executiva**

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

- demarcação do perímetro de abertura por meio da serra para corte;
- demolição do concreto com martelo no perímetro demarcado da janela de inspeção;
- carga manual e transporte do material demolido com carrinho de mão.

**2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica**

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- compressor de ar portátil;





- martetele perfurador/rompedor a ar comprimido de 10 kg;
- serra para corte de concreto;
- transportador manual carrinho de mão.

A produção horária do serviço de equipe é estabelecida por meio do método teórico, sendo definida a partir do somatório dos ciclos de operação da serra de corte e do martetele, cujo valor corresponde a 1,45190 un/h.

a) martetele perfurador/rompedor a ar comprimido de 10 kg

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

$$P = \frac{C_{ap} \times F_e}{A \times e}$$

onde:

P representa a produção horária do martetele, em unidades por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade, em metros cúbicos por hora;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

A representa a área da janela de inspeção, em metros quadrados por unidade;  
e representa a espessura de concreto, em metros.

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

b) serra para corte de concreto

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

$$P = \frac{C_{ap} \times F_e}{A}$$

onde:

P representa a produção horária da serra, em unidades por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade, em metros quadrados por hora;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

A representa a área da janela de inspeção, em metros quadrados por unidade.

c) transportador manual carrinho de mão

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

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



onde:

P representa a produção horária do carrinho de mão, em unidades por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade do carrinho de mão, em toneladas;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
A representa a área da janela de inspeção, em metros quadrados por unidade;  
e representa a espessura de concreto, em metros;  
T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em minutos;  
F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico.

#### 2.5.1.4 Mão de obra

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

- 0,57143 horas de servente para operação da serra para corte de concreto;
- 0,18114 horas de servente para operação do transportador manual carrinho de mão.

#### 2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) disco de corte diamantado para concreto e asfalto

Consiste em insumo acoplado à serra para execução dos cortes.

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

$$Q = \frac{P_e}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de disco diamantado, em unidades por unidade;  
P<sub>e</sub> representa o perímetro da janela inspeção, em metros por unidade;  
V<sub>u</sub> representa a vida útil, em metros por unidade.

A tabela 38 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 38 - Consumo de disco de corte - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção**

Perímetro (m/un)	Vida útil (m/un)	Consumo (un/un)
2,80	300,00	0,00933

Os parâmetros referenciais correspondem a uma janela de inspeção com dimensões de 0,70 x 0,70 m.



b) ponteiro para marteleto

Consiste em insumo acoplado ao marteleto para demolição do concreto.

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

$$Q = A \times e \times V_u$$

onde:

Q representa o consumo de ponteiros, em unidades por unidade;

A representa a área da janela de inspeção, em metros quadrados por unidade;

e representa a espessura de concreto, em metros;

$V_u$  representa a vida útil do ponteiro, em unidades por metros cúbicos.

A tabela 39 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 39 - Consumo de ponteiro para marteleto - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção**

Área (m <sup>2</sup> /un)	Espessura (m)	Vida útil (un/m <sup>3</sup> )	Consumo (un/un)
0,4900	0,20	0,10000	0,00980

#### 2.5.1.6 Operações de transporte

A quantidade de material demolido gerado é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$C_t = A \times e$$

onde:

$C_t$  representa a conversão para unidade de transporte, em metros cúbicos por unidade;

A representa a área da janela de inspeção, em metros quadrados por unidade;

e representa a espessura de concreto, em metros.

A tabela 40 apresenta os parâmetros referenciais adotados e a respectiva quantidade de material.

**Tabela 40 - Quantidade de material demolido - concreto simples**

Área (m <sup>2</sup> /un)	Espessura (m)	Quantidade (m <sup>3</sup> /un)
0,4900	0,20	0,09800

A tabela 41 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 41 - Serviços empregados nas operações de transporte - abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M3505	Material demolido - concreto simples	2,40000 t/m³	5915433	Carga, manobra e descarga de material demolido em caminhão basculante de 6 m³ - carga manual e descarga livre
			5914314	Transporte com caminhão basculante de 6 m³ - rodovia em leito natural
			5914329	Transporte com caminhão basculante de 6 m³ - rodovia em revestimento primário
			5914344	Transporte com caminhão basculante de 6 m³ - rodovia pavimentada

### 2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de abertura de janela para inspeção deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente executada.

## 2.6 Preparo do substrato com remoção de concreto

### 2.6.1 Apicoamento mecanizado de concreto

O serviço consiste em remover a camada superficial de estruturas de concreto com o auxílio de martelete perfurador.

#### 2.6.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 080/2006: *Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos.*

#### 2.6.1.2 Metodologia executiva

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

- apicoamento da superfície de concreto por meio do martelete;
- carga manual e transporte do material demolido com carrinho de mão.

#### 2.6.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- martelete perfurador/rompedor elétrico: líder de equipe;



- grupo gerador;
- transportador manual carrinho de mão.

a) martetele perfurador/rompedor elétrico

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

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

onde:

P representa a produção horária do martetele, em metros quadrados por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade do martetele, em toneladas por hora;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência;  
e representa a espessura de apicoamento, em metros;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico.

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

b) transportador manual carrinho de mão

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

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

onde:

P representa a produção horária do carrinho de mão, em metros quadrados por hora;  
 $C_{ap}$  representa a capacidade do carrinho de mão, em toneladas;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência;  
e representa a espessura de apicoamento, em metros;  
 $T_c$  representa o tempo total de ciclo, em minutos;  
 $F_{cv}$  representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico.

#### 2.6.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para operação do martetele;
- 0,09906 horas de servente para operação do transportador manual.



### 2.6.1.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) ponteiro para martelete

Consiste em insumo acoplado ao martelete para demolição do concreto.

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

$$Q = \frac{H \times N_f}{A \times V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de ponteiro, em unidades por metros quadrados;

H representa a profundidade de apicoamento, em metros;

N<sub>f</sub> representa o número de furos;

A representa a área apicoada, em metros quadrados;

V<sub>u</sub> representa a vida útil, em metros por unidade.

A tabela 42 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 42 - Consumo de ponteiro para martelete - apicoamento mecanizado de concreto**

Profundidade (m)	Número de furos	Área (m²)	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m²)
0,03	100	1,00	150,00	0,02000

### 2.6.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

### 2.6.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de apicoamento mecanizado de concreto deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente removida.

### 2.6.2 Demolição controlada de concreto com martelete

O serviço consiste na demolição controlada de concreto, de modo a evitar danos que comprometam a estabilidade do elemento estrutural.

#### 2.6.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*;



- IPR 711/2005: *Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais* - 2ª edição.

#### 2.6.2.2 Metodologia executiva

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

- demolição do concreto por meio do marteleto;
- carga manual e transporte do material demolido com carrinho de mão.

#### 2.6.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- marteleto perfurador/rompedor a ar: líder de equipe;
- compressor de ar portátil;
- transportador manual carrinho de mão.

##### a) marteleto perfurador/rompedor a ar

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

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

onde:

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

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

H representa a profundidade de demolição, em metros;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

A produção horária do serviço é estabelecida por meio da relação entre o número de unidades empregadas na atividade e sua respectiva produtividade.

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

##### b) transportador manual carrinho de mão

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

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



onde:

P representa a produção horária do carrinho de mão, em metros cúbicos por hora;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade do carrinho de mão, em toneladas;

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

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

F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão, em toneladas por metro cúbico.

#### 2.6.2.4 Mão de obra

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

- 1,02922 horas de servente para operação do transportador manual.

#### 2.6.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ponteiro para martelete

Consiste em insumo acoplado ao martelete para demolição do concreto.

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

$$Q = \frac{H \times N_f}{V \times V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de ponteiro, em unidades por metros cúbicos;

H representa a profundidade do furo, em metros;

N<sub>f</sub> representa o número de furos;

V representa o volume demolido, em metros cúbicos;

V<sub>u</sub> representa a vida útil, em metros por unidade.

A tabela 43 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 43 - Consumo de ponteiro para marteletes - demolição controlada de concreto com martelete**

Profundidade (m)	Número de furos	Volume (m³)	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m³)
0,15	100	0,15000	150,00	0,66667

#### 2.6.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.





#### 2.6.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de demolição controlada de concreto com marteleto deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente demolido.

#### 2.6.3 Remoção de concreto com jateamento d'água

O serviço consiste na remoção de concreto por meio do jateamento de água sob alta pressão, cujo emprego promove a demolição superficial evitando o surgimento de fissuras na estrutura.

##### 2.6.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 080/2006: *Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos.*

##### 2.6.3.2 Metodologia executiva

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

- remoção de concreto por hidrojateamento por meio da bomba de alta pressão abastecida pelo caminhão tanque.

##### 2.6.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- bomba de alta pressão para hidrojateamento: líder de equipe;
- caminhão tanque.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 0,83000 m<sup>3</sup>/h.

O caminhão tanque opera em conjunto com a bomba, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

##### 2.6.3.4 Mão de obra

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

- 1 ajudante especializado para auxiliar na hidrodemolição do concreto.



#### 2.6.3.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

#### 2.6.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.6.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de remoção de concreto com jateamento d'água sob alta pressão deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente removido.

### 2.7 Placa de aço para protensão externa

#### 2.7.1 Placa de aço para protensão externa em reforço de viga

O serviço consiste na fabricação e instalação de dispositivos metálicos para ancoragem e desviadores das cordoalhas para protensão externa nas faces laterais das vigas, consoante aos detalhes apresentados na figura 5.

Figura 5 - Detalhe de placa metálica de apoio (a) e de desvio (b)



(a) Placa de apoio para ancoragem



(b) Placa de desvio

Fonte: VITÓRIO, J. A. P.; BARROS, R. C. **Reforço e Alargamento de Pontes Rodoviárias com a Utilização de Protensão Externa**. 7º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. Fortaleza. 2011.

Objetivando manter a integridade estrutural do elemento reforçado, recomenda-se proteger as cordoalhas das ações e intempéries advindas do meio externo, cujo procedimento usualmente empregado é a cobertura com concreto, consoante aos detalhes apresentados na figura 6.



Figura 6 - Cobertura de concreto após protensão



Fonte: VITÓRIO, J. A. P.; BARROS, R. C. **Reforço e Alargamento de Pontes Rodoviárias com a Utilização de Protensão Externa**. 7º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. Fortaleza. 2011.

Importante destacar que a modelagem referencial contempla apenas o procedimento executivo para confecção dos dispositivos metálicos de apoio e de desvio dos cabos, não integrando as atividades de protensão com cordoalhas e cobertura da estrutura de reforço com concreto.

#### 2.7.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição*;
- DNIT PRO 010/2004: *Inspeções em pontes e viadutos*.

#### 2.7.1.2 Metodologia executiva

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

- corte a plasma das chapas de aço-carbono;
- solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço para fabricação da placa;
- perfuração dos pontos de fixação da placa na face de concreto;
- posicionamento e instalação manual do tirante de barra de aço com aplicação de adesivo estrutural;
- fixação manual da placa de aço com a porca em aço para ancoragem de tirantes.



### 2.7.1.3 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 44.

**Tabela 44 - Produções horárias dos serviços de placa de aço para protensão externa**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (un/h)
3806431	Placa de aço de apoio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	0,22000
3806432	Placa de aço de desvio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	0,42000

### 2.7.1.4 Mão de obra

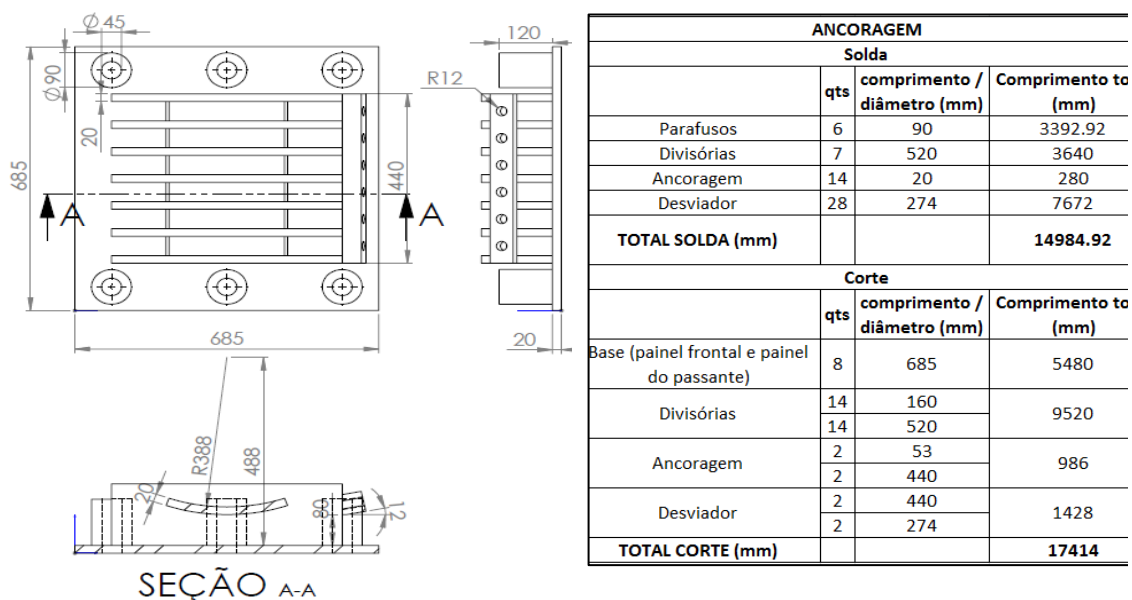
São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 ajudantes para instalação do tirante e fixação da placa de aço.

### 2.7.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos dos croquis apresentados nas figuras 7 e 8.

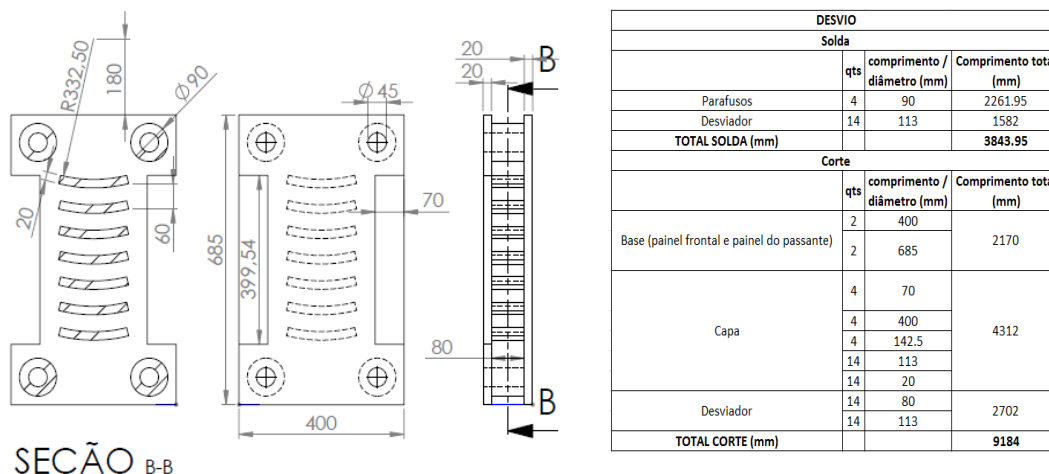
**Figura 7 - Desenho técnico e quadro de quantitativos do projeto-tipo da placa de apoio**



Fonte: FGV IBRE



Figura 8 - Desenho técnico e quadro de quantitativos do projeto-tipo da placa de desvio



Fonte: FGV IBRE

#### a) chapa grossa em aço

Consiste em insumo utilizado para fabricação das placas de apoio e desvio para protensão externa de vigas.

Os consumos referenciais adotados correspondem a 284,950 kg para a placa de apoio e 145,890 kg para a placa de desvio por unidade de serviço executado.

#### b) corte a plasma manual em chapa de aço carbono com espessura de 9 a 25 mm

Consiste no corte da chapa para fabricação das placas de apoio e desvio para protensão externa de vigas.

Os consumos referenciais adotados correspondem a 17,41 m para a placa de apoio e 9,18 m para a placa de desvio por unidade de serviço executado.

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

Consiste na soldagem dos elementos metálicos utilizados na fabricação das placas de aço de apoio e desvio.

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

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

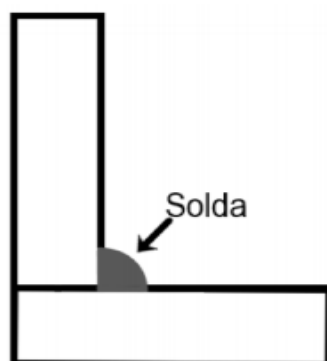
onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por unidade;  
A representa a área transversal da solda, em metros quadrados;  
C representa o comprimento total de solda na placa, em metros por unidade;  
 $\rho$  representa a massa específica do aço, em quilogramas por metro cúbico;  
 $E_d$  representa a eficiência de deposição do eletrodo.



Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 9.

**Figura 9 - Representação da seção de solda em chapas**



Fonte: FGV IBRE

Conforme indicado na figura 9, a área da seção de solda possui formato de um quarto de círculo, sendo calculada por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$A = \frac{\pi \times l^2}{4}$$

onde:

A representa a área transversal da solda, em metros quadrados;  
l representa a perna da seção de solda, em metros.

A tabela 45 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 45 - Consumo de solda - placa de aço para protensão externa**

Tipo de placa	Perna da seção de solda (m)	Comprimento de solda (m/un)	Massa específica do aço (kg/m³)	Eficiência de deposição	Consumo (kg/un)
Apoio	0,01	14,98	7.850,00	0,745	12,39696
Desvio	0,01	3,84	7.850,00	0,745	3,17786

d) fornecimento e aplicação de adesivo estrutural à base de resina epóxi

Consiste no fornecimento e aplicação de adesivo estrutural para fixação e aderência dos tirantes ao furo de instalação das placas de apoio e desvio na viga de concreto.

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

$$Q = (A_f - A_t) \times C \times p \times N$$



onde:

Q representa o consumo de adesivo estrutural, em quilogramas por unidade;  
 $A_f$  representa a área do furo executado, em centímetros quadrados;  
 $A_t$  representa a área efetiva do tirante, em centímetros quadrados;  
 C representa o comprimento do tirante, em centímetros por unidade;  
 $\rho$  representa a massa específica do adesivo estrutural, em quilogramas por centímetros cúbicos;  
 N representa o número de fixações.

As áreas do furo e do tirante são calculadas por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

onde:

A representa a área do furo executado ou a área efetiva do tirante, em centímetros quadrados;  
 D representa o diâmetro do furo ou do tirante, em centímetros.

A tabela 46 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 46 - Consumo de adesivo estrutura - placa de aço para protensão externa**

Tipo de placa	Diâmetro do furo (cm)	Diâmetro efetivo do tirante (cm)	Comprimento do tirante (cm/un)	Massa específica do adesivo epóxi (kg/cm³)	Número de fixações	Consumo (kg/un)
Apoio	4,4	4,1	30	0,0018	6	0,64890
Desvio	4,4	4,1	30	0,0018	4	0,43260

e) tirante de barra de aço - tensão de escoamento = 680 MPa, tensão de ruptura = 870 MPa e D = 44 mm

Consiste em insumo instalado na viga para posicionamento e fixação das placas de apoio e desvio.

A tabela 47 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 47 - Consumo de tirantes - placa de aço para protensão externa**

Código SICRO	Descrição	Número de fixações	Consumo (m/un)
3806431	Placa de aço de apoio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	6	1,80000
3806432	Placa de aço de desvio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	4	1,20000





f) perfuração em concreto com coroa diamantada

Consiste na perfuração dos pontos de fixação das placas de apoio e desvio na face de concreto da viga.

O consumo referencial adotado corresponde ao comprimento total dos tirantes, consoante aos valores apresentados na tabela 47.

g) porca em aço para ancoragem de tirantes

Consiste em insumo utilizado para fixação das placas de aço nos tirantes de barra fixados na viga.

A tabela 48 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 48 - Consumo de porca em aço - placa de aço para protensão externa**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de fixações</b>	<b>Consumo (un/un)</b>
3806431	Placa de aço de apoio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	6	12,00000
3806432	Placa de aço de desvio para protensão externa em reforço de viga de OAE - confecção e instalação	4	8,00000

### 2.7.1.6 Operações de transporte

A tabela 49 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 49 - Serviços empregados nas operações de transporte - placa de aço para protensão externa em reforço de viga**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Conversão para transporte</b>	<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>
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
M2090	Porca em aço para ancoragem de tirantes - D = 73 mm e E = 60 mm	0,00126 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





**Tabela 49 - Serviços empregados nas operações de transporte - placa de aço para protensão externa em reforço de viga (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M2090	Porca em aço para ancoragem de tirantes - D = 73 mm e E = 60 mm	0,00126 t/un	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
M2056	Tirante de barra de aço - tensão de escoamento = 680 MPa, tensão de ruptura = 870 MPa e D = 44 mm	0,01050 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

#### 2.7.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de confecção e instalação de placa de aço para protensão externa deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

## 2.8 Pintura com nata de cimento

### 2.8.1 Pintura manual com nata de cimento

O serviço consiste na pintura manual de elementos estruturais com nata de cimento para proteção, acabamento de superfícies, correção de pequenos defeitos e formação de ponte de aderência para argamassas e revestimentos.

#### 2.8.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

#### 2.8.1.2 Metodologia executiva

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

- mistura manual do cimento com água, formando a nata;
- aplicação de 3 demãos da nata de cimento pela mão de obra.

#### 2.8.1.3 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 5,00 m<sup>2</sup>/h.



#### 2.8.1.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para preparo e aplicação da nata de cimento.

#### 2.8.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) cimento Portland

Consiste em insumo aglomerante que, ao ser misturado com água em proporção adequada, resulta na nata de cimento.

O consumo referencial adotado é de 0,020 kg por unidade de serviço executado.

#### 2.8.1.6 Operações de transporte

A tabela 50 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 50 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura manual com nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

#### 2.8.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de pintura manual com nata de cimento deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente aplicada.

### 2.9 Injeção de nata de cimento

#### 2.9.1 Injeção de nata de cimento

O serviço consiste na confecção e injeção de nata de cimento.

##### 2.9.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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



- DNIT ES 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção;*
- IPR 744/2010: *Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários - 1ª edição;*
- ABNT NBR 7681-1/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 1: Requisitos;*
- ABNT NBR 7681-2/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 2: Determinação do índice de fluidez e da vida útil - Método de ensaio;*
- ABNT NBR 7681-3/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 3: Determinação dos índices de exsudação e expansão - Método de ensaio;*
- ABNT NBR 7681-4/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 4: Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio.*

#### 2.9.1.2 Metodologia executiva

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

- carga manual do cimento no misturador;
- preparo da nata de cimento por meio de equipamento misturador;
- injeção da nata de cimento por meio de bomba.

#### 2.9.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- bomba de injeção de nata e misturador: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 0,89640 m<sup>3</sup>/h.

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

#### 2.9.1.4 Mão de obra

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

- 1 servente para carga do cimento no misturador.



### 2.9.1.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) cimento Portland

Consiste em insumo aglomerante que, ao ser misturado com água em proporção adequada, resulta na nata de cimento.

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

$$Q = V \times \rho \times p\% \times 1,05$$

onde:

Q representa o consumo de cimento, em quilogramas por metro cúbico;  
V representa o volume de nata de cimento, em metros cúbicos por metro cúbico;  
 $\rho$  representa a massa específica da nata de cimento, em quilogramas por metro cúbico;  
p% representa a porcentagem de cimento na nata.

A tabela 51 apresenta a dosagem referencial adotada para confecção da nata de cimento.

**Tabela 51 - Dosagem dos insumos integrantes da nata de cimento**

Insumo	Quantidade	Massa (kg)	Porcentagem de insumo (%)
Cimento	1,00 kg	1,00	71,429
Água	0,400 l	0,400	28,571
<b>Nata de cimento</b>	-	<b>1,400</b>	<b>100,00</b>

A tabela 52 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 52 - Consumo de cimento - injeção de nata de cimento**

Volume de nata de cimento (m³/m³)	Massa específica (kg/m³)	Porcentagem de cimento (%)	Consumo (kg/m³)
1,00	1.900,00	71,429	1.425,00855

### 2.9.1.6 Operações de transporte

A tabela 53 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 53 - Serviços empregados nas operações de transporte - injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

### 2.9.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de injeção de nata de cimento deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume efetivamente injetado.

## 2.10 Superestrutura metálica de passarela

### 2.10.1 Fabricação de superestrutura metálica para passarela

O serviço consiste na confecção de superestrutura metálica para passarela.

#### 2.10.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- IPR 748/2020: *Álbum de projetos-tipo de passarelas para pedestres - 2ª edição.*

#### 2.10.1.2 Metodologia executiva

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

- movimentação das peças metálicas por meio da empilhadeira e da ponte rolante;
- fabricação dos módulos metálicos com solda e aparafusamento;
- pintura eletrostática dos módulos metálicos;
- posicionamento e fixação dos módulos metálicos por meio da ponte rolante com solda e aparafusamento;
- instalação da telha-colaborante em aço galvanizado do *steel deck*;
- instalação do guarda-corpo e corrimão metálicos;
- pintura eletrostática do guarda-corpo e corrimão metálicos.



### 2.10.1.3 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:

- empilhadeira a diesel;
- grupo gerador;
- ponte rolante.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 54.

**Tabela 54 - Produções horárias dos serviços de fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (un/h)
3806400	Fabricação de superestrutura metálica para passarela PL-15 - exceto piso de concreto	0,03929
3806399	Fabricação de superestrutura metálica para passarela PL-20 - exceto piso de concreto	0,02994
3806387	Fabricação de superestrutura metálica para passarela PL-25 - exceto piso de concreto	0,02353
3806397	Fabricação de superestrutura metálica para passarela PL-30 - exceto piso de concreto	0,01921
3806396	Fabricação de superestrutura metálica para passarela PL-35 - exceto piso de concreto	0,01691

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

### 2.10.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para executar a montagem da estrutura metálica;
- 4 ajudantes para auxiliar na montagem e no posicionamento das peças.

### 2.10.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) cantoneira em aço ASTM A36 galvanizado

Consiste em insumo metálico utilizado na confecção dos módulos das telas de proteção.

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

$$Q = \gamma \times [(N_c \times P_c) + (N_l \times P_l)]$$



onde:

Q representa o consumo de cantoneira, em quilogramas por unidade;  
y representa a massa linear do insumo, em quilogramas por metro;  
 $N_c$  representa o número de módulos de cobertura;  
 $P_c$  representa o perímetro do módulo de cobertura, em metros por unidade;  
 $N_l$  representa o número de módulos laterais;  
 $P_l$  representa o perímetro do módulo lateral, em metros por unidade.

Os parâmetros referenciais são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

b) aço em perfis ASTM A572 grau 50 perfurado

Consiste em insumo utilizado para fabricação dos banzos, diagonais, montantes e travamentos.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

c) chapa de aço ASTM A572 grau 50 cortada e perfurada

Consiste em insumo metálico em chapa utilizado nas conexões dos perfis.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

d) fixação de parafuso em estrutura metálica

Consiste na colocação, ajuste e torque dos parafusos empregados na superestrutura.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

e) guarda-corpo e corrimão metálico

Consiste no fornecimento e instalação de dispositivos de segurança tipo guarda-corpo metálico em passarelas para pedestres.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).



f) parafusos, porcas e arruelas

Consistem em insumos utilizados para fixação de chapas e perfis.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

g) pintura eletrostática com tinta em pó à base de resina epóxi

Consiste na pintura de proteção para os elementos metálicos.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).

h) pino conector de cisalhamento para laje *steel deck*

Consiste em insumo utilizado na fixação do *steel deck* da laje da superestrutura metálica.

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

$$Q = \left( \frac{C}{E} + 1 \right) \times N$$

onde:

Q representa o consumo de pino conector, em unidades por unidade;

C representa o comprimento total da superestrutura metálica, em metros por unidade;

E representa o espaçamento entre as fileiras de ligação, em metros;

N representa o número de conectores em cada fileira de ligação, em unidades.

A tabela 55 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 55 - Consumo de pino conector de cisalhamento - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Comprimento (m/un)	Espaçamento (m)	Número de conectores (un)	Consumo (un/un)
PL-15	15,00	2,50	8	56,00000
PL-20	20,00	2,50	8	72,00000
PL-25	25,00	2,50	8	88,00000
PL-30	30,00	2,50	8	104,00000
PL-35	35,00	2,50	8	120,00000





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

Consiste na soldagem dos elementos metálicos utilizados na fabricação da superestrutura da passarela.

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

$$Q = \frac{Q_c + Q_m}{E_d}$$

onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por unidade;

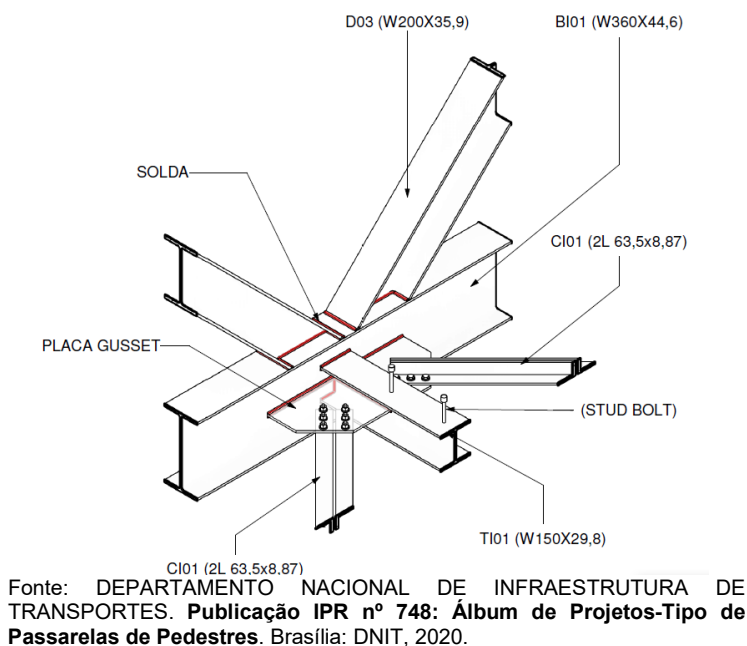
$Q_c$  representa o consumo de solda das chapas, em quilogramas por unidade;

$Q_m$  representa o consumo de solda da fabricação dos módulos das telas de proteção, em quilogramas por unidade;

$E_d$  representa a eficiência de deposição.

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 10.

**Figura 10 - Representação da solda nas conexões da superestrutura metálica**



Para soldagem das chapas, os consumos das diagonais, placa Gousset e travamentos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q_c = \sum C \times A \times \rho$$

onde:

$Q_c$  representa o consumo de solda das chapas, em quilogramas por unidade;

C representa o comprimento de solda do elemento, em metros por unidade;



A representa a área da seção transversal da solda, em metros quadrados;  
 $\rho$  representa a massa específica do aço, em quilogramas por metros cúbicos.

A tabela 56 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 56 - Consumo de solda das chapas - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Comprimento de solda (m/un)			Área de solda (m²)	Massa específica do aço (kg/m³)	Consumo de solda das chapas (kg/un)
	Diagonais	Travamentos	Chapas Gousset			
PL-15	24,00	21,00	19,20	0,00005	7.850,00	25,19850
PL-20	32,00	27,00	25,60	0,00005	7.850,00	33,20550
PL-25	40,00	33,00	32,00	0,00005	7.850,00	41,21250
PL-30	48,00	39,00	38,40	0,00005	7.850,00	49,21950
PL-35	56,00	45,00	44,80	0,00005	7.850,00	57,22650

Para soldagem dos módulos da tela de proteção, o consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q_m = \sum M \times N$$

onde:

$Q_m$  representa o consumo de solda da fabricação dos módulos das telas de proteção, em quilogramas por unidade;

M representa a massa de solda por tipo de módulo, em quilogramas por unidade;

N representa o número de módulos, em unidades por unidade.

A massa de solda empregada na fabricação de cada módulo é determinada por meio da soma das seguintes parcelas:

- solda das cantoneiras que compõem cada módulo;
- ponteamto de solda para fixação da tela nas cantoneiras;
- fixação dos módulos na superestrutura metálica.

A tabela 57 apresenta os parâmetros referenciais adotados e as respectivas massas de solda por módulo.

**Tabela 57 - Massa de solda por tipo de módulo de tela de proteção**

Tipo de módulo	Descrição da solda			Massa por módulo (kg/un)
	Cantoneiras (kg/un)	Ponteamto (kg/un)	Fixação na estrutura (kg/un)	
Cobertura	0,020	0,051	0,406	0,477
Lateral	0,020	0,045	0,384	0,449



A tabela 58 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos de solda das telas.

**Tabela 58 - Consumo de solda dos módulos da tela de proteção - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Massa por módulo (kg/un)		Número de módulos (un/un)		Consumo de solda das telas (kg/un)
	Cobertura	Lateral	Cobertura	Lateral	
PL-15	0,477	0,449	12	24	16,50000
PL-20	0,477	0,449	16	32	22,00000
PL-25	0,477	0,449	20	40	27,50000
PL-30	0,477	0,449	24	48	33,00000
PL-35	0,477	0,449	28	56	38,50000

A tabela 59 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 59- Consumo de solda - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Consumo de solda das chapas (kg/un)	Consumo de solda dos módulos (kg/un)	Eficiência de deposição	Consumo (kg/un)
PL-15	25,19850	16,50000	0,745	55,97114
PL-20	33,20550	22,00000	0,745	74,10134
PL-25	41,21250	27,50000	0,745	92,23154
PL-30	49,21950	33,00000	0,745	110,36174
PL-35	57,22650	38,50000	0,745	128,49195

j) *steel deck* em aço galvanizado ASTM A653 grau 40

Consiste em insumo utilizado na fabricação da laje de concreto da superestrutura metálica.

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

$$Q = L_e \times C$$

onde:

Q representa o consumo de *steel deck*, em metros quadrados por unidade;

$L_e$  representa a largura efetiva do *steel deck*, em metros;

C representa o comprimento total da superestrutura metálica, em metros por unidade.

A tabela 60 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



**Tabela 60 - Consumo de steel deck - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Largura do steel deck (m)	Largura efetiva do steel deck (m)	Comprimento (m/un)	Consumo (m²/un)
PL-15	2,50	2,30	15,00	34,50000
PL-20	2,50	2,30	20,00	46,00000
PL-25	2,50	2,30	25,00	57,50000
PL-30	2,50	2,30	30,00	69,00000
PL-35	2,50	2,30	35,00	80,50000

k) tela de aço eletrossoldada - fornecimento, preparo e colocação

Consiste no fornecimento, preparo e colocação de tela metálica sobre o steel deck para confecção da laje.

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

$$Q = (L \times C) \times \mu$$

onde:

Q representa o consumo de tela de aço, em quilogramas por unidade;

L representa a largura da tela, em metros;

C representa o comprimento total da superestrutura, em metros por unidade;

$\mu$  representa a taxa de armação da tela, em quilogramas por metro quadrado.

A tabela 61 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 61 - Consumo de tela eletrossoldada - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Passarela-tipo	Largura da tela (m)	Comprimento (m/un)	Taxa de armação (kg/m²)	Consumo (kg/un)
PL-15	2,256	15,00	5,3700	181,72080
PL-20	2,256	20,00	5,3700	242,29440
PL-25	2,256	25,00	5,3700	302,86800
PL-30	2,256	30,00	5,3700	363,44160
PL-35	2,256	35,00	5,3700	424,01520

l) tela em aço galvanizado para passarelas rodoviárias

Consiste em insumo utilizado para proteção lateral e superior da passarela.

Os consumos referenciais adotados são estabelecidos por meio das diretrizes constantes do *Álbum de Projetos-Tipo de Passarelas de Pedestres - 2ª Edição* (Publicação IPR nº 748).



### 2.10.1.6 Operações de transporte

A tabela 62 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 62- Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Componentes empregados na fabricação de superestrutura metálica para passarela	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 63 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 63 - Fator de conversão de transporte - fabricação de superestrutura metálica para passarela**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0682	Aço em perfis ASTM A36	0,00100 t/kg
M0948	Arruela lisa em aço ASTM F436 para parafuso - D = 12,7 mm	0,00002 t/un
M0949	Arruela lisa em aço ASTM F436 para parafuso - D = 16,0 mm	0,00003 t/un
M0950	Arruela lisa em aço ASTM F436 para parafuso - D = 20,0 mm	0,00004 t/un
M0951	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 12,7 mm e C = 38,10 mm	0,00006 t/un
M0952	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 12,7 mm e C = 44,45 mm	0,00006 t/un
M0953	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 12,7 mm e C = 50,80 mm	0,00007 t/un
M0954	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 12,7 mm e C = 57,15 mm	0,00005 t/un
M0955	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 16 mm e C = 44,45 mm	0,00010 t/un
M0956	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 16 mm e C = 50,80 mm	0,00011 t/un
M0957	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 16 mm e C = 63,50 mm	0,00013 t/un
M0958	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 50,80 mm	0,00017 t/un
M0959	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 57,15 mm	0,00018 t/un
M0960	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 63,50 mm	0,00019 t/un



**Tabela 63 - Fator de conversão de transporte - fabricação de superestrutura metálica para passarela (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0961	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 76,20 mm	0,00023 t/un
M0964	Aço em perfis ASTM A572 grau 50 perfurado	0,00100 t/kg
M0965	Pino conector de cisalhamento para laje steel deck - D = 19 mm e C = 80 mm	0,00021 t/un
M0966	Porca sextavada pesada em aço ASTM A194 grau 2H para parafuso - D = 12,7 mm	0,00003 t/un
M0967	Porca sextavada pesada em aço ASTM A194 grau 2H para parafuso - D = 16 mm	0,00005 t/un
M0968	Porca sextavada pesada em aço ASTM A194 grau 2H para parafuso - D = 20 mm	0,00008 t/un
M0969	Steel deck em aço galvanizado ASTM A653 grau 40	0,00937 t/m <sup>2</sup>
M0970	Chapa de aço ASTM A572 grau 50 cortada e perfurada	0,00100 t/kg
M1001	Tela em aço galvanizado para passarelas rodoviárias - E = 2,75 mm e malha de 50 mm	0,00189 t/m <sup>2</sup>

#### *2.10.1.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de fabricação de superestrutura metálica para passarela deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente implantada.

#### *2.10.2 Lançamento de superestrutura de passarela metálica*

O serviço consiste no lançamento da superestrutura metálica sobre a mesoestrutura da passarela.

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

Não se aplica a este serviço.

##### *2.10.2.2 Metodologia executiva*

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

- montagem do guindaste, envolvendo as etapas de patolamento e posicionamento dos contrapesos;
- lançamento da superestrutura metálica por meio do guindaste móvel sobre pneus;
- desmontagem do guindaste.



#### *2.10.2.3 Produção horária e equipe mecânica*

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

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, sendo igual a 0,18444 un/h.

#### *2.10.2.4 Mão de obra*

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

- 1 montador para preparo do guindaste e posicionamento da superestrutura;
- 8 ajudantes para auxiliar no preparo do guindaste e no lançamento da superestrutura (*i.e.*, 4 ajudantes em cada patamar).

#### *2.10.2.5 Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.10.2.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.10.2.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de lançamento de superestrutura de passarela metálica deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente implantada.

### **2.11 Lançamento de elementos pré-moldados**

#### **2.11.1 Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

O serviço consiste no içamento, movimentação e posicionamento de viga pré-moldada por meio de treliça lançadeira, cujos detalhes são apresentados na figura 11.





Figura 11 - Treliza lançadeira

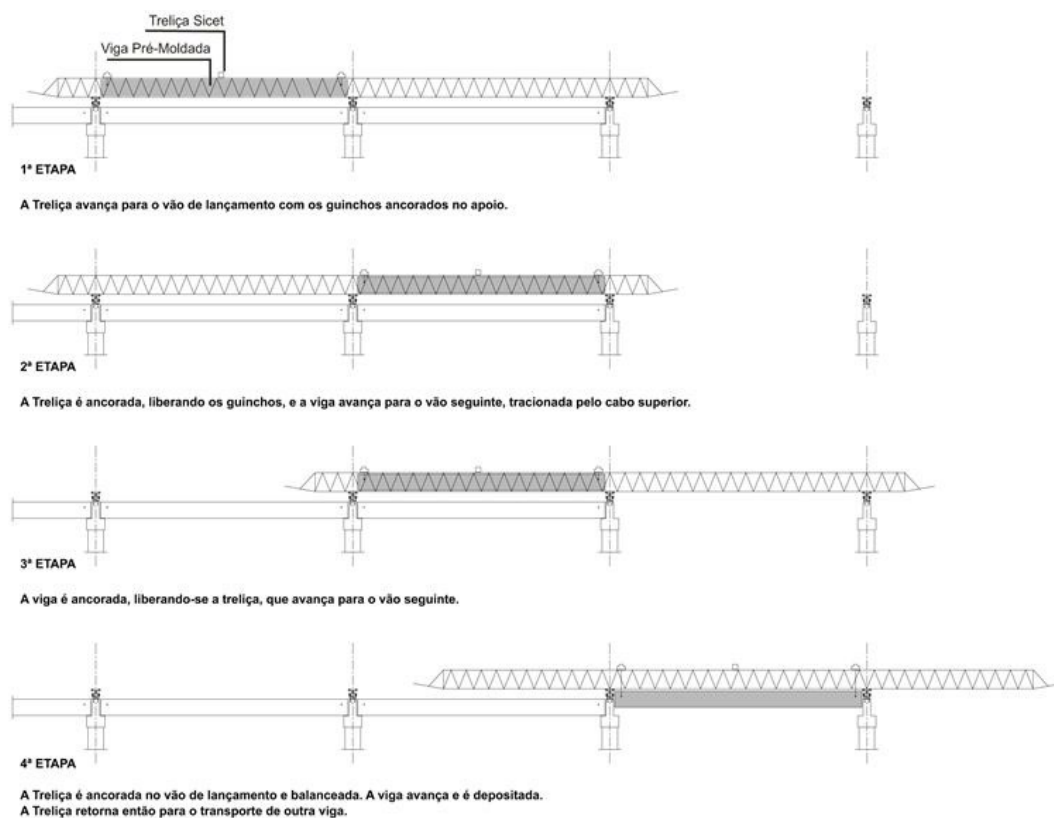


Fonte: VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A. **Norte-Sul usa alta tecnologia na fabricação de pontes.** 2013. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/norte-sul-usa-alta-tecnologia-na-fabricacao-de-pontes>.

Seu comprimento está relacionado com a distância entre dois vãos consecutivos, de modo que sua estrutura permaneça apoiada em três pontos distintos.

O croqui apresentado na figura 12 demonstra o procedimento executivo do lançamento de vigas com treliza.

Figura 12 - Processo de lançamento de viga com treliza lançadeira



Fonte: ROHR. **Treliza Sicet.** 2009. Disponível em: [https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/rohr/treliza\\_sicet.pdf](https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/rohr/treliza_sicet.pdf).





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

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

- IPR 698/1996: *Manual de projeto de obras-de-arte especiais - 1ª edição.*

#### *2.11.1.2 Metodologia executiva*

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

- amarração manual dos cabos, com esticadores e grampos de aço, no elemento estrutural;
- carregamento e movimentação da viga pré-moldada por meio da treliça lançadeira;
- posicionamento da viga no vão de apoio pela treliça lançadeira;
- remoção dos elementos de amarração da viga pela mão de obra.

#### *2.11.1.3 Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- treliça lançadeira: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 0,27667 un/h.

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

#### *2.11.1.4 Mão de obra*

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

- 2 ajudantes para colocação e retirada das amarrações na viga e auxílio no seu posicionamento no vão.

#### *2.11.1.5 Materiais e atividades auxiliares*

a) cabo de aço

Consiste em insumo utilizado para içar e sustentar a viga pré-moldada no lançamento.



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

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

onde:

Q representa o consumo de cabo de aço, em metros por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
C representa o comprimento de cada cabo de aço, em metros por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 64 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 64 - Consumo de cabo de aço - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

Número de pontos (un/un)	Comprimento (m/un)	Número de utilizações	Consumo (m/un)
4	3,50	10	1,40000

b) esticador em aço tipo olhal x olhal para cabo de aço

Consiste em insumo utilizado para reduzir as folgas no cabo de aço durante o lançamento da viga pré-moldada.

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

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

onde:

Q representa o consumo de esticadores, em unidades por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
Q<sub>t</sub> representa a quantidade de esticadores por ponto de sustentação, em unidades por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 65 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 65 - Consumo de esticadores - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

Número de pontos de sustentação (un/un)	Quantidade de esticadores (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
4	1	10	0,40000



c) grampo pesado em aço-carbono para cabo de aço

Consiste em insumo utilizado para segurar o laço de amarração do cabo de aço de sustentação da viga pré-moldada no lançamento.

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

$$Q = \frac{N \times Q_g}{n}$$

onde:

Q representa o consumo de grampo pesado, em unidades por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
Q<sub>g</sub> representa a quantidade de grampos por ponto de sustentação, em unidades por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 66 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 66 - Consumo de grampo pesado em aço-carbono - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

Número de pontos de sustentação (un/un)	Quantidade de grampos (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
4	12	10	4,80000

### 2.11.1.6 Operações de transporte

A tabela 67 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 67 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Elementos empregados no lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira	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 68 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 68 - Fator de conversão de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0810	Cabo de aço - D = 52,00 mm (2")	0,01092 t/m
M0018	Grampo pesado em aço-carbono para cabo de aço - D = 13 mm (1/2")	0,00033 t/un
M0019	Esticador em aço tipo olhal x olhal para cabo de aço - D = 13 mm	0,00040 t/un

#### *2.11.1.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de lançamento de viga pré-moldada com treliça deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente posicionada.

#### *2.11.2 Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone*

O serviço consiste no içamento, movimentação e posicionamento de viga pré-moldada por meio de treliça lançadeira e carrelone.

Consoante ao procedimento descrito na seção 2.11.1, ao passo que as condições de contorno não permitam que a treliça alcance a viga para o início das operações, são empregados carrelones para auxiliar na atividade, promovendo o transporte dos elementos estruturais até a posição de lançamento.

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

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

- IPR 698/1996: *Manual de projeto de obras-de-arte especiais - 1ª edição.*

##### *2.11.2.2 Metodologia executiva*

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

- mobilização e posicionamento da viga próximo ao local de içamento por meio do conjunto carregadeira de pneus e carrelone;
- amarração manual dos cabos, com esticadores e grampos de aço, no elemento estrutural;
- carregamento e movimentação da viga pré-moldada por meio da treliça lançadeira;
- posicionamento da viga no vão de apoio pela treliça lançadeira;
- remoção dos elementos de amarração da viga pela mão de obra.

##### *2.11.2.3 Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:



- treliça lançadeira: líder de equipe;
- grupo gerador;
- carrelone;
- carregadeira de pneus.

**a) treliça lançadeira**

A produção horária é estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 0,27667 un/h.

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

**b) carregadeira de pneus**

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

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

onde:

P representa a produção horária, em unidades por hora;

Q representa o consumo de elementos transportados, em unidades;

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

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

São empregadas duas unidades de carrelone que operam em conjunto com a carregadeira de pneus, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

**2.11.2.4 Mão de obra**

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

- 2 ajudantes para auxiliar no preparo e transporte da viga por meio do carrelone;
- 2 ajudantes para colocação e retirada das amarrações na viga e auxílio no seu posicionamento no vão.

**2.11.2.5 Materiais e atividades auxiliares**

**a) cabo de aço**

Consiste em insumo utilizado para içar e sustentar a viga pré-moldada no lançamento.



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

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

onde:

Q representa o consumo de cabo de aço, em metros por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
C representa o comprimento de cada cabo de aço, em metros por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 69 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 69 - Consumo de cabo de aço - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone**

Número de pontos (un/un)	Comprimento (m/un)	Número de utilizações	Consumo (m/un)
4	3,50	10	1,40000

b) esticador em aço tipo olhal x olhal para cabo de aço

Consiste em insumo utilizado para reduzir as folgas no cabo de aço durante o lançamento da viga pré-moldada.

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

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

onde:

Q representa o consumo de esticadores, em unidades por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
Q<sub>t</sub> representa a quantidade de esticadores por ponto de sustentação, em unidades por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 70 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 70 - Consumo de esticadores - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone**

Número de pontos de sustentação (un/un)	Quantidade de esticadores (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
4	1	10	0,40000



c) grampo pesado em aço-carbono para cabo de aço

Consiste em insumo utilizado para assegurar o laço de amarração do cabo de aço de sustentação da viga pré-moldada no lançamento.

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

$$Q = \frac{N \times Q_g}{n}$$

onde:

Q representa o consumo de grampo pesado, em unidades por unidade;  
N representa o número de pontos de sustentação, em unidades por unidade;  
Q<sub>g</sub> representa a quantidade de grampos por ponto de sustentação, em unidades por unidade;  
n representa o número de utilizações.

A tabela 71 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 71 - Consumo de grampo pesado em aço-carbono - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone**

Número de pontos de sustentação (un/un)	Quantidade de grampos (un/un)	Número de utilizações	Consumo (un/un)
4	12	10	4,80000

#### 2.11.2.6 Operações de transporte

A tabela 72 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 72 - Serviços empregados nas operações de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Elementos empregados no lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone	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 73 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 73 - Fator de conversão de transporte - lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0810	Cabo de aço - D = 52,00 mm (2")	0,01092 t/m
M0018	Grampo pesado em aço-carbono para cabo de aço - D = 13 mm (1/2")	0,00033 t/un
M0019	Esticador em aço tipo olhal x olhal para cabo de aço - D = 13 mm	0,00040 t/un

#### *2.11.2.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de lançamento de viga pré-moldada com utilização de treliça lançadeira e carrelone deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente posicionada.

#### *2.11.3 Lançamento de viga pré-moldada com guindaste*

O serviço consiste no içamento, movimentação e posicionamento de viga pré-moldada por meio de guindaste.

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

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

- IPR 698/1996: *Manual de projeto de obras-de-arte especiais - 1ª edição.*

##### *2.11.3.2 Metodologia executiva*

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

- amarração manual do elemento estrutural no guindaste;
- içamento e movimentação da viga pré-moldada por meio do guindaste;
- posicionamento da viga no vão de apoio pelo guindaste;
- remoção dos elementos de amarração da viga pela mão de obra.

##### *2.11.3.3 Produção horária e equipe mecânica*

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

São empregadas duas unidades de guindaste móvel para o lançamento da viga pré-moldada. A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 74.





**Tabela 74 - Produções horárias dos serviços de lançamento de viga pré-moldada com guindaste**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
3806420	Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	1,18571
3806421	Lançamento de viga pré-moldada de 500 a 750 kN com utilização de guindaste	1,03750
3806422	Lançamento de viga pré-moldada de 750 a 1.000 kN com utilização de guindaste	0,92222
3806423	Lançamento de viga pré-moldada de 1.000 a 1.250 kN com utilização de guindaste	0,83000

#### **2.11.3.4 Mão de obra**

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

- 4 serventes para colocação e retirada das amarrações na viga e auxílio no seu posicionamento no vão.

#### **2.11.3.5 Materiais e atividades auxiliares**

Não se aplica a este serviço.

#### **2.11.3.6 Operações de transporte**

Não se aplica a este serviço.

#### **2.11.3.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de lançamento de viga pré-moldada com utilização de guindaste deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente posicionada.

#### **2.11.4 Lançamento de pré-laje com guindauto**

O serviço consiste no içamento, movimentação e posicionamento da pré-laje por meio de caminhão carroceria com guindauto.

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

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

- IPR 698/1996: *Manual de projeto de obras-de-arte especiais - 1ª edição.*

##### **2.11.4.2 Metodologia executiva**

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



- amarração manual da pré-laje na alça do guindauto;
- içamento e movimentação da pré-laje por meio do caminhão carroceira com guindauto;
- posicionamento da pré-laje em seu apoio pelo caminhão carroceira com guindauto;
- remoção das amarrações pela mão de obra.

#### *2.11.4.3 Produção horária e equipe mecânica*

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

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

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

onde:

P representa a produção horária, em tonelada por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade do guindauto, em toneladas;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
T<sub>c</sub> representa tempo total de ciclo, em minutos.

#### *2.11.4.4 Mão de obra*

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

- 2 serventes para colocação e retirada das amarrações na pré-laje e auxílio no posicionamento dessa.

#### *2.11.4.5 Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.11.4.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.11.4.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de lançamento de elementos pré-laje com utilização de guindauto deve ser realizada em toneladas, em função da massa efetivamente posicionada.



## 2.12 Equipamentos especiais de apoio

### 2.12.1 Escada tubular multidirecional

O serviço consiste no fornecimento e instalação de estrutura provisória de escada tubular multidirecional em aço galvanizado para o trânsito vertical de pessoas, bem como a desmontagem e retirada após a conclusão das atividades.

#### 2.12.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6494/1990: *Segurança nos andaimes*.

#### 2.12.1.2 Metodologia executiva

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

- colocação manual das sapatas niveladas no piso;
- instalação manual dos postes, intertravados por travessas horizontais, diagonais, piso, escada de alumínio e corrimãos, utilizando-se de conexões e abraçadeiras;
- desmontagem e retirada dos dispositivos após a conclusão das atividades.

#### 2.12.1.3 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 m/h.

#### 2.12.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para liderar a montagem das peças;
- 2 ajudantes para auxiliar na montagem e manipulação das peças.

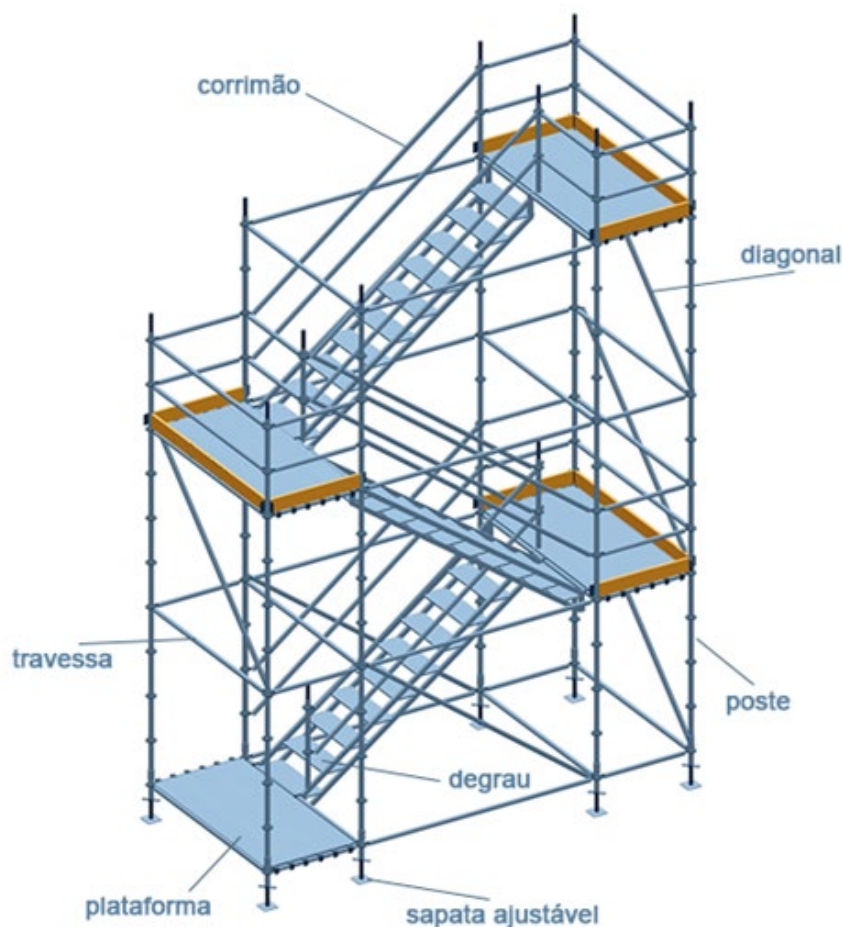
#### 2.12.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) elementos da estrutura da escada tubular multidirecional

Consistem em insumos metálicos fabricados em aço galvanizado, utilizados para montagem da escada tubular, conforme ilustrado na figura 13.



Figura 13 - Elementos considerados na escada tubular multidirecional.



Fonte: Santa Marta. **Andaime Multidirecional**. Disponível em: <https://santamartaonline.com.br/qual-tipo-andaime-comporta-mais-peso/> (Adaptado)

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

$$Q = \frac{N}{n \times H}$$

onde:

Q representa o consumo do componente, em unidades por metro;  
N representa o número de componentes empregado, em unidades;  
n representa o número de utilizações da escada;  
H representa a altura total da escada de acesso, em metros.

A tabela 75 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



**Tabela 75 - Quantidades e consumos dos componentes da escada tubular multidirecional**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Número de componentes (un)</b>	<b>Número de utilizações</b>	<b>Altura total da escada (m)</b>	<b>Consumo (un/m)</b>
M0562	Abraçadeira giratória em aço galvanizado para escada multidirecional - D = 48 mm	2	100	6,10	0,00328
M0576	Conexão tubular em aço galvanizado com semiabraçadeira para travessas - C = 30 cm e D = 48,3 mm	1	100	6,10	0,00164
M0574	Corrimão externo em alumínio para escada multidirecional - C = 250 cm	6	100	6,10	0,00984
M0575	Corrimão interno em alumínio para escada multidirecional - C = 250 cm	3	100	6,10	0,00492
M0570	Diagonal em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 150 cm para módulos de H = 200 cm	5	100	6,10	0,00820
M0571	Diagonal em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 250 cm para módulos de H = 200 cm	1	100	6,10	0,00164
M0573	Escada de alumínio para escada multidirecional - H = 200 cm e C = 250 cm	3	100	6,10	0,00492
M0564	Peça base em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 33 cm	8	100	6,10	0,01311
M0572	Piso em aço galvanizado para escada multidirecional - L = 32 cm e C = 150 cm	8	100	6,10	0,01311
M0565	Poste vertical em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 100 cm	9	100	6,10	0,01475
M0566	Poste vertical em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 200 cm	20	100	6,10	0,03279
M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	8	100	6,10	0,01311
M0568	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 150 cm	18	100	6,10	0,02951
M0569	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 250 cm	4	100	6,10	0,00656
M0567	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 75 cm	28	100	6,10	0,04590
M0563	Tubo em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 100 cm	1	100	6,10	0,00164

#### **2.12.1.6 Operações de transporte**

A tabela 76 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 76 - Serviços empregados nas operações de transporte - escada tubular multidirecional**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Componentes da escada tubular multidirecional	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 77 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 77 - Fator de conversão de transporte - escada tubular multidirecional**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/un)
M0574	Corrimão externo em alumínio para escada multidirecional - C = 250 cm	0,01070
M0575	Corrimão interno em alumínio para escada multidirecional - C = 250 cm	0,01480
M0570	Diagonal em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 150 cm para módulos de H = 200 cm	0,00860
M0571	Diagonal em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 250 cm para módulos de H = 200 cm	0,01090
M0573	Escada de alumínio para escada multidirecional - H = 200 cm e C = 250 cm	0,02750
M0564	Peça base em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 33 cm	0,00210
M0572	Piso em aço galvanizado para escada multidirecional - L = 32 cm e C = 150 cm	0,01120
M0565	Poste vertical em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 100 cm	0,00540
M0566	Poste vertical em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 200 cm	0,00990
M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	0,00300
M0568	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 150 cm	0,00540
M0569	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 250 cm	0,00850
M0567	Travessa em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 75 cm	0,00300
M0563	Tubo em aço galvanizado para escada multidirecional - C = 100 cm	0,00380

#### **2.12.1.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de escada tubular em aço galvanizado deve ser realizada em metros, em função de sua projeção no plano vertical.

#### **2.12.2 Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo**

O serviço consiste no fornecimento e montagem de plataforma de trabalho em aço tubular apoiada em solo, bem como a desmontagem e retirada após a conclusão das atividades.



### 2.12.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 079/2006: *Plataformas de trabalho*;
- ABNT NBR 6494/1990: *Segurança nos andaimes*.

### 2.12.2.2 Metodologia executiva

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

- colocação manual das sapatas niveladas no piso;
- colocação manual dos quadros de mesmo comprimento travados por uma diagonal;
- instalação manual da escada de acesso;
- desmontagem e retirada dos dispositivos após a conclusão das atividades.

### 2.12.2.3 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 78.

**Tabela 78 - Produções horárias dos serviços de plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
3806428	Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo - altura de até 4 m - utilização de 100 vezes - fornecimento, instalação e retirada	2,14286
3806429	Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo - altura de 4 a 6 m - utilização de 100 vezes - fornecimento, instalação e retirada	4,28571
3806430	Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo - altura de 6 a 8 m - utilização de 100 vezes - fornecimento, instalação e retirada	6,85714

### 2.12.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para liderar a montagem das peças;
- 1 ajudante para auxiliar na montagem e manipulação das peças.



### 2.12.2.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) escada metálica tipo marinho para andaime

Consiste em insumo utilizado para garantir o acesso da mão de obra ao piso superior da plataforma de trabalho.

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

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

onde:

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

H representa a altura da escada de acesso, em metros;

n representa o número de utilizações da escada;

V representa o volume da plataforma, em metros cúbicos.

A tabela 79 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 79 - Consumo de escada metálica - plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo**

Altura (m)	Dimensões (m)	Altura média (m)	Volume (m³)	Número de utilizações	Consumo (m/m³)
Até 4	1,00 x 1,00	2,00	2,00000	100	0,01000
4 a 6	1,50 x 1,50	5,00	11,25000	100	0,00444
6 a 8	2,00 x 2,00	7,00	28,00000	100	0,00250

#### b) sapata, quadro tubular, diagonal e plataforma de piso

Consistem em insumos utilizados para montagem da estrutura da plataforma e o piso de trabalho.

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

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

onde:

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

N representa o número de componentes empregado, em unidades;

n representa o número de utilizações;

V representa o volume da plataforma, em metros cúbicos.

A tabela 80 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.





**Tabela 80 - Consumo dos componentes da plataforma - plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo**

Altura (m)	Código SICRO	Componente	Número de componentes (un)	Número de utilizações	Volume (m³)	Consumo (un/m³)
Até 4,00	M0542	Diagonal tubular para andaime - C = 141 cm	1	100	2,00000	0,00500
	M0545	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 100 e L = 33 cm	3	100		0,01500
	M0539	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 100 cm	4	100	2,00000	0,02000
	M0548	Quadro tubular tipo guarda-corpo para andaime - H = 120 cm e L = 100 cm	4	100		0,02000
	M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	4	100		0,02000
4,00 a 6,00	M0543	Diagonal tubular para andaime - C = 212 cm	1	100	11,25000	0,00089
	M0546	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 150 e L = 37 cm	4	100		0,00356
	M0540	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 150 cm	10	100		0,00889
	M0549	Quadro tubular tipo guarda-corpo com acessórios para andaime - H = 120 cm e L = 150 cm	4	100		0,00356
	M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	4	100		0,00356
6,00 a 8,00	M0544	Diagonal tubular para andaime - C = 283 cm	2	100	28,00000	0,00071
	M0547	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 200 e L = 33 cm	6	100		0,00214
	M0541	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 200 cm	14	100		0,00500
	M0550	Quadro tubular tipo guarda-corpo com acessórios para andaime - H = 120 cm e L = 200 cm	4	100		0,00143
	M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	4	100		0,00143

#### 2.12.2.6 Operações de transporte

A tabela 81 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 81 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho em aço tubular**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Componentes da plataforma de trabalho em aço tubular	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 82 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 82 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho em aço tubular**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0542	Diagonal tubular para andaime - C = 141 cm	0,00300 t/un
M0538	Escada metálica tipo marinho para andaime	0,00585 t/m
M0539	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 100 cm	0,01000 t/un
M0540	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 150 cm	0,01250 t/un
M0541	Quadro tubular contraventado para andaime - H = 100 cm e L = 200 cm	0,01600 t/un
M0545	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 100 e L = 33 cm	0,00800 t/un
M0546	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 150 e L = 37 cm	0,01160 t/un
M0547	Plataforma metálica de piso para andaime - C = 200 e L = 33 cm	0,01600 t/un
M0548	Quadro tubular tipo guarda-corpo para andaime - H = 120 cm e L = 100 cm	0,00670 t/un
M0549	Quadro tubular tipo guarda-corpo com acessórios para andaime - H = 120 cm e L = 150 cm	0,01000 t/un
M0550	Quadro tubular tipo guarda-corpo com acessórios para andaime - H = 120 cm e L = 200 cm	0,01333 t/un
M0537	Sapata ajustável para andaime - base quadrada de 15 x 15 cm	0,00300 t/un

#### **2.12.2.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de plataforma de trabalho em aço tubular em metros cúbicos, em função do volume ocupado pela plataforma.

#### **2.12.3 Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo**

O serviço consiste no fornecimento e montagem de plataforma de trabalho em estrutura provisória de madeira, apoiada em solo, bem como a desmontagem após a conclusão das atividades.

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

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



- DNIT 079/2006: *Plataformas de trabalho*;
- ABNT NBR 7190/2022: *Projeto de estruturas de madeira*.

### 2.12.3.2 Metodologia executiva

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

- montagem da estrutura provisória em madeira pela mão de obra;
- desmontagem após a conclusão das atividades.

### 2.12.3.3 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 83.

**Tabela 83 - Produções horárias dos serviços de plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m³/h)
3816198	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de 6 a 12 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada	1,50000
3816197	Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo - altura de até 6 m - utilização de 5 vezes - confecção, instalação e retirada	2,00000

### 2.12.3.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para montar e desmontar a estrutura da plataforma de trabalho;
- 1 ajudante para auxiliar na montagem e desmontagem da estrutura da plataforma de trabalho.

### 2.12.3.5 Materiais e atividades auxiliares

As plataformas de trabalho são compostas por módulos superpostos de 1,00 x 1,00 x 1,00 m, constituídos pelos seguintes insumos:

- altura: 3,00 m;
- peças verticais: 12,00 m de caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm;
- contraventamento horizontal: 16,00 m de peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm;
- diagonais: 17,00 m de peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm;
- tábuas na plataforma de trabalho: 1,00 m² de tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm.



a) elementos da estrutura da plataforma de trabalho

Consistem em insumos de madeira utilizados na montagem, contraventamento e diagonais para confecção da estrutura provisória.

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

$$Q = \frac{N \times Q_e}{V} \times k$$

onde:

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

N representa de número de módulos de 3,00 m, em unidades;

$Q_e$  representa a quantidade de caibro de pinho ou peça de madeira por módulo, em metros por unidade;

V representa o volume médio da plataforma, em metros cúbicos;

k representa o coeficiente de perda do material.

O coeficiente de perda é definido 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.

A tabela 84 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 84 - Consumo dos elementos de madeira - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo**

Altura da plataforma	Número de módulos (un)	Quantidade por módulo (m/un)	Volume médio (m³)	Número de utilizações	Código SICRO	Descrição	Consumo (m/m³)
Até 6 m	1	12,00	3,00	5	M0284	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm	1,06965
	1	33,00			M0310	Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm	2,94153
De 6 a 12 m	3	12,00	9,00	5	M0284	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm	1,06965
	3	33,00			M0310	Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm	2,94153



b) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para fixar as peças de madeira na confecção da plataforma de trabalho.

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

$$Q = \frac{M \times N \times Q_e}{V}$$

onde:

Q representa o consumo de prego de ferro, em quilogramas por metro cúbico;  
M representa a massa de um prego, em quilogramas por unidade;  
N representa o número de módulos de 3,00 m, em unidades;  
Q<sub>e</sub> representa a quantidade de prego por módulo, em unidades por unidade;  
V representa o volume médio da plataforma, em metros cúbicos.

A tabela 85 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 85 - Consumo de prego de ferro - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo**

Altura da Plataforma	Massa do prego (kg/un)	Número de módulos	Quantidade de pregos (un/un)	Volume médio (m³)	Consumo (kg/m³)
Até 6 m	0,008	136	1	3,00	0,36267
De 6 a 12 m	0,008	136	3	9,00	0,36267

c) tábua

Consiste em insumo de madeira utilizado na montagem do piso da plataforma de trabalho.

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

$$Q = \frac{A}{L \times V} \times k$$

onde:

Q representa o consumo de tábua, em metros por metro cúbico;  
A representa a área do piso, em metros quadrados;  
L representa a largura da tábua, em metros;  
V representa o volume médio da plataforma, em metros cúbicos;  
k representa o coeficiente de perda do material.

O coeficiente de perda do material é definido 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.

A tabela 86 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 86 - Consumo de tábua para o piso - plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo**

Altura da plataforma	Área do piso (m²)	Largura da tábua (m)	Volume médio (m³)	Número de utilizações	Consumo (m/m³)
Até 6 m	1,00	0,30	3,00	5	0,29712
De 6 a 12 m	1,00	0,30	9,00	5	0,09904

### 2.12.3.6 Operações de transporte

A tabela 87 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 87 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho em madeira**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Componentes da plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo	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 88 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 88 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho em madeira**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0284	Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5 cm	0,00563 t/m
M0310	Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm	0,00188 t/m
M0286	Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm	0,00750 t/m
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg



#### 2.12.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume ocupado pela plataforma.

#### 2.12.4 Plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas

O serviço consiste no fornecimento e montagem de plataforma de trabalho suspensa, bem como a desmontagem e retirada após a conclusão das atividades.

##### 2.12.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 079/2006: *Plataformas de trabalho*.

##### 2.12.4.2 Metodologia executiva

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

- confecção das treliças por meio da soldagem de perfis e chapas de aço;
- montagem das treliças nas cintas de elevação pela mão de obra;
- fixação das cintas de elevação sob o tabuleiro da obra de arte especial por meio de chapas de aço perfuradas e chumbadores;
- instalação manual das cordas de poliamida para segurança dos trabalhadores;
- montagem das tábuas da plataforma sobre as treliças pela mão de obra;
- desmontagem e retirada dos dispositivos após a conclusão das atividades.

##### 2.12.4.3 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 6,14400 m<sup>2</sup>/h.

##### 2.12.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 4 montadores para liderar a montagem e desmontagem das treliças e plataforma suspensa;

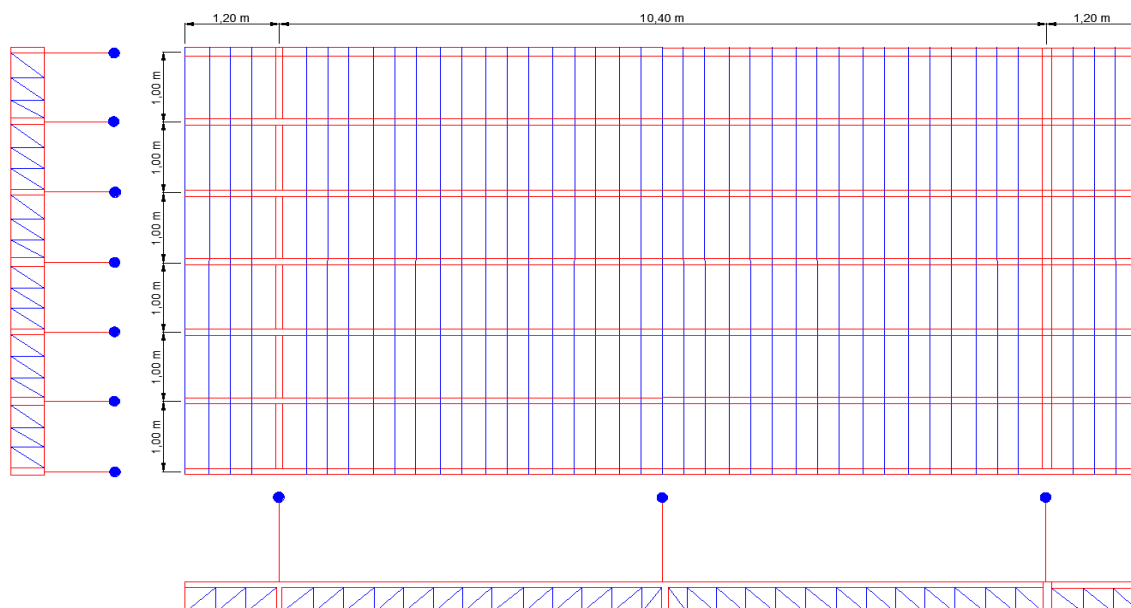


- 2 ajudantes para auxiliar os montadores na montagem e desmontagem das treliças e plataforma suspensa;
- 0,02264 horas de serralheiro para confecção das treliças;
- 0,02264 horas de ajudantes para auxiliar o serralheiro na confecção das treliças.

#### 2.12.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Os parâmetros referenciais adotados foram extraídos do croqui apresentado na figura 14.

**Figura 14 - Modelo de plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes**



Fonte: FGV IBRE

Os modelos referenciais são constituídos pelos seguintes insumos:

- treliças longitudinais de 12,80 metros com altura de 45 cm, espaçadas de 1,00 metro, com 3 apoios, 2 travamentos laterais e 2 suportes de segurança de 90 cm, sendo formadas pelos seguintes componentes:
  - banzos superior e inferior - U enrijecido 100 x 2.65;
  - diagonais - 2L 7/8 x 7/8 x 3/16;
  - montantes - 2L 3/4 x 3/4 x 1/8;
  - suporte - U 75 x 1.77.
- 3 cintas de elevação em cada treliça longitudinal;
- apoios para cintas de elevação formados por chapas de aço perfuradas e fixadas com 4 chumbadores;
- 3 cordas de nylon D = 10 mm para segurança dos trabalhadores;
- tábuas de madeira sobre as treliças;
- parafusos de fixação.





a) aço em perfis

Consiste em insumo metálico utilizado na confecção dos banzos superiores e inferiores e dos suportes.

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

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

onde:

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

C representa o comprimento do perfil, em metros;

$\gamma$  representa a massa linear do perfil, em quilogramas por metro;

A representa a área, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações.

A tabela 89 apresenta os parâmetros referenciais adotados e as respectivas massas dos elementos da treliça.

**Tabela 89 - Determinação da massa total de aço em perfil ASTM A36**

Componente da treliça	Especificação do perfil de aço	Comprimento (m)	Massa linear (kg/m)	Massa (kg)
Banzo Superior e Inferior	Perfil U enrijecido 100 x 2.65	203,20	4,450	904,240
Suporte	Perfil U 75 x 1.77	12,60	2,200	27,720
<b>Total</b>				<b>931,960</b>

A tabela 90 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 90 - Consumo de aço em perfis - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Massa total (kg)	Área (m <sup>2</sup> )	Número de utilizações	Consumo (kg/m <sup>2</sup> )
931,960	76,8000	100	0,12130

b) cantoneira em aço

Consiste em insumo metálico utilizado na confecção das diagonais e montantes.

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

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



onde:

Q representa o consumo de cantoneira, em quilogramas por metro quadrado;  
 C representa o comprimento da cantoneira, em metros;  
 γ representa a massa linear da cantoneira, em quilogramas por metro;  
 A representa a área, em metros quadrados;  
 n representa o número de utilizações.

A tabela 91 apresenta os parâmetros referenciais adotados e as respectivas massas dos elementos da treliça.

**Tabela 91 - Determinação da massa total de cantoneira em aço**

Componente da treliça	Especificação do perfil de aço	Comprimento (m)	Massa linear (kg/m)	Massa (kg)
Montante	Perfil 2L 7/8 x 7/8 x 3/16	108,45	1,740	188,703
Diagonal	Perfil 2L 3/4 x 3/4 x 1/8	155,03	2,980	461,989
<b>Total</b>				<b>650,692</b>

A tabela 92 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 92 - Consumo de cantoneira em aço - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Massa total (kg)	Área (m²)	Número de utilizações	Consumo (kg/m²)
650,692	76,8000	100	0,08470

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

Consiste na solda dos elementos metálicos utilizados na fabricação da treliça metálica.

O consumo foi obtido por meio de modelagem computacional, cujo valor referencial corresponde a 0,01132 kg por unidade de serviço executado.

d) chapa grossa em aço

Consiste em insumo utilizado para apoiar as cintas de elevação, sendo fixado no concreto sob o tabuleiro da obra de arte especial por chumbadores.

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

$$Q = \frac{N \times (V_a + V_c) \times \rho}{A}$$



onde:

Q representa o consumo de chapa de aço, em quilogramas por metro quadrado;  
 N representa o número de apoios;  
 $V_a$  representa o volume da alça, em metros cúbicos;  
 $V_c$  representa o volume da chapa, em metros cúbicos;  
 $\rho$  representa a massa específica do aço, em quilogramas por metro cúbico;  
 A representa a área da plataforma, em metros quadrados.

Os volumes da alça e da chapa são calculados por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = \frac{L \times C \times H}{1.000.000}$$

onde:

V representa o volume da alça ou da chapa, em metros cúbicos;  
 L representa a largura do elemento, em milímetros;  
 C representa o comprimento do elemento, em milímetros;  
 H representa a altura do elemento, em milímetros.

A tabela 93 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 93 - Consumo de chapa de aço - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Número de apoios	Dimensões da alça (mm)	Dimensões da chapa (mm)	Massa específica (kg/m³)	Área da plataforma (m²)	Consumo (kg/m²)
3	60 x 60 x 10	150 x 150 x 10	7.850,00	12,8000	0,48020

e) cinta para elevação de cargas tipo Grab

Consiste em insumo de sustentação da estrutura suspensa sob o tabuleiro, tendo uma de suas extremidades fixada nas treliças e outra nas chapas metálicas chumbadas no concreto da obra de arte especial.

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

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

onde:

Q representa o consumo de cinta, em unidades por metro quadrado;  
 N representa o número de cintas, em unidades;  
 A representa a área, em metros quadrados;  
 n representa o número de utilizações do material.



A tabela 94 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 94 - Consumo de cinta para elevação de cargas tipo Grab - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Código SICRO	Descrição	Número de cintas (un)	Área (m²)	Número de utilizações	Consumo (un/m²)
M2488	Cinta para elevação de cargas tipo Grab com 1 ramal, anel de suspensão e gancho - C = 3 m a 5 m, capacidade de carga de 5.000 kg, F. S. = 4:1	2	12,8000	50	0,00313
M2489	Cinta para elevação de cargas tipo Grab com 2 ramaís, anel de suspensão e ganchos - C = 3 m a 5 m, capacidade de carga de 5.000 kg, F. S. = 4:1	1	12,8000	50	0,00156

f) chumbador de expansão controlada por torque para concreto D = 12,5 mm - fornecimento e instalação

Consiste em insumo utilizado na fixação das chapas grossas no concreto para instalação das cintas de elevação.

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

$$Q = \frac{N_a \times N_c}{A}$$

onde:

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

N<sub>a</sub> representa o número de apoios, em unidades;

N<sub>c</sub> representa o número de chumbador por apoio, em unidades por unidade;

A representa a área, em metros quadrados.

A tabela 95 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 95 - Consumo de chumbadores - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Número de apoios (un)	Número de chumbadores por apoio (un/un)	Área (m²)	Consumo (un/m²)
3	4	12,8000	0,93750

g) parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado com porca e arruela de pressão - D = 6,35 mm (1/4")

Consiste em insumo utilizado para fixação das tábuas nas treliças, formando a plataforma de trabalho.



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

$$Q = \frac{Q_t \times N}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de parafusos com porca e arruela, em conjuntos por metro quadrado;

$Q_t$  representa a quantidade de tábuas, em metros por metro quadrado;

N representa o número de parafusos, em conjuntos;

C representa o comprimento da tábua, em metros.

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

$$Q_t = \frac{1,0}{L}$$

onde:

$Q_t$  representa a quantidade de tábuas, em metros por metro quadrado;

L representa a largura da tábua, em metros.

Promovendo a incorporação da equação que determina a quantidade de tábuas na que estabelece o consumo de parafuso, obtém-se:

$$Q = \frac{N}{L \times C}$$

A tabela 96 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 96 - Consumo de parafusos com porca e arruela - D = 6,35 mm (1/4") - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Quantidade de tábuas (m/m²)	Número de parafusos (cj)	Comprimento da tábua (m)	Consumo (cj/m²)
0,3333	1	3,00	1,11110

h) parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado com porca e arruela de pressão - D = 7,938 mm (5/16")

Consiste em insumo utilizado para fixação das cintas de sustentação da estrutura nas treliças.

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

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



onde:

Q representa o consumo de parafusos com porca e arruela, em conjuntos por metro quadrado;

N representa o número de parafusos, em conjuntos;

A representa a área, em metros quadrados.

A tabela 97 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 97 - Consumo de parafusos com porca e arruela - D = 7,938 mm (5/16") - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Número de parafusos (cj)	Área (m²)	Consumo (cj/m²)
20	12,8000	1,56250

i) tábua

Consiste em insumo de madeira utilizado na montagem do piso da plataforma de trabalho.

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

$$Q = \frac{C}{A \times n} \times (1 + k)$$

onde:

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

C representa o comprimento da tábua, em metros;

A representa a área da tábua, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações do material;

k representa o coeficiente de perda.

A tabela 98 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 98 - Consumo de tábua - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Comprimento da tábua (m)	Área (m²)	Número de utilizações	Perda (%)	Consumo (m/m²)
1,00	0,3000	10	5,00	0,35000

j) corda de poliamida - D = 12,0 mm e capacidade de carga de 2.200 kg

Consiste em insumo instalado no perímetro da plataforma para segurança dos profissionais.

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



$$Q = \frac{N \times [2 \times (C + L)]}{A \times n} \times (1 + k)$$

onde:

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

N representa o número de cordas;

C representa o comprimento da plataforma, em metros;

L representa a largura da plataforma, em metros;

A representa a área, em metros quadrados;

n representa o número de utilizações do material;

k representa o coeficiente de perda.

A tabela 99 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 99 - Consumo de corda - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas**

Número de cordas	Comprimento da plataforma (m)	Largura da plataforma (m)	Área (m²)	Número de utilizações	Perda (%)	Consumo (m/m²)
3	12,80	6,00	76,8000	10	10,00	0,16156

#### 2.12.4.6 Operações de transporte

A tabela 100 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 100 - Serviços empregados nas operações de transporte - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Corda de poliamida, tábua, aço em perfil e cantoneira	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
Chapa grossa em aço	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

A tabela 101 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 101 - Fator de conversão de transporte - plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0682	Aço em perfis ASTM A36	0,00100 t/kg
M0366	Cantoneira em aço ASTM A36 galvanizado	0,00100 t/kg
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg
M2386	Corda de poliamida - D = 12,0 mm e capacidade de carga de 2.200 kg	0,00010 t/m
M0286	Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm	0,00750 t/m

#### **2.12.4.7 Critérios de medição**

A medição do serviço de plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente instalada.

#### **2.12.5 Plataforma mecanizada de inspeção sob pontes**

O serviço consiste no fornecimento de plataforma de trabalho montada sobre caminhão para inspeção de obra de arte especial.

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

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

- IPR 709/2004: *Manual de inspeção de pontes rodoviárias - 2ª edição.*

##### **2.12.5.2 Metodologia executiva**

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

- posicionamento da plataforma de trabalho montada em caminhão;
- inspeção da obra de arte especial.

##### **2.12.5.3 Produção horária e equipe mecânica**

Não se aplica a este serviço, ao passo que a composição de custos é modelada para remunerar horas de utilização do equipamento.

##### **2.12.5.4 Mão de obra**

Não se aplica a este serviço.

##### **2.12.5.5 Materiais e atividades auxiliares**

Não se aplica a este serviço.





#### 2.12.5.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.12.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de plataforma mecanizada de inspeção sob pontes deve ser realizada em horas, em função do tempo efetivo de utilização do equipamento.

### 2.13 Corte em concreto para fixação de barras de aço

#### 2.13.1 Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço

O serviço consiste na execução de cortes longitudinais em superfícies de concreto por meio de serra mármore, promovendo a formação de um sulco para fixar barras de aço.

##### 2.13.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto*;
- ABNT NBR 15910/2010: *Ferramentas elétricas portáteis operadas a motor - Segurança: Requisitos particulares para serras-mármore*.

##### 2.13.1.2 Metodologia executiva

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

- execução de sulcos no concreto por meio da serra mármore operada manualmente.

##### 2.13.1.3 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 mármore;
- grupo gerador.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 102.



**Tabela 102 - Produções horárias dos serviços de corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
3807753	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 12,5 mm - L = 15 mm e H = 15 mm	2,00000
3807751	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 8 mm - L = 10 mm e H = 10 mm	3,80000
3807752	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 10 mm - L = 12 mm e H = 12 mm	2,90000
3807750	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 6,3 mm - L = 8 mm e H = 8 mm	5,00000

a) serra mármore

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

$$P = \frac{C_{ap} \times F_e}{Q_t \times e}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;  
C<sub>ap</sub> representa a capacidade, em metros quadrados por hora;  
F<sub>e</sub> representa o fator de eficiência;  
Q<sub>t</sub> representa a quantidade de cortes;  
e representa a espessura da barra, em metros.

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

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.

**2.13.1.4 Mão de obra**

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 servente para operar a serra de mármore e executar os rasgos na superfície do concreto.

**2.13.1.5 Materiais e atividades auxiliares**

a) disco de corte diamantado segmentado para concreto - D = 110 mm

Consiste em insumo utilizado para execução do corte por meio da serra mármore.



A tabela 103 apresenta os consumos referenciais adotados.

**Tabela 103 - Consumo do disco de corte - corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço**

Código SICRO	Descrição	Consumo (un/m)
3807753	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 12,5 mm - L = 15 mm e H = 15 mm	0,02500
3807751	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 8 mm - L = 10 mm e H = 10 mm	0,01300
3807752	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 10 mm - L = 12 mm e H = 12 mm	0,01700
3807750	Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço de 6,3 mm - L = 8 mm e H = 8 mm	0,01000

#### 2.13.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.13.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte linear em superfície de concreto deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado.

### 3 FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE

#### 3.1 Parâmetros de insumos

##### 3.1.1 Massa linear

Os parâmetros referenciais adotados são obtidos por meio de referencial técnico especializado.

##### 3.1.2 Dimensões

O diâmetro externo é adotado como referência no cálculo da capacidade de transporte ao passo que ao diâmetro nominal não corresponde à real dimensão ocupada pelos tubos, cujos valores são obtidos por meio de catálogos de fabricantes dos insumos.

#### 3.2 Parâmetros de transporte

##### 3.2.1 Quantidade de tubos transportados

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



### 3.2.2 Massa transportada

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

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

onde:

M representa a carga máxima transportada, em toneladas;

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

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

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

## 3.3 Conversão para transporte

### 3.3.1 Fator de carga

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

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

onde:

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

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

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

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

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

### 3.3.2 Cálculo da conversão para transporte

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

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

onde:

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

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

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



A tabela 104 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos fatores de conversão para unidade de momento de transporte.

**Tabela 104 - Conversão para unidade de momento de transporte dos tubos**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Massa linear (t/m)</b>	<b>Fator de carga</b>	<b>Conversão para transporte (t/m)</b>
M1617	Tubo em aço galvanizado com rosca BSP classe leve - D = 80 mm (3")	0,00729	1,00206	0,00730
M1618	Tubo em aço galvanizado com rosca BSP classe leve - D = 100 mm (4")	0,01050	1,00306	0,01053



## APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - REFORÇO, ALARGAMENTO E MANUTENÇÃO DE OAE

A tabela 105 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de reforço, alargamento e manutenção de obras de arte especiais, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 105 - Relação das composições de custos por subgrupo - reforço, alargamento e manutenção de obras de arte especiais**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Limpeza de aparelhos de apoio, junta e superfícies de concreto	3806405, 3806406 e 3806402
2.1.2 Limpeza de material retido em fundações submersas de obras de arte especiais	3806404
2.1.3 Limpeza em superfície de concreto com jateamento abrasivo	3806403
2.2.1 Recomposição de dreno em tubo de aço galvanizado em OAE	3815644 e 3815643
2.2.2 Pingadeira de elastômero	3806407
2.2.3 Chumbador para concreto	3807863, 3807864, 3807865, 3807861 e 3807862
2.3.1 Fabricação de guarda-corpo de concreto pré-moldado	3816118 e 3816117
2.3.2 Recomposição de guarda-corpo de concreto	3815706 e 3815597
2.3.3 Recuperação de guarda-corpo metálico	3815600, 3815599 e 3815601
2.3.4 Guarda-corpo e corrimão metálico para passarelas para pedestres	3806386
2.4.1 Elevação de estruturas para substituição de aparelho de apoio	3806416, 3806419, 3806417 e 3806418
2.4.2 Restauração de berços de apoio para junta de dilatação	3806409
2.4.3 Substituição de junta de dilatação e lábios poliméricos	3815602
2.5.1 Abertura de janela em estrutura de concreto existente para inspeção	3806412
2.6.1 Apicoamento mecanizado de concreto	3806413
2.6.2 Demolição controlada de concreto com marteleto	3806415
2.6.3 Remoção de concreto com jateamento d'água	3806414
2.7.1 Placa de aço para protensão externa em reforço de viga	3806431 e 3806432
2.8.1 Pintura manual com nata de cimento	3808043
2.9.1 Injeção de nata de cimento	3816196
2.10.1 Fabricação de superestrutura metálica para passarela	3806400, 3806396, 3806397, 3806387 e 3806399
2.10.2 Lançamento de superestrutura de passarela metálica	3806401
2.11.1 Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira	3806425
2.11.2 Lançamento de viga pré-moldada com treliça lançadeira e carrelone	3806424
2.11.3 Lançamento de viga pré-moldada com guindaste	3806423, 3806421, 3806422 e 3806420



**Tabela 105 - Relação das composições de custos por subgrupo - reforço, alargamento e manutenção de obras de arte especiais (2/2)**

Subgrupo	Código SICRO
2.11.4 Lançamento de pré-laje com guindauto	3806426
2.12.1 Escada tubular multidirecional	3808207
2.12.2 Plataforma de trabalho em aço tubular apoiada no solo	3806429, 3806430 e 3806428
2.12.3 Plataforma de trabalho em madeira apoiada no solo	3816198 e 3816197
2.12.4 Plataforma de trabalho suspensa sob tabuleiro de pontes com treliças metálicas e tábuas	3806410
2.12.5 Plataforma mecanizada de inspeção sob pontes	3806411
2.13.1 Corte linear em superfície de concreto para fixação de barras de aço	3807750, 3807751, 3807752 e 3807753