



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

# **Caderno técnico Protensão**

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 Protensão**



## Controle de versão do Caderno técnico

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



## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de protensão .....	4
---	---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para cordoalha aderente .....	5
Tabela 2 - Consumo de nicho de madeira - ancoragem ativa para cordoalha aderente .....	7
Tabela 3 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem ativa para cordoalha aderente .....	8
Tabela 4 - Conversão para transporte - ancoragem ativa para cordoalha aderente .....	9
Tabela 5 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente .....	10
Tabela 6 - Consumo de nicho de madeira - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente .....	12
Tabela 7 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente .....	13
Tabela 8 - Conversão de transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente .....	13
Tabela 9 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	14
Tabela 10 - Consumo de arame - ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	16
Tabela 11 - Consumo de massa para vidro - ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	18
Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	18
Tabela 13 - Conversão de transporte - ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	19
Tabela 14 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	20
Tabela 15 - Consumo de arame - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	22
Tabela 16 - Consumo de massa para vidro - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	23
Tabela 17 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	23



Tabela 18 - Conversão de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	24
Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada.....	26
Tabela 20 - Conversão para transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada.....	26
Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada .....	28
Tabela 22 - Conversão para transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada.....	28
Tabela 23 - Consumos referenciais para dimensionamento da mão de obra no serviço de nicho de madeira para dispositivo de ancoragem .....	29
Tabela 24 - Serviços empregados nas operações de transporte - nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão .....	30
Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento .....	32
Tabela 26 - Consumo de aço CA 50 - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	35
Tabela 27 - Consumo de cimento - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	35
Tabela 28 - Consumo do aditivo plastificante e retardador - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	37
Tabela 29 - Consumo de arame liso - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	39
Tabela 30 - Consumo de luvas - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	41
Tabela 31 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento .....	41
Tabela 32 - Consumo da mangueira cristal trançada de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	43
Tabela 33 - Consumo de purgador plástico - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento .....	44
Tabela 34 - Serviços empregados nas operações de transporte - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	44
Tabela 35 - Conversão de transporte - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	44
Tabela 36 - Conversão para transporte associada ao tempo fixo - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento.....	45
Tabela 37 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento .....	47



Tabela 38 - Consumo de aço CA 50 - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	48
Tabela 39 - Consumo de cimento - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	49
Tabela 40 - Consumo do aditivo plastificante e retardador - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	50
Tabela 41 - Consumo de arame liso - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	50
Tabela 42 - Consumo de luvas - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	51
Tabela 43 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento .....	52
Tabela 44 - Consumo da mangueira cristal trançada de PVC - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	52
Tabela 45 - Consumo de purgador plástico - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento .....	53
Tabela 46 - Serviços empregados nas operações de transporte - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	53
Tabela 47 - Conversão de transporte - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento.....	53
Tabela 48 - Produções horárias dos serviços de cordoalha aderente.....	55
Tabela 49 - Consumo de disco de corte abrasivo para policorte - cordoalha aderente .....	56
Tabela 50 - Consumo de gaiola metálica - cordoalha aderente .....	57
Tabela 51 - Serviços empregados nas operações de transporte - cordoalha aderente .....	57
Tabela 52 - Consumo de disco de corte abrasivo para policorte - cordoalha engraxada .....	60
Tabela 53 - Consumo de gaiola metálica - cordoalha engraxada .....	60
Tabela 54 - Serviços empregados nas operações de transporte - cordoalha engraxada .....	60
Tabela 55 - Consumo de corte - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha.....	62
Tabela 56 - Consumo de solda - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha.....	63
Tabela 57 - Serviços empregados nas operações de transporte - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha .....	63
Tabela 58 - Conversão para unidade de momento de transporte de bainha metálica .....	65
Tabela 59 - Relação das composições de custos por subgrupo - protensão ...	66



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Parâmetros referenciais.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Ancoragem para cordoalha aderente .....</b>	<b>4</b>
2.1.1	Ancoragem ativa para cordoalha aderente.....	4
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>4</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>7</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>8</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>9</i>
2.1.2	Ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente.....	9
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>10</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>10</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>10</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>11</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>11</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>12</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>13</i>
2.1.3	Ancoragem passiva para cordoalha aderente .....	13
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>13</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>14</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>14</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>15</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>15</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>18</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>20</i>
2.1.4	Ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente .....	20
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>20</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>20</i>
2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>20</i>
2.1.4.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>21</i>
2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>21</i>





2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	23
2.1.4.7	<i>Critérios de medição</i> .....	24
<b>2.2</b>	<b>Ancoragem para cordoalha engraxada</b> .....	<b>24</b>
2.2.1	Ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada .....	24
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	24
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	25
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	25
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	25
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	25
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	26
2.2.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	26
2.2.2	Ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada .....	26
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	27
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	27
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	27
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	27
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	27
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	28
2.2.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	28
<b>2.3</b>	<b>Nicho de madeira</b> .....	<b>28</b>
2.3.1	Nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão .....	28
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	29
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	29
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	29
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	29
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	30
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	30
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	30
<b>2.4</b>	<b>Bainha metálica</b> .....	<b>31</b>
2.4.1	Bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento .....	31
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	31
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	31
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	31
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	34
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	34



2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	44
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	46
2.4.2	Bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento .....	46
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	46
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	46
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	46
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	48
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	48
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	53
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	54
<b>2.5</b>	<b>Cordoalha</b> .....	<b>54</b>
2.5.1	Cordoalha aderente .....	54
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	54
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	54
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	55
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	55
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	56
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	57
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	58
2.5.2	Cordoalha engraxada .....	58
2.5.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	58
2.5.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	58
2.5.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	58
2.5.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	59
2.5.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	59
2.5.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	60
2.5.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	61
2.5.3	Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha .....	61
2.5.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	61
2.5.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	61
2.5.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	62
2.5.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	62
2.5.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	62
2.5.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	63
2.5.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	63



<b>3</b>	<b>FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1</b>	<b>Parâmetros de insumos .....</b>	<b>64</b>
3.1.1	Massa linear .....	64
<b>3.2</b>	<b>Parâmetros de transporte .....</b>	<b>64</b>
3.2.1	Quantidade de bainhas transportadas.....	64
3.2.2	Massa transportada.....	64
<b>3.3</b>	<b>Conversão para transporte.....</b>	<b>64</b>
3.3.1	Fator de carga .....	64
3.3.2	Cálculo da conversão para transporte.....	65
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - PROTENSÃO.....</b>		<b>66</b>



## 1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, protensão consiste em técnica de engenharia que visa promover o incremento da capacidade de suportar esforços em elementos estruturais, por meio da aplicação de tensões prévias.

O tensionamento é obtido mediante a tração de cordoalhas inseridas no interior das estruturas, restringindo seu movimento após a ação mecânica, de modo a impedir o retorno ao seu comprimento primitivo.

De forma genérica, as peças de concreto protendido são empregadas na construção de obras de arte especiais, em dispositivos tais como lajes, vigas convencionais e em caixaõ moldadas “in loco”, peças pré-moldadas de concreto e tirantes de ancoragem.

No que tange ao emprego do concreto protendido em comparação ao armado convencional, são citadas as seguintes vantagens:

- comportamento mais favorável às solicitações dinâmicas e maior durabilidade na construção, tendo em vista a redução de fissuras, em virtude de toda a seção trabalhar à compressão;
- maior economia no consumo de concreto e aço;
- possibilidade de se obter maiores vãos livres;
- maior rapidez de execução;
- possibilidade de utilização em seções mais esbeltas;
- possibilidade de maior controle das deformações elásticas;
- a operação de protensão consiste em uma verdadeira prova de carga em virtude das tensões introduzidas nessa fase serem maiores que as de serviço.

Entretanto, são mencionados os seguintes contrapontos:

- necessidade de concreto com maiores resistências, exigindo melhor controle na execução e gestão das atividades;
- requer equipamentos e pessoal especializados.

Nos modelos de custo do SICRO é adotada como referência a cordoalha de protensão CP-190-RB.



## 1.1 Parâmetros referenciais

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

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

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

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

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

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

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

No grupo de serviços de protensão são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

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



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

b) fator de carga

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

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

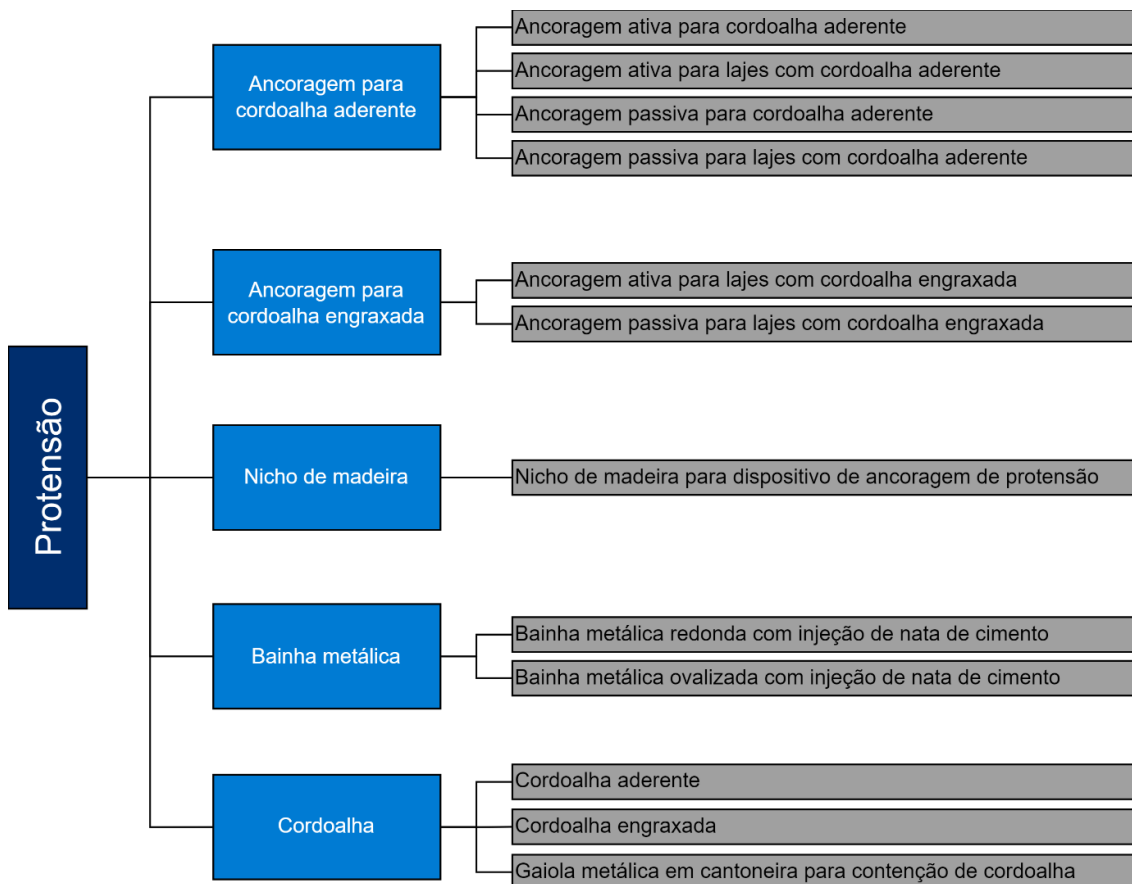
Nesse sentido, o fator de carga é aplicado nas massas unitárias das bainhas metálicas, corrigindo a mencionada distorção, mantendo a unidade de medida padrão do sistema “t.km”, promovendo a plena utilização dos equipamentos associados ao transporte.



## 2 SERVIÇOS

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

**Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de protensão**



Fonte: FGV IBRE

### 2.1 Ancoragem para cordoalha aderente

#### 2.1.1 Ancoragem ativa para cordoalha aderente

O serviço consiste na instalação de dispositivos de ancoragem ativa, para cordoalhas aderentes, e tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico.

##### 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 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;



- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

#### 2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- confecção e instalação de nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão;
- instalação manual do dispositivo de ancoragem ativa para cordoalha aderente;
- posicionamento do conjunto bomba e macaco hidráulico, por meio da talha;
- tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico;
- remoção do conjunto bomba e macaco hidráulico.

#### 2.1.1.3 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:

- conjunto bomba e macaco hidráulico;
- grupo gerador;
- talha manual.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 1.

**Tabela 1 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
4507766	Ancoragem ativa com 4 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	7,11429
4507767	Ancoragem ativa com 4 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	7,11429
4507768	Ancoragem ativa com 6 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	6,22500
4507769	Ancoragem ativa com 6 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	6,22500
4507770	Ancoragem ativa com 7 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	5,85882





**Tabela 1 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para cordoalha aderente (2/2)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção de equipe (un/h)</b>
4507771	Ancoragem ativa com 7 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	5,85882
4507772	Ancoragem ativa com 8 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	5,53333
4508193	Ancoragem ativa com 8 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	5,53333
4507773	Ancoragem ativa com 9 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	5,24211
4507774	Ancoragem ativa com 9 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	5,24211
4507738	Ancoragem ativa com 10 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	4,98000
4507754	Ancoragem ativa com 10 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	4,98000
4507755	Ancoragem ativa com 12 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	4,52727
4507756	Ancoragem ativa com 12 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	4,52727
4507757	Ancoragem ativa com 15 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	3,98400
4507758	Ancoragem ativa com 15 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	3,98400
4507759	Ancoragem ativa com 19 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	3,43448
4507760	Ancoragem ativa com 19 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	3,43448
4507761	Ancoragem ativa com 22 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	3,11250
4507762	Ancoragem ativa com 22 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	3,11250
4507763	Ancoragem ativa com 27 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	2,69189
4507764	Ancoragem ativa com 27 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	2,69189
4507765	Ancoragem ativa com 31 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	2,42927
4508192	Ancoragem ativa com 31 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	2,42927

#### 2.1.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem ativa;
- 3 ajudantes para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem ativa.



### 2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) ancoragem ativa

Consiste em insumo utilizado para manter o estado de tensão nos cabos.

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

#### b) mangueira cristal trançada de policloreto de vinila – PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem ativa, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

#### c) parafuso cabeça abaulada

Consiste em insumo utilizado para fixar a ancoragem ativa.

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

#### d) nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão

Consiste na confecção e fixação de nicho de madeira para auxiliar na instalação da ancoragem ativa e protensão das cordoalhas.

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

$$Q = \frac{L^2 + (4 \times L \times H)}{10^6} \times \frac{1}{Q_t}$$

onde:

Q representa o consumo de nicho, em metros quadrados por unidade;

L representa a largura da peça de madeira, em milímetros;

H representa a profundidade da peça de madeira, em milímetros;

$Q_t$  representa a quantidade referencial de ancoragens ativas, em unidades.

A tabela 2 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 2 - Consumo de nicho de madeira - ancoragem ativa para cordoalha aderente**

Número de cordoalhas (un)	Diâmetro da cordoalha (mm)	Dimensões (mm)		Quantidade referencial (un)	Consumo (m²/un)
		Largura	Profundidade		
4	12,7	160	90	1	0,08320
6	12,7	190	90	1	0,10450
7	12,7	190	90	1	0,10450

**Tabela 2 - Consumo de nicho de madeira - ancoragem ativa para cordoalha aderente (2/2)**

Número de cordoalhas (un)	Diâmetro da cordoalha (mm)	Dimensões (mm)		Quantidade referencial (un)	Consumo (m <sup>2</sup> /un)
		Largura	Profundidade		
8	12,7	230	100	1	0,14490
9	12,7	230	100	1	0,14490
10	12,7	230	100	1	0,14490
12	12,7	230	100	1	0,14490
15	12,7	320	120	1	0,25600
19	12,7	320	120	1	0,25600
22	12,7	380	140	1	0,35720
27	12,7	380	140	1	0,35720
31	12,7	400	150	1	0,40000
4	15,2	180	100	1	0,10440
6	15,2	220	100	1	0,13640
7	15,2	220	100	1	0,13640
8	15,2	270	110	1	0,19170
9	15,2	270	110	1	0,19170
10	15,2	270	110	1	0,19170
12	15,2	270	110	1	0,19170
15	15,2	320	120	1	0,25600
19	15,2	320	120	1	0,25600
22	15,2	380	140	1	0,35720
27	15,2	380	140	1	0,35720
31	15,2	400	150	1	0,40000

**2.1.1.6 Operações de transporte**

A tabela 3 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 3 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem ativa para cordoalha aderente**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Dispositivo de ancoragem ativa, mangueira cristal trançada de PVC e parafuso de cabeça abaulada	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 4 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 4 - Conversão para transporte - ancoragem ativa para cordoalha aderente**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Conversão para transporte</b>
M0091	Ancoragem ativa para 10 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,02000 t/un
M0110	Ancoragem ativa para 10 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,03100 t/un
M0092	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,02000 t/un
M0113	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,03500 t/un
M0093	Ancoragem ativa para 15 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,03500 t/un
M0130	Ancoragem ativa para 15 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,04800 t/un
M0094	Ancoragem ativa para 19 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,04800 t/un
M0138	Ancoragem ativa para 19 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,07000 t/un
M0100	Ancoragem ativa para 22 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,04800 t/un
M0145	Ancoragem ativa para 22 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,10100 t/un
M0101	Ancoragem ativa para 27 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,07600 t/un
M0146	Ancoragem ativa para 27 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,07600 t/un
M0102	Ancoragem ativa para 31 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,10100 t/un
M1789	Ancoragem ativa para 31 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,17000 t/un
M0085	Ancoragem ativa para 4 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,01600 t/un
M0105	Ancoragem ativa para 4 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,01400 t/un
M0086	Ancoragem ativa para 6 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,01600 t/un
M0106	Ancoragem ativa para 6 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,01400 t/un
M0087	Ancoragem ativa para 7 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,01600 t/un
M0108	Ancoragem ativa para 7 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,01600 t/un
M0088	Ancoragem ativa para 8 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,02000 t/un
M1844	Ancoragem ativa para 8 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,02000 t/un
M0089	Ancoragem ativa para 9 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,02000 t/un
M0111	Ancoragem ativa para 9 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,02000 t/un
M2462	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 19,0 mm (3/4")	0,00030 t/m
M2419	Parafuso de cabeça abaulada em aço inox com porca e arruela - D = 6 mm (M6) e C = 30 mm	0,00002 t/un
M2420	Parafuso de cabeça abaulada em aço inox com porca e arruela - D = 8 mm (M8) e C = 50 mm	0,00003 t/un

#### 2.1.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem ativa para cordoalha aderente deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

#### 2.1.2 Ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente

O serviço consiste na instalação de dispositivos de ancoragem ativa para lajes com cordoalhas aderentes e tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico.



### 2.1.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- DNIT ES 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

### 2.1.2.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento da fôrma plástica ou do nicho de madeira;
- instalação manual do dispositivo de ancoragem ativa para laje com cordoalha aderente;
- tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico;
- remoção do conjunto bomba e macaco hidráulico.

### 2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- conjunto bomba e macaco hidráulico;
- grupo gerador.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 5.

**Tabela 5 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
4507775	Ancoragem ativa para lajes com 1 cordoalha aderente D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	12,45



**Tabela 5 - Produções horárias dos serviços de ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente (2/2)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção de equipe (un/h)</b>
4507776	Ancoragem ativa para lajes com 1 cordoalha aderente D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	12,45
4507777	Ancoragem ativa para lajes com 2 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	11,07
4507778	Ancoragem ativa para lajes com 2 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	11,07
4507779	Ancoragem ativa para lajes com 3 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	9,96000
4507780	Ancoragem ativa para lajes com 3 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	9,96000
4507781	Ancoragem ativa para lajes com 4 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	9,05455
4507782	Ancoragem ativa para lajes com 4 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	9,05455

#### 2.1.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem ativa para laje;
- 1 ajudante para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem ativa para laje.

#### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ancoragem ativa para lajes

Consiste em insumo utilizado para garantir o estado de tensão nos cabos.

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

##### b) fôrma plástica para nicho de protensão de cordoalha

Consiste em insumo utilizado para auxiliar na protensão do cabo da ancoragem ativa para laje que emprega apenas uma cordoalha aderente.

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

##### c) mangueira cristal trançada de PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem ativa, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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



## d) parafuso de cabeça sextavada

Consiste em insumo utilizado para fixar a ancoragem ativa.

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

## e) nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão

Consiste na confecção e fixação de nicho de madeira para auxiliar na instalação da ancoragem ativa e protensão das cordoalhas.

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

$$Q = \left[ \frac{(2 \times L_1 \times H) + (2 \times L_2 \times H) + (L_1 \times L_2)}{10^6} \right] \times \frac{1}{Q_t}$$

onde:

Q representa o consumo de nicho, em metros quadrados por unidade;

L<sub>1</sub> representa a menor largura da peça de madeira, em milímetros;

H representa a profundidade da peça de madeira, em milímetros;

L<sub>2</sub> representa a maior largura da peça de madeira, em milímetros;

Q<sub>t</sub> representa a quantidade referencial de ancoragens ativas, em unidades.

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

**Tabela 6 - Consumo de nicho de madeira - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas (un)	Quantidade referencial (un)	Dimensões (mm)			Consumo (m²/un)
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	H	
12,7	2	1	170	175	100	0,09875
15,2	2	1	160	205	100	0,10580
12,7	3	1	170	230	100	0,11910
15,2	3	1	170	250	100	0,12650
12,7	4	1	155	275	100	0,12863
15,2	4	1	170	295	100	0,14315

## 2.1.2.6 Operações de transporte

A tabela 7 apresenta 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 - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Dispositivo de ancoragem ativa para laje, mangueira cristal trançada de PVC e parafuso de cabeça sextavada	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 8 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 8 - Conversão de transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0148	Ancoragem ativa para lajes para 1 cordoalha - D = 12,7 mm	0,00200 t/un
M0173	Ancoragem ativa para lajes para 1 cordoalha - D = 15,2 mm	0,00300 t/un
M0151	Ancoragem ativa para lajes para 2 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00300 t/un
M0178	Ancoragem ativa para lajes para 2 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00500 t/un
M0152	Ancoragem ativa para lajes para 3 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00400 t/un
M0181	Ancoragem ativa para lajes para 3 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00700 t/un
M0153	Ancoragem ativa para lajes para 4 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00600 t/un
M0184	Ancoragem ativa para lajes para 4 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00800 t/un
M2421	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 9,5 mm (3/8")	0,00012 t/m
M0945	Parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado com porca e arruela de pressão - D = 6,35 mm (1/4")	0,00002 t/cj

#### 2.1.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

#### 2.1.3 Ancoragem passiva para cordoalha aderente

O serviço consiste na instalação de dispositivo de ancoragem passiva para cordoalhas aderentes.

##### 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 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- DNIT ES 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

### 2.1.3.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual do dispositivo de ancoragem passiva para cordoalha aderente.

### 2.1.3.3 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 9.

**Tabela 9 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
4507785	Ancoragem passiva com 10 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	7,78125
4508194	Ancoragem passiva com 10 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	7,78125
4507786	Ancoragem passiva com 12 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	6,91667
4507787	Ancoragem passiva com 12 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	6,91667
4507788	Ancoragem passiva com 15 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	5,92857
4507789	Ancoragem passiva com 15 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	5,92857
4507790	Ancoragem passiva com 19 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	4,98000
4507791	Ancoragem passiva com 19 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	4,98000
4507792	Ancoragem passiva com 22 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	4,44643

**Tabela 9 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para cordoalha aderente (2/2)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção de equipe (un/h)</b>
4507793	Ancoragem passiva com 22 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	4,44643
4507794	Ancoragem passiva com 27 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	3,77273
4507795	Ancoragem passiva com 27 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	3,77273
4507796	Ancoragem passiva com 31 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	3,36486
4508190	Ancoragem passiva com 31 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	3,36486
4507797	Ancoragem passiva com 4 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	12,45
4507798	Ancoragem passiva com 4 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	12,45
4507799	Ancoragem passiva com 6 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	10,38
4507800	Ancoragem passiva com 6 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	10,38
4507801	Ancoragem passiva com 7 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	9,57692
4507802	Ancoragem passiva com 7 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	9,57692
4507803	Ancoragem passiva com 8 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	8,89286
4508191	Ancoragem passiva com 8 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	8,89286
4507804	Ancoragem passiva com 9 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	8,30000
4507805	Ancoragem passiva com 9 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	8,30000

#### 2.1.3.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem passiva;
- 1 ajudante para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem passiva.

#### 2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ancoragem passiva aderente

Consiste em insumo utilizado para fixar uma das extremidades da cordoalha.

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



## b) arame liso recozido em aço-carbono

Consiste em insumo utilizado para efetuar as amarrações da ancoragem passiva na peça estrutural.

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

$$Q = \frac{(C_1 + C_2 + C_3)}{10^3} \times \gamma = \frac{[(\pi \times D_b \times 4) + (\pi \times D_c \times Q_t \times 3) + C_3]}{10^3} \times \gamma$$

onde:

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

C<sub>1</sub> representa o comprimento de amarração do purgador com a bainha, em milímetros por unidade;

C<sub>2</sub> representa o comprimento de amarração das cordoalhas na placa de ancoragem, em milímetros por unidade;

C<sub>3</sub> representa o comprimento de acréscimo de arame, em milímetros por unidade;

γ representa a massa linear do arame, em quilogramas por metro;

D<sub>b</sub> representa o diâmetro nominal da bainha, em milímetros por unidade;

D<sub>c</sub> representa o diâmetro nominal da cordoalha, em milímetros por unidade;

Q<sub>t</sub> representa a quantidade de cordoalhas.

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

**Tabela 10 - Consumo de arame - ancoragem passiva para cordoalha aderente**

Quantidade de cordoalhas	Diâmetro cordoalha (mm/un)	Diâmetro bainha (mm/un)	Comprimento acréscimo arame (mm/un)	Massa linear arame (kg/m)	Consumo (kg/un)
4	12,7	40	400	0,009	0,01243
6	12,7	50	400	0,009	0,01572
7	12,7	55	400	0,009	0,01736
8	12,7	55	400	0,009	0,01844
9	12,7	60	400	0,009	0,02008
10	12,7	65	400	0,009	0,02172
12	12,7	65	400	0,009	0,02388
15	12,7	70	400	0,009	0,02768
19	12,7	80	400	0,009	0,03312
22	12,7	85	400	0,009	0,03691
27	12,7	90	400	0,009	0,04286
31	12,7	100	400	0,009	0,04830
4	15,2	45	400	0,009	0,01385
6	15,2	60	400	0,009	0,01812
7	15,2	65	400	0,009	0,01998

**Tabela 10 - Consumo de arame - ancoragem passiva para cordoalha aderente (2/2)**

Quantidade de cordoalhas	Diâmetro cordoalha (mm/un)	Diâmetro bainha (mm/un)	Comprimento acréscimo arame (mm/un)	Massa linear arame (kg/m)	Consumo (kg/un)
8	15,2	65	400	0,009	0,02127
9	15,2	70	400	0,009	0,02312
10	15,2	75	400	0,009	0,02498
12	15,2	80	400	0,009	0,02812
15	15,2	85	400	0,009	0,03255
19	15,2	95	400	0,009	0,03884
22	15,2	100	400	0,009	0,04327
27	15,2	110	400	0,009	0,05085
31	15,2	120	400	0,009	0,05714

## c) mangueira cristal trançada de PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem passiva, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

## d) massa para vidro

Consiste em insumo utilizado para vedação do purgador no ponto de acoplamento com a bainha.

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

$$Q = \frac{\left\{ \left[ \left( \pi \times \frac{D_b^2}{4} \right) - (Q_t \times A) \right] \times e \right\}}{10^9} \times \rho$$

onde:

Q representa o consumo de massa para vidro, em quilogramas por unidade;

D<sub>b</sub> representa o diâmetro nominal da bainha, em milímetros;

Q<sub>t</sub> representa a quantidade de cordoalhas;

A representa a seção nominal da cordoalha, em milímetros quadrados;

e representa a espessura de aplicação, em milímetros por unidade;

ρ representa a massa específica da massa para vidro, em quilogramas por metro cúbico.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 11 - Consumo de massa para vidro - ancoragem passiva para cordoalha aderente**

Quantidade de cordoalhas	Diâmetro cordoalha (mm)	Diâmetro bainha (mm)	Área seção (mm <sup>2</sup> )	Espessura (mm)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Consumo (kg/un)
4	12,7	40	99	20	1.500,00	0,02582
6	12,7	50	99	20	1.500,00	0,04108
7	12,7	55	99	20	1.500,00	0,05048
8	12,7	55	99	20	1.500,00	0,04751
9	12,7	60	99	20	1.500,00	0,05809
10	12,7	65	99	20	1.500,00	0,06985
12	12,7	65	99	20	1.500,00	0,06391
15	12,7	70	99	20	1.500,00	0,07090
19	12,7	80	99	20	1.500,00	0,09437
22	12,7	85	99	20	1.500,00	0,10490
27	12,7	90	99	20	1.500,00	0,11066
31	12,7	100	99	20	1.500,00	0,14355
4	15,2	45	140	20	1.500,00	0,03091
6	15,2	60	140	20	1.500,00	0,05962
7	15,2	65	140	20	1.500,00	0,07015
8	15,2	65	140	20	1.500,00	0,06595
9	15,2	70	140	20	1.500,00	0,07765
10	15,2	75	140	20	1.500,00	0,09054
12	15,2	80	140	20	1.500,00	0,10040
15	15,2	85	140	20	1.500,00	0,10724
19	15,2	95	140	20	1.500,00	0,13285
22	15,2	100	140	20	1.500,00	0,14322
27	15,2	110	140	20	1.500,00	0,17170
31	15,2	120	140	20	1.500,00	0,20909

## e) purgador plástico

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem passiva, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

**2.1.3.6 Operações de transporte**

A tabela 12 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para cordoalha aderente**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Ancoragem passiva aderente, arame liso recozido, mangueira cristal e massa para vidro	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais

**Tabela 12 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para cordoalha aderente (2/2)**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Ancoragem passiva aderente, arame liso recozido, mangueira cristal e massa para vidro	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 13 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 13 - Conversão de transporte - ancoragem passiva para cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2433	Ancoragem passiva aderente para 10 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00210 t/un
M1845	Ancoragem passiva aderente para 10 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00210 t/un
M2434	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00250 t/un
M2435	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00250 t/un
M2436	Ancoragem passiva aderente para 15 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00350 t/un
M2437	Ancoragem passiva aderente para 15 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00260 t/un
M2438	Ancoragem passiva aderente para 19 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00350 t/un
M2439	Ancoragem passiva aderente para 19 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00260 t/un
M2440	Ancoragem passiva aderente para 22 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00380 t/un
M2441	Ancoragem passiva aderente para 22 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00380 t/un
M2442	Ancoragem passiva aderente para 27 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00480 t/un
M2443	Ancoragem passiva aderente para 27 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00480 t/un
M2444	Ancoragem passiva aderente para 31 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00540 t/un
M2430	Ancoragem passiva aderente para 31 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00540 t/un
M2445	Ancoragem passiva aderente para 4 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00070 t/un
M2446	Ancoragem passiva aderente para 4 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00070 t/un
M2447	Ancoragem passiva aderente para 6 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00130 t/un
M2448	Ancoragem passiva aderente para 6 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00130 t/un
M2449	Ancoragem passiva aderente para 7 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00160 t/un
M2450	Ancoragem passiva aderente para 7 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00160 t/un
M2451	Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00160 t/un
M2429	Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00160 t/un
M2452	Ancoragem passiva aderente para 9 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00210 t/un
M2453	Ancoragem passiva aderente para 9 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00210 t/un
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	0,00100 t/kg
M2462	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 19,0 mm (3/4")	0,00030 t/m
M1022	Massa para vidro	0,00100 t/kg



### 2.1.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem passiva para cordoalha aderente deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

### 2.1.4 Ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente

O serviço consiste na instalação de dispositivo de ancoragem passiva para lajes, com cordoalhas aderentes.

#### 2.1.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- DNIT ES 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- DNIT ES 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

#### 2.1.4.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual do dispositivo de ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente.

#### 2.1.4.3 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 14.

**Tabela 14 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
4507806	Ancoragem passiva para lajes com 1 cordoalha aderente D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	17,79
4507807	Ancoragem passiva para lajes com 1 cordoalha aderente D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	17,79



**Tabela 14 - Produções horárias dos serviços de ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (un/h)
4507808	Ancoragem passiva para lajes com 2 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	15,56
4507809	Ancoragem passiva para lajes com 2 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	15,56
4507810	Ancoragem passiva para lajes com 3 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	13,83
4507811	Ancoragem passiva para lajes com 3 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	13,83
4507812	Ancoragem passiva para lajes com 4 cordoalhas aderentes D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	12,45
4507813	Ancoragem passiva para lajes com 4 cordoalhas aderentes D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	12,45

#### 2.1.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem passiva para laje;
- 1 ajudante para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem passiva para laje.

#### 2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ancoragem passiva aderente para lajes

Consiste em insumo utilizado para fixar uma das extremidades da cordoalha.

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

##### b) arame liso recozido em aço-carbono

Consiste em insumo utilizado para efetuar as amarrações da ancoragem passiva na peça estrutural.

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

$$Q = \frac{(C_1 + C_2 + C_3)}{10^3} \times \gamma = \frac{\{[(D_c \times 2) + (L_2 \times 2)] \times 4\} + (\pi \times D_c \times n \times 6) + C_3}{10^3} \times \gamma$$

onde:

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

C<sub>1</sub> representa o comprimento de amarração do purgador com a bainha, em milímetros por unidade;





$C_2$  representa o comprimento de amarração das cordoalhas na placa de ancoragem, em milímetros por unidade;

$C_3$  representa o comprimento de acréscimo de arame, em milímetros por unidade;

$\gamma$  representa a massa linear do arame, em quilogramas por metro;

$D_c$  representa o diâmetro nominal da cordoalha, em milímetros por unidade;

$L_2$  representa a segunda dimensão lateral da bainha, em milímetros por unidade;

$n$  representa o número de filas de cordoalhas.

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 15 - Consumo de arame - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente**

Número de cordoalhas	Diâmetro cordoalha (mm)	Dimensões bainha (mm)		Número de filas	Comprimento acréscimo (mm)	Massa linear (kg/m)	Consumo (kg/un)
		$L_1$	$L_2$				
1	12,7	19	36	1	400	0,009	0,00926
2	12,7	19	36	1	400	0,009	0,00926
3	12,7	19	48	2	400	0,009	0,01228
4	12,7	19	62	2	400	0,009	0,01329
1	15,2	22	32	1	400	0,009	0,00958
2	15,2	22	32	1	400	0,009	0,00958
3	15,2	22	55	2	400	0,009	0,01381
4	15,2	22	73	2	400	0,009	0,01511

#### c) mangueira cristal trançada de PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem passiva, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

#### d) massa para vidro

Consiste em insumo utilizado para vedação do purgador no ponto de acoplamento com a bainha.

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

$$Q = \frac{\{[(L_1 \times L_2) - (Q_t \times A)] \times e\}}{10^9} \times \rho$$

onde:

$Q$  representa o consumo de massa para vidro, em quilogramas por unidade;

$L_1$  representa a menor largura da bainha, em milímetros;

$L_2$  representa a maior largura da bainha, em milímetros;

$Q_t$  representa a quantidade de cordoalhas;



A representa a seção nominal da cordoalha, em milímetros quadrados;  
e representa a espessura de aplicação, em milímetros por unidade;  
 $\rho$  representa a massa específica da massa para vidro, em quilogramas por metro cúbico.

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 16 - Consumo de massa para vidro - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente**

Quantidade de cordoalhas	Diâmetro cordoalha (mm)	Dimensões bainha (mm)		Área da seção (mm <sup>2</sup> )	Espessura (mm)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Consumo (kg/un)
		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>				
1	12,7	19	36	99	20	1.500,00	0,01755
2	12,7	19	36	99	20	1.500,00	0,01458
3	12,7	19	48	99	20	1.500,00	0,01845
4	12,7	19	62	99	20	1.500,00	0,02346
1	15,2	22	32	140	20	1.500,00	0,01692
2	15,2	22	32	140	20	1.500,00	0,01272
3	15,2	22	55	140	20	1.500,00	0,02370
4	15,2	22	73	140	20	1.500,00	0,03138

#### e) purgador plástico

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, instalado próximo ao dispositivo de ancoragem passiva, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

#### 2.1.4.6 Operações de transporte

A tabela 17 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 17 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Ancoragem passiva aderente para laje, arame liso recozido, mangueira cristal e massa para vidro	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 18 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 18 - Conversão de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2454	Ancoragem passiva aderente para lajes para 1 cordoalha - D = 12,7 mm	0,00200 t/un
M2455	Ancoragem passiva aderente para lajes para 1 cordoalha - D = 15,2 mm	0,00300 t/un
M2456	Ancoragem passiva aderente para lajes para 2 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00300 t/un
M2457	Ancoragem passiva aderente para lajes para 2 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00500 t/un
M2458	Ancoragem passiva aderente para lajes para 3 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00400 t/un
M2459	Ancoragem passiva aderente para lajes para 3 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00700 t/un
M2460	Ancoragem passiva aderente para lajes para 4 cordoalhas - D = 12,7 mm	0,00600 t/un
M2461	Ancoragem passiva aderente para lajes para 4 cordoalhas - D = 15,2 mm	0,00800 t/un
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	0,00100 t/kg
M2462	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 19,0 mm (3/4")	0,00030 t/m
M1022	Massa para vidro	0,00100 t/kg

#### 2.1.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

## 2.2 Ancoragem para cordoalha engraxada

### 2.2.1 Ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada

O serviço consiste na instalação de dispositivos de ancoragem ativa para lajes, com cordoalhas engraxadas, e tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico.

#### 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 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- DNIT ES 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;



- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos.*

#### 2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual do dispositivo de ancoragem ativa para laje com cordoalha engraxada;
- tensionamento dos cabos por meio do conjunto bomba e macaco hidráulico;
- remoção do conjunto bomba e macaco hidráulico.

#### 2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- conjunto bomba e macaco hidráulico;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 12,45 un/h.

#### 2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem ativa para laje;
- 1 ajudante para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem ativa para laje.

#### 2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ancoragem ativa para cordoalha engraxada

Consiste em insumo utilizado para manter o estado de tensão nos cabos.

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

##### b) fôrma plástica para nicho de protensão

Consiste em insumo utilizado para auxiliar na protensão do cabo na ancoragem ativa para laje com cordoalha engraxada.



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

c) parafuso de cabeça sextavada

Consiste em insumo utilizado para fixar a ancoragem ativa.

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

#### 2.2.1.6 Operações de transporte

A tabela 19 apresenta 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 - ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Dispositivo de ancoragem ativa para cordoalha engraxada e parafuso de cabeça sextavada	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 20 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 20 - Conversão para transporte - ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2431	Ancoragem ativa para cordoalha engraxada - D = 12,7 mm	0,00130 t/un
M2432	Ancoragem ativa para cordoalha engraxada - D = 15,2 mm	0,00130 t/un
M0945	Parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado com porca e arruela de pressão - D = 6,35 mm (1/4")	0,00002 t/cj

#### 2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

#### 2.2.2 Ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada

O serviço consiste na instalação de dispositivo de ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada.



#### 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 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- DNIT ES 123/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Estruturas de concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7187/2022: *Projeto e execução de pontes, viadutos e passarelas de concreto*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

#### 2.2.2.2 Metodologia executiva

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

- instalação manual do dispositivo de ancoragem passiva para laje com cordoalha engraxada.

#### 2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 15,00 un/h.

#### 2.2.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para liderar a montagem do dispositivo de ancoragem passiva para laje;
- 1 ajudante para auxiliar na instalação do dispositivo de ancoragem passiva para laje.

#### 2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) ancoragem passiva para cordoalha engraxada

Consiste em insumo utilizado para fixar uma das extremidades da cordoalha.

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

##### b) fôrma plástica para nicho de protensão

Consiste em insumo utilizado para proteção da ancoragem.



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

c) parafuso de cabeça sextavada

Consiste em insumo utilizado para fixar a ancoragem passiva.

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

### 2.2.2.6 Operações de transporte

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

**Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Dispositivo de ancoragem ativa para cordoalha engraxada e parafuso de cabeça sextavada	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 22 - Conversão para transporte - ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2431	Ancoragem ativa para cordoalha engraxada - D = 12,7 mm	0,00130 t/un
M2432	Ancoragem ativa para cordoalha engraxada - D = 15,2 mm	0,00130 t/un
M0945	Parafuso de cabeça sextavada em aço galvanizado com porca e arruela de pressão - D = 6,35 mm (1/4")	0,00002 t/cj

### 2.2.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada deve ser realizada em unidades, em função da quantidade efetivamente instalada.

## 2.3 Nicho de madeira

### 2.3.1 Nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão

O serviço consiste na confecção e fixação dos nichos, que auxiliam na instalação da ancoragem ativa e na protensão das cordoalhas.



### 2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

### 2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- corte das peças de madeira nas dimensões especificadas por meio da serra circular com bancada;
- fixação das peças com uso de pregos de ferro pela mão de obra;
- posicionamento manual do nicho no elemento estrutural.

### 2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- serra circular;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,00 m<sup>2</sup>/h.

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.

### 2.3.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 carpinteiro para cortar madeira e montar os nichos;
- 1 ajudante para auxiliar na montagem dos nichos e no seu posicionamento no elemento estrutural.

A tabela 23 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 23 - Consumos referenciais para dimensionamento da mão de obra no serviço de nicho de madeira para dispositivo de ancoragem**

Carpinteiro (h/m <sup>2</sup> )	Ajudante (h/m <sup>2</sup> )
1,80000	1,80000





### 2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) compensado de virola

Consiste em insumo utilizado para confecção dos nichos de madeira.

O consumo referencial adotado é de 1,1000 m<sup>2</sup> por unidade de serviço executado, já incorporado uma taxa de perda de 10,00%.

#### b) prego de ferro

Consiste em insumo utilizado para fixação das peças na confecção dos nichos de madeira.

O consumo referencial adotado é de 0,200 kg por unidade de serviço executado.

### 2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 24 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 24 - Serviços empregados nas operações de transporte - nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0450	Compensado de virola - E = 6 mm	0,00600 t/m <sup>2</sup>	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
M1205	Prego de ferro	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

### 2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente instalada.



## 2.4 Bainha metálica

### 2.4.1 Bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento

O serviço consiste na instalação da bainha metálica no interior da estrutura e injeção da nata de cimento.

#### 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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- DNIT ES 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7681-1/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 1: Requisitos*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

#### 2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- colocação e fixação da bainha metálica no interior da estrutura pela mão de obra;
- instalação manual do purgador, conectado à mangueira cristal trançada, na bainha metálica;
- confecção da nata de cimento por meio do misturador;
- injeção da nata de cimento por meio da bomba de injeção.

#### 2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- misturador de nata de cimento;
- bomba para injeção de nata de cimento;
- grupo gerador.



As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 25.

**Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
4508177	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 21 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4508178	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 22 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4507821	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 24 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4507822	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 25 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4507823	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 30 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4508188	Bainha metálica redonda D = 100 mm para 31 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,87
4507824	Bainha metálica redonda D = 110 mm para 27 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,50
4507825	Bainha metálica redonda D = 110 mm para 37 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,50
4507826	Bainha metálica redonda D = 120 mm para 30 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,15
4508179	Bainha metálica redonda D = 120 mm para 31 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	15,15
4507827	Bainha metálica redonda D = 130 mm para 37 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	14,81
4508180	Bainha metálica redonda D = 30 mm para 2 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	23,81
4507739	Bainha metálica redonda D = 35 mm para 2 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	22,99
4508181	Bainha metálica redonda D = 35 mm para 3 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	22,99
4508125	Bainha metálica redonda D = 40 mm para 3 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	22,22
4507828	Bainha metálica redonda D = 40 mm para 4 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	22,22
4507829	Bainha metálica redonda D = 45 mm para 4 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	21,51
4508182	Bainha metálica redonda D = 45 mm para 5 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	21,51
4508092	Bainha metálica redonda D = 50 mm para 5 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	20,83
4507830	Bainha metálica redonda D = 50 mm para 6 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	20,83
4508183	Bainha metálica redonda D = 55 mm para 7 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	20,20



**Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/3)**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
4507831	Bainha metálica redonda D = 55 mm para 8 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	20,20
4507832	Bainha metálica redonda D = 60 mm para 6 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,61
4507833	Bainha metálica redonda D = 60 mm para 9 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,61
4507834	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 10 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,05
4508184	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 11 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,05
4507835	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 12 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,05
4508174	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 7 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,05
4507836	Bainha metálica redonda D = 65 mm para 8 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	19,05
4507837	Bainha metálica redonda D = 70 mm para 15 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,52
4507838	Bainha metálica redonda D = 70 mm para 9 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,52
4507839	Bainha metálica redonda D = 75 mm para 10 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,02
4508175	Bainha metálica redonda D = 75 mm para 11 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,02
4507840	Bainha metálica redonda D = 75 mm para 16 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,02
4507841	Bainha metálica redonda D = 75 mm para 18 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	18,02
4507842	Bainha metálica redonda D = 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,54
4508185	Bainha metálica redonda D = 80 mm para 19 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,54
4507843	Bainha metálica redonda D = 80 mm para 20 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,54
4507844	Bainha metálica redonda D = 85 mm para 15 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,09
4508186	Bainha metálica redonda D = 85 mm para 21 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,09
4508187	Bainha metálica redonda D = 85 mm para 22 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,09
4507845	Bainha metálica redonda D = 85 mm para 24 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,09
4507846	Bainha metálica redonda D = 85 mm para 25 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	17,09
4507847	Bainha metálica redonda D = 90 mm para 16 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	16,67
4507848	Bainha metálica redonda D = 90 mm para 18 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	16,67

**Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (3/3)**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
4507849	Bainha metálica redonda D = 90 mm para 27 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	16,67
4508176	Bainha metálica redonda D = 95 mm para 19 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	16,26
4507850	Bainha metálica redonda D = 95 mm para 20 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	16,26

## a) misturador de nata de cimento

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade de cimento do misturador, em quilogramas;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

Ao passo que a utilização dos equipamentos ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidades fracionadas.

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

**2.4.1.4 Mão de obra**

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 armadores para instalar e fixar as bainhas nas ancoragens;
- 6 ajudantes para auxiliar no posicionamento, colocação da bainha metálica no interior da peça estrutural e instalação manual do purgador.

**2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares**

## a) aço CA 50

Consiste em insumo utilizado para confecção do espaçador, que permite o correto posicionamento das bainhas metálicas no interior da estrutura.

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



$$Q = C \times \gamma$$

onde:

Q representa o consumo de aço, em quilogramas por metro;  
C representa o comprimento de aço, em metros por metro de bainha;  
 $\gamma$  representa a massa linear do aço, em quilogramas por metro.

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

**Tabela 26 - Consumo de aço CA 50 - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Comprimento (m/m)	Massa linear (kg/m)	Consumo (kg/m)
0,32	0,245	0,07840

b) cimento Portland

Consiste em insumo utilizado na confecção da nata de cimento.

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

$$Q = Q_c \times V \times (1 + k) = \left( \frac{\rho}{1 + a/c} \right) \times \left[ \left( \frac{\pi \times D_b^2}{4} \right) - \left( \frac{\pi \times D_c^2 \times Q_t}{4} \right) \right] \times \frac{C}{10^6} \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de cimento, em quilogramas por metro;  
Q<sub>c</sub> representa a quantidade de cimento consumido, em quilogramas por metro cúbico;  
V representa o volume de calda, em metros cúbicos por metro;  
k representa a perda de material;  
 $\rho$  representa a massa específica da nata de cimento, em quilogramas por metro cúbico;  
a/c representa o fator água cimento da nata;  
D<sub>b</sub> representa o diâmetro da bainha, em milímetros;  
D<sub>c</sub> representa o diâmetro da cordoalha, em milímetros;  
Q<sub>t</sub> representa a quantidade de cordoalhas;  
C representa o comprimento referencial da bainha, igual a 1,00 metro por metro.

A tabela 27 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 27 - Consumo de cimento - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Diâmetro cordoalha (mm)	Quantidade cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Massa específica (kg/m³)	Fator água cimento	Perda (%)	Consumo (kg/m)
15,2	21	100	1.900,00	0,4	5,0	5,76190



**Tabela 27 - Consumo de cimento - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/3)**

Diâmetro cordoalha (mm)	Quantidade cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Massa específica (kg/m³)	Fator água cimento	Perda (%)	Consumo (kg/m)
15,2	22	100	1.900,00	0,4	5,0	5,50331
15,2	24	100	1.900,00	0,4	5,0	4,98615
15,2	25	100	1.900,00	0,4	5,0	4,72756
12,7	30	100	1.900,00	0,4	5,0	5,77660
12,7	31	100	1.900,00	0,4	5,0	5,59609
15,2	27	110	1.900,00	0,4	5,0	6,56075
12,7	37	110	1.900,00	0,4	5,0	6,86333
15,2	30	120	1.900,00	0,4	5,0	8,35919
15,2	31	120	1.900,00	0,4	5,0	8,10061
15,2	37	130	1.900,00	0,4	5,0	9,34714
12,7	2	30	1.900,00	0,4	5,0	0,64626
15,2	2	35	1.900,00	0,4	5,0	0,85387
12,7	3	35	1.900,00	0,4	5,0	0,82948
15,2	3	40	1.900,00	0,4	5,0	1,01499
12,7	4	40	1.900,00	0,4	5,0	1,06867
15,2	4	45	1.900,00	0,4	5,0	1,23208
12,7	5	45	1.900,00	0,4	5,0	1,36382
15,2	5	50	1.900,00	0,4	5,0	1,50512
12,7	6	50	1.900,00	0,4	5,0	1,71493
12,7	7	55	1.900,00	0,4	5,0	2,12200
12,7	8	55	1.900,00	0,4	5,0	1,94148
15,2	6	60	1.900,00	0,4	5,0	2,47767
12,7	9	60	1.900,00	0,4	5,0	2,40451
12,7	10	65	1.900,00	0,4	5,0	2,92350
12,7	11	65	1.900,00	0,4	5,0	2,74298
12,7	12	65	1.900,00	0,4	5,0	2,56246
15,2	7	65	1.900,00	0,4	5,0	2,91860
15,2	8	65	1.900,00	0,4	5,0	2,66002
12,7	15	70	1.900,00	0,4	5,0	2,77638
15,2	9	70	1.900,00	0,4	5,0	3,15690
15,2	10	75	1.900,00	0,4	5,0	3,70975
15,2	11	75	1.900,00	0,4	5,0	3,45117
12,7	16	75	1.900,00	0,4	5,0	3,40729
12,7	18	75	1.900,00	0,4	5,0	3,04626
15,2	12	80	1.900,00	0,4	5,0	4,05997
12,7	19	80	1.900,00	0,4	5,0	3,73313
12,7	20	80	1.900,00	0,4	5,0	3,55261
15,2	15	85	1.900,00	0,4	5,0	4,20758



**Tabela 27 - Consumo de cimento - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (3/3)**

Diâmetro cordoalha (mm)	Quantidade cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Massa específica (kg/m³)	Fator água cimento	Perda (%)	Consumo (kg/m)
12,7	21	85	1.900,00	0,4	5,0	4,29545
12,7	22	85	1.900,00	0,4	5,0	4,11493
12,7	24	85	1.900,00	0,4	5,0	3,75389
12,7	25	85	1.900,00	0,4	5,0	3,57337
15,2	16	90	1.900,00	0,4	5,0	4,92831
15,2	18	90	1.900,00	0,4	5,0	4,41114
12,7	27	90	1.900,00	0,4	5,0	4,19165
15,2	19	95	1.900,00	0,4	5,0	5,18783
15,2	20	95	1.900,00	0,4	5,0	4,92925

c) aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa

Consiste em insumo utilizado para conferir maior fluidez e prolongar o tempo para o início da pega da mistura.

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

$$Q = \frac{(Q_c \times 0,4)}{100}$$

onde:

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

Q<sub>c</sub> representa o consumo de cimento, em quilogramas por metro.

A tabela 28 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 28 - Consumo do aditivo plastificante e retardador - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Consumo de cimento (kg/m)	Consumo de aditivo (kg/m)
15,2	21	100	5,76190	0,02305
15,2	22	100	5,50331	0,02201
15,2	24	100	4,98615	0,01994
15,2	25	100	4,72756	0,01891
12,7	30	100	5,77660	0,02311
12,7	31	100	5,59609	0,02238
15,2	27	110	6,56075	0,02624
12,7	37	110	6,86333	0,02745
15,2	30	120	8,35919	0,03344
15,2	31	120	8,10061	0,0324





**Tabela 28 - Consumo do aditivo plastificante e retardador - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/2)**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Consumo de cimento (kg/m)	Consumo de aditivo (kg/m)
15,2	37	130	9,34714	0,03739
12,7	2	30	0,64626	0,00259
15,2	2	35	0,85387	0,00342
12,7	3	35	0,82948	0,00332
15,2	3	40	1,01499	0,00406
12,7	4	40	1,06867	0,00427
15,2	4	45	1,23208	0,00493
12,7	5	45	1,36382	0,00546
15,2	5	50	1,50512	0,00602
12,7	6	50	1,71493	0,00686
12,7	7	55	2,12200	0,00849
12,7	8	55	1,94148	0,00777
15,2	6	60	2,47767	0,00991
12,7	9	60	2,40451	0,00962
12,7	10	65	2,92350	0,01169
12,7	11	65	2,74298	0,01097
12,7	12	65	2,56246	0,01025
15,2	7	65	2,91860	0,01167
15,2	8	65	2,66002	0,01064
12,7	15	70	2,77638	0,01111
15,2	9	70	3,15690	0,01263
15,2	10	75	3,70975	0,01484
15,2	11	75	3,45117	0,0138
12,7	16	75	3,40729	0,01363
12,7	18	75	3,04626	0,01219
15,2	12	80	4,05997	0,01624
12,7	19	80	3,73313	0,01493
12,7	20	80	3,55261	0,01421
15,2	15	85	4,20758	0,01683
12,7	21	85	4,29545	0,01718
12,7	22	85	4,11493	0,01646
12,7	24	85	3,75389	0,01502
12,7	25	85	3,57337	0,01429
15,2	16	90	4,92831	0,01971
15,2	18	90	4,41114	0,01764
12,7	27	90	4,19165	0,01677
15,2	19	95	5,18783	0,02075
15,2	20	95	4,92925	0,01972



d) arame liso recozido em aço-carbono

Consiste em insumo utilizado fixar os purgadores nas bainhas.

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

$$Q = \left\{ \left[ 4 \times \pi \times \left( \frac{D_b}{2} + e \right) \right] + C_1 \right\} \times \frac{\gamma}{1.000}$$

onde:

Q representa o consumo de arame liso, em quilogramas por metro;

$D_b$  representa o diâmetro da bainha, em metros;

e representa a espessura da bainha, em metros;

$C_1$  representa o comprimento de acréscimo de arame, em metros;

$\gamma$  representa a massa linear, em quilogramas por metro.

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

**Tabela 29 - Consumo de arame liso - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Espessura bainha (mm)	Comprimento acréscimo (mm)	Massa linear (kg/m)	Consumo de arame (kg/m)
15,2	21	100	0,35	300	0,010	0,00933
15,2	22	100	0,35	300	0,010	0,00933
15,2	24	100	0,35	300	0,010	0,00933
15,2	25	100	0,35	300	0,010	0,00933
12,7	30	100	0,35	300	0,010	0,00933
12,7	31	100	0,35	300	0,010	0,00933
15,2	27	110	0,35	300	0,010	0,00996
12,7	37	110	0,35	300	0,010	0,00996
15,2	30	120	0,35	300	0,010	0,01058
15,2	31	120	0,35	300	0,010	0,01058
15,2	37	130	0,35	300	0,010	0,01121
12,7	2	30	0,30	300	0,010	0,00492
15,2	2	35	0,30	300	0,010	0,00524
12,7	3	35	0,30	300	0,010	0,00524
15,2	3	40	0,30	300	0,010	0,00555
12,7	4	40	0,30	300	0,010	0,00555
15,2	4	45	0,30	300	0,010	0,00587
12,7	5	45	0,30	300	0,010	0,00587
15,2	5	50	0,30	300	0,010	0,00618
12,7	6	50	0,30	300	0,010	0,00618
12,7	7	55	0,30	300	0,010	0,00649
12,7	8	55	0,30	300	0,010	0,00649
15,2	6	60	0,30	300	0,010	0,00681



**Tabela 29 - Consumo de arame liso - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/2)**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Diâmetro da bainha (mm)	Espessura bainha (mm)	Comprimento acréscimo (mm)	Massa linear (kg/m)	Consumo de arame (kg/m)
12,7	9	60	0,30	300	0,010	0,00681
12,7	10	65	0,30	300	0,010	0,00712
12,7	11	65	0,30	300	0,010	0,00712
12,7	12	65	0,30	300	0,010	0,00712
15,2	7	65	0,30	300	0,010	0,00712
15,2	8	65	0,30	300	0,010	0,00712
12,7	15	70	0,30	300	0,010	0,00744
15,2	9	70	0,30	300	0,010	0,00744
15,2	10	75	0,30	300	0,010	0,00775
15,2	11	75	0,30	300	0,010	0,00775
12,7	16	75	0,30	300	0,010	0,00775
12,7	18	75	0,30	300	0,010	0,00775
15,2	12	80	0,30	300	0,010	0,00806
12,7	19	80	0,30	300	0,010	0,00806
12,7	20	80	0,30	300	0,010	0,00806
15,2	15	85	0,30	300	0,010	0,00838
12,7	21	85	0,30	300	0,010	0,00838
12,7	22	85	0,30	300	0,010	0,00838
12,7	24	85	0,30	300	0,010	0,00838
12,7	25	85	0,30	300	0,010	0,00838
15,2	16	90	0,30	300	0,010	0,00869
15,2	18	90	0,30	300	0,010	0,00869
12,7	27	90	0,30	300	0,010	0,00869
15,2	19	95	0,30	300	0,010	0,00901
15,2	20	95	0,30	300	0,010	0,00901

**e) bainha metálica redonda**

Consiste em insumo utilizado para a inserção da cordoalha no interior da estrutura após o processo de concretagem.

O consumo referencial adotado é de 1,04 m por unidade de serviço executado, já incorporando uma taxa de perda de 4%.

**f) luva para bainha metálica redonda**

Consiste em insumo utilizado para efetuar emendas entre as bainhas metálicas.

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



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

onde:

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

$Q_t$  representa a quantidade de luvas para o comprimento de referência, em unidades;

C representa o comprimento de referência, em metros.

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

**Tabela 30 - Consumo de luvas - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Quantidade (un)	Comprimento (m)	Consumo (un/m)
32	200,00	0,16000

g) fita adesiva de PVC

Consiste em insumo utilizado para auxiliar na vedação das emendas entre as bainhas metálicas e suas ligações com as ancoragens.

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

$$Q = \frac{2 \times N \times \pi \times (D_b + 10) \times Q_l}{1.000}$$

onde:

Q representa o consumo de fita adesiva, em metros por metro;

N representa o número de voltas da fita adesiva por unidade de luva de emenda;

$D_b$  representa o diâmetro nominal da bainha, em milímetros;

$Q_l$  representa o consumo de luva de emenda, em unidades por metro.

A tabela 31 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 31 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Número de voltas	Diâmetro da bainha (mm)	Consumo de luva (un/m)	Consumo de fita (m/m)
15,2	21	10	100	0,16000	1,10584
15,2	22	10	100	0,16000	1,10584
15,2	24	10	100	0,16000	1,10584
15,2	25	10	100	0,16000	1,10584
12,7	30	10	100	0,16000	1,10584
12,7	31	10	100	0,16000	1,10584



**Tabela 31 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/3)**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Número de voltas	Diâmetro da bainha (mm)	Consumo de luva (un/m)	Consumo de fita (m/m)
15,2	27	10	110	0,16000	1,20637
12,7	37	10	110	0,16000	1,20637
15,2	30	10	120	0,16000	1,30690
15,2	31	10	120	0,16000	1,30690
15,2	37	10	130	0,16000	1,40743
12,7	2	10	30	0,16000	0,40212
15,2	2	10	35	0,16000	0,45239
12,7	3	10	35	0,16000	0,45239
15,2	3	10	40	0,16000	0,50265
12,7	4	10	40	0,16000	0,50265
15,2	4	10	45	0,16000	0,55292
12,7	5	10	45	0,16000	0,55292
15,2	5	10	50	0,16000	0,60319
12,7	6	10	50	0,16000	0,60319
12,7	7	10	55	0,16000	0,65345
12,7	8	10	55	0,16000	0,65345
15,2	6	10	60	0,16000	0,70372
12,7	9	10	60	0,16000	0,70372
12,7	10	10	65	0,16000	0,75398
12,7	11	10	65	0,16000	0,75398
12,7	12	10	65	0,16000	0,75398
15,2	7	10	65	0,16000	0,75398
15,2	8	10	65	0,16000	0,75398
12,7	15	10	70	0,16000	0,80425
15,2	9	10	70	0,16000	0,80425
15,2	10	10	75	0,16000	0,85451
15,2	11	10	75	0,16000	0,85451
12,7	16	10	75	0,16000	0,85451
12,7	18	10	75	0,16000	0,85451
15,2	12	10	80	0,16000	0,90478
12,7	19	10	80	0,16000	0,90478
12,7	20	10	80	0,16000	0,90478
15,2	15	10	85	0,16000	0,95504
12,7	21	10	85	0,16000	0,95504
12,7	22	10	85	0,16000	0,95504
12,7	24	10	85	0,16000	0,95504
12,7	25	10	85	0,16000	0,95504
15,2	16	10	90	0,16000	1,00531
15,2	18	10	90	0,16000	1,00531
12,7	27	10	90	0,16000	1,00531
15,2	19	10	95	0,16000	1,05558



**Tabela 31 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (3/3)**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Número de voltas	Diâmetro da bainha (mm)	Consumo de luva (un/m)	Consumo de fita (m/m)
15,2	20	10	95	0,16000	1,05558

h) mangueira cristal trançada de PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

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

onde:

Q representa o consumo de mangueira, em metros por metro;

$E_t$  representa a extensão de mangueira para o comprimento de referência, em metros;

C representa o comprimento de referência, em metros.

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

**Tabela 32 - Consumo da mangueira cristal trançada de PVC - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Extensão (m)	Comprimento (m)	Consumo (m/m)
0,50	20,00	0,02500

i) purgador plástico

Consiste em insumo instalado sobre a bainha metálica para promover a saída de ar, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

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

onde:

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

$Q_t$  representa a quantidade de purgadores para o comprimento de referência, em unidades;

C representa o comprimento de referência, em metros.



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

**Tabela 33 - Consumo de purgador plástico - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Quantidade (un)	Comprimento (m)	Consumo (un/m)
1	20,00	0,05000

#### 2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 34 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 34 - Serviços empregados nas operações de transporte - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Aço CA 50, aditivo plastificante e retardador de pega, arame liso recozido, bainha metálica, cimento Portland, luva para bainha metálica e mangueira cristal trançada de PVC	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 35 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 35 - Conversão de transporte - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0004	Aço CA 50	0,00100 t/kg
M0030	Aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa	0,00100 t/kg
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	0,00100 t/kg
M2428	Bainha metálica para protensão - D = 30 mm	0,00029 t/m
M2427	Bainha metálica para protensão - D = 35 mm	0,00034 t/m
M2465	Bainha metálica para protensão - D = 40 mm	0,00039 t/m
M2466	Bainha metálica para protensão - D = 45 mm	0,00044 t/m
M2467	Bainha metálica para protensão - D = 50 mm	0,00048 t/m
M2468	Bainha metálica para protensão - D = 55 mm	0,00053 t/m
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M3141	Luva para bainha metálica - D = 100 mm	0,00052 t/un
M3142	Luva para bainha metálica - D = 110 mm	0,00062 t/un
M3143	Luva para bainha metálica - D = 120 mm	0,00074 t/un
M3144	Luva para bainha metálica - D = 130 mm	0,00087 t/un

**Tabela 35 - Conversão de transporte - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M3127	Luva para bainha metálica - D = 30 mm	0,00009 t/un
M3128	Luva para bainha metálica - D = 35 mm	0,00010 t/un
M3129	Luva para bainha metálica - D = 40 mm	0,00012 t/un
M3130	Luva para bainha metálica - D = 45 mm	0,00013 t/un
M3131	Luva para bainha metálica - D = 50 mm	0,00014 t/un
M3132	Luva para bainha metálica - D = 55 mm	0,00019 t/un
M3133	Luva para bainha metálica - D = 60 mm	0,00019 t/un
M3134	Luva para bainha metálica - D = 65 mm	0,00022 t/un
M3135	Luva para bainha metálica - D = 70 mm	0,00025 t/un
M3136	Luva para bainha metálica - D = 75 mm	0,00029 t/un
M3137	Luva para bainha metálica - D = 80 mm	0,00033 t/un
M3138	Luva para bainha metálica - D = 85 mm	0,00037 t/un
M3139	Luva para bainha metálica - D = 90 mm	0,00042 t/un
M3140	Luva para bainha metálica - D = 95 mm	0,00047 t/un
M2462	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 19,0 mm (3/4")	0,00030 t/m

Exclusivamente para os insumos que fazem jus à aplicação do fator de carga em função do esgotamento da capacidade volumétrica do equipamento, a tabela 36 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte associados ao tempo fixo.

**Tabela 36 - Conversão para transporte associada ao tempo fixo - bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2477	Bainha metálica para protensão - D = 100 mm	0,00097 t/m
M2478	Bainha metálica para protensão - D = 110 mm	0,00106 t/m
M2479	Bainha metálica para protensão - D = 120 mm	0,00116 t/m
M2480	Bainha metálica para protensão - D = 130 mm	0,00126 t/m
M2469	Bainha metálica para protensão - D = 60 mm	0,00058 t/m
M2470	Bainha metálica para protensão - D = 65 mm	0,00063 t/m
M2471	Bainha metálica para protensão - D = 70 mm	0,00068 t/m
M2472	Bainha metálica para protensão - D = 75 mm	0,00073 t/m
M2473	Bainha metálica para protensão - D = 80 mm	0,00077 t/m
M2474	Bainha metálica para protensão - D = 85 mm	0,00082 t/m
M2475	Bainha metálica para protensão - D = 90 mm	0,00087 t/m
M2476	Bainha metálica para protensão - D = 95 mm	0,00092 t/m

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





#### 2.4.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente instalado.

#### 2.4.2 Bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento

O serviço consiste na instalação da bainha metálica no interior da estrutura e injeção da nata de cimento.

##### 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 117/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Concretos, argamassas e calda de cimento para injeção*;
- DNIT ES 119/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Armaduras para concreto protendido*;
- ABNT NBR 6118/2023: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*;
- ABNT NBR 7681-1/2013: *Calda de cimento para injeção - Parte 1: Requisitos*;
- ABNT NBR 14931/2023: *Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*.

##### 2.4.2.2 Metodologia executiva

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

- colocação e fixação da bainha metálica no interior da estrutura pela mão de obra;
- instalação manual do purgador, conectado à mangueira cristal trançada na bainha metálica;
- confecção da nata de cimento por meio do misturador;
- injeção da nata de cimento por meio da bomba de injeção.

##### 2.4.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- misturador de nata de cimento;
- bomba para injeção de nata de cimento;



- grupo gerador.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 37.

**Tabela 37 - Produções horárias dos serviços de bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
4507851	Bainha metálica ovalizada seção 19 x 36 mm para 1 cordoalha D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	25,03
4507852	Bainha metálica ovalizada seção 19 x 36 mm para 2 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	25,03
4507853	Bainha metálica ovalizada seção 19 x 48 mm para 3 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	24,07
4507854	Bainha metálica ovalizada seção 19 x 62 mm para 4 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	23,22
4507855	Bainha metálica ovalizada seção 22 x 32 mm para 1 cordoalha D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	24,94
4507856	Bainha metálica ovalizada seção 22 x 32 mm para 2 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	24,94
4507857	Bainha metálica ovalizada seção 22 x 55 mm para 3 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	23,13
4507858	Bainha metálica ovalizada seção 22 x 73 mm para 4 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento, instalação e injeção de nata de cimento	22,18

a) misturador de nata de cimento

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade de cimento do misturador, em quilogramas;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

Ao passo que a utilização dos equipamentos ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidades fracionadas.

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



#### 2.4.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 armadores para instalar e fixar as bainhas nas ancoragens;
- 6 ajudantes para auxiliar no posicionamento, na colocação da bainha metálica no interior da peça estrutural e na instalação manual do purgador.

#### 2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) aço CA 50

Consiste em insumo utilizado para confecção do espaçador, que permite o correto posicionamento das bainhas metálicas no interior da estrutura.

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

$$Q = C \times \gamma$$

onde:

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

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

$\gamma$  representa a massa linear do aço, em quilogramas por metro.

A tabela 38 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 38 - Consumo de aço CA 50 - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Comprimento (m/m)	Massa linear (kg/m)	Consumo (kg/m)
0,40	0,245	0,09800

##### b) cimento Portland

Consiste em insumo utilizado na confecção da nata de cimento.

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

$$Q = Q_c \times V \times (1 + k) = \left( \frac{\rho}{1 + a/c} \right) \times \left[ \left( \frac{a}{2} \times \frac{b}{2} \times \pi \right) - \left( \frac{\pi \times D_c^2 \times Q_t}{4} \right) \right] \times \frac{C}{10^6} \times (1 + k)$$

onde:

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

$Q_c$  representa a quantidade de cimento consumido, em quilogramas por metro cúbico;



V representa o volume de calda, em metros cúbicos por metro;  
 k representa a perda de material;  
 $\rho$  representa a massa específica da nata de cimento, em quilogramas por metro cúbico;  
 a/c representa o fator água cimento da nata;  
 a representa a dimensão “a” da bainha, em milímetros;  
 b representa a dimensão “b” da bainha, em milímetros;  
 $D_c$  representa o diâmetro da cordoalha, em milímetros;  
 $Q_t$  representa a quantidade de cordoalhas;  
 C representa o comprimento unitário da bainha, igual a 1,00 metro por metro.

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

**Tabela 39 - Consumo de cimento - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Dimensões bainha (mm)		Número de cordoalhas	Diâmetro cordoalhas (mm)	Massa específica (kg/m³)	Fator água cimento	Perda (%)	Consumo (kg/m)
a	b						
19	36	1	12,7	1.900,00	0,4	5,0	0,58502
19	36	2	12,7	1.900,00	0,4	5,0	0,40451
19	48	3	12,7	1.900,00	0,4	5,0	0,47917
19	62	4	12,7	1.900,00	0,4	5,0	0,59636
22	32	1	15,2	1.900,00	0,4	5,0	0,52934
22	32	2	15,2	1.900,00	0,4	5,0	0,27076
22	55	3	15,2	1.900,00	0,4	5,0	0,57850
22	73	4	15,2	1.900,00	0,4	5,0	0,76313

c) aditivo plastificante e retardador de pega para concreto e argamassa

Consiste em insumo utilizado para conferir maior fluidez e prolongar o tempo para o início da pega da mistura.

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

$$Q = \frac{(Q_c \times 0,4)}{100}$$

onde:

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

$Q_c$  representa o consumo de cimento, em quilogramas por metro.

A tabela 40 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



**Tabela 40 - Consumo do aditivo plastificante e retardador - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Dimensão bainha (mm)		Consumo de cimento (kg/m)	Consumo de aditivo (kg/m)
		a	b		
12,7	1	19	36	0,58502	0,00234
12,7	2	19	36	0,40451	0,00162
12,7	3	19	48	0,47917	0,00192
12,7	4	19	62	0,59636	0,00239
15,2	1	22	32	0,52934	0,00212
15,2	2	22	32	0,27076	0,00108
15,2	3	22	55	0,57850	0,00231
15,2	4	22	73	0,76313	0,00305

d) arame liso recozido em aço-carbono

Consiste em insumo utilizado fixar os purgadores nas bainhas.

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

$$Q = \frac{\{[2 \times (a + b + 2 \times e)] + C_1\} \times \gamma}{1.000}$$

onde:

Q representa o consumo de arame liso, em quilogramas por metro;

a representa a dimensão “a” da bainha, em milímetros;

b representa a dimensão “b” da bainha, em milímetros;

e representa a espessura da bainha, em milímetros;

C<sub>1</sub> representa o comprimento de acréscimo de arame, em milímetros;

γ representa a massa linear, em quilogramas por metro.

A tabela 41 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 41 - Consumo de arame liso - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Dimensões bainha (mm)		Espessura bainha (mm)	Comprimento acréscimo (mm)	Massa linear (kg/m)	Consumo (kg/m)
		a	b				
12,7	1	19	36	0,3	300	0,010	0,00522
12,7	2	19	36	0,3	300	0,010	0,00522
12,7	3	19	48	0,3	300	0,010	0,00570
12,7	4	19	62	0,3	300	0,010	0,00626
15,2	1	22	32	0,3	300	0,010	0,00518
15,2	2	22	32	0,3	300	0,010	0,00518
15,2	3	22	55	0,3	300	0,010	0,00610
15,2	4	22	73	0,3	300	0,010	0,00682



## e) bainha metálica ovalizada

Consiste em insumo utilizado para a inserção da cordoalha no interior da estrutura após o processo de concretagem.

O consumo referencial adotado é de 1,04 m por unidade de serviço executado, já incorporando uma taxa de perda de 4%.

## f) luva para bainha metálica ovalizada

Consiste em insumo utilizado para efetuar emendas entre as bainhas metálicas.

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

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

onde:

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

$Q_t$  representa a quantidade de luvas para o comprimento de referência, em unidades;

C representa o comprimento de referência, em metros.

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

**Tabela 42 - Consumo de luvas - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Quantidade (un)	Comprimento (m)	Consumo (un/m)
4,00	30,00	0,13333

## g) fita adesiva de PVC

Consiste em insumo utilizado para auxiliar na vedação das emendas entre as bainhas metálicas e suas ligações com as ancoragens.

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

$$Q = \frac{2 \times N \times 2 \times (a + 10 + b + 10) \times Q_t}{1.000}$$

onde:

Q representa o consumo de fita adesiva, em metros por metro;

N representa o número de voltas da fita adesiva por unidade de luva de emenda;

a representa a dimensão "a" da bainha, em milímetros;

b representa a dimensão "b" da bainha, em milímetros;

$Q_t$  representa a quantidade de luva de emenda, em unidades por metro.



A tabela 43 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 43 - Consumo de fita adesiva de PVC - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Diâmetro da cordoalha (mm)	Número de cordoalhas	Número de voltas	Dimensão bainha (mm)		Consumo de luva (un/m)	Consumo de fita (m/m)
			a	b		
12,7	1	10	19	36	0,13333	0,39999
12,7	2	10	19	36	0,13333	0,39999
12,7	3	10	19	48	0,13333	0,46399
12,7	4	10	19	62	0,13333	0,53865
15,2	1	10	22	32	0,13333	0,39466
15,2	2	10	22	32	0,13333	0,39466
15,2	3	10	22	55	0,13333	0,51732
15,2	4	10	22	73	0,13333	0,61332

#### h) mangueira cristal trançada de PVC

Consiste em insumo utilizado para promover a saída de ar, garantindo a plena injeção da nata de cimento.

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

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

onde:

Q representa o consumo de mangueira, em metros por metro;

$E_t$  representa a extensão de mangueira para o comprimento de referência, em metros;

C representa o comprimento de referência, em metros.

A tabela 44 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 44 - Consumo da mangueira cristal trançada de PVC - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Extensão (m)	Comprimento (m)	Consumo (m/m)
0,50	20,00	0,02500

#### i) purgador plástico

Consiste em insumo instalado sobre a bainha metálica para promover a saída de ar, garantindo a plena injeção da nata de cimento.



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

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

onde:

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

$Q_t$  representa a quantidade de purgadores para o comprimento de referência, em unidades;

C representa o comprimento de referência, em metros.

A tabela 45 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 45 - Consumo de purgador plástico - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Quantidade (un)	Comprimento (m)	Consumo (un/m)
1	20,00	0,05000

#### 2.4.2.6 Operações de transporte

A tabela 46 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 46 - Serviços empregados nas operações de transporte - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Aço CA 50, cimento Portland, arame liso recozido, bainha metálica ovalizada, luva para bainha metálica ovalizada e mangueira cristal trançada de PVC	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 47 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 47 - Conversão de transporte - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0004	Aço CA 50	0,00100 t/kg
M0075	Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG)	0,00100 t/kg
M2481	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 19 x 36 mm	0,00034 t/m
M2482	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 19 x 48 mm	0,00041 t/m



**Tabela 47 - Conversão de transporte - bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2485	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 22 x 55 mm	0,00047 t/m
M2483	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 19 x 62 mm	0,00050 t/m
M2484	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 22 x 32 mm	0,00033 t/m
M2486	Bainha metálica ovalizada para protensão - seção de 22 x 73 mm	0,00059 t/m
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M3145	Luva para bainha metálica ovalizada de 19 x 36 mm	0,00010 t/un
M3146	Luva para bainha metálica ovalizada de 19 x 48 mm	0,00012 t/un
M3147	Luva para bainha metálica ovalizada de 19 x 62 mm	0,00015 t/un
M3148	Luva para bainha metálica ovalizada de 22 x 32 mm	0,00010 t/un
M3149	Luva para bainha metálica ovalizada de 22 x 55 mm	0,00014 t/un
M3150	Luva para bainha metálica ovalizada de 22 x 73 mm	0,00018 t/un
M2462	Mangueira cristal trançada de PVC com pressão de trabalho de 1,50 MPa (250 psi) - D = 19,0 mm (3/4")	0,00030 t/m

#### 2.4.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente executado.

## 2.5 Cordoalha

### 2.5.1 Cordoalha aderente

O serviço consiste no corte, posicionamento e instalação das cordoalhas aderentes no interior da estrutura.

#### 2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 7482/2020: *Fios de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação*;
- ABNT NBR 7483/2021: *Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação*.

#### 2.5.1.2 Metodologia executiva

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

- seção da cordoalha por meio da máquina policorte;
- colocação manual da cordoalha na bainha metálica;



- seção da cordoalha por meio da máquina policorte após tensionamento e ancoragem.

### 2.5.1.3 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:

- máquina policorte;
- grupo gerador.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 48.

**Tabela 48 - Produções horárias dos serviços de cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (kg/h)
4507956	Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	784,86
4507957	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	1.020,61

#### a) máquina policorte

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

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

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;

C representa o comprimento de cordoalhas preparadas, em metros;

$Q_t$  representa a quantidade de cordoalhas;

$\gamma$  representa a massa linear das cordoalhas, em quilogramas por metro;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

### 2.5.1.4 Mão de obra

São empregados para o desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- cordoalha D = 12,7 mm:
  - 1 armador para liderar o serviço de corte da cordoalha;



- 10 ajudantes para auxiliar no corte, posicionamento e introdução das cordoalhas nas bainhas metálicas.
- cordoalha D = 15,2 mm:
  - 1 armador para liderar o serviço de corte da cordoalha;
  - 13 ajudantes para auxiliar no corte, posicionamento e introdução das cordoalhas nas bainhas metálicas.

#### 2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) cordoalha nua

Consiste em insumo utilizado para protensão da estrutura.

O consumo referencial adotado é de 1,050 kg por unidade de serviço executado, já incorporado uma taxa de perda de 5,0%.

##### b) disco de corte abrasivo para policorte

Consiste em insumo acoplado à máquina policorte para seccionar as cordoalhas.

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

$$Q = \frac{N_c}{V_u \times C \times \gamma}$$

onde:

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

$N_c$  representa o número de cortes por cordoalha;

$V_u$  representa a vida útil do disco de corte em função do número de utilizações;

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

$\gamma$  representa a massa linear das cordoalhas, em quilogramas por metro.

A tabela 49 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 49 - Consumo de disco de corte abrasivo para policorte - cordoalha aderente**

Número de cortes	Vida útil	Comprimento da cordoalha (m/un)	Massa linear (kg/m)	Consumo (un/kg)
3	200	40,00	0,792	0,00047

##### c) gaiola metálica em cantoneira para armazenamento e manipulação de cordoalha

Consiste na confecção de gaiola metálica para o armazenamento e manuseio da cordoalha.

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



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

onde:

Q representa o consumo de gaiola, em quilogramas por quilograma;

M representa a massa referencial da gaiola, em quilogramas;

$Q_t$  representa a quantidade referencial de cordoalhas executadas, em quilogramas.

A tabela 50 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 50 - Consumo de gaiola metálica - cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Massa referencial da gaiola (kg)	Quantidade referencial de cordoalhas (kg)	Consumo (kg/kg)
4507956	Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	28,00	10.454,00	0,00268
4507957	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento e instalação	28,00	14.863,00	0,00188

#### 2.5.1.6 Operações de transporte

A tabela 51 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 51 - Serviços empregados nas operações de transporte - cordoalha aderente**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0427	Cordoalha nua tipo CP 190 RB - D = 12,7 mm	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 45 t.m
			5915012	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia com revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada
M0428	Cordoalha nua tipo CP 190 RB - D = 15,2 mm	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 45 t.m
			5915012	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia com revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada



#### 2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de cordoalha deve ser realizada em quilogramas, em função da massa efetivamente instalada.

#### 2.5.2 Cordoalha engraxada

O serviço consiste no corte, posicionamento e instalação das cordoalhas engraxadas em lajes.

##### 2.5.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 7482/2020: *Fios de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação*;
- ABNT NBR 7483/2021: *Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação*.

##### 2.5.2.2 Metodologia executiva

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

- corte da cordoalha por meio da máquina policorte;
- colocação manual da cordoalha engraxada no interior da laje;
- corte da ponta da cordoalha por meio da máquina policorte após tensionamento e ancoragem.

##### 2.5.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- máquina policorte;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 200,00 kg/h.

#### a) máquina policorte

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



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

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;  
C representa o comprimento de cordoalhas preparadas, em metros;  
 $\gamma$  representa a massa linear das cordoalhas, em quilogramas por metro;  
 $F_e$  representa o fator de eficiência;  
 $T_c$  representa o tempo total de ciclo, em minutos.

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

#### 2.5.2.4 Mão de obra

São empregados para o desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 6 armadores para liderar o serviço de corte e posicionamento das cordoalhas;
- 6 ajudantes para auxiliar na colocação das cordoalhas no interior da laje.

#### 2.5.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) cordoalha engraxada

Consiste em insumo utilizado para protensão da laje.

O consumo referencial adotado é de 1,050 kg por unidade de serviço executado, já incorporado uma taxa de perda de 5,0%.

##### b) disco de corte abrasivo para policorte

Consiste em insumo acoplado à máquina policorte para seccionar as cordoalhas.

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

$$Q = \frac{N_c}{V_u \times C \times \gamma}$$

onde:

Q representa o consumo do material, em unidades por quilograma;  
 $N_c$  representa o número de cortes por cordoalha;  
 $V_u$  representa a vida útil do disco de corte em função do número de utilizações;  
C representa o comprimento de cordoalhas, em metros por unidade;  
 $\gamma$  representa a massa linear das cordoalhas, em quilogramas por metro.



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

**Tabela 52 - Consumo de disco de corte abrasivo para policorte - cordoalha engraxada**

Número de cortes	Vida útil	Comprimento da cordoalha (m/un)	Massa linear (kg/m)	Consumo (un/kg)
3	200	40,00	1,126	0,00047

c) gaiola metálica em cantoneira para armazenamento e manipulação de cordoalha - confecção

Consiste na confecção de gaiola metálica para o armazenamento e manuseio da cordoalha.

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

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

onde:

Q representa o consumo de gaiola, em quilogramas por quilograma;

M representa a massa referencial da gaiola, em quilogramas;

$Q_t$  representa a quantidade referencial de cordoalhas executadas, em quilogramas.

A tabela 53 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 53 - Consumo de gaiola metálica - cordoalha engraxada**

Massa referencial da gaiola (kg)	Quantidade referencial de cordoalhas (kg)	Consumo (kg/kg)
28,00	32.000,00	0,00088

#### 2.5.2.6 Operações de transporte

A tabela 54 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 54 - Serviços empregados nas operações de transporte - cordoalha engraxada**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M2426	Cordoalha engraxada tipo CP 190 RB - D = 12,7 mm	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 45 t.m



**Tabela 54 - Serviços empregados nas operações de transporte - cordoalha engraxada (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M2426	Cordoalha engraxada tipo CP 190 RB - D = 12,7 mm	0,00100 t/kg	5915012	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia com revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada
M2425	Cordoalha engraxada tipo CP 190 RB - D = 15,2 mm	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 45 t.m
			5915012	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia com revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

### 2.5.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de cordoalhas deve ser realizada em quilogramas, em função da massa efetivamente instalada.

### 2.5.3 Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha

O serviço consiste na confecção de gaiolas para armazenamento e manuseio da cordoalha.

#### 2.5.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 15980/2024: *Perfis laminados de aço para uso estrutural - Dimensões e tolerâncias.*

#### 2.5.3.2 Metodologia executiva

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

- corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno para preparo das cantoneiras;
- montagem e solda elétrica de perfis metálicos para confecção da gaiola de armazenagem de cordoalha.





### 2.5.3.3 Produção horária e equipe mecânica

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

### 2.5.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

### 2.5.3.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) cantoneira em ferro de abas iguais

Consiste em insumo utilizado para confecção da gaiola metálica.

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

#### b) corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno

Consiste no corte e preparo dos perfis metálicos.

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

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

onde:

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

A representa a área total de corte, em centímetros quadrados;

M representa a massa referencial da gaiola, em quilogramas.

A tabela 55 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 55 - Consumo de corte - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha**

Área (cm <sup>2</sup> )	Massa referencial (kg)	Consumo (cm <sup>2</sup> /kg)
34	28,00	1,21429

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

Consiste na soldagem dos perfis e chapas metálicas visando a consolidação da peça.

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



$$Q = \frac{V \times 10^{-6} \times \rho}{M \times E_d}$$

onde:

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

V representa o volume de solda, em centímetros cúbicos;

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

M representa a massa da gaiola, em quilogramas;

$E_d$  representa a eficiência de deposição.

A tabela 56 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 56 - Consumo de solda - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha**

Volume de solda (cm³)	Massa específica (kg/m³)	Massa da gaiola (kg)	Eficiência de deposição	Consumo (kg/kg)
3	7.850,00	28,00	0,745	0,00113

#### 2.5.3.6 Operações de transporte

A tabela 57 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 57 - Serviços empregados nas operações de transporte - gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0365	Cantoneira em ferro de abas iguais - L = 25,4 mm e E = 4,76 mm	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

#### 2.5.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha deve ser realizada em quilogramas, em função da massa efetivamente confeccionada.



### 3 FATOR DE CARGA E CONVERSÃO PARA TRANSPORTE

#### 3.1 Parâmetros de insumos

##### 3.1.1 Massa linear

Os consumos referenciais adotados são obtidos por meio de referencial técnico especializado.

#### 3.2 Parâmetros de transporte

##### 3.2.1 Quantidade de bainhas transportadas

O dimensionamento do número de bainhas 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 bainhas transportadas, 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 da bainha, em metros por unidade;

$\gamma$  representa a massa do elemento a ser transportado, 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 da bainha, em metros por unidade;

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

A tabela 58 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos fatores de conversão para unidade de momento de transporte.

**Tabela 58 - Conversão para unidade de momento de transporte de bainha metálica**

Código SICRO	Descrição	Massa (t/m)	Fator de carga	Conversão para transporte (t/m)
M2477	Bainha metálica para protensão - D = 100 mm	0,00097	1,77320	0,00172
M2478	Bainha metálica para protensão - D = 110 mm	0,00106	1,95283	0,00207
M2479	Bainha metálica para protensão - D = 120 mm	0,00116	2,12931	0,00247
M2480	Bainha metálica para protensão - D = 130 mm	0,00126	2,30159	0,00290
M2469	Bainha metálica para protensão - D = 60 mm	0,00058	1,06897	0,00062
M2470	Bainha metálica para protensão - D = 65 mm	0,00063	1,15873	0,00073
M2471	Bainha metálica para protensão - D = 70 mm	0,00068	1,23529	0,00084
M2472	Bainha metálica para protensão - D = 75 mm	0,00073	1,32877	0,00097
M2473	Bainha metálica para protensão - D = 80 mm	0,00077	1,41558	0,00109
M2474	Bainha metálica para protensão - D = 85 mm	0,00082	1,50000	0,00123
M2475	Bainha metálica para protensão - D = 90 mm	0,00087	1,59770	0,00139
M2476	Bainha metálica para protensão - D = 95 mm	0,00092	1,68478	0,00155



## APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - PROTENSÃO

A tabela 59 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de protensão, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 59 - Relação das composições de custos por subgrupo - protensão**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Ancoragem ativa para cordoalha aderente	4507738, 4507754, 4507755, 4507756, 4507757, 4507758, 4507759, 4507760, 4507761, 4507762, 4507763, 4507764, 4507765, 4508192, 4507766, 4507767, 4507768, 4507769, 4507770, 4507771, 4507772, 4508193, 4507773 e 4507774
2.1.2 Ancoragem ativa para lajes com cordoalha aderente	4507775, 4507776, 4507777, 4507778, 4507779, 4507780, 4507781 e 4507782
2.1.3 Ancoragem passiva para cordoalha aderente	4507785, 4508194, 4507786, 4507787, 4507788, 4507789, 4507790, 4507791, 4507792, 4507793, 4507794, 4507795, 4507796, 4508190, 4507797, 4507798, 4507799, 4507800, 4507801, 4507802, 4507803, 4508191, 4507804 e 4507805
2.1.4 Ancoragem passiva para lajes com cordoalha aderente	4507806, 4507807, 4507808, 4507809, 4507810, 4507811, 4507812 e 4507813
2.2.1 Ancoragem ativa para lajes com cordoalha engraxada	4507783 e 4507784
2.2.2 Ancoragem passiva para lajes com cordoalha engraxada	4507866 e 4507867
2.3.1 Nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão	4516137
2.4.1 Bainha metálica redonda com injeção de nata de cimento	4508177, 4508178, 4507821, 4507822, 4507823, 4508188, 4507824, 4507825, 4507826, 4508179, 4507827, 4508180, 4507739, 4508181, 4508125, 4507828, 4507829, 4508182, 4508092, 4507830, 4508183, 4507831, 4507832, 4507833, 4507834, 4508184, 4507835, 4508174, 4507836, 4507837, 4507838, 4507839, 4508175, 4507840, 4507841, 4507842, 4508185, 4507843, 4507844, 4508186, 4508187, 4507845, 4507846, 4507847, 4507848, 4507849, 4508176 e 4507850
2.4.2 Bainha metálica ovalizada com injeção de nata de cimento	4507851, 4507852, 4507853, 4507854, 4507855, 4507856, 4507857 e 4507858
2.5.1 Cordoalha aderente	4507956 e 4507957
2.5.2 Cordoalha engraxada	4507958 e 4507959
2.5.3 Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha	4516138