



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

# **Caderno técnico Estacas**

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 Estacas**



### 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 estacas .....	4
Figura 2 - Representação da aplicação de solda longitudinal .....	16
Figura 3 - Detalhe esquemático do muro guia.....	26
Figura 4 - Estaca de trilho usado.....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços empregados nas operações de transporte - gabarito de cravação de estacas submersas .....	12
Tabela 2 - Consumo de chapa de aço - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36 .....	14
Tabela 3 - Consumo de corte de chapa de aço - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36 .....	15
Tabela 4 - Consumo de solda - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36 .....	16
Tabela 5 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36.....	17
Tabela 6 - Produções horárias dos serviços de cravação de camisa metálica	18
Tabela 7 - Consumo de solda - cravação de camisa metálica .....	21
Tabela 8 - Produções horárias dos serviços de passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica.....	22
Tabela 9 - Consumo de solda - passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica.....	24
Tabela 10 - Consumo de aço - muro guia para estaca barrete .....	27
Tabela 11 - Consumo de concreto - muro guia para estaca barrete .....	27
Tabela 12 - Produções horárias do serviço de estaca broca manual.....	29
Tabela 13 - Consumo de concreto - estaca broca manual.....	30
Tabela 14 - Consumo de bentonita - estaca circular tipo estação.....	31
Tabela 15 - Consumo de tubo tremonha - estaca circular tipo estação .....	32
Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca circular tipo estação .....	32
Tabela 17 - Consumo de tubo bentonita - estaca barrete .....	35
Tabela 18 - Consumo de tubo tremonha - estaca barrete .....	35
Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca barrete .....	36
Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - armação de estaca escavada ou estaca barrete.....	38



Tabela 21 - Produções horárias dos serviços de estaca tipo <i>Strauss</i> .....	39
Tabela 22 - Consumo de concreto - estaca tipo <i>Strauss</i> .....	40
Tabela 23 - Produção horária dos serviços de estaca tipo <i>Franki</i> .....	41
Tabela 24 - Consumo de concreto - estaca <i>Franki</i> .....	42
Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de estaca raiz .....	46
Tabela 26 - Quantidades adotadas na determinação do consumo da mão de obra na execução de estaca raiz.....	49
Tabela 27 - Consumo de cimento - estaca raiz .....	50
Tabela 28 - Consumo de areia - estaca raiz.....	51
Tabela 29 - Consumo de coroa de botões - estaca raiz perfurada em rocha... 51	
Tabela 30 - Consumo de tubo de revestimento - estaca raiz perfuradas em solo .....	52
Tabela 31 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca raiz. 52	
Tabela 32 - Fator de conversão de transporte - estaca raiz.....	52
Tabela 33 - Produções horárias dos serviços de estaca escavada com perfuratriz tipo Wirth .....	54
Tabela 34 - Consumo de <i>roller bit</i> - escavação com perfuratriz tipo <i>Wirth</i> .....	56
Tabela 35 - Produção horária dos serviços de coluna de brita.....	57
Tabela 36 - Consumo de Brita 2 - coluna de brita .....	59
Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - coluna de brita .....	59
Tabela 38 - Berço de referência para pré-moldagem de estacas protendidas. 61	
Tabela 39 - Cálculo da quantidade de chapa - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	61
Tabela 40 - Cálculo do consumo de chapa - berço para pré-moldagem de estacas protendidas.....	61
Tabela 41 - Consumo de limpeza mecanizada - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	62
Tabela 42 - Consumo de estaca escavada - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	62
Tabela 43 - Consumo de escavação manual - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	63
Tabela 44 - Consumo de escavação e carga de material de jazida - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	64
Tabela 45 - Consumo de compactação - berço para pré-moldagem de estacas protendidas.....	64
Tabela 46 - Quantidade de fôrma de tábuas de pinho - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	65



Tabela 47 - Consumo de fôrmas de tábuas de pinho - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	65
Tabela 48 - Consumo de armação em aço CA-50 - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	66
Tabela 49 - Volume do berço - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	66
Tabela 50 - Volume de blocos de ancoragem - berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	67
Tabela 51 - Consumo de concreto - berço para pré-moldagem de estacas protendidas.....	67
Tabela 52 - Serviços empregados nas operações de transporte - berço para pré-moldagem de estacas protendidas.....	67
Tabela 53 - Produções horárias do serviço de fabricação de estaca pré-moldada .....	69
Tabela 54 - Consumo de aço CP 175 RB - fabricação de estaca pré-moldada	70
Tabela 55 - Consumo de chapa grossa - fabricação de estaca pré-moldada ..	71
Tabela 56 - Consumo de aço CA-50 - fabricação de estaca pré-moldada .....	72
Tabela 57 - Consumo de aço CA-60 - fabricação de estaca pré-moldada .....	73
Tabela 58 - Consumo de berço - fabricação de estaca pré-moldada .....	74
Tabela 59 - Consumo de concreto - fabricação de estaca pré-moldada .....	75
Tabela 60 - Consumo de solda - fabricação de estaca pré-moldada .....	76
Tabela 61 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido .....	76
Tabela 62 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto protendido - comercial .....	78
Tabela 63 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto protendido comercial.....	79
Tabela 64 - Fator de conversão de transporte - estacas pré-moldadas de concreto protendido comercial .....	79
Tabela 65 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto protendido - fabricada <i>in loco</i> .....	80
Tabela 66 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto protendido fabricada .....	81
Tabela 67 - Fator de conversão de transporte - estacas pré-moldadas de concreto armado protendido fabricada .....	81
Tabela 68 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado - comercial .....	83
Tabela 69 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado .....	84



Tabela 70 - Fator de conversão de transporte - estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado .....	84
Tabela 71 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca prancha .....	87
Tabela 72 - Produções horárias dos serviços de estaca trilho usado .....	89
Tabela 73 - Consumos de estaca trilho TR - estaca de trilho usado .....	90
Tabela 74 - Consumo de solda - estaca de trilho usado .....	90
Tabela 75 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca de trilho usado .....	91
Tabela 76 - Produções horárias dos serviços de estaca de perfil metálico W .	92
Tabela 77 - Consumo de perfis metálicos - estaca perfil metálico W .....	93
Tabela 78 - Consumo de solda - estaca perfil metálico W .....	93
Tabela 79 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca perfil metálico W.....	94
Tabela 80 - Serviços empregados nas operações de transporte - contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36.....	96
Tabela 81 - Mão de obra empregada para a realização do arrasamento de estacas.....	98
Tabela 82 - Consumo de ponteiro para marteleiro - arrasamento de estacas de concreto .....	98
Tabela 83 - Relação das composições de custos por subgrupo - Estacas .....	99





## 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>Serviços de apoio à execução de estacas .....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Apoio náutico para a colocação da armação em camisa metálica .....	5
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>5</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>6</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>6</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>6</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	Apoio náutico para a escavação com perfuratriz tipo <i>Wirth</i> .....	6
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>7</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>7</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>8</i>
2.1.3	Apoio náutico para a execução da concretagem de camisas metálicas .....	8
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>8</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>8</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>8</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>9</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte .....</i>	<i>9</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>9</i>
2.1.4	Apoio náutico para a execução da cravação de camisas metálicas....	9
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos .....</i>	<i>9</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva .....</i>	<i>9</i>
2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica .....</i>	<i>10</i>
2.1.4.4	<i>Mão de obra .....</i>	<i>10</i>



2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	10
2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	10
2.1.4.7	<i>Critérios de medição</i> .....	11
2.1.5	Gabarito de cravação de estacas submersas em aço ASTM A36.....	11
2.1.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	11
2.1.5.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	11
2.1.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	11
2.1.5.4	<i>Mão de obra</i> .....	11
2.1.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	11
2.1.5.6	<i>Operações de transporte</i> .....	12
2.1.5.7	<i>Critérios de medição</i> .....	12
2.1.6	Confecção de camisa metálica em aço ASTM A36.....	12
2.1.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	12
2.1.6.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	12
2.1.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	13
2.1.6.4	<i>Mão de obra</i> .....	13
2.1.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	13
2.1.6.6	<i>Operações de transporte</i> .....	17
2.1.6.7	<i>Critérios de medição</i> .....	18
2.1.7	Cravação de camisa metálica.....	18
2.1.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	18
2.1.7.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	18
2.1.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	18
2.1.7.4	<i>Mão de obra</i> .....	20
2.1.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	20
2.1.7.6	<i>Operações de transporte</i> .....	21
2.1.7.7	<i>Critérios de medição</i> .....	21
2.1.8	Passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica .....	22
2.1.8.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	22
2.1.8.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	22
2.1.8.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	22
2.1.8.4	<i>Mão de obra</i> .....	24
2.1.8.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	24
2.1.8.6	<i>Operações de transporte</i> .....	25



2.1.8.7	<i>CrITÉRIOS de medição</i> .....	25
2.1.9	Muro guia para estaca barrete com duas cortinas de 10 x 110 cm ...	25
2.1.9.1	<i>Dispositivos legais e tÉcnico-normativos</i> .....	25
2.1.9.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	26
2.1.9.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	26
2.1.9.4	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	26
2.1.9.5	<i>Operações de transporte</i> .....	28
2.1.9.6	<i>CrITÉRIOS de medição</i> .....	28
<b>2.2</b>	<b>Estacas moldadas <i>in loco</i></b> .....	<b>28</b>
2.2.1	Estaca broca manual .....	28
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e tÉcnico-normativos</i> .....	28
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	28
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	28
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	29
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	29
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	30
2.2.1.7	<i>CrITÉRIOS de medição</i> .....	30
2.2.2	Estaca circular tipo estação escavada com uso de fluido estabilizante .....	30
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e tÉcnico-normativos</i> .....	30
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	30
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	30
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	31
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	31
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	32
2.2.2.7	<i>CrITÉRIOS de medição</i> .....	33
2.2.3	Estaca barrete escavada com uso de fluido estabilizante .....	33
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e tÉcnico-normativos</i> .....	33
2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	33
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	33
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	34
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	34
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	35
2.2.3.7	<i>CrITÉRIOS de medição</i> .....	36
2.2.4	Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50 .....	36



2.2.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	36
2.2.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	36
2.2.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	37
2.2.4.4	<i>Mão de obra</i>	37
2.2.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	37
2.2.4.6	<i>Operações de transporte</i>	38
2.2.4.7	<i>Critérios de medição</i>	38
2.2.5	<i>Estaca tipo Strauss</i>	38
2.2.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	39
2.2.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	39
2.2.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	39
2.2.5.4	<i>Mão de obra</i>	39
2.2.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	39
2.2.5.6	<i>Operações de transporte</i>	40
2.2.5.7	<i>Critérios de medição</i>	40
2.2.6	<i>Estaca Franki com fuste apilado</i>	40
2.2.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	41
2.2.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	41
2.2.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	41
2.2.6.4	<i>Mão de obra</i>	41
2.2.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	42
2.2.6.6	<i>Operações de transporte</i>	43
2.2.6.7	<i>Critérios de medição</i>	43
2.2.7	<i>Estaca hélice contínua</i>	43
2.2.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	43
2.2.7.2	<i>Metodologia executiva</i>	43
2.2.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	43
2.2.7.4	<i>Mão de obra</i>	43
2.2.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	44
2.2.7.6	<i>Operações de transporte</i>	44
2.2.7.7	<i>Critérios de medição</i>	44
2.2.8	<i>Estaca hélice de deslocamento</i>	44
2.2.8.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	44
2.2.8.2	<i>Metodologia executiva</i>	44
2.2.8.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	44



2.2.8.4	Mão de obra .....	45
2.2.8.5	Materiais e atividades auxiliares.....	45
2.2.8.6	Operações de transporte .....	45
2.2.8.7	Critérios de medição.....	45
2.2.9	Estaca raiz.....	45
2.2.9.1	Dispositivos legais e técnico-normativos .....	45
2.2.9.2	Metodologia executiva .....	46
2.2.9.3	Produção horária e equipe mecânica .....	46
2.2.9.4	Mão de obra .....	48
2.2.9.5	Materiais e atividades auxiliares.....	49
2.2.9.6	Operações de transporte .....	52
2.2.9.7	Critérios de medição.....	53
2.2.10	Estaca escavada com perfuratriz tipo <i>Wirth</i> .....	53
2.2.10.1	Dispositivos legais e técnico-normativos .....	53
2.2.10.2	Metodologia executiva .....	53
2.2.10.3	Produção horária e equipe mecânica .....	53
2.2.10.4	Mão de obra .....	55
2.2.10.5	Materiais e atividades auxiliares.....	55
2.2.10.6	Operações de transporte .....	56
2.2.10.7	Critérios de medição.....	56
2.2.11	Coluna de brita .....	56
2.2.11.1	Dispositivos legais e técnico-normativos .....	56
2.2.11.2	Metodologia executiva .....	56
2.2.11.3	Produção horária e equipe mecânica .....	57
2.2.11.4	Mão de obra .....	58
2.2.11.5	Materiais e atividades auxiliares.....	58
2.2.11.6	Operações de transporte .....	59
2.2.11.7	Critérios de medição.....	59
<b>2.3</b>	<b>Estacas pré-moldadas.....</b>	<b>59</b>
2.3.1	Berço para pré-moldagem de estacas protendidas .....	59
2.3.1.1	Dispositivos legais e técnico-normativos .....	60
2.3.1.2	Metodologia executiva .....	60
2.3.1.3	Produção horária e equipe mecânica .....	60
2.3.1.4	Mão de obra .....	60
2.3.1.5	Materiais e atividades auxiliares.....	60



2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	67
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	68
2.3.2	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido .....	68
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	68
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	68
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	68
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	69
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	70
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	76
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	77
2.3.3	Estaca pré-moldada de concreto protendido - comercial .....	77
2.3.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	77
2.3.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	77
2.3.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	78
2.3.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	78
2.3.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	78
2.3.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	78
2.3.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	79
2.3.4	Estaca pré-moldada de concreto protendido - produzida .....	79
2.3.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	79
2.3.4.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	80
2.3.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	80
2.3.4.4	<i>Mão de obra</i> .....	81
2.3.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	81
2.3.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	81
2.3.4.7	<i>Critérios de medição</i> .....	82
2.3.5	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado - comercial ...	82
2.3.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	82
2.3.5.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	83
2.3.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	83
2.3.5.4	<i>Mão de obra</i> .....	83
2.3.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	84
2.3.5.6	<i>Operações de transporte</i> .....	84
2.3.5.7	<i>Critérios de medição</i> .....	85
<b>2.4</b>	<b>Estacas metálicas</b> .....	<b>85</b>



2.4.1	Estaca prancha metálica .....	85
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	85
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	85
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	86
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	86
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	87
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	87
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	87
2.4.2	Estaca de trilho usado .....	88
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	88
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	88
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	89
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i> .....	89
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	89
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i> .....	91
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i> .....	91
2.4.3	Estaca de perfil metálico W .....	91
2.4.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	91
2.4.3.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	92
2.4.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	92
2.4.3.4	<i>Mão de obra</i> .....	92
2.4.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	92
2.4.3.6	<i>Operações de transporte</i> .....	93
2.4.3.7	<i>Critérios de medição</i> .....	94
2.4.4	Contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36 .....	94
2.4.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	94
2.4.4.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	94
2.4.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	94
2.4.4.4	<i>Mão de obra</i> .....	95
2.4.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	95
2.4.4.6	<i>Operações de transporte</i> .....	95
2.4.4.7	<i>Critérios de medição</i> .....	96
<b>2.5</b>	<b>Arrasamento de estacas de concreto</b> .....	<b>96</b>
2.5.1	Arrasamento de estacas de concreto .....	96



2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i> .....	96
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i> .....	96
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i> .....	97
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i> .....	98
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i> .....	98
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i> .....	98
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i> .....	98
<b>APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - ESTACAS</b> .....		<b>99</b>





## 1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, estacas consistem em elementos estruturais denominados como fundações profundas, cuja função é transmitir para o terreno as cargas sobrejacentes aplicadas em seu corpo. Os esforços são dissipados no solo por meio da base ou pelo fuste (superfície lateral do corpo da estaca) do dispositivo, classificados como resistência de ponta e de atrito lateral respectivamente.

De forma genérica, seu emprego ocorre quando os solos superficiais não apresentam capacidade de suporte adequada para receber esforços oriundos das estruturas, incorrendo na necessidade de identificar em camadas inferiores resistências que atendam aos requisitos de projeto.

As estacas são classificadas em função dos seguintes parâmetros:

a) quanto ao método de execução:

- estacas cravadas:
  - por percussão;
  - por vibração;
  - por prensagem.
- estacas perfuradas:
  - estacas brocas;
  - estacas tipo Strauss;
  - estacas escavadas.
- outros processos:
  - o método de execução é misto, não sendo integralmente cravadas ou escavadas, tais como as microestacas e as estacas raiz.

b) quanto ao material:

- estacas de madeira;
- estacas de concreto;
- estacas de aço.

c) quanto ao processo de fabricação:

- estacas pré-moldadas de concreto;
- estacas moldadas in loco.



d) quanto à finalidade:

- estacas de fundação;
- estacas de contenção;
- estacas de defensas.

Destaca-se que, para os serviços de estacas moldadas *in loco*, os modelos de custos contemplam apenas o procedimento executivo de escavação, apresentando de forma genérica o respectivo consumo de concreto com as perdas admissíveis incorporadas.

Referente à resistência característica do concreto e à eventual necessidade de efetuar a armação dos elementos de fundação, os parâmetros devem ser determinados em fase de projeto, consoante às condições de contorno e dimensionamento específico de cada dispositivo.

Nesse mesmo sentido, as capacidades de cargas indicadas nas composições de custo dos serviços de estacas possuem caráter referencial e descritivo nominal, cuja definição guarda relação direta com os cálculos estruturais desenvolvidos exclusivamente para o empreendimento.

### 1.1 Parâmetros referenciais

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

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

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

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



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

Por fim, admite-se a utilização de referenciais históricos consolidados para definir a produção de serviços. Entretanto, tal recurso é utilizado estritamente se não for possível empregar os métodos anteriormente expostos, cujos valores obrigatoriamente são oriundos dos sistemas de custos desenvolvidos no âmbito do Departamento 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 estacas são utilizados os seguintes fatores de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de estacas 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:

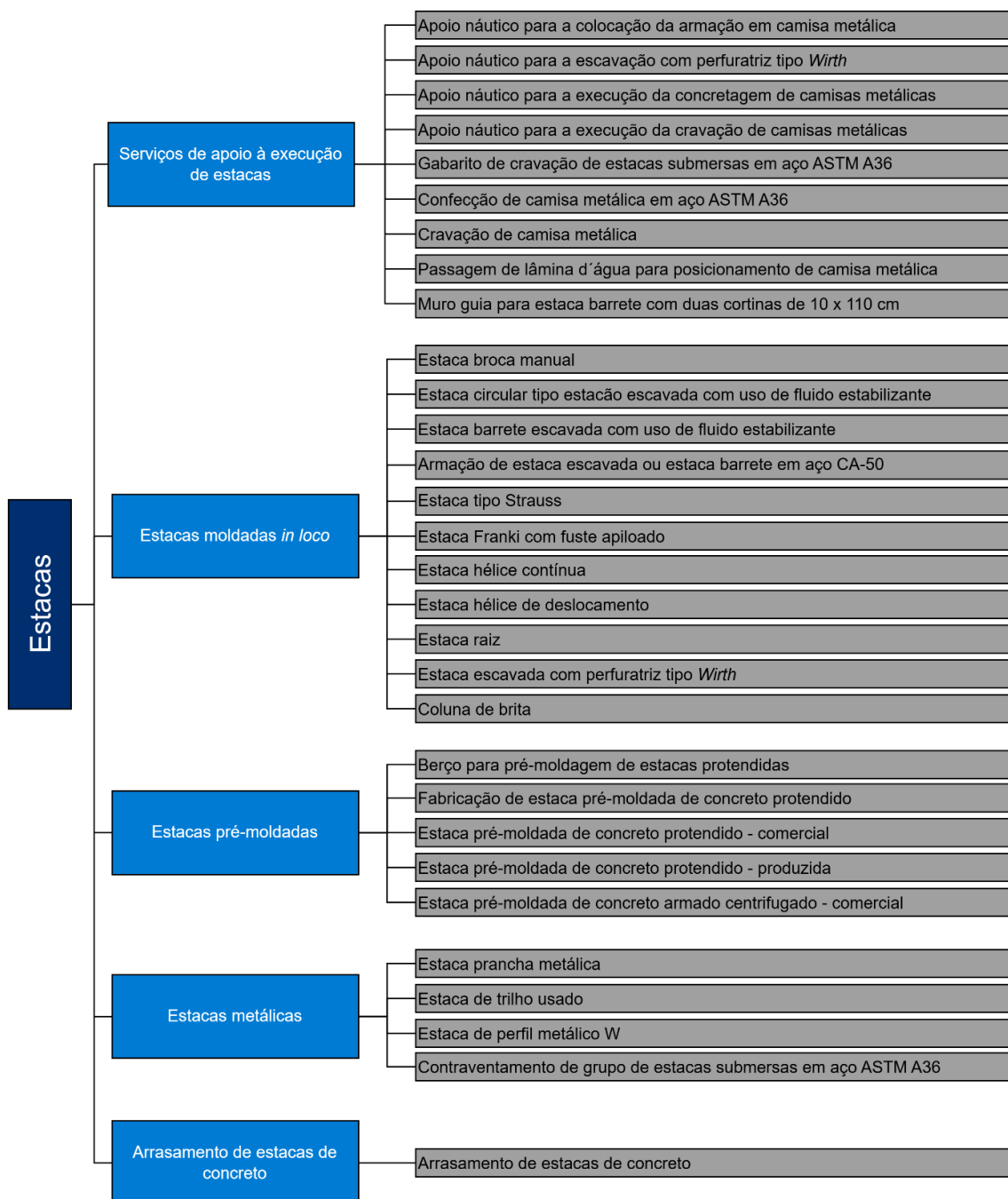
- materiais de 1ª categoria:  $F_{ca} = 0,90$ ;
- materiais de 2ª categoria:  $F_{ca} = 0,80$ ;
- materiais de 3ª categoria:  $F_{ca} = 0,70$ .



## 2 SERVIÇOS

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

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



Fonte: FGV IBRE



## 2.1 Serviços de apoio à execução de estacas

### 2.1.1 Apoio náutico para a colocação da armação em camisa metálica

O serviço consiste no fornecimento de apoio náutico para colocação da armação em camisa metálica.

#### 2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.1.2 Metodologia executiva

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

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora;
- deslocamento da equipe de trabalho por meio da embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- ancoragem da plataforma por meio dos guinchos pneumáticos.

#### 2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- plataforma flutuante: líder de equipe;
- compressor de ar portátil;
- embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
- guincho pneumático.

a) plataforma flutuante

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

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

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;

Q representa a quantidade de armação, em quilogramas;

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

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



É atribuída a utilização operativa integral para os guinchos pneumáticos e o compressor de ar.

Para a embarcação empurradora multipropósito e a embarcação de transporte de pessoal é atribuída a utilização operativa de 0,50.

#### *2.1.1.4 Mão de obra*

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

- 1 bombeiro hidráulico para auxiliar na ancoragem da plataforma.

#### *2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.1.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.1.7 Critérios de medição*

A medição do serviço de apoio náutico para a colocação da armação em camisa metálica deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de armação efetivamente posicionada.

### *2.1.2 Apoio náutico para a escavação com perfuratriz tipo Wirth*

O serviço consiste no fornecimento de apoio náutico para a escavação com perfuratriz tipo *Wirth* realizada.

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

Não se aplica a este serviço.

#### *2.1.2.2 Metodologia executiva*

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

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora;
- deslocamento da equipe de trabalho por meio da embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- ancoragem da plataforma por meio dos guinchos pneumáticos.



### 2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- plataforma flutuante: líder de equipe;
- compressor de ar portátil;
- embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
- guincho pneumático.

#### a) plataforma flutuante

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C representa o comprimento perfurado, em metros;

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

T<sub>c</sub> representa o tempo de ciclo, em horas.

É atribuída a utilização operativa integral para os guinchos pneumáticos e o compressor de ar.

Para a embarcação empurradora multipropósito e a embarcação de transporte de pessoal é atribuída a utilização operativa de 0,50.

### 2.1.2.4 Mão de obra

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

- 1 bombeiro hidráulico para auxiliar na ancoragem da plataforma.

### 2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

### 2.1.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



#### 2.1.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de apoio náutico para a escavação com perfuratriz tipo *Wirth* deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente escavado e do tipo de material.

#### 2.1.3 Apoio náutico para a execução da concretagem de camisas metálicas

O serviço consiste no fornecimento de apoio náutico para a execução da concretagem de camisas metálicas.

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

Não se aplica a este serviço.

##### 2.1.3.2 Metodologia executiva

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

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora;
- deslocamento da equipe de trabalho por meio da embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- ancoragem da plataforma por meio dos guinchos pneumáticos.

##### 2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- plataforma flutuante: líder de equipe;
- compressor de ar portátil;
- embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
- guincho pneumático.

##### a) plataforma flutuante

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros cúbicos por hora;  
Q representa o consumo de concreto, em metros cúbicos;





$F_e$  representa o fator de eficiência;  
 $T_c$  representa o tempo de ciclo, em minutos.

É atribuída a utilização operativa integral para os guinchos pneumáticos e o compressor de ar.

Para a embarcação empurradora multipropósito e a embarcação de transporte de pessoal é atribuída a utilização operativa de 0,50.

#### 2.1.3.4 *Mão de obra*

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

- 1 bombeiro hidráulico para auxiliar na ancoragem da plataforma.

#### 2.1.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.3.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.3.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de apoio náutico para a execução da concretagem deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de concreto efetivamente executado.

### 2.1.4 Apoio náutico para a execução da cravação de camisas metálicas

O serviço consiste no fornecimento de apoio náutico para a execução da cravação de camisas metálicas.

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

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.4.2 *Metodologia executiva*

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

- manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora;
- deslocamento da equipe de trabalho por meio da embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- ancoragem da plataforma por meio dos guinchos pneumáticos.



#### 2.1.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- plataforma flutuante: líder de equipe;
- compressor de ar portátil;
- embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
- embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
- guincho pneumático.

##### a) plataforma flutuante

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

$$P = \frac{60 \times (C_c + C_L) \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C<sub>c</sub> representa o comprimento cravado, em metros;

C<sub>L</sub> representa o comprimento da lâmina d'água, em metros;

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

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

É atribuída a utilização operativa integral para os guinchos pneumáticos e o compressor de ar.

Para a embarcação empurradora multipropósito e a embarcação de transporte de pessoal é atribuída a utilização operativa de 0,50.

#### 2.1.4.4 Mão de obra

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

- 1 bombeiro hidráulico para auxiliar na ancoragem da plataforma.

#### 2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



#### *2.1.4.7 Critérios de medição*

A medição dos serviços de apoio náutico para a execução da cravação de camisa metálica deve ser realizada em metros, em função do comprimento equivalente à passagem em lâmina d'água e ao comprimento efetivamente cravado no leito do rio.

#### *2.1.5 Gabarito de cravação de estacas submersas em aço ASTM A36*

O serviço consiste na confecção e instalação de gabarito de cravação de estacas moldadas no local em presença de lâmina d'água.

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

Não se aplica a este serviço.

##### *2.1.5.2 Metodologia executiva*

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

- preparo manual das peças metálicas;
- soldagem das peças para confecção do gabarito.

##### *2.1.5.3 Produção horária e equipe mecânica*

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 25,00 kg/h.

##### *2.1.5.4 Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 serralheiro para atuar na conformação da estruturação metálica;
- 1 ajudante para auxiliar o serralheiro.

##### *2.1.5.5 Materiais e atividades auxiliares*

###### *a) aço em perfis ASTM A36*

Consiste em insumo utilizado para a confecção da estrutura do gabarito.

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

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

Consiste na soldagem das peças metálicas que compõem o gabarito.



O consumo é definido por meio da aplicação de uma taxa de deposição de 1,50 % em massa, por unidade de serviço executado.

#### 2.1.5.6 Operações de transporte

A tabela 1 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 1 - Serviços empregados nas operações de transporte - gabarito de cravação de estacas submersas**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0682	Aço em perfis ASTM A36	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

#### 2.1.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de gabarito de cravação de estacas submersas deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de aço efetivamente empregada.

#### 2.1.6 Confecção de camisa metálica em aço ASTM A36

O serviço consiste na confecção de camisa metálica em aço ASTM A36.

##### 2.1.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

##### 2.1.6.2 Metodologia executiva

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

- deslocamento da chapa de aço para área de trabalho por meio da ponte rolante;
- corte da chapa de aço ASTM A36 por meio de maçarico oxiacetileno;
- execução da curvatura da chapa de aço por meio da calandra;
- soldagem das peças da camisa metálica;
- deslocamento da camisa metálica para área de armazenamento por meio da ponte rolante.



### 2.1.6.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- calandra para chapas de aço de até 25 mm: líder de equipe;
- ponte rolante;
- grupo gerador.

a) calandra para chapas de aço de até 25 mm

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C representa o comprimento de camisa metálica, em metros;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

É atribuída a utilização operativa de 0,20 para a ponte rolante.

### 2.1.6.4 Mão de obra

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

- 2 ajudantes para posicionar a chapa na calandra e para auxiliar no preparo do içamento da chapa ou camisa metálica pela ponte rolante.

### 2.1.6.5 Materiais e atividades auxiliares

a) chapa grossa em aço ASTM A36

Consiste em insumo utilizado para confecção da camisa metálica.

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

$$Q = \left[ \left( \frac{C \times P_e}{C} \right) + k \right] \times M$$



onde:

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

C representa o comprimento da chapa, em metros;

P<sub>e</sub> representa o perímetro externo da camisa metálica, em metros;

k representa a perda, em metros quadrados por metro;

M representa o peso da chapa, em quilogramas por metro quadrado.

A perda de chapa de aço é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$k = \frac{[L - (P_e \times Q_t)] \times C}{C \times Q_t}$$

onde:

k representa a perda da chapa de aço, em metros quadrados por metro;

L representa a largura da chapa de aço, em metros;

P<sub>e</sub> representa o perímetro externo da camisa metálica, em metros;

Q<sub>t</sub> representa a quantidade de camisa metálica produzida na largura da chapa;

C representa o comprimento da chapa, em metros.

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

**Tabela 2 - Consumo de chapa de aço - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36**

Código SICRO	Comprimento da chapa (m)	Perímetro da camisa (m)	Largura da chapa (m)	Quantidade de camisa metálica	Perda da chapa (m²/m)	Massa da chapa (kg/m²)	Consumo (kg/m)
2306624	1,80	4,48	12,00	2	1,5200	98,1300	588,78000
2306625	1,80	4,79	12,00	2	1,2100	98,1300	588,78000
2306626	1,80	5,11	12,00	2	0,8900	98,1300	588,78000
2306627	1,80	5,42	12,00	2	0,5800	98,1300	588,78000
2306628	1,80	5,73	12,00	2	0,2700	98,1300	588,78000
2306629	1,80	4,81	12,00	2	1,1900	125,6000	753,60000
2306630	1,80	5,13	12,00	2	0,8700	125,6000	753,60000
2306631	1,80	5,44	12,00	2	0,5600	125,6000	753,60000
2306632	1,80	5,76	12,00	2	0,2400	125,6000	753,60000
2306610	1,80	3,18	12,00	3	0,8200	49,4600	197,84000
2306604	1,80	1,3	12,00	9	0,0333	49,4600	65,94502
2306605	1,80	1,61	12,00	7	0,1043	49,4600	84,78928
2306606	1,80	1,92	12,00	6	0,0800	49,4600	98,92000
2306607	1,80	2,24	12,00	5	0,1600	49,4600	118,70400
2306608	1,80	2,55	12,00	4	0,4500	49,4600	148,38000
2306609	1,80	2,87	12,00	4	0,1300	49,4600	148,38000
2306614	1,80	3,19	12,00	3	0,8100	62,8000	251,20000
2306615	1,80	3,51	12,00	3	0,4900	62,8000	251,20000



**Tabela 2 - Consumo de chapa de aço - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36 (2/2)**

Código SICRO	Comprimento da chapa (m)	Perímetro da camisa (m)	Largura da chapa (m)	Quantidade de camisa metálica	Perda da chapa (m²/m)	Massa da chapa (kg/m²)	Consumo (kg/m)
2306616	1,80	3,82	12,00	3	0,1800	62,8000	251,20000
2306611	1,80	2,25	12,00	5	0,1500	62,8000	150,72000
2306612	1,80	2,56	12,00	4	0,4400	62,8000	188,40000
2306613	1,80	2,88	12,00	4	0,1200	62,8000	188,40000
2306618	1,80	3,2	12,00	3	0,8000	74,5800	298,32000
2306619	1,80	3,52	12,00	3	0,4800	74,5800	298,32000
2306620	1,80	3,83	12,00	3	0,1700	74,5800	298,32000
2306621	1,80	4,14	12,00	2	1,8600	74,5800	447,48000
2306622	1,80	4,46	12,00	2	1,5400	74,5800	447,48000
2306623	1,80	4,77	12,00	2	1,2300	74,5800	447,48000
2306617	1,80	2,89	12,00	4	0,1100	74,5800	223,74000

b) corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno

Consiste no corte de chapas de aço para confecção de camisas metálicas.

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

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

onde:

Q representa o consumo de corte com maçarico, em metros por metro;

C representa o comprimento do corte, em metros;

H representa a altura da camisa metálica, em metros.

A tabela 3 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade auxiliar.

**Tabela 3 - Consumo de corte de chapa de aço - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36**

Comprimento do corte (m)	Altura da camisa metálica (m)	Consumo (m/m)
1,80	1,80	1,00000

c) solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

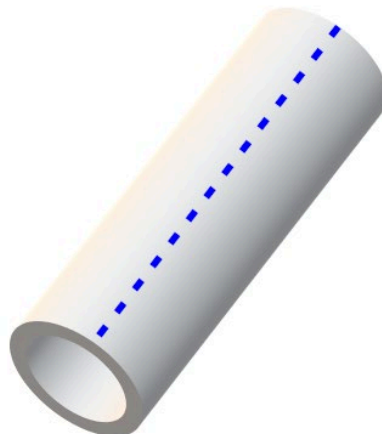
Consiste na soldagem das peças para confecção das camisas metálicas, de acordo com as seguintes atividades:

- 1 solda longitudinal: efetua a união da chapa de aço após a sua conformação, consoante o croqui apresentado na figura 2;



- 1 solda de topo: empregada para conexão das camisas metálicas com o intuito de atingir os comprimentos definidos em projeto, correspondendo ao perímetro do elemento.

**Figura 2 - Representação da aplicação de solda longitudinal**



Fonte: FGV IBRE

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

$$Q = \frac{Q_l + Q_t}{H} = \frac{H + P_e}{H}$$

onde:

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

$Q_l$  representa o quantitativo de solda longitudinal, em metros;

$Q_t$  representa o quantitativo de solda de topo, em metros;

H representa a altura da camisa metálica, em metros;

$P_e$  representa o perímetro externo da camisa metálica, em metros.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 4 - Consumo de solda - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36**

Código SICRO	Espessura da chapa (mm)	Diâmetro da camisa metálica (m)	Perímetro da camisa metálica (m)	Altura da camisa metálica (m)	Consumo de solda (m/m)
2306624	12,50	1,40	4,48	1,80	3,48889
2306625	12,50	1,50	4,79	1,80	3,66111
2306626	12,50	1,60	5,11	1,80	3,83889
2306627	12,50	1,70	5,42	1,80	4,01111
2306628	12,50	1,80	5,73	1,80	4,18333
2306629	16,00	1,50	4,81	1,80	3,67222
2306630	16,00	1,60	5,13	1,80	3,85000
2306631	16,00	1,70	5,44	1,80	4,02222
2306632	16,00	1,80	5,76	1,80	4,20000





**Tabela 4 - Consumo de solda - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36 (2/2)**

Código SICRO	Espessura da chapa (mm)	Diâmetro da camisa metálica (m)	Perímetro da camisa metálica (m)	Altura da camisa metálica (m)	Consumo de solda (m/m)
2306610	6,30	1,00	3,18	1,80	2,76667
2306604	6,30	0,40	1,3	1,80	1,72222
2306605	6,30	0,50	1,61	1,80	1,89444
2306606	6,30	0,60	1,92	1,80	2,06667
2306607	6,30	0,70	2,24	1,80	2,24444
2306608	6,30	0,80	2,55	1,80	2,41667
2306609	6,30	0,90	2,87	1,80	2,59444
2306614	8,00	1,00	3,19	1,80	2,77222
2306615	8,00	1,10	3,51	1,80	2,95000
2306616	8,00	1,20	3,82	1,80	3,12222
2306611	8,00	0,70	2,25	1,80	2,25000
2306612	8,00	0,80	2,56	1,80	2,42222
2306613	8,00	0,90	2,88	1,80	2,60000
2306618	9,50	1,00	3,2	1,80	2,77778
2306619	9,50	1,10	3,52	1,80	2,95556
2306620	9,50	1,20	3,83	1,80	3,12778
2306621	9,50	1,30	4,14	1,80	3,30000
2306622	9,50	1,40	4,46	1,80	3,47778
2306623	9,50	1,50	4,77	1,80	3,65000
2306617	9,50	0,90	2,89	1,80	2,60556

#### 2.1.6.6 Operações de transporte

A tabela 5 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 5 - Serviços empregados nas operações de transporte - confecção de camisa metálica em aço ASTM A36**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



#### 2.1.6.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de confecção de camisa metálica deve ser realizada em metros, em função do comprimento de camisa metálica efetivamente confeccionada.

#### 2.1.7 Cravação de camisa metálica

O serviço consiste na cravação de camisa metálica.

##### 2.1.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

##### 2.1.7.2 Metodologia executiva

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

- içamento do martelo hidráulico por meio do guindaste;
- içamento e posicionamento da camisa metálica no gabarito de cravação por meio do conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório, com auxílio da mão de obra;
- cravação da camisa metálica por meio do conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório;
- soldagem para união de camisas metálicas até atingir o comprimento de projeto.

##### 2.1.7.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- guindaste móvel sobre esteiras: líder de equipe;
- martelo hidráulico vibratório com unidade hidráulica.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 6.

**Tabela 6 - Produções horárias dos serviços de cravação de camisa metálica**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306651	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.400 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,64800
2306652	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.500 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,48200

**Tabela 6 - Produções horárias dos serviços de cravação de camisa metálica (2/3)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção horária (m/h)</b>
2306653	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.600 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,31600
2306654	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.700 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,15000
2306655	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.800 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	3,98400
2306656	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.500 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,48200
2306657	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.600 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,31600
2306658	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.700 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,15000
2306659	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.800 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	3,98400
2306637	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 1.000 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,31200
2306732	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 400 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	6,30800
2306734	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 500 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	6,14200
2306633	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 600 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,97600
2306634	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 700 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,81000
2306635	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 800 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,64400
2306636	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 900 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,47800
2306641	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.000 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,31200
2306642	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.100 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,14600
2306643	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.200 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,98000
2306638	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 700 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,81000
2306639	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 800 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,64400
2306640	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 900 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,47800
2306645	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.000 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,31200
2306646	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.100 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,14600
2306647	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.200 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,98000
2306648	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.300 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,81400

**Tabela 6 - Produções horárias dos serviços de cravação de camisa metálica (3/3)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção horária (m/h)</b>
2306649	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.400 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,64800
2306650	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.500 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	4,48200
2306644	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 900 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	5,47800

É atribuída a utilização operativa integral para o guindaste móvel sobre esteiras.

Para martelo hidráulico vibratório é atribuída a utilização operativa de 0,80.

#### 2.1.7.4 Mão de obra

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

- 4 serventes para auxiliar no içamento e posicionamento das camisas metálicas nos gabaritos de cravação.

#### 2.1.7.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) confecção de camisa metálica em aço ASTM A36

Consiste na confecção de camisas metálicas para elementos de fundação.

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

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

Consiste na soldagem das camisas metálicas para atingir o comprimento de projeto.

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

$$Q = \frac{P_e \times T_a}{C}$$

onde:

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

P<sub>e</sub> representa o perímetro externo, em metros;

T<sub>a</sub> representa a taxa de aplicação de solda, em quilogramas por metro;

C representa o comprimento da camisa metálica, em metros.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.



Tabela 7 - Consumo de solda - cravação de camisa metálica

Código SICRO	Espessura (mm)	Diâmetro (m)	Perímetro externo (m)	Taxa de aplicação (kg/m)	Comprimento (m)	Consumo (kg/m)
2306732	6,3	0,40	1,30	0,260	12,00	0,02817
2306734	6,3	0,50	1,61	0,260	12,00	0,03488
2306633	6,3	0,60	1,92	0,260	12,00	0,04160
2306634	6,3	0,70	2,24	0,260	12,00	0,04853
2306635	6,3	0,80	2,55	0,260	12,00	0,05525
2306636	6,3	0,90	2,87	0,260	12,00	0,06218
2306637	6,3	1,00	3,18	0,260	12,00	0,06890
2306638	8,0	0,70	2,25	0,362	12,00	0,06788
2306639	8,0	0,80	2,56	0,362	12,00	0,07723
2306640	8,0	0,90	2,88	0,362	12,00	0,08688
2306641	8,0	1,00	3,19	0,362	12,00	0,09623
2306642	8,0	1,10	3,51	0,362	12,00	0,10589
2306643	8,0	1,20	3,82	0,362	12,00	0,11524
2306644	9,5	0,90	2,89	0,460	12,00	0,11078
2306645	9,5	1,00	3,20	0,460	12,00	0,12267
2306646	9,5	1,10	3,52	0,460	12,00	0,13493
2306647	9,5	1,20	3,83	0,460	12,00	0,14682
2306648	9,5	1,30	4,14	0,460	12,00	0,15870
2306649	9,5	1,40	4,46	0,460	12,00	0,17097
2306650	9,5	1,50	4,77	0,460	12,00	0,18285
2306651	12,5	1,40	4,48	0,681	12,00	0,25424
2306652	12,5	1,50	4,79	0,681	12,00	0,27183
2306653	12,5	1,60	5,11	0,681	12,00	0,28999
2306654	12,5	1,70	5,42	0,681	12,00	0,30759
2306655	12,5	1,80	5,73	0,681	12,00	0,32518
2306656	16,0	1,50	4,81	0,979	12,00	0,39242
2306657	16,0	1,60	5,13	0,979	12,00	0,41852
2306658	16,0	1,70	5,44	0,979	12,00	0,44381
2306659	16,0	1,80	5,76	0,979	12,00	0,46992

**2.1.7.6 Operações de transporte**

Não se aplica a este serviço.

**2.1.7.7 Critérios de medição**

A medição dos serviços de cravação de camisa metálica deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.



### 2.1.8 Passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica

O serviço consiste na passagem da camisa metálica em lâmina d'água, até atingir o leito do corpo hídrico.

#### 2.1.8.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.1.8.2 Metodologia executiva

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

- içamento e posicionamento da camisa metálica no gabarito de cravação por meio do guindaste;
- passagem da camisa metálica em lâmina d'água, até a cota de projeto, por meio do guindaste;
- soldagem para união de camisas metálicas até que se atinja comprimento de projeto.

#### 2.1.8.3 Produção horária e equipe mecânica

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

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 8.

**Tabela 8 - Produções horárias dos serviços de passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306678	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.400 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	23,24
2306679	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.500 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	22,41
2306680	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.600 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	21,58
2306681	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.700 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	20,75
2306682	Camisa metálica com espessura de 12,5 mm D = 1.800 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	19,92
2306683	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.500 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	22,41



**Tabela 8 - Produções horárias dos serviços de passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica (2/2)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção horária (m/h)</b>
2306684	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.600 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	21,58
2306685	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.700 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	20,75
2306686	Camisa metálica com espessura de 16 mm D = 1.800 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	19,92
2306664	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 1.000 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	26,56
2306733	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 400 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	31,54
2306735	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 500 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	30,71
2306660	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 600 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	29,88
2306661	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 700 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	29,05
2306662	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 800 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	28,22
2306663	Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 900 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	27,39
2306668	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.000 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	26,56
2306669	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.100 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	25,73
2306670	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 1.200 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	24,90
2306665	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 700 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	29,05
2306666	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 800 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	28,22
2306667	Camisa metálica com espessura de 8 mm D = 900 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	27,39
2306672	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.000 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	26,56
2306673	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.100 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	25,73
2306674	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.200 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	24,90
2306675	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.300 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	24,07
2306676	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.400 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	23,24
2306677	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 1.500 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	22,41
2306671	Camisa metálica com espessura de 9,5 mm D = 900 mm - para passagem de lâmina d'água - posicionamento	27,39



#### 2.1.8.4 Mão de obra

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

- 4 serventes para auxiliar no içamento e posicionamento das camisas metálicas.

#### 2.1.8.5 Materiais e atividades auxiliares

a) confecção de camisa metálica em aço ASTM A36

Consiste na confecção de camisas metálicas para elementos de fundação.

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

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

Consiste na soldagem das camisas metálicas para atingir o comprimento de projeto.

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

$$Q = \frac{P_e \times T_a}{C}$$

onde:

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

$P_e$  representa o perímetro externo, em metros;

$T_a$  representa a taxa de aplicação de solda, em quilogramas por metro;

C representa o comprimento da camisa metálica, em metros.

A tabela 9 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 9 - Consumo de solda - passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica**

Código SICRO	Espessura (mm)	Diâmetro (m)	Perímetro externo (m)	Taxa de aplicação (kg/m)	Comprimento (m)	Consumo (kg/m)
2306733	6,3	0,40	1,30	0,260	12,00	0,02817
2306735	6,3	0,50	1,61	0,260	12,00	0,03488
2306660	6,3	0,60	1,92	0,260	12,00	0,04160
2306661	6,3	0,70	2,24	0,260	12,00	0,04853
2306662	6,3	0,80	2,55	0,260	12,00	0,05525
2306663	6,3	0,90	2,87	0,260	12,00	0,06218
2306664	6,3	1,00	3,18	0,260	12,00	0,06890
2306665	8,0	0,70	2,25	0,362	12,00	0,06788





**Tabela 9 - Consumo de solda - passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica (2/2)**

Código SICRO	Espessura (mm)	Diâmetro (m)	Perímetro externo (m)	Taxa de aplicação (kg/m)	Comprimento (m)	Consumo (kg/m)
2306666	8,0	0,80	2,56	0,362	12,00	0,07723
2306667	8,0	0,90	2,88	0,362	12,00	0,08688
2306668	8,0	1,00	3,19	0,362	12,00	0,09623
2306669	8,0	1,10	3,51	0,362	12,00	0,10589
2306670	8,0	1,20	3,82	0,362	12,00	0,11524
2306671	9,5	0,90	2,89	0,460	12,00	0,11078
2306672	9,5	1,00	3,20	0,460	12,00	0,12267
2306673	9,5	1,10	3,52	0,460	12,00	0,13493
2306674	9,5	1,20	3,83	0,460	12,00	0,14682
2306675	9,5	1,30	4,14	0,460	12,00	0,15870
2306676	9,5	1,40	4,46	0,460	12,00	0,17097
2306677	9,5	1,50	4,77	0,460	12,00	0,18285
2306678	12,5	1,40	4,48	0,681	12,00	0,25424
2306679	12,5	1,50	4,79	0,681	12,00	0,27183
2306680	12,5	1,60	5,11	0,681	12,00	0,28999
2306681	12,5	1,70	5,42	0,681	12,00	0,30759
2306682	12,5	1,80	5,73	0,681	12,00	0,32518
2306683	16,0	1,50	4,81	0,979	12,00	0,39242
2306684	16,0	1,60	5,13	0,979	12,00	0,41852
2306685	16,0	1,70	5,44	0,979	12,00	0,44381
2306686	16,0	1,80	5,76	0,979	12,00	0,46992

#### 2.1.8.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.1.8.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente transposto.

#### 2.1.9 Muro guia para estaca barrete com duas cortinas de 10 x 110 cm

O serviço consiste na construção de muro guia para execução de estaca barrete.

##### 2.1.9.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações.*



### 2.1.9.2 Metodologia executiva

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

- confecção e instalação das fôrmas de tábuas de pinho;
- preparo e colocação manual da armação em aço CA-50;
- lançamento do concreto nas fôrmas;
- retirada das fôrmas.

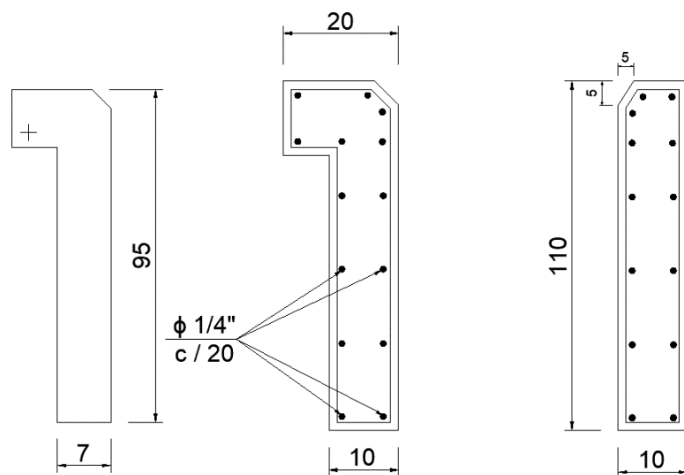
### 2.1.9.3 Produção horária e equipe mecânica

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

### 2.1.9.4 Materiais e atividades auxiliares

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

**Figura 3 - Detalhe esquemático do muro guia**



Lado A

Lado B

Fonte: Adaptado de SOUZA, F. H. B. de. NARESI JR., L. A. 20) **Parede Diafragma Moldada "In Loco" com auxílio de Lama bentonítica. LAN - Especialista em fundações pesadas e geotecnia.** 1997. Disponível em: <https://sites.google.com/site/naresi1968/20-execucao-de-parede-diafragma-com-auxilio-de-lama-bentonitica>.

#### a) armação em aço CA-50

Consiste no fornecimento, preparo e colocação de aço para confecção da armadura para o muro guia.

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

$$Q = \rho \times (C_i + C_e)$$



onde:

Q representa o consumo de aço CA-50, em quilogramas por metro;  
 ρ representa a massa linear da barra de aço, em quilogramas por metro;  
 C<sub>i</sub> representa o comprimento total das barras de aço longitudinais, em metros por metro;  
 C<sub>e</sub> representa o comprimento total das barras do estribo, em metros por metro.

A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 10 - Consumo de aço - muro guia para estaca barrete**

Barras longitudinais (m/m)	Estribos (m/m)	Massa linear (kg/m)	Consumo (kg/m)
27,00	22,05	0,245	12,01725

b) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto utilizado na execução do muro guia.

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

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

$$Q = V \times (1 + k) = [(A_1 + A_2) \times C] \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de concreto, em metros cúbicos por metro;  
 V representa o volume do muro guia, em metros cúbicos por metro;  
 k representa a perda;  
 A<sub>1</sub> representa a área do lado A do muro guia, em metros quadrados;  
 A<sub>2</sub> representa a área do lado B do muro guia, em metros quadrados;  
 C representa o comprimento de muro guia executado, em metros por metro.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 11 - Consumo de concreto - muro guia para estaca barrete**

Área do lado A (m²)	Área do lado B (m²)	Comprimento (m/m)	Perda (%)	Consumo (m³/m)
0,1188	0,1088	1,00	10,00	0,25036



c) fôrmas de tábuas de pinho - utilização de 3 vezes

Consiste na confecção e instalação das fôrmas de tábuas de pinho para a execução do muro guia, bem como a posterior retirada após a conclusão da atividade.

O consumo foi definido com base no croqui apresentado na figura 3, cujo valor corresponde a 4,5400 m<sup>2</sup> por unidade de serviço executado.

*2.1.9.5 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

*2.1.9.6 Critérios de medição*

A medição dos serviços de muro guia para estaca barrete com duas cortinas deve ser realizada em metros, em função do comprimento do muro efetivamente executado.

## **2.2 Estacas moldadas *in loco***

### **2.2.1 Estaca broca manual**

O serviço consiste na execução de estaca broca moldada *in loco*, perfurada com uso de trado manual.

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

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### *2.2.1.2 Metodologia executiva*

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

- escavação manual da estaca por meio do trado;
- retirada do solo armazenado no trado;
- concretagem da estaca.

#### *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 é empregado o seguinte equipamento:

- trado cavadeira de 12".



As produções horárias do serviço foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 12.

**Tabela 12 - Produções horárias do serviço de estaca broca manual**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2306090	Estaca broca manual D = 25 cm - confecção	1,66000
2306091	Estaca broca manual D = 30 cm - confecção	1,24500

#### 2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 pedreiro para auxiliar na operação do trado e concretagem;
- 2 serventes para operar o trado.

#### 2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

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

$$Q = V \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de concreto, em metros cúbicos por metro;  
V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;  
k representa a perda.

O volume linear da estaca é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times C}{4 \times 10.000 \times C}$$

onde:

V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;  
D representa o diâmetro da estaca, em centímetros;  
C representa o comprimento referencial, em metros.



A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 13 - Consumo de concreto - estaca broca manual**

<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Comprimento referencial (m)</b>	<b>Perda (%)</b>	<b>Consumo (m³/m)</b>
25	1,00	10,00	0,05400
30	1,00	10,00	0,07775

#### *2.2.1.6 Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

#### *2.2.1.7 Critérios de medição*

A medição dos serviços de estaca broca manual deve ser realizada em metros, em função do comprimento total efetivamente executado.

#### *2.2.2 Estaca circular tipo estação escavada com uso de fluido estabilizante*

O serviço consiste na execução de estaca circular, moldada *in loco* por meio de perfuratriz hidráulica, com utilização de fluido estabilizante no processo de escavação.

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

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

##### *2.2.2.2 Metodologia executiva*

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

- escavação por meio da perfuratriz hidráulica, e lançamento simultâneo do fluido estabilizante com uso da bomba submersível e do misturador de lama bentonítica;
- desarenação do fluido estabilizante por meio do desarenador;
- colocação do tubo tremonha e concretagem submersa com expulsão gradual do fluido estabilizante.

##### *2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz hidráulica sobre esteiras: líder de equipe;



- bomba submersível;
- desarenador;
- grupo gerador;
- misturador de lama bentonítica.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1,59711 m<sup>3</sup>/h.

#### 2.2.2.4 Mão de obra

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

- 1 servente para operar a bomba submersível;
- 1 servente para auxiliar na escavação e concretagem.

#### 2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) bentonita

Consiste em insumo que misturado a água promove estabilização das paredes da escavação até o preenchimento com concreto.

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

$$Q = \frac{Q_b}{N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de bentonita, em quilogramas por metro cúbico;  
 Q<sub>b</sub> representa o consumo específico de bentonita, em quilogramas por metro cúbico;  
 N<sub>u</sub> representa o número de utilizações.

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

**Tabela 14 - Consumo de bentonita - estaca circular tipo estação**

Consumo específico de bentonita (kg/m³)	Número de utilizações	Consumo (kg/m³)
65,00	5	13,00000

##### b) tubo em aço-carbono com funil cônico tremonha para lançamento de concreto

Consiste em insumo utilizado para injetar concreto no elemento de fundação, procedendo do fundo ao topo de modo a expulsar gradualmente a lama bentonítica.



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

$$Q = \frac{\rho}{A \times N_u}$$

onde:

Q representa o quantitativo de tubo tremonha, em quilogramas por metro cúbico;

$\rho$  representa a massa linear do tubo, em quilogramas por metro;

A representa a área da estaca, em metros quadrados;

$N_u$  representa o número de utilizações.

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

**Tabela 15 - Consumo de tubo tremonha - estaca circular tipo estação**

Diâmetro referencial da estaca (m)	Massa linear (kg/m)	Área da estaca (m²)	Número de Utilizações	Consumo (kg/m³)
0,70	23,250	0,3848	100	0,60421

c) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

O consumo referencial adotado é de 1,10000 m³ por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10%.

#### 2.2.2.6 Operações de transporte

A tabela 16 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 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca circular tipo estação**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0140	Bentonita	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





**Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca circular tipo estação (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0140	Bentonita	0,00100 t/kg	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
M1384	Tubo em aço-carbono com funil cônico tremonha para lançamento de concreto	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

#### 2.2.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estaca circular tipo estação escavada com uso de fluido estabilizante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de estaca efetivamente executado.

#### 2.2.3 Estaca barrete escavada com uso de fluido estabilizante

O serviço consiste na execução de estacas barrete (parede diafragma), moldada *in loco* por meio de *clamshell*, com utilização de fluido estabilizante no processo de escavação.

##### 2.2.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

##### 2.2.3.2 Metodologia executiva

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

- escavação por meio de perfuratriz com *clamshell*, e lançamento simultâneo do fluido estabilizante com uso da bomba submersível e do misturador de lama bentonítica;
- desarenação do fluido estabilizante por meio do desarenador;
- colocação do tubo tremonha e concretagem submersa com expulsão gradual do fluido estabilizante.

##### 2.2.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:



- perfuratriz hidráulica sobre esteiras com *clamshell*: líder de equipe;
- bomba submersível;
- desarenador;
- grupo gerador;
- misturador de lama bentonítica;
- guindaste móvel sobre esteiras.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 4,98000 m<sup>3</sup>/h.

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

#### 2.2.3.4 Mão de obra

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

- 1 servente para operar a bomba submersível;
- 3 serventes para auxiliar no posicionamento do *clamshell*, na escavação e na concretagem.

#### 2.2.3.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) bentonita

Consiste em insumo que misturado a água promove estabilização das paredes da escavação até o preenchimento com concreto.

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

$$Q = \frac{Q_b}{N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de bentonita, em quilogramas por metro cúbico;  
Q<sub>b</sub> representa o consumo específico de bentonita, em quilogramas por metro cúbico;  
N<sub>u</sub> representa o número de utilizações.

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



Tabela 17 - Consumo de tubo bentonita - estaca barrete

Consumo específico de bentonita (kg/m³)	Utilizações	Consumo (kg/m³)
65,00	5	13,00000

b) tubo em aço-carbono com funil cônico tremonha para lançamento de concreto

Consiste em insumo utilizado para injetar concreto no elemento de fundação, procedendo do fundo ao topo de modo a expulsar gradualmente a lama bentonítica.

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

$$Q = \frac{\rho}{A \times N_u}$$

onde:

Q representa o quantitativo de tubo tremonha, em quilogramas por metro cúbico;

$\rho$  representa a massa linear do tubo, em quilogramas por metro;

A representa a área da estaca/painel, em metros quadrados;

$N_u$  representa o número de utilizações.

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

Tabela 18 - Consumo de tubo tremonha - estaca barrete

Dimensões da estaca (m)	Massa linear (kg/m)	Área da estaca (m²)	Número de Utilizações	Consumo (kg/m³)
0,60 x 2,50	23,250	1,5000	100	0,15500

c) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

O consumo referencial adotado é de 1,10000 m³ por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10%.

#### 2.2.3.6 Operações de transporte

A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca barrete

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0140	Bentonita	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
M1384	Tubo em aço-carbono com funil cônico tremonha para lançamento de concreto	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

### 2.2.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estaca barrete escavada com uso de fluido estabilizante deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de estaca efetivamente executado.

### 2.2.4 Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50

O serviço consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação para estaca escavada circular ou barrete.

#### 2.2.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.4.2 Metodologia executiva

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

- preparação manual do aço;
- amarração das barras com arame recozido pela mão de obra;
- içamento e posicionamento da armação por meio do guindaste.



#### 2.2.4.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- guindaste móvel sobre esteiras.

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

##### a) guindaste sobre esteiras

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

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

onde:

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

Q representa o quantitativo de concreto, em metros cúbicos;

$\mu$  representa a taxa de armação, em quilogramas por metro cúbico;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

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

#### 2.2.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 armador para realizar o preparo e amarrações do aço;
- 1 ajudante para auxiliar o armador;
- 0,01467 horas de servente para auxiliar o guindaste no posicionamento da armação.

#### 2.2.4.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) aço CA 50

Consiste no fornecimento, preparo e colocação de aço para confecção da armadura para estaca escavada ou barrete.

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



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

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

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

#### 2.2.4.6 Operações de transporte

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

**Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - armação de estaca escavada ou estaca barrete**

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

#### 2.2.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de armação de estaca escavada ou estaca barrete deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de aço efetivamente utilizada.

#### 2.2.5 Estaca tipo *Strauss*

O serviço consiste na execução de estaca do tipo *Strauss*, moldada *in loco* por meio do emprego de uma sonda, cuja massa é projetada ao solo sob ação da gravidade. Simultaneamente ao processo de escavação, é introduzido no terreno um revestimento metálico, possuindo por função guiar o bate-estaca, bem como auxiliar na concretagem do elemento estrutural.



#### 2.2.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.5.2 Metodologia executiva

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

- escavação por meio do bate-estaca *Strauss*;
- concretagem da estaca.

#### 2.2.5.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca *Strauss*, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

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

**Tabela 21 - Produções horárias dos serviços de estaca tipo *Strauss***

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2306009	Estaca <i>Strauss</i> D = 25 cm - confecção	6,23019
2306010	Estaca <i>Strauss</i> D = 32 cm - confecção	4,99971
2306011	Estaca <i>Strauss</i> D = 38 cm - confecção	4,38966
2306012	Estaca <i>Strauss</i> D = 45 cm - confecção	3,74953

#### 2.2.5.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar na escavação com o bate-estaca *Strauss* e no serviço de concretagem.

#### 2.2.5.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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



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

$$Q = V \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de concreto, em metros cúbicos por metro;  
V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;  
k representa a perda.

O volume linear da estaca é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

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

onde:

V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;  
D representa o diâmetro da estaca, em metros;  
C representa o comprimento referencial, em metros.

A tabela 22 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 22 - Consumo de concreto - estaca tipo *Strauss***

Diâmetro (m)	Comprimento referencial (m)	Perda (%)	Consumo (m³/m)
0,25	1,00	10,00	0,05400
0,32	1,00	10,00	0,08847
0,38	1,00	10,00	0,12475
0,45	1,00	10,00	0,17495

#### 2.2.5.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de estaca tipo *Strauss* deve ser realizada em metros, em função do comprimento total efetivamente executado.

#### 2.2.6 Estaca *Franki* com fuste apiloado

O serviço consiste na execução de estaca *Franki*, moldada *in loco* com base alargada, cravada por meio de um tubo metálico cuja ponta possui bucha estanque formada por areia e pedra. O revestimento é cravado dinamicamente por um pilão posicionado no interior do tubo, cuja massa é projetada sob ação da gravidade.





#### 2.2.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.6.2 Metodologia executiva

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

- cravação do tubo metálico com golpes de pilão por meio do bate-estaca;
- expulsão da bucha com auxílio do pilão formando o alargamento da base;
- concretagem em camadas, com apiloamento e retirada simultânea do tubo metálico.

#### 2.2.6.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca com martelo hidráulico, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

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

**Tabela 23 - Produção horária dos serviços de estaca tipo *Franki***

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2306078	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 35 cm - confecção	6,22500
2306080	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 40 cm - confecção	5,70625
2306082	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 45 cm - confecção	5,18750
2306084	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 52 cm - confecção	4,46125
2306086	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 60 cm - confecção	3,63125
2309088	Estaca <i>Franki</i> com fuste apilado D = 70 cm - confecção	2,59375

#### 2.2.6.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar no posicionamento do tubo metálico e na cravação.



#### 2.2.6.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

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

$$Q = V \times (1 + k)$$

onde:

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

V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;

k representa a perda.

O volume linear da estaca é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times C}{4 \times 10.000 \times C}$$

onde:

V representa o volume linear da estaca, em metros cúbicos por metro;

D representa o diâmetro da estaca, em centímetros;

C representa o comprimento referencial, em metros.

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

**Tabela 24 - Consumo de concreto - estaca *Franki***

Diâmetro (cm)	Comprimento referencial (m)	Perda (%)	Consumo (m³/m)
35	1,00	10,00	0,10583
40	1,00	10,00	0,13823
45	1,00	10,00	0,17495
52	1,00	10,00	0,23361
60	1,00	10,00	0,31102
70	1,00	10,00	0,42333



#### 2.2.6.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.6.7 Critérios de medição

A medição do serviço de estaca tipo *Franki* deve ser realizada em metros, em função do comprimento total de estaca efetivamente executado.

#### 2.2.7 Estaca hélice contínua

O serviço consiste na execução de estaca hélice contínua monitorada, moldada *in loco* por meio de trado helicoidal, dotado de haste central para injeção de concreto.

##### 2.2.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

##### 2.2.7.2 Metodologia executiva

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

- escavação por meio de trado helicoidal acoplado em perfuratriz hidráulica sobre esteiras;
- injeção do concreto através da haste central do trado, com a simultânea retirada por meio de rotação.

##### 2.2.7.3 Produção horária e equipa mecânica

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

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 5,09281 m<sup>3</sup>/h.

##### 2.2.7.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar no posicionamento da perfuratriz hidráulica sobre esteiras e na escavação.



#### 2.2.7.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

O consumo referencial adotado é de 1,10000 m<sup>3</sup> por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10,00 %.

#### 2.2.7.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.7.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estaca hélice contínua deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume total de estaca efetivamente executado.

### 2.2.8 Estaca hélice de deslocamento

O serviço consiste na execução de estaca hélice contínua de deslocamento (ômega), moldada *in loco* por meio de haste tubular rotativa, dotada de hélice cônica na extremidade. Ao passo que ocorre penetração no terreno, ocorre o deslocamento lateral do solo sem transporte de material até a superfície.

#### 2.2.8.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.8.2 Metodologia executiva

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

- escavação por meio do trado da perfuratriz hidráulica sobre esteiras;
- injeção do concreto através da haste central do trado, com simultânea retirada por meio de rotação do trado.

#### 2.2.8.3 Produção horária e equipe mecânica

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



A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 4,24743 m<sup>3</sup>/h.

#### 2.2.8.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar no posicionamento da perfuratriz hidráulica sobre esteiras e na escavação.

#### 2.2.8.5 Materiais e atividades auxiliares

Consiste no serviço de concretagem das estacas.

##### a) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para a execução da estaca.

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

O consumo referencial adotado é de 1,10000 m<sup>3</sup> por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10,00%.

#### 2.2.8.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.8.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estaca hélice de deslocamento deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume total efetivamente executado.

#### 2.2.9 Estaca raiz

O serviço consiste na execução de estaca raiz, moldada *in loco* por meio de perfuratriz rotativa (em solos) ou rotopercussiva (em rocha).

No processo de perfuração em solo, é utilizado revestimento metálico com injeção de água em seu interior, visando garantir a estabilidade das paredes. Os revestimentos são rosqueados à medida que a escavação avança, sendo recuperados ao final da atividade.

##### 2.2.9.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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



- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.9.2 Metodologia executiva

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

- escavação por meio da perfuratriz hidráulica sobre esteiras para estaca raiz, com uso de circulação de água fornecida por meio do caminhão tanque;
- introdução e rosqueamento dos tubos metálicos de revestimento à medida que a perfuração avança;
- transporte manual do cimento e areia, até o misturador de argamassa, por meio de carrinho de mão;
- confecção da argamassa por meio do misturador;
- injeção de argamassa no interior do fuste por meio da bomba de injeção de argamassa;
- remoção dos tubos de revestimento.

#### 2.2.9.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz hidráulica sobre esteiras para estaca raiz: líder de equipe;
- bomba de injeção de argamassa;
- misturador de argamassa de alta turbulência;
- compressor de ar portátil;
- caminhão tanque;
- grupo gerador;
- transportador manual carrinho de mão.

As produções horárias dos serviços 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 estaca raiz**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2306067	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 16 cm - confecção	1,66000
2306068	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 20 cm - confecção	1,32800
2306069	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 25 cm - confecção	0,99600
2306070	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 31 cm - confecção	0,74700
2306071	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção	0,49800
2306181	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 45 cm - confecção	0,49800



Tabela 25 - Produções horárias dos serviços de estaca raiz (2/2)

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m/h)
2306062	Estaca raiz perfurada no solo com D = 16 cm - confecção	6,39100
2306063	Estaca raiz perfurada no solo com D = 20 cm - confecção	5,64400
2306064	Estaca raiz perfurada no solo com D = 25 cm - confecção	4,89700
2306065	Estaca raiz perfurada no solo com D = 31 cm - confecção	4,06700
2306066	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção	3,15400
2306180	Estaca raiz perfurada no solo com D = 45 cm - confecção	3,05440

O compressor de ar e a perfuratriz hidráulica operam em conjunto apenas em serviços de escavação em rocha, considerando a alimentação pneumática do martelo de fundo DTH, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

a) caminhão tanque

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

$C_{ap}$  representa a capacidade, em litros;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

Q representa o consumo, em litros por metro;

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

b) misturador de argamassa de alta turbulência

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

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

$F_e$  representa o fator de eficiência;

Q representa o consumo, em metros cúbicos por metro;

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



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

c) transportador manual carrinho de mão

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade, em metros cúbicos;

F<sub>ca</sub> representa o fator de carga;

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

Q representa o consumo, em metros cúbicos por metro;

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

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

d) bomba de injeção de argamassa

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade, em litros por minuto;

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

Q representa o consumo de argamassa, em litros por metro.

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

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

#### 2.2.9.4 Mão de obra

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





- 4 serventes para auxiliar na fabricação da argamassa, na injeção e execução da perfuração;
- 1 servente para operar o transportador manual carrinho de mão.

A tabela 26 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 26 - Quantidades adotadas na determinação do consumo da mão de obra na execução de estaca raiz**

Código SICRO	Descrição	Servente (h/h)
2306067	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 16 cm - confecção	4,04949
2306068	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 20 cm - confecção	4,06188
2306069	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 25 cm - confecção	4,07249
2306070	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 31 cm - confecção	4,08362
2306071	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção	4,09281
2306181	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 45 cm - confecção	4,11747
2306062	Estaca raiz perfurada no solo com D = 16 cm - confecção	4,19055
2306063	Estaca raiz perfurada no solo com D = 20 cm - confecção	4,26300
2306064	Estaca raiz perfurada no solo com D = 25 cm - confecção	4,35640
2306065	Estaca raiz perfurada no solo com D = 31 cm - confecção	4,45525
2306066	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção	4,58780
2306180	Estaca raiz perfurada no solo com D = 45 cm - confecção	4,72046

#### 2.2.9.5 Materiais e atividades auxiliares

Consoante às diretrizes estabelecidas pelo normativo ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*, para a determinação do traço da argamassa, é considerado um consumo mínimo de cimento igual a 600,00 kg/m<sup>3</sup> e o fator água/cimento médio, igual a 0,55.

##### a) cimento Portland CP II - 32 - saco

Consiste em insumo utilizado na confecção da argamassa para execução da estaca.

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

$$Q = Q_m \times V \times (1 + k)$$

onde:

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

Q<sub>m</sub> representa o consumo de cimento normatizado, em quilogramas por metro cúbico;

V representa volume linear, em metros cúbicos por metro;

k representa a perda.



A tabela 27 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

**Tabela 27 - Consumo de cimento - estaca raiz**

<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Consumo normalizado (kg/m³)</b>	<b>Volume (m³/m)</b>	<b>Perda (%)</b>	<b>Consumo (kg/m)</b>
16	600,00	0,02011	10,0	13,27260
20	600,00	0,03142	10,0	20,73720
25	600,00	0,04909	10,0	32,39940
31	600,00	0,07548	10,0	49,81680
40	600,00	0,12566	10,0	82,93560
45	600,00	0,15904	10,0	104,96640

**b) areia média lavada**

Consiste em insumo utilizado na confecção da argamassa para execução da estaca.

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

$$Q = \frac{(\rho_a \times V \times 1,10) - Q_c - Q_a}{\rho_{ar}}$$

onde:

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

$\rho_a$  representa a massa específica da argamassa, em quilogramas por metro cúbico;

V representa o volume linear, em metros cúbicos por metro;

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

$Q_a$  representa o consumo de água, em quilogramas por metro;

$\rho_{ar}$  representa a massa específica da areia, em quilogramas por metro cúbico.

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

$$Q_a = Q_c \times \rho_{ag} \times a/c = Q_c \times 1,00 \times 0,55$$

onde:

$Q_a$  representa o consumo de água, em quilogramas por metro;

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

$\rho_{ag}$  representa a massa específica da água, em quilogramas por litro;

a/c representa o fator água cimento, em litros por quilograma.

Os parâmetros referenciais adotados correspondem a 2.100,00 kg/m³ para a massa específica da argamassa, 1.500,00 kg/m³ para a massa específica da areia, bem como os elementos apresentados na tabela 28 e os respectivos consumos do material.



Tabela 28 - Consumo de areia - estaca raiz

Diâmetro (cm)	Volume (m³/m)	Consumo de cimento (kg/m)	Consumo de água (kg/m)	Consumo de areia (m³/m)
16	0,02011	13,27200	7,29960	0,01725
20	0,03142	20,73600	11,40480	0,02695
25	0,04909	32,40000	17,82000	0,04212
31	0,07548	49,81200	27,39660	0,06476
40	0,12566	82,93800	45,61590	0,10782
45	0,15904	104,97000	57,73350	0,13646

## c) coroa de botões esféricos e martelo de fundo DTH

Consiste em insumo acoplado à perfuratriz para a execução de estaca raiz em rochas.

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

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

onde:

Q representa o consumo do consumível, em unidades por metro;

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

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

Tabela 29 - Consumo de coroa de botões - estaca raiz perfurada em rocha

Descrição	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m)
Coroa de botões esféricos	400,00	0,00250
Martelo de fundo DTH	5.000,00	0,00020

d) tubo de revestimento em aço-carbono *schedule* 40 para estaca raiz - ponteira

Consiste em insumo acoplado à perfuratriz para a execução de estacas raiz em solo.

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

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

onde:

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

$V_u$  representa a vida útil, em metros por metro.



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

**Tabela 30 - Consumo de tubo de revestimento - estaca raiz perfuradas em solo**

Descrição	Vida útil (m/m)	Consumo (m/m)
Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80	1.000,00	0,00100

#### 2.2.9.6 Operações de transporte

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

**Tabela 31 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca raiz**

Descrição	Código SICRO	Descrição
Cimento Portland CP II - 32 - saco e tubo de revestimento	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
Areia média lavada	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
	5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia com revestimento primário
	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada

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

**Tabela 32 - Fator de conversão de transporte - estaca raiz**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M0424	Cimento Portland CP II - 32 - saco	0,00100 t/kg
M0082	Areia média lavada	1,50000 t/m³
M2317	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 141,3 mm, peso 24 kg/m	0,02400 t/m
M2318	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 168,3 mm, peso 31 kg/m	0,03100 t/m
M2319	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 219,1 mm, peso 47 kg/m	0,04700 t/m



Tabela 32 - Fator de conversão de transporte - estaca raiz (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte
M2320	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 273,0 mm, peso 67 kg/m	0,06700 t/m
M2321	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 323,8 mm, peso 90 kg/m	0,09000 t/m
M2322	Tubo de revestimento em aço-carbono schedule 40 para estaca raiz - ponteira schedule 80, D = 406,0 mm, peso 143 kg/m	0,14300 t/m

### 2.2.9.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estaca raiz deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente executado.

### 2.2.10 Estaca escavada com perfuratriz tipo *Wirth*

O serviço consiste na execução da escavação de estaca com perfuratriz do tipo *Wirth*, por meio do sistema *Reverse Circulation Drilling* – RCD, conhecido como *air-lift*, onde o ar comprimido é injetado dentro do tubo de perfuração em um ponto acima da ferramenta de corte, de modo a permitir que o material resultante seja conduzido para a superfície.

#### 2.2.10.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.2.10.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento da perfuratriz *Wirth* por meio do guindaste;
- escavação em rocha ou solo por circulação reversa com auxílio do compressor de ar.

#### 2.2.10.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz de circulação reversa tipo *Wirth* com unidade hidráulica;
- compressor de ar portátil;
- bomba submersível;
- grupo gerador;
- guindaste móvel sobre esteiras.



As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 33.

**Tabela 33 - Produções horárias dos serviços de estaca escavada com perfuratriz tipo Wirth**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306700	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.000 mm	0,74700
2306703	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.100 mm	0,73040
2306706	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.200 mm	0,68890
2306709	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.300 mm	0,66400
2306712	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.400 mm	0,63910
2306715	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.500 mm	0,62250
2306718	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.600 mm	0,58930
2306721	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.700 mm	0,57270
2306724	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 1.800 mm	0,54780
2306688	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 600 mm	0,91300
2306691	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 700 mm	0,87980
2306694	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 800 mm	0,82170
2306697	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha com média dureza e média abrasão - resistência à compressão menor que 80 MPa - D = 900 mm	0,78850
2306701	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.000 mm	0,60590
2306704	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.100 mm	0,58930
2306707	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.200 mm	0,55610
2306710	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.300 mm	0,53950
2306713	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.400 mm	0,52290
2306716	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.500 mm	0,49800
2306719	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.600 mm	0,48140
2306722	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.700 mm	0,45650



**Tabela 33 - Produções horárias dos serviços de estaca escavada com perfuratriz tipo Wirth (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306725	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 1.800 mm	0,44820
2306689	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 600 mm	0,72210
2306692	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 700 mm	0,69720
2306695	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 800 mm	0,67230
2306698	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência à compressão acima de 80 MPa - D = 900 mm	0,63910
2306699	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.000 mm	4,08360
2306702	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.100 mm	3,95080
2306705	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.200 mm	3,75160
2306708	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.300 mm	3,61880
2306711	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.400 mm	3,48600
2306714	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.500 mm	3,35320
2306717	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.600 mm	3,21210
2306720	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.700 mm	3,07930
2306723	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 1.800 mm	3,01290
2306687	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 600 mm	4,90530
2306690	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 700 mm	4,68950
2306693	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 800 mm	4,49030
2306696	Escavação com perfuratriz tipo Wirth em solo - D = 900 mm	4,29110

A bomba submersível e o compressor de ar operam em conjunto com a perfuratriz hidráulica, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

O guindaste móvel opera em conjunto com a perfuratriz, alternando entre suas utilizações operativas na atividade, cujos valores atribuídos correspondem a 0,40 e 0,60, respectivamente.

#### 2.2.10.4 Mão de obra

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

- 4 serventes para auxiliar no posicionamento da perfuratriz e escavação.

#### 2.2.10.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) roller bit

Consiste em insumo acoplado à perfuratriz tipo *Wirth* para execução da escavação em rochas.



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

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

onde:

Q representa o consumo de *roller bit*, em unidades por metro;

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

A tabela 34 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 34 - Consumo de *roller bit* - escavação com perfuratriz tipo *Wirth***

Serviço	Vida útil (m/un)	Consumo (un/m)
Escavação com perfuratriz tipo <i>Wirth</i> em rocha com média dureza e média abrasão - resistência a compressão menor que 80 Mpa	900,00	0,00111
Escavação com perfuratriz tipo <i>Wirth</i> em rocha de alta dureza e alta abrasão - resistência a compressão acima de 80 Mpa	150,00	0,00667

#### 2.2.10.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.2.10.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de escavação com perfuratriz tipo *Wirth* deve ser realizada em metros, em função da profundidade efetivamente escavada.

#### 2.2.11 Coluna de brita

O serviço consiste no reforço ou adensamento de solos com a utilização de brita por meio do processo de perfuração com haste, sendo auxiliado com injeção de ar comprimido e vibração.

##### 2.2.11.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- BS EN 14731/2005: *Execution of special geotechnical works. Ground treatment by deep vibration.*

##### 2.2.11.2 Metodologia executiva

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





- posicionamento da perfuratriz tipo *bottom feed*;
- abastecimento da caçamba elevatória da perfuratriz com brita por meio da minicarregadeira de pneus;
- escavação por meio da haste vibratória da perfuratriz, que comprime o solo lateralmente;
- injeção de brita por meio da haste da perfuratriz;
- remoção parcial da haste de forma a permitir que a brita ocupe o espaço escavado;
- reinserção da haste de forma a promover o adensamento e o confinamento lateral da brita;
- repetição sucessiva do processo até que a coluna de brita alcance a superfície.

### 2.2.11.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- perfuratriz tipo *bottom feed* para coluna de brita: líder de equipe;
- minicarregadeira de pneus.

a) perfuratriz tipo *bottom feed* para coluna de brita

As produções horárias dos serviços foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 35.

**Tabela 35 - Produção horária dos serviços de coluna de brita**

Descrição	Produção de equipe (m/h)
Coluna de brita D = 50 cm executada com perfuratriz tipo <i>bottom feed</i> - brita comercial - confecção e cravação	24,26000
Coluna de brita D = 60 cm executada com perfuratriz tipo <i>bottom feed</i> - brita comercial - confecção e cravação	22,39000
Coluna de brita D = 70 cm executada com perfuratriz tipo <i>bottom feed</i> - brita comercial - confecção e cravação	20,67000
Coluna de brita D = 80 cm executada com perfuratriz tipo <i>bottom feed</i> - brita comercial - confecção e cravação	18,75000

b) minicarregadeira de pneus

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

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



onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade, em metros cúbicos;

F<sub>ca</sub> representa o fator de carga;

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

Q<sub>b</sub> representa o consumo de brita, em metros cúbicos por metro;

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

#### 2.2.11.4 Mão de obra

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

- 1 servente para auxiliar no posicionamento da perfuratriz e no abastecimento com brita da caçamba elevatória.

#### 2.2.11.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) brita 2

Consiste em agregado graúdo de preenchimento para formação da coluna.

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

$$Q = V \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de brita 2, em metros cúbicos por metro;

V representa o volume, em metros cúbicos por metro;

k representa a perda.

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

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times C}{4 \times 10.000 \times C}$$

onde:

V representa o volume, em metros cúbicos por metro;

D representa o diâmetro, em centímetros;

C representa o comprimento referencial, em metros.

A tabela 36 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.



Tabela 36 - Consumo de Brita 2 - coluna de brita

Diâmetro da coluna de brita (cm)	Comprimento referencial (m)	Perda (%)	Consumo (m³/m)
50	1,00	10,00	0,21598
60	1,00	10,00	0,31102
70	1,00	10,00	0,42333
80	1,00	10,00	0,55292

### 2.2.11.6 Operações de transporte

A tabela 37 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 37 - Serviços empregados nas operações de transporte - coluna de brita

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
4816012	Brita produzida em central de britagem de 80 m³/h	1,50000 t/m³	5915407	Carga, manobra e descarga de areia, brita, pedra de mão ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia com revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada
M0192	Brita 2	1,50000 t/m³	5914647	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m³ - carga com carregadeira de 3,40 m³ (exclusa) e descarga livre
			5914359	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em leito natural
			5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia com revestimento primário
			5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada

### 2.2.11.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de coluna de brita deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente executado.

## 2.3 Estacas pré-moldadas

### 2.3.1 Berço para pré-moldagem de estacas protendidas

O serviço consiste na fabricação de berço para produção de estacas pré-moldadas de concreto protendido.



#### *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:

- limpeza mecanizada da camada vegetal;
- execução de estacas escavadas circulares para fundação do berço;
- escavação manual em material de 1ª categoria para a execução do berço abaixo do nível do terreno;
- escavação e carga de material de jazida por meio de escavadeira hidráulica para aterramento e regularização da área onde será implantado o berço e estocadas as estacas produzidas;
- compactação de aterros a 100% do Proctor normal para regularização e compactação do talude com material escavado em jazida;
- confecção e instalação das fôrmas de madeira;
- preparo e colocação de armação em aço CA-50;
- concretagem do berço;
- retirada das fôrmas de madeira após a cura do concreto;
- disposição manual das chapas de aço que compõem as divisórias das estacas.

#### *2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica*

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 10,81 m³/h.

#### *2.3.1.4 Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para posicionar as chapas de aço longitudinais e transversais que servem de fôrmas das estacas;
- 2 ajudantes para auxiliar o montador na colocação das chapas de aço e para realizar o acabamento do berço.

#### *2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares*

A tabela 38 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 38 - Berço de referência para pré-moldagem de estacas protendidas**

Parâmetro	Dimensões
Berço de referência	1,20 x 80,00 x 0,20 m
2 blocos de ancoragem	5,90 x 3,00 x 2,00 m
Estaca de referência	D = 0,80 m e L = 8,00 m
Capacidade do berço	19,00 m³
Utilizações	100

a) chapa fina em aço galvanizado

Consiste em insumo utilizado como fôrma para as estacas protendidas.

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

$$Q = \frac{Q_t}{C_{ap} \times N_u} = \frac{\sum(A \times M \times n)}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

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

$Q_t$  representa a quantidade total de chapas, em quilogramas;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações;

A representa a área da chapa, em metros quadrados;

M representa a massa da chapa, em quilogramas por metro quadrado;

n representa o número de chapas.

As tabelas 39 e 40 apresentam os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

**Tabela 39 - Cálculo da quantidade de chapa - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Chapa	Largura (m)	Comprimento (m)	Área total (m²)	Número de chapas	Massa (kg/m²)	Quantidade (kg)
Longitudinal	0,30	80,00	24,0000	6	24,0000	3.456,000
Extremidade	0,20	1,20	0,2400	2	125,4400	60,211

**Tabela 40 - Cálculo do consumo de chapa - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Chapa longitudinal (kg)	Chapa extremidade (kg)	Quantidade total (kg)	Capacidade (m³)	Utilizações	Consumo (kg/m³)
3.456,000	60,211	3516,211	19,00	100	1,85064

b) limpeza mecanizada da camada vegetal

Consiste na limpeza mecanizada da camada vegetal da área onde será implantado o berço e o local para estocagem das estacas produzidas.



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

$$Q = \frac{A}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

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

A representa a área do pátio para limpeza, em metros quadrados;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.

A tabela 41 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 41 - Consumo de limpeza mecanizada - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Número de utilizações	Consumo (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )
6,20	90,00	558,00	19,00	100	0,29368

c) estaca circular tipo estação escavada com uso de fluido estabilizante - confecção

Consiste na confecção de estacas para execução da fundação para o berço.

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

$$Q = n \times \frac{V}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de estaca escavada, em metros cúbicos por metro cúbico;

n representa o número de estacas empregadas;

V representa o volume da estaca, em metros cúbicos;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.

A tabela 42 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 42 - Consumo de estaca escavada - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Número de estacas empregadas	Comprimento da estaca (m)	Diâmetro da estaca (cm)	Volume da estaca (m <sup>3</sup> )	Capacidade do berço (m <sup>3</sup> )	Número de utilizações	Consumo (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
12	8,00	80,00	4,02124	19,00	100	0,02540



d) escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 2 m

Consiste na escavação de material 1ª categoria para a execução do berço abaixo do nível do terreno.

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

$$Q = n \times \frac{V}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de escavação manual, em metros cúbicos por metro cúbico;

n representa o número de blocos de ancoragem;

V representa o volume do bloco, em metros cúbicos;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.

A tabela 43 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 43 - Consumo de escavação manual - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Número de blocos de ancoragem	Comprimento do bloco (m)	Largura do bloco (m)	Altura do bloco (m)	Volume do bloco (m³)	Capacidade do berço (m³)	Número de utilizações	Consumo (m³/m³)
2	5,90	3,00	2,00	35,40000	19,00	100	0,03726

e) escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica

Consiste na escavação e carga de material que será utilizado para aterramento e regularização da área onde será implantado o berço e o local para estocagem das estacas produzidas.

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

$$Q = \frac{V \times E_m}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de escavação e carga de material de jazida, em metros cúbicos por metro cúbico;

V representa o volume da área de regularização, em metros cúbicos;

$E_m$  representa o empolamento;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.



A tabela 44 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 44 - Consumo de escavação e carga de material de jazida - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Volume (m³)	Empolamento	Capacidade do berço (m³)	Número de utilizações	Consumo (m³/m³)
90,00	6,20	0,20	111,60000	1,10	19,00	100	0,06461

f) compactação de aterros a 100% do Proctor Normal

Consiste na compactação da área onde será implantado o berço e do local para estocagem das estacas produzidas.

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

$$Q = \frac{V}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

Q representa o consumo de compactação de aterro, em metros cúbicos por metro cúbico;

V representa o volume de aterro a ser compactado, em metros cúbicos;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.

A tabela 45 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 45 - Consumo de compactação - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Volume (m³)	Capacidade do berço (m³)	Número de utilizações	Consumo (m³/m³)
90,00	6,20	0,20	111,60000	19,00	100	0,05874

g) fôrmas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada

Consiste na confecção e instalação das fôrmas de tábua de pinho para a execução do berço, bem como a posterior retirada após a cura do concreto.

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

$$Q = \frac{\sum A}{C_{ap} \times N_u}$$





onde:

Q representa o consumo de fôrmas de tábuas de pinho, em metros quadrados por metro cúbico;

A representa a soma das áreas das fôrmas, em metros quadrados;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

N<sub>u</sub> representa o número de utilizações.

As tabelas 46 e 47 apresentam os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 46 - Quantidade de fôrma de tábuas de pinho - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Aplicação	Número de tábuas	Largura (m)	Comprimento (m)	Áreas parciais (m²)
Fôrma do berço	2	0,20	80,00	32,0000
	2	0,20	1,20	0,4800
Fôrma do bloco de ancoragem	4	5,90	2,00	47,2000
	4	3,00	2,00	24,0000

**Tabela 47 - Consumo de fôrmas de tábuas de pinho - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Área total (m²)	Capacidade (m³)	Número de utilizações	Consumo (m²/m³)
103,6800	19,00	100	0,05457

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

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armação em aço utilizada na construção do berço.

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

$$Q = \frac{Q_t}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

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

Q<sub>t</sub> representa a quantidade de armação, em quilogramas;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

N<sub>u</sub> representa o número de utilizações.

A tabela 48 apresenta os parâmetros referenciais adotado e o respectivo consumo da atividade.



**Tabela 48 - Consumo de armação em aço CA-50 - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Quantidade de armação (kg)	Capacidade do berço (m³)	Número de utilizações	Consumo (kg/m³)
3.500,00	19,00	100	1,84211

i) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto para construção do berço.

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

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

$$Q = \frac{V_b + (2 \times V_a)}{C_{ap} \times N_u}$$

onde:

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

$V_b$  representa o volume do berço, em metros cúbicos;

$V_a$  representa o volume do bloco de ancoragem, em metros cúbicos;

$C_{ap}$  representa a capacidade do berço, em metros cúbicos;

$N_u$  representa o número de utilizações.

O volume do berço é definido pela aplicação da seguinte expressão:

$$V_b = L \times H \times C$$

onde:

$V_b$  representa o volume do berço, em metros cúbicos;

L representa a largura do berço, em metros;

H representa a altura do berço, em metros;

C representa o comprimento do berço, em metros.

A tabela 49 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo volume.

**Tabela 49 - Volume do berço - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Largura (m)	Altura (m)	Comprimento (m)	Volume do berço (m³)
1,20	0,20	80,00	19,20000

O volume dos blocos de ancoragem é definido pela aplicação da seguinte expressão:



$$V_a = n \times L \times H \times C$$

onde:

$V_a$  representa o volume de blocos de ancoragem, em metros cúbicos;

$n$  representa o número de blocos de ancoragem;

$L$  representa a largura do bloco, em metros;

$H$  representa a altura do bloco, em metros;

$C$  representa o comprimento do bloco, em metros.

A tabela 50 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo volume.

**Tabela 50 - Volume de blocos de ancoragem - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Número de blocos	Largura (m)	Altura (m)	Comprimento (m)	Volume de blocos de ancoragem (m³)
2	5,90	2,00	3,00	35,40000

A tabela 51 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo de concreto.

**Tabela 51 - Consumo de concreto - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Volume de berço (m³)	Volume de blocos de ancoragem (m³)	Capacidade (m³)	Número de utilizações	Consumo de concreto (m³/m³)
19,20000	35,40000	19,00	100	0,04737

#### 2.3.1.6 Operações de transporte

A tabela 52 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 52 - Serviços empregados nas operações de transporte - berço para pré-moldagem de estacas protendidas**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1367	Chapa fina em aço galvanizado	0,00100 t/kg	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



### 2.3.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de berço para pré-moldagem de estacas protendidas deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de estacas efetivamente produzido.

### 2.3.2 Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido

O serviço consiste na fabricação *in loco* de estaca pré-moldada de concreto protendido.

#### 2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 16258/2014: *Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos*;
- ABNT NBR 17007/2021: *Soldagem de aços para emendas de estacas de fundações - Requisitos*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

#### 2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- confecção do anel de emenda;
- preparo e colocação da armação de aço CA-50 e CA-60;
- execução da protensão dos cabos por meio do macaco de protensão;
- confecção e lançamento do concreto no berço;
- transporte da estaca após a cura do concreto para o local de estocagem por meio da ponte rolante.

#### 2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- ponte rolante;
- grupo gerador;
- macaco de protensão de fios com bomba.



As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 53.

**Tabela 53 - Produções horárias do serviço de fabricação de estaca pré-moldada**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Produção de equipe (m/h)</b>
2306300	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 15 x 15 cm	60,00
2306301	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 17 x 17 cm	50,00
2306302	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 20 x 20 cm	50,00
2306303	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 21 x 21 cm	50,00
2306304	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 23 x 23 cm	40,00
2306305	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 25 x 25 cm	40,00
2306306	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 26 x 26 cm	40,00
2306307	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 30 x 30 cm	30,00
2306308	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 33 x 33 cm	30,00
2306309	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 35 x 35 cm	30,00
2306310	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 38 x 38 cm	30,00
2306311	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 40 x 40 cm	20,00
2306312	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 42 x 42 cm	20,00
2306313	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 45 x 45 cm	20,00

#### a) macaco de protensão de fios com bomba

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

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

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C representa o comprimento, em metros;

$F_e$  representa o fator de eficiência;

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

#### 2.3.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 servente para auxiliar na fixação da estaca na ponte rolante;
- 1 ajudante para auxiliar na protensão e execução do anel de emenda da estaca.



### 2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) aço CP 175 RB

Consiste em insumo utilizado para protensão das estacas.

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

$$Q = \frac{C_a \times M \times n}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de aço CP 175 RB, em quilogramas por metro;

C<sub>a</sub> representa o comprimento do aço CP 175 RB, em metros;

M representa a massa da cordoalha, em quilogramas por metro;

n representa o número de cordoalhas;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

A tabela 54 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

**Tabela 54 - Consumo de aço CP 175 RB - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Número de cordoalhas e bitola	Comprimento do aço CP 175 RB (m)	Massa da cordoalha (kg/m)	Comprimento da estaca (m)	Consumo de aço CP 175 RB (kg/m)
15 x 15	6Ø5	8,00	0,154	8,00	0,92400
17 x 17	6Ø5	8,00	0,154	8,00	0,92400
20 x 20	6Ø6	8,00	0,222	8,00	1,33200
21 x 21	6Ø6	8,00	0,222	8,00	1,33200
23 x 23	6Ø6	8,00	0,222	8,00	1,33200
25 x 25	8Ø5	8,00	0,154	8,00	1,23200
26 x 26	8Ø5	8,00	0,154	8,00	1,23200
30 x 30	10Ø5	8,00	0,154	8,00	1,54000
33 x 33	10Ø5	8,00	0,154	8,00	1,54000
35 x 35	8Ø6	8,00	0,222	8,00	1,77600
38 x 38	8Ø6	8,00	0,222	8,00	1,77600
40 x 40	8Ø6	8,00	0,222	8,00	1,77600
42 x 42	8Ø6	8,00	0,222	8,00	1,77600
45 x 45	10Ø6	8,00	0,222	8,00	2,22000

#### b) chapa grossa em aço ASTM A36

Consiste no material utilizado para confecção do anel de emenda.

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

$$Q = \frac{4 \times L_s \times L \times M \times n \times (1 + k)}{C}$$



onde:

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

$L_s$  representa a largura da seção da estaca, em metros;

L representa a largura do anel de emenda, em metros;

M representa a massa da chapa, em quilogramas por metro quadrado;

n representa o número de anéis de emenda em cada estaca;

k representa a perda;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

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

**Tabela 55 - Consumo de chapa grossa - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Largura do anel (m)	Massa da chapa (kg/m²)	Número de anéis	Perda (%)	Comprimento da estaca (m)	Consumo de chapa (kg/m)
15 x 15	0,07	38,0000	2	10,0	8,00	0,43890
17 x 17	0,07	38,0000	2	10,0	8,00	0,49742
20 x 20	0,07	38,0000	2	10,0	8,00	0,58520
21 x 21	0,07	49,3900	2	10,0	8,00	0,79864
23 x 23	0,07	49,3900	2	10,0	8,00	0,87470
25 x 25	0,07	49,3900	2	10,0	8,00	0,95076
26 x 26	0,07	49,3900	2	10,0	8,00	0,98879
30 x 30	0,07	49,3900	2	10,0	8,00	1,14091
33 x 33	0,07	62,7200	2	10,0	8,00	1,59372
35 x 35	0,07	62,7200	2	10,0	8,00	1,69030
38 x 38	0,07	62,7200	2	10,0	8,00	1,83519
40 x 40	0,07	62,7200	2	10,0	8,00	1,93178
42 x 42	0,07	74,4800	2	10,0	8,00	2,40868
45 x 45	0,07	74,4800	2	10,0	8,00	2,58073

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

Consiste no fornecimento, preparo e colocação da armadura longitudinal da estaca.

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

$$Q = \frac{C_a \times M \times n}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de aço CA-50, em quilogramas por metro;

$C_a$  representa o comprimento do aço CA-50 empregado, em metros;

M representa a massa da cordoalha, em quilogramas por metro;



n representa o número de cordoalhas;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

A tabela 56 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 56 - Consumo de aço CA-50 - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Número de cordoalhas e bitola	Comprimento do aço CA-50 (m)	Massa da cordoalha (kg/m)	Comprimento da estaca (m)	Consumo de aço CA-50 (kg/m)
15 x 15	4Ø10	2,02	0,617	8,00	0,62317
17 x 17	4Ø10	2,02	0,617	8,00	0,62317
20 x 20	4Ø10	2,02	0,617	8,00	0,62317
21 x 21	4Ø10	2,02	0,617	8,00	0,62317
23 x 23	4Ø10	2,02	0,617	8,00	0,62317
25 x 25	4Ø12.5	2,05	0,963	8,00	0,98708
26 x 26	4Ø12.5	2,05	0,963	8,00	0,98708
30 x 30	4Ø12.5	2,05	0,963	8,00	0,98708
33 x 33	4Ø12.5	2,05	0,963	8,00	0,98708
35 x 35	8Ø10	2,02	0,617	8,00	1,24634
38 x 38	8Ø10	2,02	0,617	8,00	1,24634
40 x 40	8Ø12.5	2,05	0,963	8,00	1,97415
42 x 42	8Ø12.5	2,05	0,963	8,00	1,97415
45 x 45	12Ø12.5	2,05	0,963	8,00	2,96123

d) armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação

Consiste no fornecimento, preparo e colocação dos estribos para armação da estaca.

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

$$Q = \frac{C_a \times M \times (N_l + N_e)}{C}$$

onde:

Q representa o consumo de aço CA-60, em quilogramas por metro;

C<sub>a</sub> representa o comprimento de uma unidade de estribo, em metros;

M representa a massa da cordoalha, em quilogramas por metro;

N<sub>l</sub> representa o número de estribos ao longo da estaca;

N<sub>e</sub> representa o número de estribos nas extremidades da estaca;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

O número de estribos é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

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





onde:

N representa o número de estribos;

C representa o comprimento da estaca, em metros;

E representa o espaçamento entre estribos, em metros.

O comprimento de um estribo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$C_a = C_g + P = C_g + [(L_s - C_o) \times 4]$$

onde:

C<sub>a</sub> representa o comprimento de um estribo, em metros;

C<sub>g</sub> representa o comprimento do gancho, em metros;

P representa o perímetro do estribo, em metros;

L<sub>s</sub> representa a largura da seção da estaca, em metros;

C<sub>o</sub> representa o cobrimento adotado, em metros.

A tabela 57 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 57 - Consumo de aço CA-60 - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Número de estribos ao longo da estaca	Número de estribos nas extremidades da estaca	Comprimento do estribo (m)	Massa da cordoalha (kg/m)	Comprimento da estaca (m)	Consumo de aço CA- 60 (kg/m)
15 x 15	32	10	0,54	0,222	8,00	0,62937
17 x 17	32	10	0,62	0,222	8,00	0,72261
20 x 20	32	10	0,74	0,222	8,00	0,86247
21 x 21	32	10	0,78	0,222	8,00	0,90909
23 x 23	32	10	0,86	0,222	8,00	1,00233
25 x 25	32	10	0,94	0,222	8,00	1,09557
26 x 26	32	10	0,98	0,222	8,00	1,14219
30 x 30	32	10	1,14	0,222	8,00	1,32867
33 x 33	32	10	1,26	0,222	8,00	1,46853
35 x 35	32	10	1,34	0,222	8,00	1,56177
38 x 38	32	10	1,46	0,222	8,00	1,70163
40 x 40	32	10	1,54	0,222	8,00	1,79487
42 x 42	32	10	1,62	0,222	8,00	1,88811
45 x 45	32	10	1,74	0,222	8,00	2,02797

e) berço para pré-moldagem de estacas protendidas

Consiste na construção do berço que serve de base para fabricação das estacas.



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

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

onde:

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

A representa a área da seção da estaca, em metros quadrados;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

A tabela 58 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 58 - Consumo de berço - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Área da estaca (m <sup>2</sup> )	Comprimento da estaca (m)	Consumo de berço (m <sup>3</sup> /m)
15 x 15	0,0225	8,00	0,02250
17 x 17	0,0289	8,00	0,02890
20 x 20	0,0400	8,00	0,04000
21 x 21	0,0441	8,00	0,04410
23 x 23	0,0529	8,00	0,05290
25 x 25	0,0625	8,00	0,06250
26 x 26	0,0676	8,00	0,06760
30 x 30	0,0900	8,00	0,09000
33 x 33	0,1089	8,00	0,10890
35 x 35	0,1225	8,00	0,12250
38 x 38	0,1444	8,00	0,14440
40 x 40	0,1600	8,00	0,16000
42 x 42	0,1764	8,00	0,17640
45 x 45	0,2025	8,00	0,20250

#### f) concreto

Consiste na confecção e no lançamento de concreto no berço para fabricação de estacas pré-moldadas.

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

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

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



onde:

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

A representa a área da seção da estaca, em metros quadrados;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

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

**Tabela 59 - Consumo de concreto - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Área da estaca (m²)	Consumo de concreto (m³/m)
15 x 15	0,0225	0,02250
17 x 17	0,0289	0,02890
20 x 20	0,0400	0,04000
21 x 21	0,0441	0,04410
23 x 23	0,0529	0,05290
25 x 25	0,0625	0,06250
26 x 26	0,0676	0,06760
30 x 30	0,0900	0,09000
33 x 33	0,1089	0,10890
35 x 35	0,1225	0,12250
38 x 38	0,1444	0,14440
40 x 40	0,1600	0,16000
42 x 42	0,1764	0,17640
45 x 45	0,2025	0,20250

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

Consiste na soldagem de chapa de aço com eletrodo E70XX para confecção do anel de emenda.

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

$$Q = \frac{C_s \times T_a}{C}$$

onde:

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

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

T<sub>a</sub> representa a taxa de aplicação de solda, em quilogramas por metro;

C representa o comprimento da estaca, em metros.

O comprimento total de solda é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:



$$C_s = (L \times N_l \times n) + (L \times N_b \times n) = L \times n \times (N_l + N_b)$$

onde:

$C_s$  representa o comprimento total de solda, em metros;

$L$  representa a largura do anel de emenda, em metros;

$N_l$  representa o número de lados do anel;

$n$  representa o número de anéis por estaca;

$N_b$  representa o número de barras.

A tabela 60 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 60 - Consumo de solda - fabricação de estaca pré-moldada**

Seção (cm x cm)	Número de lados do anel	Número de anéis por estaca	Número de barras	Comprimento de solda (m)	Taxa de aplicação (kg/m)	Comprimento da estaca (m)	Consumo de solda (kg/m)
15 x 15	4	2	4	1,12	0,140	8,00	0,01960
17 x 17	4	2	4	1,12	0,140	8,00	0,01960
20 x 20	4	2	4	1,12	0,140	8,00	0,01960
21 x 21	4	2	4	1,12	0,224	8,00	0,03136
23 x 23	4	2	4	1,12	0,224	8,00	0,03136
25 x 25	4	2	4	1,12	0,224	8,00	0,03136
26 x 26	4	2	4	1,12	0,224	8,00	0,03136
30 x 30	4	2	4	1,12	0,224	8,00	0,03136
33 x 33	4	2	4	1,12	0,338	8,00	0,04732
35 x 35	4	2	8	1,68	0,338	8,00	0,07098
38 x 38	4	2	8	1,68	0,338	8,00	0,07098
40 x 40	4	2	8	1,68	0,338	8,00	0,07098
42 x 42	4	2	8	1,68	0,457	8,00	0,09597
45 x 45	4	2	12	2,24	0,457	8,00	0,12796

### 2.3.2.6 Operações de transporte

A tabela 61 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 61 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg	5914333	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga com caminhão guindauto de 20 t.m
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural



**Tabela 61 - Serviços empregados nas operações de transporte - fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1378	Chapa grossa em aço ASTM A36	0,00100 t/kg	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
M0009	Aço CP 175 RB	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

### 2.3.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente fabricado.

### 2.3.3 Estaca pré-moldada de concreto protendido - comercial

O serviço consiste no fornecimento e cravação de estacas pré-moldadas de concreto protendido.

#### 2.3.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 16258/2014: *Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

#### 2.3.3.2 Metodologia executiva

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

- içamento da estaca por meio do bate-estacas;
- posicionamento da estaca no gabarito de cravação com o auxílio da mão de obra;
- cravação por meio do bate-estacas.



### 2.3.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca de gravidade, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 62.

**Tabela 62 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto protendido - comercial**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306100	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 100 t - comercial - sem emenda - fornecimento e cravação	4,15000
2306004	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 25 t - comercial - sem emenda - fornecimento e cravação	8,30000
2306097	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 35 t - comercial - sem emenda - fornecimento e cravação	7,67750
2306098	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 60 t - comercial - sem emenda - fornecimento e cravação	7,67750
2306007	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 75 t - comercial - sem emenda - fornecimento e cravação	5,18750

### 2.3.3.4 Mão de obra

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

- 2 ajudantes para auxiliar no içamento, manobra e posicionamento da estaca.

### 2.3.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) estaca pré-moldada de concreto protendido

Consiste em insumo utilizado como elemento de fundação.

O consumo referencial adotado é de 1,10 m por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10%.

### 2.3.3.6 Operações de transporte

A tabela 63 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.



**Tabela 63 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto protendido comercial**

Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
Estaca pré-moldada de concreto protendido	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
	5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
	5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
	5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

A tabela 64 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 64 - Fator de conversão de transporte - estacas pré-moldadas de concreto protendido comercial**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/m)
M0647	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 25 t	0,06400
M0648	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 35 t	0,08100
M0649	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 60 t	0,13225
M0650	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 75 t	0,16900
M0646	Estaca pré-moldada de concreto protendido com compressão admissível de 100 t	0,22500

#### 2.3.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de cravação de estacas pré-moldadas comerciais de concreto protendido deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.

#### 2.3.4 Estaca pré-moldada de concreto protendido - produzida

O serviço consiste na cravação de estacas de concreto protendido produzidas.

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

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 16258/2014: *Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.



#### 2.3.4.2 Metodologia executiva

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

- içamento da estaca por meio do bate-estacas;
- posicionamento da estaca no gabarito de cravação com o auxílio da mão de obra;
- cravação por meio do bate-estacas.

#### 2.3.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca de gravidade, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 65.

**Tabela 65 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto protendido - fabricada *in loco***

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306101	Estaca pré-moldada de concreto protendido 15 x 15 cm - produzida - sem emenda - cravação	8,30000
2306102	Estaca pré-moldada de concreto protendido 17 x 17 cm - produzida - sem emenda - cravação	7,98875
2306103	Estaca pré-moldada de concreto protendido 20 x 20 cm - produzida - sem emenda - cravação	7,78125
2306104	Estaca pré-moldada de concreto protendido 21 x 21 cm - produzida - sem emenda - cravação	7,57375
2306105	Estaca pré-moldada de concreto protendido 23 x 23 cm - produzida - sem emenda - cravação	7,26250
2306106	Estaca pré-moldada de concreto protendido 25 x 25 cm - produzida - sem emenda - cravação	7,05500
2306107	Estaca pré-moldada de concreto protendido 26 x 26 cm - produzida - sem emenda - cravação	6,84750
2306269	Estaca pré-moldada de concreto protendido 30 x 30 cm - produzida - sem emenda - cravação	6,53625
2306270	Estaca pré-moldada de concreto protendido 33 x 33 cm - produzida - sem emenda - cravação	6,01750
2306271	Estaca pré-moldada de concreto protendido 35 x 35 cm - produzida - sem emenda - cravação	5,81000
2306272	Estaca pré-moldada de concreto protendido 38 x 38 cm - produzida - sem emenda - cravação	5,60250
2306273	Estaca pré-moldada de concreto protendido 40 x 40 cm - produzida - sem emenda - cravação	5,29125
2306274	Estaca pré-moldada de concreto protendido 42 x 42 cm - produzida - sem emenda - cravação	5,08375
2306275	Estaca pré-moldada de concreto protendido 45 x 45 cm - produzida - sem emenda - cravação	4,87625





#### 2.3.4.4 Mão de obra

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

- 2 ajudantes para auxiliar no içamento, manobra e posicionamento da estaca.

#### 2.3.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida

Consiste na fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido em canteiro de obras.

O consumo referencial adotado é de 1,10 m por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10%.

#### 2.3.4.6 Operações de transporte

A tabela 66 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 66 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto protendido fabricada**

Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
Estaca pré-moldada de concreto protendido fabricada	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
	5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
	5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
	5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

A tabela 67 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 67 - Fator de conversão de transporte - estacas pré-moldadas de concreto armado protendido fabricada**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/m)
2306300	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 15 x 15 cm	0,05625
2306301	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 17 x 17 cm	0,07225
2306302	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 20 x 20 cm	0,10000



**Tabela 67 - Fator de conversão de transporte - estacas pré-moldadas de concreto armado protendido fabricada (2/2)**

<b>Código SICRO</b>	<b>Descrição</b>	<b>Conversão para transporte (t/m)</b>
2306303	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 21 x 21 cm	0,11025
2306304	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 23 x 23 cm	0,13225
2306305	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 25 x 25 cm	0,15625
2306306	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 26 x 26 cm	0,16900
2306307	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 30 x 30 cm	0,22500
2306308	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 33 x 33 cm	0,27225
2306309	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 35 x 35 cm	0,30625
2306310	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 38 x 38 cm	0,36100
2306311	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 40 x 40 cm	0,40000
2306312	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 42 x 42 cm	0,44100
2306313	Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendida seção 45 x 45 cm	0,50625

#### 2.3.4.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de cravação de estaca pré-moldada de concreto protendido produzida deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.

#### 2.3.5 Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado - comercial

O serviço consiste no fornecimento e cravação de estacas comerciais pré-moldadas de concreto armado centrifugado.

##### 2.3.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 16258/2014: *Estacas pré-fabricadas de concreto - Requisitos*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.



### 2.3.5.2 Metodologia executiva

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

- içamento da estaca por meio do bate-estacas;
- posicionamento da estaca no gabarito de cravação com o auxílio da mão de obra;
- cravação por meio do bate-estacas.

### 2.3.5.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca de gravidade, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 68.

**Tabela 68 - Produções horárias dos serviços de estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado - comercial**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2305999	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 100 t - sem emenda - fornecimento e cravação	5,81000
2306000	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 125 t - sem emenda - fornecimento e cravação	5,60250
2306001	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 170 t - sem emenda - fornecimento e cravação	4,87625
2306002	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 230 t - sem emenda - fornecimento e cravação	3,94250
2306003	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 300 t - sem emenda - fornecimento e cravação	3,11250
2305997	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 55 t - sem emenda - fornecimento e cravação	7,26250
2305998	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 80 t - sem emenda - fornecimento e cravação	6,53625

### 2.3.5.4 Mão de obra

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

- 2 ajudantes para auxiliar no içamento, manobra e posicionamento da estaca.



### 2.3.5.5 Materiais e atividades auxiliares

#### a) estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado

Consiste em insumo utilizado como elemento de fundação.

O consumo referencial adotado é de 1,10 m por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 10%.

### 2.3.5.6 Operações de transporte

A tabela 69 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 69 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado**

Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
	5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
	5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
	5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

A tabela 70 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

**Tabela 70 - Fator de conversão de transporte - estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/m)
M0673	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 55 t	0,09425
M0677	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 80 t	0,14295
M0686	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 100 t	0,17043
M0722	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 125 t	0,21363
M0734	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 170 t	0,28981
M0755	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 230 t	0,39270
M0756	Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado com compressão admissível de 300 t	0,50973



#### 2.3.5.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de cravação de estacas pré-moldadas de concreto armado centrifugado deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.

### 2.4 Estacas metálicas

#### 2.4.1 Estaca prancha metálica

O serviço consiste no fornecimento e cravação de estacas prancha metálicas.

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

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

- ABNT NBR 9061/1985: *Segurança de escavação a céu aberto - Procedimento.*

##### 2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- estaca prancha em solo:
  - içamento do martelo hidráulico por meio do guindaste;
  - içamento e posicionamento da prancha metálica no gabarito de cravação por meio do conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório, com auxílio da mão de obra;
  - cravação da prancha por meio conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório.
- estaca prancha com apoio de flutuante:
  - manobra e posicionamento da plataforma flutuante por meio da embarcação empurradora;
  - deslocamento da equipe de trabalho por meio da embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
  - ancoragem da plataforma por meio dos guinchos pneumáticos;
  - içamento do martelo hidráulico por meio do guindaste;
  - içamento e posicionamento da prancha metálica no gabarito de cravação por meio do conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório, com auxílio da mão de obra;
  - cravação da prancha por meio do conjunto guindaste e martelo hidráulico vibratório.



#### 2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- cravação de estacas prancha em solo:
  - guindaste móvel sobre esteiras: líder de equipe;
  - martelo hidráulico vibratório com unidade hidráulica.
- cravação de estacas prancha em lâmina d'água com apoio de flutuante:
  - guindaste móvel sobre esteiras: líder de equipe;
  - martelo hidráulico vibratório com unidade hidráulica;
  - plataforma flutuante;
  - compressor de ar portátil;
  - embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico;
  - embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico;
  - guincho pneumático.

##### a) guindaste móvel sobre esteiras

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

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

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;

C representa o comprimento, em metros;

L representa a largura, em metros;

F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão, em quilogramas por metro quadrado;

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

T<sub>c</sub> representa o tempo total de ciclo, em horas.

É atribuída a utilização operativa integral para a plataforma flutuante, os guinchos pneumáticos e compressor de ar.

Para a embarcação empurradora multipropósito e a embarcação de transporte de pessoal é atribuída a utilização operativa de 0,50. Para o martelo hidráulico vibratório é atribuído a utilização operativa de 0,80.

#### 2.4.1.4 Mão de obra

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



- estaca prancha em solo:
  - 2 serventes para auxiliar no içamento e posicionamento da estaca prancha, nos gabaritos de cravação.
- estaca prancha com apoio de flutuante:
  - 2 serventes para auxiliar no içamento e posicionamento da estaca prancha nos gabaritos de cravação;
  - 1 bombeiro hidráulico para auxiliar nos serviços referentes ao apoio náutico.

#### 2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

##### a) estaca prancha metálica

Consiste em perfil metálico utilizado para confecção de uma superfície de proteção contínua.

Os consumos referenciais adotados correspondem a 0,100 kg por unidade de serviço executado para previsão de reutilizações e 1,00 kg por unidade de serviço executado sem reutilização.

#### 2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 71 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 71 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca prancha**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0942	Estaca prancha metálica	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
			5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
			5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
			5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

#### 2.4.1.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de estacas prancha deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de aço de estaca efetivamente utilizada, considerando-se a distância entre a extremidade inferior de apoio da estaca e o topo da cortina.



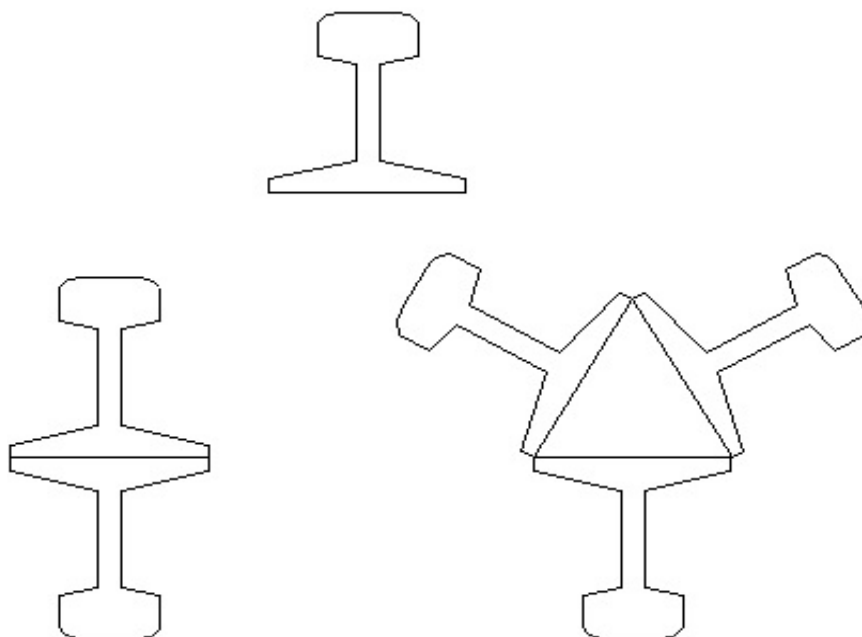
#### 2.4.2 Estaca de trilho usado

O serviço consiste na cravação de trilhos usados, com bate-estaca, para utilização como estaca metálica.

Os trilhos podem ser utilizados de forma isolada ou combinada em até três unidades, cuja junção é realizada por meio de solda nas extremidades dos patins.

O croqui apresentado na figura 4 demonstra as seções transversais das estacas confeccionadas com trilhos.

**Figura 4 - Estaca de trilho usado**



Fonte: Adaptado de Phạm Thanh Lộc. **Rail**. Disponível em: <https://thenounproject.com/icon/rail-3385678/>.

##### 2.4.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 17007/2021: *Soldagem de aços para emendas de estacas de fundações - Requisitos*;
- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

##### 2.4.2.2 Metodologia executiva

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

- soldagem longitudinal para confecção de estaca quando adotada a solução composta por mais de um trilho;





- içamento da estaca trilho por meio do bate-estacas;
- posicionamento no gabarito de cravação com auxílio da mão de obra;
- cravação por meio do bate-estaca.

#### 2.4.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca de gravidade, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante os valores apresentados na tabela 72.

**Tabela 72 - Produções horárias dos serviços de estaca trilho usado**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306114	Estaca duplo trilho TR 25 - com emenda - fornecimento e cravação	8,96400
2306115	Estaca duplo trilho TR 37 - com emenda - fornecimento e cravação	8,51580
2306116	Estaca duplo trilho TR 45 - com emenda - fornecimento e cravação	8,21700
2306118	Estaca duplo trilho TR 57 - com emenda - fornecimento e cravação	7,84350
2306122	Estaca duplo trilho TR 68 - com emenda - fornecimento e cravação	7,47000
2306108	Estaca trilho TR 25 - fornecimento e cravação	9,96000
2306110	Estaca trilho TR 37 - fornecimento e cravação	9,46200
2306111	Estaca trilho TR 45 - fornecimento e cravação	9,13000
2306112	Estaca trilho TR 57 - fornecimento e cravação	8,71500
2306113	Estaca trilho TR 68 - fornecimento e cravação	8,30000
2306123	Estaca triplo trilho TR 25 - com emenda - fornecimento e cravação	7,96800
2306124	Estaca triplo trilho TR 37 - com emenda - fornecimento e cravação	7,56960
2306125	Estaca triplo trilho TR 45 - com emenda - fornecimento e cravação	7,30400
2306126	Estaca triplo trilho TR 57 - com emenda - fornecimento e cravação	6,97200
2306127	Estaca triplo trilho TR 68 - com emenda - fornecimento e cravação	6,64000

#### 2.4.2.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar no içamento e posicionamento da estaca.

#### 2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) trilho TR em aço-carbono usado

Consiste em insumo utilizado como elemento de fundação.



A tabela 73 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 73 - Consumos de estaca trilho TR - estaca de trilho usado**

Código SICRO	Descrição	Consumo (kg/m)		
		Simples	Duplo	Triplo
M1600	Trilho TR25 em aço-carbono usado	24,60	49,20	73,80
M1602	Trilho TR37 em aço-carbono usado	37,10	74,20	111,30
M1603	Trilho TR45 em aço-carbono usado	44,60	89,20	133,80
M1605	Trilho TR57 em aço-carbono usado	56,70	113,40	170,10
M1606	Trilho TR68 em aço-carbono usado	67,60	135,20	202,80

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

Consiste na soldagem longitudinal dos trilhos para confecção da estaca com perfil duplo ou triplo.

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

$$Q = C \times M \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por metro;  
 C representa o comprimento de solda, em metros por metro;  
 M representa a massa linear de eletrodo, em quilogramas por metro;  
 k representa a perda de material.

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

$$k = 1 - E_d$$

onde:

k representa a perda de material;  
 $E_d$  representa a eficiência de deposição do eletrodo.

A tabela 74 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos da atividade.

**Tabela 74 - Consumo de solda - estaca de trilho usado**

Estaca de Trilho	Comprimento de solda (m)	Massa linear (kg/m)	Eficiência de deposição (%)	Perda (%)	Consumo (kg/m)
2x TR 25	0,50	0,103	71,5%	28,5%	0,06618
2x TR 37	0,60	0,103	71,5%	28,5%	0,07941
2x TR 45	0,80	0,103	71,5%	28,5%	0,10588



Tabela 74 - Consumo de solda - estaca de trilho usado (2/2)

Estaca de Trilho	Comprimento de solda (m)	Massa linear (kg/m)	Eficiência de deposição (%)	Perda (%)	Consumo (kg/m)
2x TR 57	1,00	0,103	71,5%	28,5%	0,13236
2x TR 68	1,20	0,103	71,5%	28,5%	0,15883
3x TR 25	0,75	0,103	71,5%	28,5%	0,09927
3x TR 37	0,90	0,103	71,5%	28,5%	0,11912
3x TR 45	1,20	0,103	71,5%	28,5%	0,15883
3x TR 57	1,50	0,103	71,5%	28,5%	0,19853
3x TR 68	1,80	0,103	71,5%	28,5%	0,23824

#### 2.4.2.6 Operações de transporte

A tabela 75 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 75 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca de trilho usado

Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
Trilho TR em aço-carbono usado	0,00100 t/kg	5915015	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m
		5915012	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em leito natural
		5915013	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia em revestimento primário
		5915014	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 11 t e com guindauto de 45 t.m - rodovia pavimentada

#### 2.4.2.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de fornecimento e cravação de estaca de trilho deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.

#### 2.4.3 Estaca de perfil metálico W

O serviço consiste no fornecimento e cravação de estaca em perfil metálico W.

##### 2.4.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*;
- ABNT NBR 17007/2021: *Soldagem de aços para emendas de estacas de fundações - Requisitos*;



- DNIT ES 121/2009: *Pontes e viadutos rodoviários - Fundações*.

#### 2.4.3.2 Metodologia executiva

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

- soldagem longitudinal para confecção de estaca composta por dois perfis;
- içamento do perfil por meio do bate-estacas;
- posicionamento dos perfis no gabarito de cravação com auxílio da mão de obra;
- cravação por meio do bate estaca.

#### 2.4.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bate-estaca de gravidade, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 76.

**Tabela 76 - Produções horárias dos serviços de estaca de perfil metálico W**

Código SICRO	Descrição	Produção horária (m/h)
2306133	Estaca duplo perfil metálico W 250 x 17,9 - com emenda - fornecimento e cravação	8,96400
2306132	Estaca perfil metálico W 150 x 22,5 (H) - fornecimento e cravação	9,96000

#### 2.4.3.4 Mão de obra

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

- 2 serventes para auxiliar com o içamento e o posicionamento dos perfis metálicos.

#### 2.4.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) aço em perfis A572 grau 50

Consiste em perfil metálico utilizado para a confecção de estaca.

A tabela 77 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.



**Tabela 77 - Consumo de perfis metálicos - estaca perfil metálico W**

Código SICRO	Descrição	Consumo de perfil (kg/m)
2306133	Estaca duplo perfil metálico W 250 x 17,9	35,8000
2306132	Estaca perfil metálico W 150 x 22,5 (H)	22,5000

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

Consiste na soldagem longitudinal dos perfis usados para confecção da estaca com duplo perfil metálico.

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

$$Q = \frac{C_s \times M \times (1 + k)}{C_e}$$

onde:

Q representa o consumo de solda, em quilogramas por metro;  
 $C_s$  representa o comprimento de solda por estaca, em metros;  
M representa a massa linear de eletrodo, em quilogramas por metro;  
k representa a perda de material;  
 $C_e$  representa o comprimento da estaca, em metros.

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

$$k = 1 - E_d$$

onde:

k representa a perda de material;  
 $E_d$  representa a eficiência de deposição do eletrodo.

A tabela 78 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo da atividade.

**Tabela 78 - Consumo de solda - estaca perfil metálico W**

Comprimento de solda (m)	Comprimento da estaca (m)	Massa linear (kg/m)	Eficiência de deposição (%)	Perda (%)	Consumo (kg/m)
2,00	12,00	0,103	71,5	28,5	0,02206

#### 2.4.3.6 Operações de transporte

A tabela 79 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 79 - Serviços empregados nas operações de transporte - estaca perfil metálico W**

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

#### 2.4.3.7 Critérios de medição

A medição dos serviços de fornecimento e cravação de estaca em perfil metálico W deve ser realizada em metros, em função do comprimento efetivamente cravado.

#### 2.4.4 Contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36

O serviço consiste na instalação da estrutura para promover o contraventamento de estacas submersas, de modo a garantir a estabilidade do conjunto.

##### 2.4.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço

##### 2.4.4.2 Metodologia executiva

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

- içamento e posicionamento das peças metálicas por meio do guindaste;
- conformação da estrutura pela mão de obra e soldagem das peças metálicas.

##### 2.4.4.3 Produção horária e equipe mecânica

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

- guindaste móvel sobre esteiras.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 25,00 kg/h.



a) guindaste móvel sobre esteiras

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

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

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;

C<sub>ap</sub> representa a capacidade, em toneladas;

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

F<sub>cv</sub> representa o fator de conversão, em quilogramas por tonelada;

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

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

#### 2.4.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 serralheiro para atuar na conformação da estrutura;
- 1 ajudante para auxiliar o serralheiro;
- 0,00508 servente para auxiliar no içamento e posicionamento das peças metálicas no guindaste.

#### 2.4.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) aço em perfis ASTM A36

Consiste em perfil metálico utilizado para a confecção da estrutura de contraventamento.

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

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

Consiste na soldagem das peças metálicas para a estrutura de contraventamento.

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

#### 2.4.4.6 Operações de transporte

A tabela 80 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 80 - Serviços empregados nas operações de transporte - contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0682	Aço em perfis ASTM A36 - Caminhão carroceria 15 t	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

#### 2.4.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36 deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de perfis metálicos efetivamente utilizada.

## 2.5 Arrasamento de estacas de concreto

### 2.5.1 Arrasamento de estacas de concreto

O serviço consiste na demolição do topo da estaca de concreto de modo a atingir a cota de arrasamento, possibilitando a integração entre o elemento de fundação e o bloco de coroamento.

#### 2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 6122/2022: *Projeto e execução de fundações*.

#### 2.5.1.2 Metodologia executiva

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

- demolição do topo da estaca de concreto por meio do marteleiro perfurador/rompedor a ar comprimido até atingir a cota de arrasamento;
- remoção manual do material demolido da região do bloco de fundação e da cabeça da estaca;
- arremate final com ferramentas manuais, de modo que a seção resultante seja plana e perpendicular ao eixo da estaca.





### 2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

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

#### a) martelete perfurador/rompedor a ar comprimido

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

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

onde:

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

Q representa o consumo, em metros cúbicos;

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

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

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

#### b) transportador manual carrinho de mão

A produção horária do transportador manual é definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

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

onde:

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

C<sub>ap</sub> representa a capacidade do transportador manual, em metros cúbicos;

F<sub>ca</sub> representa o fator de carga;

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

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

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



#### 2.5.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento dos serviços o seguinte profissional:

- 1 servente para operar o transportador manual carrinho de mão e realizar arremate final do arrasamento com ferramentas manuais leves.

A tabela 81 apresenta os parâmetros referenciais adotados.

**Tabela 81 - Mão de obra empregada para a realização do arrasamento de estacas**

Seção da estaca arrasada	Serventes (h/h)
Até 900 cm <sup>2</sup>	0,68692
Superior à 900 cm <sup>2</sup>	0,23150

#### 2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

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

Consiste em insumo acoplado ao marteleto para demolição de concreto.

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

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

onde:

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

H representa a profundidade do furo, em metros por unidade;

n representa o número de furos, em unidades por metro cúbico;

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

A tabela 82 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

**Tabela 82 - Consumo de ponteiro para marteleto - arrasamento de estacas de concreto**

Profundidade (m/un)	Número de furos (un/m <sup>3</sup> )	Vida útil do ponteiro (m/un)	Consumo (un/m <sup>3</sup> )
0,30	89,00	150,00	0,17800

#### 2.5.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

#### 2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de arrasamento deve ser realizada em metros cúbicos, em função do volume de estaca efetivamente arrasada.



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

A tabela 83 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de estacas, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

**Tabela 83 - Relação das composições de custos por subgrupo - Estacas**

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Apoio náutico para a colocação da armação em camisa metálica	2306731
2.1.2 Apoio náutico para a escavação com perfuratriz tipo Wirth	2306727, 2306728 e 2306729
2.1.3 Apoio náutico para a execução da concretagem de camisas metálicas	2306730
2.1.4 Apoio náutico para a execução da cravação de camisas metálicas	2306726
2.1.5 Gabarito de cravação de estacas submersas em aço ASTM A36	2306013
2.1.6 Confeção de camisa metálica em aço ASTM A36	2306604, 2306605, 2306606, 2306607, 2306608, 2306609, 2306610, 2306611, 2306612, 2306613, 2306614, 2306615, 2306616, 2306617, 2306618, 2306619, 2306620, 2306621, 2306622, 2306623, 2306624, 2306625, 2306626, 2306627, 2306628, 2306629, 2306630, 2306631 e 2306632
2.1.7 Cravação de camisa metálica	2306633, 2306634, 2306635, 2306636, 2306637, 2306638, 2306639, 2306640, 2306641, 2306642, 2306643, 2306644, 2306645, 2306646, 2306647, 2306648, 2306649, 2306650, 2306651, 2306652, 2306653, 2306654, 2306655, 2306656, 2306657, 2306658, 2306659, 2306732 e 2306734
2.1.8 Passagem de lâmina d'água para posicionamento de camisa metálica	2306660, 2306661, 2306662, 2306663, 2306664, 2306665, 2306666, 2306667, 2306668, 2306669, 2306670, 2306671, 2306672, 2306673, 2306674, 2306675, 2306676, 2306677, 2306678, 2306679, 2306680, 2306681, 2306682, 2306683, 2306684, 2306685, 2306686, 2306733 e 2306735
2.1.9 Muro guia para estaca barrete com duas cortinas de 10 x 110 cm	2306243
2.2.1 Estaca broca manual	2306090 e 2306091
2.2.2 Estaca circular tipo estação escavada com uso de fluido estabilizante	2306072
2.2.3 Estaca barrete escavada com uso de fluido estabilizante	2306239
2.2.4 Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50	2306076
2.2.5 Estaca tipo Strauss	2306009, 2306010, 2306011 e 2306012
2.2.6 Estaca Franki com fuste apilado	2306078, 2306080, 2306082, 2306084, 2306086 e 2309088
2.2.7 Estaca hélice contínua	2306074
2.2.8 Estaca hélice de deslocamento	2306095



**Tabela 83 - Relação das composições de custos por subgrupo - Estacas (2/2)**

Subgrupo	Código SICRO
2.2.9 Estaca raiz	2306062, 2306063, 2306064, 2306065, 2306066, 2306067, 2306068, 2306069, 2306070, 2306071, 2306180 e 2306181
2.2.10 Estaca escavada com perfuratriz tipo Wirth	2306687, 2306688, 2306689, 2306690, 2306691, 2306692, 2306693, 2306694, 2306695, 2306696, 2306697, 2306698, 2306699, 2306700, 2306701, 2306702, 2306703, 2306704, 2306705, 2306706, 2306707, 2306708, 2306709, 2306710, 2306711, 2306712, 2306713, 2306714, 2306715, 2306716, 2306717, 2306718, 2306719, 2306720, 2306721, 2306722, 2306723, 2306724 e 2306725
2.2.11 Coluna de brita	2306141, 2306142, 2306143, 2306144, 2306145, 2306146, 2306147 e 2306148
2.3.1 Berço para pré-moldagem de estacas protendidas	2306279
2.3.2 Fabricação de estaca pré-moldada de concreto protendido	2306300, 2306301, 2306302, 2306303, 2306304, 2306305, 2306306, 2306307, 2306308, 2306309, 2306310, 2306311, 2306312 e 2306313
2.3.3 Estaca pré-moldada de concreto protendido - comercial	2306004, 2306007, 2306097, 2306098 e 2306100
2.3.4 Estaca pré-moldada de concreto protendido -	2306101, 2306102, 2306103, 2306104, 2306105, 2306106, 2306107, 2306269, 2306270, 2306271, 2306272, 2306273, 2306274 e 2306275
2.3.5 Estaca pré-moldada de concreto armado centrifugado	2305997, 2305998, 2305999, 2306000, 2306001, 2306002 e 2306003
2.4.1 Estaca prancha metálica	2306015, 2306016, 2306018 e 2306019
2.4.2 Estaca de trilho usado	2306108, 2306110, 2306111, 2306112, 2306113, 2306114, 2306115, 2306116, 2306118, 2306122, 2306123, 2306124, 2306125, 2306126 e 2306127
2.4.3 Estaca de perfil metálico W	2306132 e 2306133
2.4.4 Contraventamento de grupo de estacas submersas em aço ASTM A36	2306014
2.5.1 Arrasamento de estacas de concreto	2306247 e 2306248